

**Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Occidente**  
Departamento del Hábitat y Desarrollo Urbano

Sustentabilidad del Hábitat

**PROYECTO DE APLICACIÓN PROFESIONAL (PAP)**

Tecnología apropiada para la generación de sistemas constructivos



**ITESO, Universidad  
Jesuita de Guadalajara**



**Proyectos de Aplicación Profesional**

1F04 Tecnología Apropiada para la generación de sistemas constructivos

**Parque Agroecológico de Miramar**

**“Autoconstrucción con BTC y Jardín Comestible”**

**PRESENTAN**

Programas Educativos y Estudiantes

Lic. en Diseño Integral. Alejandro Flores Ávila

Lic. en Arquitectura. Javier González Saldaña

Lic. en Arquitectura. Deborah Guzmán Jiménez

Lic. en Ingeniería Civil. Jacqueline Padilla Franck

Lic. en Ingeniería Civil. Humberto Barocio Ramírez

Profesores PAP: Nayar Cuitláhuac Gutiérrez, Melissa Selene Carrillo Rubio  
Tlaquepaque, Jalisco, Septiembre de 2017

## ÍNDICE

### Contenido

Introducción.....	3
Objetivos.....	4
Justificación.....	5
Antecedentes.....	6
Contexto.....	9
Desarrollo.....	13
Sustento Teórico Y Metodológico.....	13
Características del Material.....	17
Proceso Fabricación del BTC.....	16
Planeación y Seguimiento del Proyecto.....	19
Construcción por Etapas.....	18
Cimentación.....	22
Procedimientos de Reparación y Renovación.....	25
Resultados del Trabajo Profesional.....	25
Límites de Plasticidad.....	29
Modelo Matemático.....	32
Reflexiones y Conclusiones.....	34
Anexos.....	40

# 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

## Introducción

La zona conurbada de Miramar y colonias aledañas como el Rehilete, presentan grandes problemas constructivos. Al ser una zona marginada e ignorada por el gobierno de Zapopan, las condiciones de vivienda son precarias y carecen, además, de viviendas dignas para las familias. La comunidad construye sus hogares con elementos que no resuelven sus necesidades y presentan grandes deficiencias, tanto en instalaciones como en el uso de materiales inapropiados e inadecuados, añadiendo el hecho de que no cuentan con supervisión técnica y en muchos casos, no tienen conocimientos de construcción.

Actualmente existe un gran tabú sobre la construcción con tierra, ya que, al ser un material que se ha utilizado desde la antigüedad, se cree que no cuenta con las mismas propiedades estructurales o no brinda la misma sensación de seguridad que los sistemas convencionales, por lo que la gente prefiere construir de manera tradicional con mampostería o materiales como concreto y acero.

Una de las prioridades de este proyecto es demostrar que la tierra no es un material que determine un nivel socioeconómico específico, sino al contrario, exponemos la capacidad que tiene en todos estos ámbitos y todos los beneficios que puede brindar al construir cualquier espacio o una vivienda funcional y digna. Uno de los fines al introducir un sistema de construcción con tierra es que se adapte con facilidad a los recursos que se cuentan en el área, tanto económicos como de disponibilidad de material.

## Objetivos

El objetivo principal del proyecto es entender las tecnologías y sistemas constructivos a partir de materiales alternativos para aplicarlos a un caso particular, buscando desarrollar un proyecto arquitectónico que responda a la problemática de falta de espacio público digno en la zona de Miramar y colonias aledañas, resolviendo sus necesidades a través de un análisis de sitio y proponiendo un sistema constructivo que resulte atractivo desde el punto de vista económico y funcional; así como la generación de una guía de sensibilización para la construcción con tierra como material principal.

Exploramos el uso de uno de los sistemas constructivos con tierra, que más adelante se definiría por medio de la disposición por parte del usuario o comunidad, al verse involucrados en la construcción de la misma.

El Bloque de Tierra Comprimida (BTC) fue elegido como material principal después de aprender las ventajas que ofrece sobre muchos de los sistemas constructivos que entendemos como convencionales. Muchas de estas ventajas lo vuelven ideal para un contexto de vivienda social al solucionar problemáticas que los sistemas convencionales necesitan incorporar tecnologías adicionales. Asimismo, se eligió darle al proyecto un aspecto de contribución social a raíz de observar la necesidad de una vivienda no sólo digna, sino que también demuestre haber sido planeada y resultante de un proceso completo de proyecto arquitectónico.

Se busca promover la integración de la comunidad y ser ejemplo en sistemas de construcción. Enseñar a edificar con elementos que resuelvan necesidades constructivas, aprovechando los recursos con los que se cuentan en la zona, distinguir las capacidades de cada material y seleccionar el idóneo; además de mejorar las instalaciones para que funcionen de forma adecuada.

Igualmente, se busca integrar a la comunidad a través de un espacio público, donde la construcción de éste se hará con materiales sustentables y que, además, servirá para dar ejemplo de cómo podría llevarse a cabo la autoconstrucción, con el apoyo de un manual explicativo que contenga imágenes de detalles de las conexiones constructivas con los materiales que se utilicen. Asimismo, se añade un espacio de cultivo donde la comunidad pueda construir las camas de cultivo, un jardín comestible de donde puedan obtener un poco de alimento, producir su propia composta, mejorar e innovar en términos ambientales, buscar el bien común y tomar decisiones conjuntas. Creemos que obtendrán grandes beneficios del proyecto al darles un espacio donde no solo podrán desarrollar sus actividades y necesidades, sino que al estar involucrados en la generación del proyecto y la construcción del mismo, podrán apropiarse del espacio y no sólo buscarán cuidarlo, sino además mejorarlo constantemente.

Es necesario procurar un espacio en el que las personas se sientan seguras, que permita la convivencia y que sea incluyente. Al ser una colonia con altos índices de violencia y criminalidad se tomará en cuenta el documento CPTED (*Crime Prevention Through Environmental Design*), el cual trata de parámetros y puntos a tomar en cuenta para crear un área que sea segura, previniendo zonas de peligro y disminuyendo así las probabilidades de violencia. La comunidad va a poder aprovechar éste espacio permeable y abierto de convivencia en donde gente de todas las edades pueda trabajar juntos para un espacio de ellos mismos.

El proyecto atiende necesidades que no se limitan a la arquitectura, sino que desbordan este rubro y abarcan aspectos sociales y culturales al romper con los paradigmas conocidos por el usuario, así como dar respuesta a la situación económica de este. La arquitectura está pensada para obtener el mayor

beneficio representando el menor gasto económico posible ya que ésta se remonta a una arquitectura funcionalista donde la forma está dictada por el uso de cada uno de los espacios para así poder maximizar su eficiencia.

## Objetivos específicos

- Presentar una propuesta de parque agroecológico a Espacios Públicos de Zapopan.
- Hacer uso de metodologías apropiadas para el proyecto, como CPTED y Accesibilidad Universal .
- Estudiar el funcionamiento del BTC.
- Desarrollar documentos didácticos que puedan facilitar el entendimiento de este sistema.
- Ofrecer un modelo de sistema constructivo con BTC que presente ventajas sobre los sistemas tradicionales.
- Integrar la comunidad: a través del parque agroecológico, en el cual se piensa impartir talleres, algunos de ellos enfocados en la construcción (talleres de construcción de adobe, estufas Lorena, cubiertas).
- Servir de ejemplo de autoconstrucción: los sistemas constructivos están pensados para que la comunidad pueda replicar algunos de ellos en sus propios hogares; habrá talleres en donde se les explicará cada paso con detalles, al igual que un manual con imágenes que representen detalles constructivos y de lectura fácil para que cada quien pueda construir su propio hogar.
- Añadir un espacio de cultivo y bosque comestible: gran parte del terreno será destinado a la siembra de distintas especies, en el bosque comestible se planea incluir especies como el durazno, al cual ya están más familiarizados las personas de la colonia.
- Crear espacios abiertos y permeables para combatir y evitar las problemáticas de la inseguridad.
- Estudiar el comportamiento de la estructura propuesta para verificar su factibilidad y seguridad.

## Justificación

Sacando provecho que el PAP tiene como objetivo la generación y estudio de sistemas constructivos alternativos, se tomó pretexto ideal para poder aterrizar en un caso real los conocimientos adquiridos sobre el BTC. El BTC (block de tierra compactada) es un block de construcción uniforme y crudo de tierra de arcilla comprimida, adecuada para el uso en cualquier tipo de muros. Una construcción de tierra constituye una tercera piel alrededor del usuario y mantiene un ambiente cálido tranquilo.

Hoy en día se busca retomar esos principios de construcción, lejos de ser una simple idea o para gente del campo, las edificaciones de BTC se perfilan como una de las opciones más viables para dar solución a la demanda de habitabilidad y espacio público y al reto de impulsar una economía forestal sustentable en México.

La imagen que prevalece en la mente de muchos, cuando se habla de una casa de materiales alternativos, es la clásica casa rupestre en las montañas o en campos de cultivo. Nada más alejado de la realidad, pues hoy en día incluso se pueden tener casas de BTC en la ciudad. Y es que, gracias a la tecnología desarrollada en materia de construcción con BTC, las viviendas de este material son económicas, térmicas y resistentes a los sismos e incluso a los incendios. Así lo ha demostrado una de las estrategias que impulsa la Comisión Nacional Forestal (CONAFOR), a través de sus 44 líneas de acción para el aprovechamiento forestal sustentable y de las cuales destaca la de las cadenas productivas.

## Antecedentes

Los parques agroecológicos han ido propagándose en América Latina debido a la crisis, como un método para enfrentar los problemas estructurales de la pobreza, desnutrición, exclusión social, entre otros. A través de los parques agroecológicos se fortalece la seguridad y soberanía alimentaria, además, se construyen espacios y comunidades saludables.

La Autoridad del Espacio Público del Municipio de Zapopan, Karen Gutiérrez Lascurain, comenta que, “Un parque agroecológico es el proyecto perfecto de espacio público, un componente de sustentabilidad ambiental en donde puedes producir tu propio alimento. La gente del colectivo, que son los padrinos, va a capacitar a los demás”.

El objetivo de los parques agroecológicos es crear conciencia en hábitos de consumo, donde la gente entiende de dónde viene lo que come y a dónde se va la basura, llevando a una reflexión acerca de qué es lo que hacen. A partir de la construcción de su propio conocimiento la comunidad busca mejorar e innovar en términos ambientales, buscar el bien común y tomar decisiones conjuntas. Las personas crecen en diferentes ámbitos como la concientización del medio ambiente y la cohesión social.

El conocimiento de las personas se refuerza mediante actividades, talleres y clases que se imparten en el parque.

La idea de usar tierra como material base nace en épocas milenarias, ese material se ha usado como medio de construcción desde hace cientos de años. Distintas construcciones alrededor del mundo siguen todavía en pie después del paso de los siglos, evidenciando la vigencia que tiene este material. Con la aparición de nuevos materiales y métodos para edificar desde la revolución industrial, este material ha sido cada vez menos utilizado. En los últimos años, distintas partes del mundo han sido testigos de construcciones hechas con tierra como principal elemento de sistema constructivo.

### África:



Nueva Residencia para Artistas en Senegal / Toshiko Mori Architects: El edificio sirve como residencia para artistas y a la vez como centro cultural en la aldea de Sinthian en Senegal. Está construido en bloques de tierra compactada para las paredes y las cubiertas se utiliza un sistema de cañas de bambú y paja. El edificio está diseñado de tal modo que su impacto ecológico es mínimo, y sus azoteas sean capaces de captar agua pluvial que suministra el 40% de las necesidades de la aldea.



La Voûte Nubienne / Thomas Grannier: El proyecto responde a la necesidad de implementar un sistema de cubierta para construcciones realizadas en bloques de tierra compactada en zonas donde los recursos vegetales necesarios para una cubierta de

bambú y paja no están disponibles debido a la deforestación. El sistema se basa en bóvedas del mismo material que las paredes para resolver la necesidad de cubiertas. Es autoconstruible, el material es de fácil obtención en sitio y su construcción es bastante rápida.

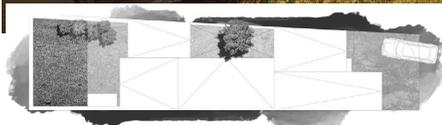
### México:



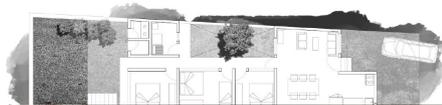
Casa Ajijic / Tatiana Bilbao: El proyecto resuelve las necesidades en una casa que debía tener un bajo mantenimiento, propiedades que ayudan a aumentar el confort climático y que mostrará honestidad en el sistema de construcción. Para esto se eligió a la tierra compactada con losas de concreto como sistemas constructivos, lo que permitió responder a todas estas problemáticas tanto en forma como en función.



Escuela de Artes Visuales de Oaxaca / Mauricio Rocha: El arquitecto a cargo del proyecto se caracteriza por siempre buscar tanto la integridad como la honestidad estructural, por lo que eligió la tierra apisonada como material a implementar, esto le permite aportar solidez y permanencia al proyecto.



Vivienda digna con BTC en comunidad del Cerro del Cuatro/ Alfredo Godoy Soto y Celso Cerda Martín: Proyecto creado con la finalidad de que el usuario se viera involucrado en la construcción de su misma casa, eligiendo la tierra como material principal debido a sus propiedades.



Fraccionamiento los Guayabos: proyecto en el que el reglamento exige la construcción con materiales naturales , este fraccionamiento inició su edificación hace más de 25 años y la construcción de las casas, es, en su mayoría, de sistemas constructivos a base de tierra.

### Oceanía:



La Gran Muralla de Western Australia / Luigi Rosselli: El proyecto alberga una comunidad en una árida región de Australia. Las condiciones térmicas y la topografía del sitio determinaron el sistema constructivo. El proyecto consta de un muro de tierra apisonada de 230 m de largo, el cual serpentea a lo largo del borde de una duna de arena y encierra 12 residencias cubiertas de tierra. Con su fachada de 45 cm de espesor, las residencias tienen la mejor masa térmica disponible, por lo que son naturalmente

frescas en un clima subtropical. El muro de tierra apisonada más largo de Australia y - probablemente - el hemisferio sur, ha sido seleccionado como finalista en los Premios de Arquitectura de Western Australia (*Australian Institute of Architects*).

Al tener como base estos ejemplos, pudimos determinar que la construcción con tierra va mucho más allá de la noción que actualmente se tiene sobre ella, que es la de una arquitectura anticuada, robusta y

vernácula. Igualmente, observamos que no solo se puede proponer una arquitectura moderna a la par de cualquiera que utilice nuevas tecnologías de construcción, la cual además aportará todas las ventajas que trae la tierra.

Simultáneamente, trabajando en conjunto con la Secretaría de Espacios Públicos, la Estrategia Territorial para la prosperidad Zapopan 2030 es el resultado del convenio de cooperación técnica signado entre el Ayuntamiento de Zapopan y la oficina regional para América Latina de ONU-Hábitat.

Basándonos en este enfoque multidimensional, se desarrolla un diagnóstico en el que se identifican tres tendencias que describen el desarrollo actual en el municipio: la urbanización de áreas de alto valor ambiental, la fragmentación de las redes territoriales y económicas, y la segregación socio-cultural definida por profundas inequidades. Desde esta perspectiva se definen los criterios para la toma de decisiones de gobierno, se traza un programa de intervenciones estratégicas y propone una ruta de gestión para revertir las tendencias que afectan negativamente a su territorio.

El diagnóstico de prosperidad urbana propone un lugar de encuentro para la comunidad, fundamentada en recuperar la dignidad de los habitantes por medio de la promoción de los valores y el servicio social de voluntarios, con base en la ideología del “aquí y el ahora” para incentivar el liderazgo vecinal.

El presente trabajo es la continuación de un reporte anterior, en donde se partió del estudio del caso y se empezaron las investigaciones necesarias para poder llegar a una propuesta inicial. Se retomó el reporte de Parque Agroecológico de Miramar “Autoconstrucción con BTC y Jardín Comestible” como punto de partida.

El Parque Agroecológico de Zapopan es un espacio abierto a todo público donde a través de talleres, prácticas y convivencia, se da un aprendizaje colectivo en temas relacionados con la agroecología, la autosuficiencia, los saberes ambientales y la conciencia social.

Este parque marca un hito en la regeneración de espacios públicos con un proyecto de relevancia social y ambiental. Se promueve la reconstrucción del tejido social creando un espacio de convivencia a través de la agricultura urbana, y de igual forma provee un espacio para la educación y aprendizaje en temas relacionados con la salud, agroecología, construcción natural y cuidado del medio ambiente a través de talleres.

En la actualidad, el uso del BTC es una opción versátil para la construcción de este tipo de viviendas por la poca energía industrial empleada para su producción, lo cual además de bajar costos en la vivienda, favorece al medio ambiente. A pesar de tener referencia de su uso en países en vías de desarrollo, cada vez se puede encontrar más este material en construcciones en regiones urbanas y desarrolladas. Existen varios ejemplos que nos demuestran el éxito de combinar un entorno ecológico con un estilo de vida comunitario, sin embargo, para hacer un buen uso del mismo es necesario el conocimiento de sus propiedades y características.

Ejemplo de esto es el fraccionamiento los Guayabos, el cual se pensó como un proyecto de apoyo mutuo entre los habitantes para construir con materiales naturales. El fraccionamiento se edificó hace más de 25 años y se siguen respetando las normas establecidas hasta la fecha. Otro ejemplo en la zona periurbana de Guadalajara, se encuentra el proyecto de una vivienda que se fabricará en BTC, situada en el Cerro del Cuatro, la cual resuelve la falta de vivienda social digna en zonas marginadas.

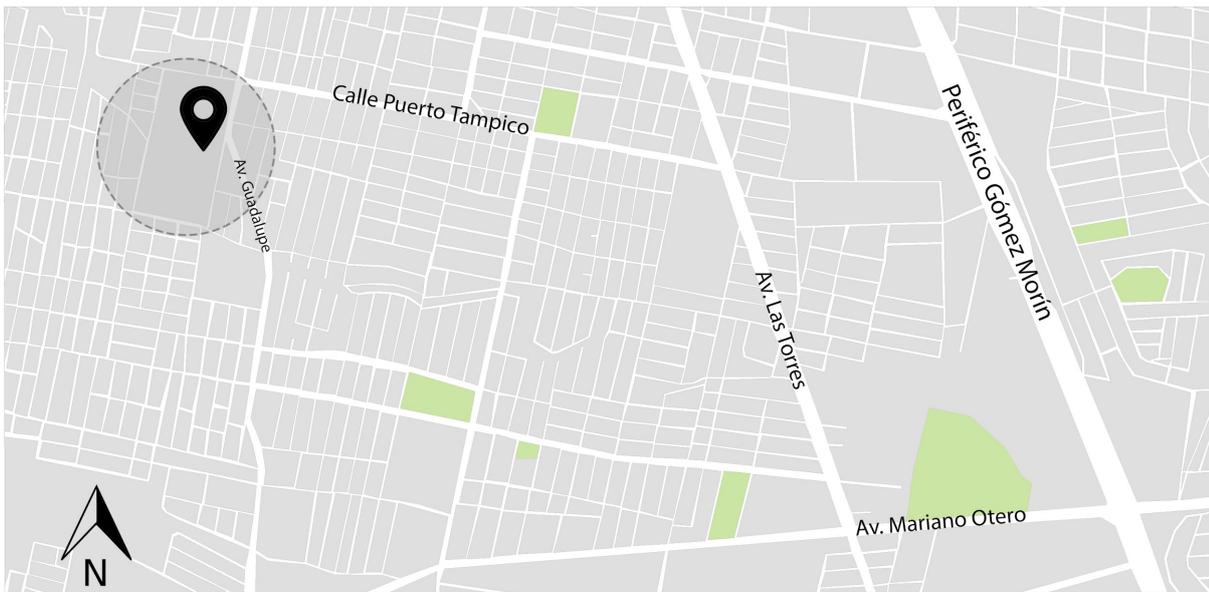
La construcción con tierra ya sea en tierra compactada, BTC, ladrillos de adobe o cualquier otro método es un alternativa que puede ser llevada a sitios siempre y cuando estos presenten las condiciones adecuadas de temperatura, humedad y ubicación geográfica sean las adecuadas para estos sistemas constructivos. También cabe resaltar que dichos sistemas varían en cuanto a estructura y componentes externos tales como maderas, concreto y acero. Los beneficios de la construcción con tierra van desde el bajo costo económico, baja contaminación auditiva, mejores comportamientos ante las temperaturas cambiantes y la humedad, sin dejar atrás que es un método fácil de aprender y mediante el cual las comunidades de sitios devastados pueden hacer uso de esta técnica para dar resurgimiento a sus viviendas de forma económica y con beneficios a la calidad de vida de los habitantes de estas construcciones.

## Contexto

Con la creciente expansión de la ciudad, el alza en los costos en la construcción, la economía desplomándose año con año y con los programas sociales que parecen no presentar resultados, es así como “nacen” los asentamientos irregulares e ilegales que son zonas en los que las personas simplemente se establecen y construyen con lo que tienen como sucede en la colonia Miramar. Espacios con infraestructura deplorable y austera de servicios básicos. Al no contar con escrituras legales no hay una lotificación adecuada razón misma por la que el gobierno municipal no puede recaudar impuestos de los predios individuales ni brindar los servicios correspondientes a estos.

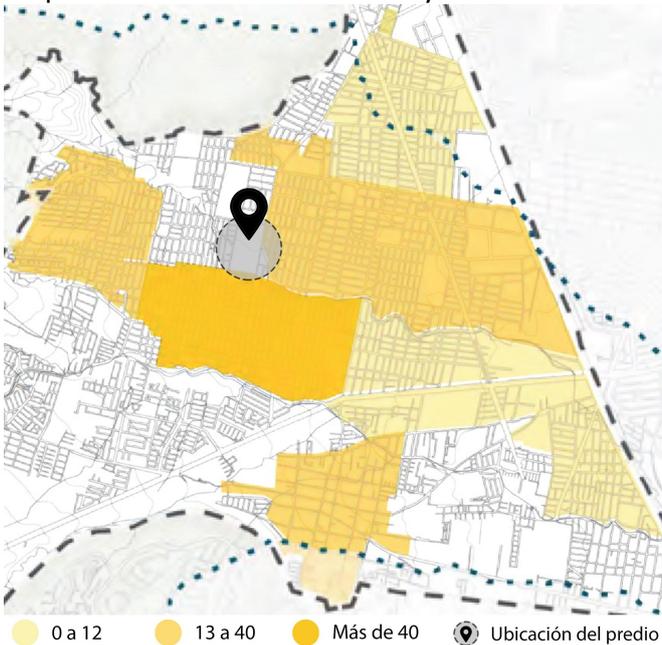
Sin embargo, la población ha sabido sobrellevar la situación y se ha adueñado de estos espacios, creando asentamientos irregulares, donde las viviendas, construidas con pocos o nulos conocimientos, no solo representan un peligro para los mismos habitantes al momento de enfrentarse a un desastre natural, sino también es un peligro en el ámbito del desarrollo social.

La zona a trabajar se localiza en Prolongación Av. Guadalupe, en la colonia Miramar, en el municipio de Zapopan, Jalisco. Es una colonia que se puede considerar como improvisada ya que surgió como resultado de la ocupación informal de los terrenos donde los propietarios lo son por antigüedad, pero no cuentan con los documentos legales para demostrar propiedad legal del terreno sobre el cual edificaron sus hogares.



Mapa de ubicación Parque Agroecológico Miramar (Guadarrama, 2017)

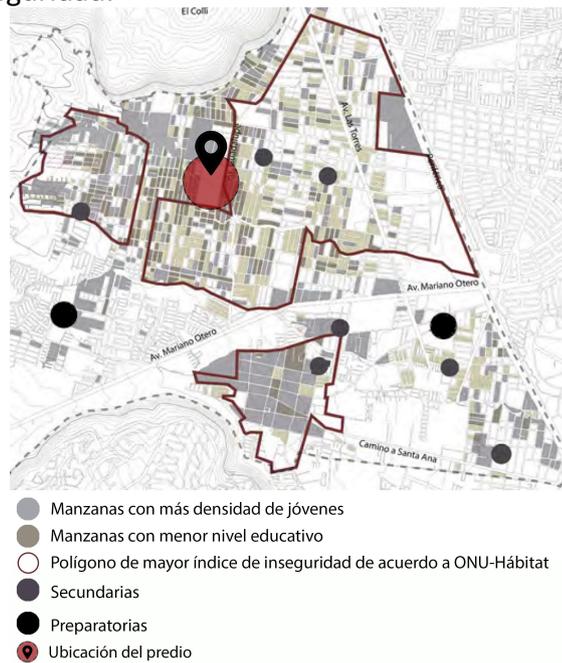
Uno de los mayores problemas de la comunidad, es el grado de inseguridad y violencia, principalmente por el narcomenudeo y por los delitos relacionados con su abuso. De igual forma, el narcomenudeo se ha infiltrado en el día a día de la colonia, muchas veces en complicidad de la policía. Una situación particularmente inquietante es la vinculación de niños con asuntos propios del narcotráfico. El siguiente mapa indica las colonias con mayor número de denuncias por posesión o venta de drogas.



Colonias con mayor número de denuncias por posesión o venta de drogas (Guadarrama, 2017)

De igual manera, la existencia de pandillas ha llegado a ser un problema a raíz de su vinculación con agrupaciones delictivas, así como con su constante utilización de la violencia para delimitar y ocupar territorios. Rogelio Marcial, investigador del Colegio de Jalisco, explica que el aumento de las pandillas tiene que ver con el crecimiento de la mancha urbana, que da lugar a estos asentamientos irregulares y con poca infraestructura que aumentan las posibilidades de creación de estos grupos, provocando una situación precaria de espacios públicos. Agrega que para ayudar a este tipo de jóvenes es necesario crear espacios recreativos, empleos con seguridad social y apostar por la educación y la cultura, para

crear un mejor ambiente en la comunidad. El siguiente mapa muestra la relación entre densidad de jóvenes, nivel educativo e inseguridad.



*Relación entre densidad de jóvenes, nivel educativo y seguridad. (Guadarrama, 2017)*

De acuerdo con la Organización Mundial de la Salud (OMS), la violencia juvenil es una de las formas de violencia más visibles en la sociedad. La violencia juvenil daña profundamente no solo a las víctimas, sino también a sus familias, amigos y comunidades. La violencia es un problema que se debe de atacar de una forma multisectorial en donde se trabaje en conjunto, con el único fin de detenerlo.

Las viviendas también presentan gran importancia en el desarrollo social de la comunidad, pues dan hogar a un gran número de personas. Sin embargo son muy pequeñas, no cuentan con sistema de drenaje, muchas casas tienen como cubierta una simple lona o en el mejor de los casos una lámina, y por supuesto, sus calles no están pavimentadas. La altura de las casas es mínima, por lo que la temperatura dentro de sus casas es alta. Inundaciones y desplome de las casas por el uso de materiales inadecuados o mal sistematizados es lo que esta comunidad sufre día con día.

Además, el nivel de escolaridad de los habitantes de la zona es muy bajo, son contadas las escuelas que se encuentran en la zona, se estima que cerca de un 40% de los jóvenes no asisten a la escuela. Asimismo, las personas no cuentan con un servicio médico cercano y sobreviven mediante sus propias medicinas o realizan trayectos largos en donde tienen que esperar todo el día en una clínica para poder ser atendidos.

Uno de los efectos principales de las causas previamente comentadas, es evidentemente la inseguridad, ya que al ser un lugar rodeado de rivalidades entre pandillas, delincuencia y situaciones conflictivas, se vuelve una amenaza para los habitantes y en especial para las mujeres de la zona. La zona no cuenta con drenaje o iluminación; la iluminación en calles o caminos no existiría si no fuera por la "iluminación solidaria" que surge de la misma comunidad al compartir sus cables o postes de luz.

Dentro de las consecuencias debidas a la construcción deficiente, se encuentran la alta temperatura dentro de las casas a causa de materiales poco térmicos, además de la elevada sensación térmica fuera de las casas por falta de vegetación y árboles que arrojen sombra.



Vivienda en colonia Miramar (Padilla, 2017)

Parte de la razón por la cual hay un gran número de enfermedades es por la falta de un sistema de drenaje, pues al no ser evacuados correctamente los desechos, quedan distribuidos en el ambiente en el que respiran, comen y conviven las personas.



Calles con deterioro en colonia Miramar (Padilla, 2017)

En la siguiente tabla nos damos cuenta que el municipio de Zapopan cuenta con 2'121,433 viviendas, de las cuales 343,019 son particulares y por el contrario 22,940 cuentan con más de 3 habitantes por cuarto. Además, la tabla muestra que pocas viviendas cuentan con los servicios más básicos para una vivienda digna. (INEGI 2017)

Viviendas	Total
Particulares	343 019
Habitadas	294 834
Particulares habitadas	294 073
Particulares no habitadas	44 044
Con recubrimiento en piso	276 187
Con energía eléctrica	284 919
Con agua entubada	276 916
Con drenaje	598
Con servicio sanitario	283 903
Con 3 o más ocupantes por cuarto	22 940

Fecha de actualización: 2010,2012,2015

Tabla o imagen 2. Reporte por localidad, características de las viviendas. INEGI, 7 de junio 2017.

# Desarrollo

## Sustento teórico y metodológico

Previo a la proyección y propuesta, para abordar la problemática se generará una lista de objetivos muy generales de carácter descriptivo, que ayudarán a dar una dirección al análisis. Estos objetivos generales están enfocados a tres ejes principales:

- Material alternativo, ambiental y sustentable.
- Tejido de la cohesión social y cultural.
- Viabilidad como propuesta de autoconstrucción.

Se recabará información tanto cualitativa como cuantitativa de los documentos e investigaciones previamente realizadas y proporcionadas por la Secretaría de Espacios Públicos del Gobierno de Zapopan; el manual de Accesibilidad Universal de la Fundación ONCE y el manual de Prevención del Delito a través del Diseño Ambiental de la ciudad de Abbotsford, Canadá. Una vez concretados los objetivos generales, se comenzará a resolver los problemas, partiendo de bases bibliográficas, manuales de construcción con BTC y antecedentes históricos, con la finalidad de tener información necesaria para la toma de decisiones y obtener una justificación válida y sustentada.

El documento CPTED (*Crime Prevention Through Environmental Design*) es un conjunto de estrategias de prevención del crimen que tiene como objetivos reducir las posibilidades de cometer delitos, aumentar la calidad de vida por medio de la cohesión social, aumentar la productividad del comercio local, reducir la sensación de inseguridad y reducir la violencia en espacios públicos. Esta estrategia nos marca ciertas pautas a seguir para dirigir y diseñar espacios que prevengan la criminalidad. Entre las pautas que adoptamos a nuestro proyecto se encuentran:

- Vigilancia natural
  - Ver y ser visto
  - Fomentar el contacto humano
- Reforzamiento territorial
  - Lazos afectivos
  - Sentido de pertenencia
- Manutención
  - Plan de mantenimiento
  - Recuperación y diseño del espacio
- Control natural de accesos
  - Retirar cercas, bardas o barreras reales
- Participación comunitaria
  - Sentido de comunidad
  - Trabajo por un bien común

Asimismo, la Fundación ONCE para la cooperación e inclusión social de personas con discapacidad tiene como objetivos la promoción de la accesibilidad universal y la aplicación del diseño para los entornos que la sociedad ofrece, dar a conocer la influencia del diseño de entornos construidos en el uso de los

mismos y en su relación con la diversidad humana, plantear los conceptos básicos sobre accesibilidad universal, establecer los criterios técnicos básicos para conseguir entornos para todos y mostrar ejemplos y buenas prácticas de acceso a diferentes fuentes de información en la materia.

El objetivo del diseño para todos es intentar maximizar el número de usuarios que pueden interactuar con éxito en el entorno, producto o servicio diseñado, es decir, intentar acercar el elemento diseñado a los individuos que se encuentren en los extremos de la sociedad. En este proyecto se han tomado en cuenta las adaptaciones necesarias para el acceso a personas en sillas de ruedas y espacios mejor distribuidos para generar un ambiente en el cual se favorezca la equidad en los usuarios y que a su vez estos puedan integrarse a las distintas actividades a realizarse en ese lugar.

Es imprescindible antes de diseñar nuestra propuesta, tomar conciencia de la amplia diversidad que conforma la sociedad. Esta diversidad no sólo se basa en las características físicas de la población, sino que parte de las diferencias culturales, idiomáticas, religiosas, funcionales, etc.

Dentro de todos los parámetros que este documento incluye, se toman -para este proyecto en particular- los siguientes:

- El diseño será útil para personas con diversas capacidades.
- No provocará segregación o estigmatización a ningún usuario.
- El diseño se adaptará a un amplio rango de preferencias individuales y capacidades.
- El acceso y uso se adaptará a la mano derecha o izquierda.
- Se adaptará al ritmo de los usuarios.
- Eliminará la complejidad innecesaria.
- Cumplirá las expectativas y la intuición del usuario.
- El diseño minimizará el peligro y las consecuencias negativas.
- Ordenará y distribuirá los elementos de modo que se minimice el riesgo y los errores.
- Los elementos más usados se dispondrán de forma más accesible
- Los elementos peligrosos serán eliminados, aislados o protegidos.
- El diseño será usado de forma cómoda y eficiente con el mínimo esfuerzo.
- Permitirá al usuario mantener una posición natural del cuerpo.
- Tendrá dimensiones apropiadas para permitir el acercamiento, alcance, manipulación y uso independientemente del tamaño del cuerpo del usuario, su postura o movilidad.
- Facilitará un amplio campo de visión de los elementos importantes para cualquier usuario.

Aplicar los conceptos de Accesibilidad Universal y Diseño para Todos al proyecto, significa lograr que cualquier persona, con independencia de su capacidad o discapacidad, pueda acceder a cualquier espacio de nuestro parque, integrarse en él y comunicarse e interrelacionarse con sus contenidos. Las situaciones relacionadas con las capacidades diferentes se han de tener en cuenta, pero siempre desde un enfoque global, aplicando el diseño con el fin de satisfacer las expectativas y necesidades de los ciudadanos, sin sentirse discriminado por no poder utilizar este espacio. Participar en sociedad, realizar

las actividades cotidianas por sí mismos, vivir de manera independiente. La posibilidad de que entornos, espacios y servicios, así como los objetos o instrumentos y herramientas sean universalmente accesibles está al alcance.

En todo momento hay que dejar claro que la accesibilidad a los espacios públicos se trata de un derecho básico de las personas; se trata de permitir el uso y disfrute de estos entornos en igualdad de condiciones a personas con discapacidad u otros colectivos que pudieran encontrarse con las mismas o parecidas limitaciones a la hora de utilizarlos, como pudieran ser las personas mayores. La integración del entorno natural (jardín y huerto) con los entornos arquitectónicos (aula, baños y área de cocina) será de manera conjunta, considerando la interacción entre todos los elementos de manera natural y coherente, facilitando el acceso cualquier espacio.

La metodología usada fue de tipo cuantitativa ya que lo que buscábamos era aproximarnos y comprender la realidad del material que íbamos a ofrecer (BTC), para así poder llegar a unas conclusiones generales que sean aplicables a otras realidades, permitiendo trasladar la investigación no sólo al parque agroecológico, sino que las personas lo puedan aplicar en sus propias viviendas, enseñándoles paso a paso la autoconstrucción con este material.

Como equipo aportamos un entendimiento general del contexto, los antecedentes, el sistema constructivo y el usuario, gracias a la previa investigación en cada uno de estos ámbitos para así poder brindar una propuesta arquitectónica que sea la solución ideal.

En esta investigación se buscará tener un enfoque técnico y arquitectónico en el cual podremos hacer uso del laboratorio para poder obtener los datos cualitativos y cuantitativos necesarios para dar respuesta a la problemática presente, la cual se solucionará gracias a un enfoque arquitectónico apoyado por un componente social, donde además de buscar una solución para la implementación de una vivienda digna, se buscará el menor impacto ecológico.

Al mismo tiempo se buscará tener el mayor impacto social a través de la sensibilización hacia el sistema constructivo y en la participación comunitaria hasta la autoconstrucción. Además, se buscará generar un manual de fácil acceso, el cual mostrará paso a paso la implementación de la tierra como sistema constructivo, elaboración de los BTC y ejemplos de un correcto uso del material junto a otros elementos constructivos. Nos parece importante comunicar cómo es que se elabora un BTC y cómo este puede emplearse en la edificación de vivienda en la zona determinada por el proyecto.

Una vez definidos los factores estructurales del proyecto se plantea la tarea del estudio del material que será primordial para la construcción, el cual se ha definido que será BTC. Se estudiarán los métodos por los cuales se elabora este material y las implicaciones que se tienen al momento del uso de este material tales como pruebas de resistencia a carga y a factores ambientales.

## CARACTERÍSTICAS DEL MATERIAL

El BTC es un material de construcción que se obtiene al mezclar arena, arcilla y agua. La mezcla resulta en un material apto para la construcción por sus características de resistencia a la compresión. En

muchas ocasiones se usan estabilizantes como la cal y cemento para ayudar al BTC a lograr una mayor resistencia mecánica y resistencia a la humedad.

El lugar que ocupa el BTC en la construcción se da en los muros de carga, de cerramiento o muros acumuladores de calor.

Los bloques de tierra compactada son fáciles de elaborar en sitio y aportan componentes de confort térmico que los ladrillos de lama o bloques de jalcreto no pueden igualar. Además, para construcciones de uno o dos niveles se comportan de manera muy similar a estos al someterse a esfuerzos de compresión como pudimos observar en las pruebas realizadas.

Ventajas:

- Facilidad de producción y de uso
- Área de producción reducida
- Se adapta a una gama amplia de tipos de suelo
- Disponibilidad local de la materia prima
- Menos dependencia de energía y materia prima importada
- Su producción no requiere combustibles

Las propiedades fundamentales que debe tener la tierra del BTC al estar en contacto con el agua son:

- Plasticidad
- Cohesión
- Compresibilidad

El tipo de suelo necesario para la elaboración del BTC, será, entonces, uno que permita reunir estas características. Una combinación que tenga mayor proporción de arena que de arcilla no tendrá la cohesión suficiente y será difícil de manipular y compactar, en cambio, una que contenga más arcilla que arena, resultará con fracturas y se encogerá; por lo tanto el hacer una buena combinación de estos será clave.

## PROCESO FABRICACIÓN DEL BTC

De acuerdo con el “Manual de construcción con BTC” de la arquitecta Elena Ochoa, el proceso de producción del BTC consiste en una serie de pasos que se simplifica de la siguiente forma:



**Identificación del suelo:**

Identificar las proporciones de los componentes del suelo con el fin de corresponde a arenas, gravas o arcillas y decidir si se podrá utilizar.



saber si

**Extracción del suelo:**

Prever la cantidad de suelo a extraer del lugar y mantener un control propiedades del suelo que se extraiga haciendo pruebas de identificación.



de las

**Secado:**

Es importante secar el material antes de ser utilizado, esto facilitará su o cribado y será más fácil de mezclar.

tamizado

**Tamizado:**

El tamizado o cribado tendrá dos funciones, una para eliminar materia o desechos que contaminen el material y la otra para controlar la granulometría del block.

orgánica

**Mezcla en seco:**

Antes de iniciar la mezcla en seco se debe preparar el lugar limpiándose para que el material no se contamine y de preferencia un lugar impermeable para evitar que absorba el agua de la mezcla. El se deberá hacer hasta que se obtenga un resultado homogéneo.



escoger  
mezclado

**Mezcla húmeda:**

Agregar el agua poco a poco para no pasar el estado de húmedo. Al incorporar el agua las arcillas se adhieren mejor y se activa la reacción cemento.

del

**Compactado:**

Para tener un control en el tamaño de los bloques usar siempre el medida y llenarlo siempre al mismo nivel. La palanca de la prensa se bajar lo más posible. El compactado, dependiendo de la cantidad, presupuesto y rapidez con la que se requiere fabricar los bloques, se hacer con prensa mecánica (100 bloques por hora), motorizada (200 por hora) o hidráulica motorizada (240 bloques por hora). Independientemente de lo que se use la resistencia a la compresión estará alrededor de los 40-120 kg/cm<sup>2</sup>.



cajón de  
deberá

puede  
bloques

del BTC

**Cura húmeda:**

El tiempo secado de los blocks deberá de ser de al menos 10 días. Durante estos días los bloques se deben hidratar puesto que en algunos casos contienen como estabilizante cemento, el cual necesita agua para reaccionar correctamente; además se evita la evaporación de agua de los blocks.

**Cura seca:**

La cura seca deberá ser de un mínimo de dos semanas. Esto debido al cemento que contiene, el cual requiere de 28 días para alcanzar su resistencia máxima.

#### **Pruebas de control:**

El control durante la producción de los BTC se da sobre todo en dos momentos, en la extracción del suelo y en la compresión de los bloques. Se debe verificar que el suelo extraído no cambie sus características, es decir, que las proporciones de cada uno de los elementos del suelo sean las mismas y que tanto su cohesión como su plasticidad sea la misma. Al sacar los bloques de la prensa se puede comprobar su correcta compresión. Si al apoyar el pulgar en el centro del block la huella no es muy visible, entonces la compresión es correcta.

## **PLANEACIÓN Y SEGUIMIENTO DEL PROYECTO**

Dentro del programa del proyecto se incluye un aula común, baños secos, área de cocina, huerto comunitario y bosque comestible.

Después de tener una primera junta con Espacios Públicos de Zapopan, conocimos y detectamos los problemas de los diseños arquitectónicos del curso de verano de PAP 2017. A partir de eso, tuvimos tres propuestas distintas en las cuales se iban cambiando, considerando la opinión de todo el equipo y de la directora de Espacios Públicos de Zapopan y su equipo. Se fueron modificando las áreas arquitectónicas en cada sesión, desde el acomodo de las aulas, los baños y finalmente se determinó lo que habría en cada área y su respectiva etapa de construcción.

## **CONSTRUCCIÓN POR ETAPAS**

Uno de los requisitos del proyecto es la construcción por etapas dada por la naturaleza del proyecto el cual busca trabajar con la comunidad del sitio mediante talleres y cursos de construcción mediante los cuales las personas puedan aprender los métodos constructivos que se proponen con tierra, madera y piedra. Los distintos usos que se puedan dar a estos materiales pueden ser a necesidad de cada persona y del espacio que se planea construir, nosotros por nuestra parte proponemos la construcción por etapas con inicio en el aula, la cocina y las bodegas como primer etapa y una segunda y tercer etapa la cual incluya los baños secos y el acabado del aula para su uso inmediato en orden de comenzar a impartir cursos para el cultivo de plantas y árboles, esto a su vez dirigido a las personas de la comunidad que serán encargadas de los cultivos para el parque agroecológico.

### ETAPA 1

Debido al proceso de construcción por partes, decidimos poner la bodega y el aula que va a un lado como primera fase ya que es importante tener un espacio para guardar los materiales que se vayan a utilizar para construir el resto de la edificación. Es el área que se mantendrá cerrada para poder funcionar como bodega para las herramientas de construcción, semillas y otros cultivos para el huerto. La edificación es de aproximadamente 2.00 metros de altura hasta el techo con una cimentación de

70cm de altura a partir del nivel de piso terminado; y a partir de eso, se construiría un techo de madera con marcos recíprocos a dos aguas.



*Render de vista exterior. (Guzmán y González, 2017)*

## ETAPA 2

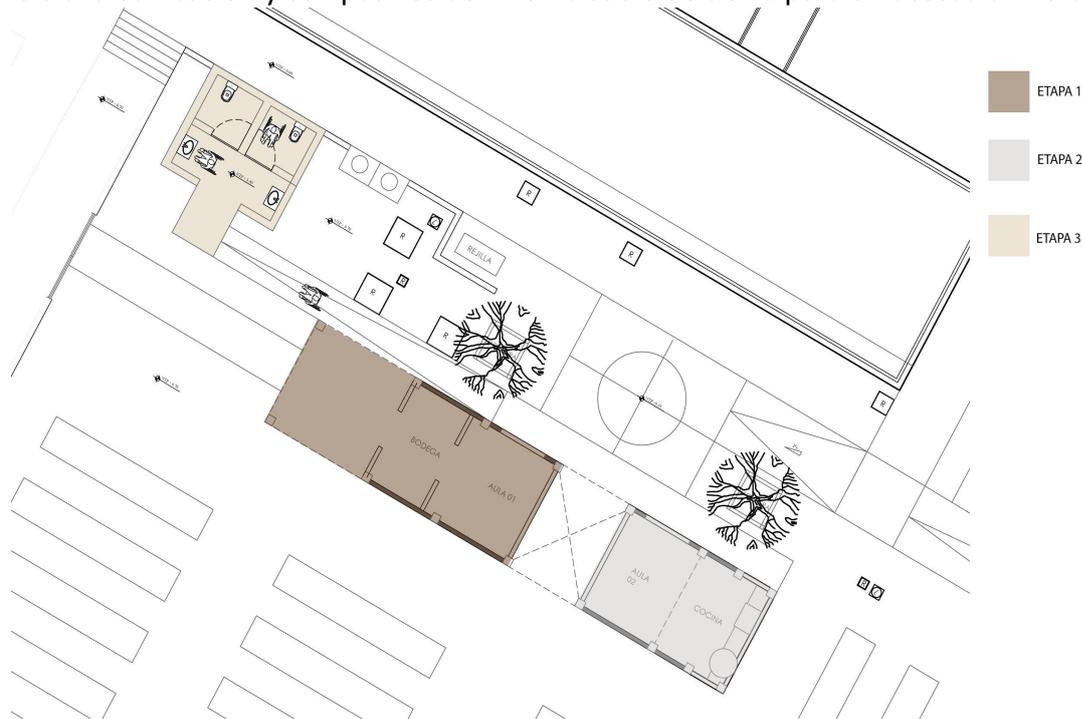
La segunda fase de la construcción sería la cocina con muros bajos de BTC y con vista al exterior. En ésta fase también se deberá construir la segunda aula en conjunto con la cocina ya que están en la misma área. La cocina no la tomamos como prioridad ya que no es un espacio que siempre se utilizará y tampoco es tan necesaria como es espacio para guardar las herramientas y los salones que serán utilizados para todo tipo de actividades.



*Render de vista exterior. (Guzmán y González, 2017)*

### ETAPA 3

En la última etapa se construirán los baños secos ya que quedan separados de las aulas y funcionan como baños exteriores. Ya existen baños en el edificio comunitario de Miramar y no se requieren tantos baños, pero pueden ser muy útiles ya que quedarían en la misma zona de las aulas y tendría una rampa de alrededor del 2% para un acceso fácil. Toda el área de construcción tendría un firme de concreto y rampas para conectar la plazoleta de la entrada, con las aulas y los baños. Aún no se tiene definido el acomodo del huerto pero se podrían aprovechar el espacio con camas de madera de distintas alturas en paralelo a la edificación y con pasillos del mismo suelo de tierra para un acceso universal.



*Planta de propuesta 2. (Guzmán y González, 2017)*

Los materiales principales de este proyecto serán:

- Madera: la cual estará presente en las cubiertas de las estructuras.
- Piedra brasa: material propuesto como cimentación.
- BTC: uno de los principales materiales, ya que todos los muros serán hechos de ello.

Una de las peticiones por parte del usuario fue que la mayor parte del terreno estuviese destinada al huerto, es decir, que se ocupara el menor espacio posible de construcción. Con base a esto se hizo una distribución de áreas, las cuales quedaron con los porcentajes que se pueden observar en el siguiente gráfico.

Para la distribución de áreas se tomaron en cuenta las metodologías CPTED y de accesibilidad universal, llegando a un acomodo en que se pudiese ver a todos los lugares del área, con áreas iluminadas, evitando zonas de peligro.

# PROPUESTA FINAL



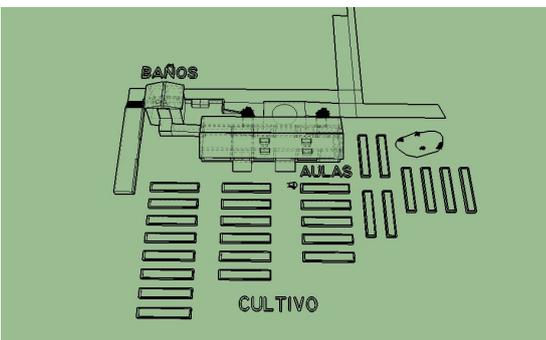
Vista exterior. (Guzmán y González, 2017)



Vista hacia la cocina. (Guzmán y González, 2017)



Vista exterior hacia el área completa. (Guzmán y González, 2017)



Vista aérea. (Guzmán y González, 2017)



Baños secos. (Guzmán y González, 2017)



*Vista aérea de huerto y aulas. (Guzmán y González, 2017)*

La permeabilidad del espacio es una cuestión muy importante que debemos tomar en cuenta ya que la inseguridad es una de las problemáticas más grandes que existe en la colonia Miramar. Éste espacio público funcionará como un centro comunitario en donde la gente pueda convivir con sus vecinos, en un ambiente familiar y recreativo, así mismo conocer más sobre la construcción para que ellos mismos puedan ponerlo en práctica en sus propios hogares.

Al entender la problemática de la inseguridad de la zona, fue indispensable contar con espacios abiertos donde no se generen “puntos ciegos” u oscuros de inseguridad. En la última propuesta, se reintegró el área de cocina hacia un lado de una de las aulas para crear un espacio en la parte de en medio totalmente abierto hacia el área del huerto, de tal manera que la cocina, el aula y la plazoleta de la entrada se integrarán como un mismo espacio para generar convivencia entre los usuarios.

El material predominante en la construcción es el BTC, el cual servirá como base y se emplea en los muros, ya sean estructurales o en muros bajos. Otro material que fue importante para la construcción es la madera y la decidimos utilizar en el techo, junto con la idea de los marcos recíprocos en donde no se requieren de conexiones complicadas y que son bastante resistentes.

## CIMENTACIÓN

El objetivo de la cimentación es transferir las cargas de la estructura al suelo. La capacidad de carga del suelo determinará el peso que podrá soportar.

Para la cimentación de los muros de tierra se hacen las mismas consideraciones que para la cimentación de muros convencionales de mampostería, sin embargo, hay que considerar que el peso de los muros de tierra es mayor y que hay factores climatológicos como la lluvia y humedad que intervienen en el diseño.

En la actualidad, y lo que está aceptado por la mayoría de los reglamentos, se opta por usar cimentaciones de concreto, la mayoría de los reglamentos exigen que se use este material reforzado con acero.

Sin embargo se encuentra una gran variedad en cuanto a los tipos de cimentación.

Para realizar el diseño de cimentación de la estructura del parque nos basamos en la mecánica de suelos antes realizada para el edificio adyacente al terreno en el que estará nuestra estructura.

La elaboración de este estudio consistió en la ejecución de dos sondeos de penetración estándar, dicha prueba consiste en contar el número de golpes necesarios para que se introduzca a determinada profundidad una cuchara que permite tomar una muestra del suelo.

Se encontró que el penetrómetro estándar se hinca 60 cm en el fondo de la perforación de 7.5 cm de diámetro mínimo con los impactos de la masa de 64 kg y caída libre de 75 +/- 1 cm.

En los estudios realizados por SERCO Laboratorio, Servicios de Obras Civiles, se define el apartado de análisis para cimentación. Está presente la capacidad de carga para zapatas (falla por corte general) estimada con la expresión de Terzaghi, mediante la cual definen ciertas funciones para encontrar la capacidad de carga neta admisible del subsuelo [qa].

Para cimientos continuos se tiene que:

$$q_a = \left[ Y_1 D_f N_q + \frac{1}{2} Y_2 B N_Y \right] / F_s$$

Para cimientos cuadrados:

$$q_a = \left[ Y_1 D_f N_q + 0.4 Y_2 B N_Y \right] / F_s$$

Donde:

$F_s$  Factor de seguridad

$Y_1$  Peso volumétrico del suelo arriba del nivel de desplante [ton/m<sup>3</sup>]

$D_f$  Profundidad de desplante [m]

$Y_2$  Peso volumétrico del suelo debajo del nivel de desplante [ton/m<sup>3</sup>]

$B$  Ancho de la cimentación [m]

$N_q, N_Y$  Coeficientes adimensionales de capacidad de carga (Veric, 1975, y Skempton, 1951)

Con los datos proporcionados se nos proporciona una capacidad de carga neta admisible [ton/m<sup>2</sup>] en función de  $B$  [m], cambiando estas funciones según la profundidad  $D_f$  y si el tipo de análisis es de cimentación cuadrada o corrida. A continuación se pueden observar los datos y las funciones de carga proporcionados por SERCO.

Análisis cimentación cuadrada							Capacidad de carga neta admisible [ton/m <sup>2</sup> ] en función de B [m]
Df [m]	N	CN	N'	$\phi$	N <sub>q</sub>	N <sub>γ</sub>	
1.23	23	0.872	20.05	28	21.91	10.03	10.78 + 2.01 B
1.83	18	0.739	13.3	26	17.23	7.52	12.62 + 1.50 B
2.43	18	0.644	11.59	26	17.23	7.52	16.75 + 1.50 B
3.03	50	0.57	28.51	30	28.04	13.44	33.98 + 2.69 B

Análisis cimentación corrida							Capacidad de carga neta admisible [ton/m <sup>2</sup> ] en función de B [m]
Df [m]	N	CN	N'	$\phi$	N <sub>q</sub>	N <sub>γ</sub>	
1.23	23	0.872	20.05	28	14.72	16.71	7.24 + 3.34 B
1.83	18	0.739	13.3	26	11.85	12.53	8.68 + 2.51 B
2.43	18	0.644	11.59	26	11.85	12.53	11.52 + 2.51 B
3.03	50	0.57	28.51	30	18.4	22.4	22.30 + 4.48 B

Datos y funciones de carga para cimentación. (SERCO, 2017)

Se determinó que las excavaciones se harían a 1.20 m para obtener una capacidad de carga neta admisible de 12.79 ton/m<sup>2</sup> para cimentaciones cuadradas y de 10.58 ton/m<sup>2</sup> para cimentaciones corridas.

Como observaciones y recomendaciones para el proceso constructivo de la cimentación se tiene que:

1. Excavar a una profundidad de 1.20 metros para alcanzar una capacidad de carga de 12.79 ton/m<sup>2</sup> con un ancho de zapata cuadrada de 1.0 m o alcanzar una capacidad de 10.58.0 ton/m<sup>2</sup> con una cimentación corrida de 0.60 m de ancho.
2. Los taludes de la excavación necesaria para instalar las zapatas formarán un ángulo de 72° con la horizontal (3 vertical a 1 horizontal).
3. Rellenar con grava de ¾", en dos capas de 10 cm, hasta alcanzar una profundidad de 1.40 m, respecto al nivel del terreno.
4. Rellenar con arena limosa inerte, en dos capas de 10 cm, al 100% de su PSVM y humedad óptima, hasta alcanzar una profundidad de 1.40 m, respecto al nivel del terreno.
5. Rellenar con una mezcla de tepetate y cemento en proporción a:10. En tres capas de 10 cm hasta alcanzar una profundidad de 1.10 m, respecto al nivel del terreno.
6. Se recomienda cubrir la excavación con una geomembrana para evitar alteraciones en las propiedades del subsuelo derivadas del ingreso de agua al subsuelo proveniente de precipitaciones.
7. Colocar una plantilla de concreto pobre de 10 cm de espesor con un f'c de 100 kg/cm<sup>2</sup>.
8. Construir el cimiento.
9. Rellenar las cuñas restantes con material limpio de banco o producto de la excavación siempre y cuando este sea limpio y libre de escombros, compactado en capas de 15 cm.
10. Recomendaciones para pisos: es deseable que los pisos en el interior sean de concreto reforzado con malla electrosoldada de 6" x 6" x 1/8". El espesor del firme será de 10 cm. También se sugiere colocar, por debajo del firme, una capa de suelo-cemento de 10 cm de espesor. La relación suelo-cemento será de 10:1 en peso. Para evitar posibles hundimientos en el piso será necesario retirar al menos 30 cm del material vegetal del lugar por debajo del firme y sustituir el material limpio arenoso, compactado en capas de 10 cm. Para los pisos exteriores se recomienda seguir las mismas especificaciones, con la salvedad de que el firme de concreto reforzado con malla,

deberá de tener una pendiente para desalojar el agua de lluvia, teniendo un espesor mínimo de 8 cm.

11. Pozos absorción: no se recomienda el uso de pozo de absorción por el tipo de suelo existente en el sitio.

Algunas consideraciones a tomar para la cimentación de muros de tierra son:

- La sobrecimentación deberá ser de aproximadamente 20 cm sobre el nivel del suelo.
- El ancho mínimo deberá ser de 40 cm, o 1.5 veces el ancho del muro, lo que sea mayor.
- La altura mínima deberá ser de 20 cm.
- Se recomienda tener una pendiente del 2% en el suelo exterior a la estructura.

## PROCEDIMIENTOS DE REPARACIÓN Y RENOVACIÓN

Es muy probable que en el futuro se hagan reparaciones y renovaciones. El principal factor que afecta las construcciones de tierra es el agua y por lo tanto, la humedad; para reparar estos deterioros se hacen estabilizaciones que dependiendo del daño pueden ser con el fin de evitar un deterioro mayor o hacer reparaciones estructurales para darle solidez al edificio.

Cuando la estructura está expuesta por periodos largos al agua esta se empieza a erosionar o minar, a veces, en lugares no visibles como en la cimentación. Cuando la estructura de tierra está seca es fuerte y resiste las fuerzas a las que está sometido pero cuando este se humedece hasta su interior, el peso muerto encima del muro puede causar fallas estructurales.

Como solución temporal para evitar el colapso de los muros se puede acumular más tierra contra la porción de atrás del muro por debajo del nivel de piso, para apoyarlo y conservarlo, hasta que se pueda hacer una planeación de reparación permanente.

La solución permanente consiste en quitar la acumulación de tierra y restaurar los niveles de piso originales, permitiendo el secado del muro. Otra solución particularmente para cuando se presentan daños en la base del muro, sería construir una barrera para el agua, imitando las características del concreto, para evitar actuando como barrera contra el vapor para permitir que seque la porción de muro expuesto por debajo del nivel del suelo.

## Resultados del Trabajo Profesional

En el proyecto PAP de verano 2017 se realizaron dos tipos de BTC con el fin de tener un punto de comparación en las resistencias. La idea al proponer el sistema de BTC es que se haga provecho de la tierra con la que se cuenta en el lugar por lo que se tomaron muestras en diferentes puntos del terreno para obtener una prueba del suelo promedio. El material de comparación se hizo con arena de construcción común y las proporciones del BTC fueron las mismas, para así hacer una relación de resultados correcta. Para su diferenciación nos referiremos a Tipo 1 cuando se hable de bloques hechos con la arena del terreno Miramar, y a Tipo 2 a los fabricados con arena de construcción.

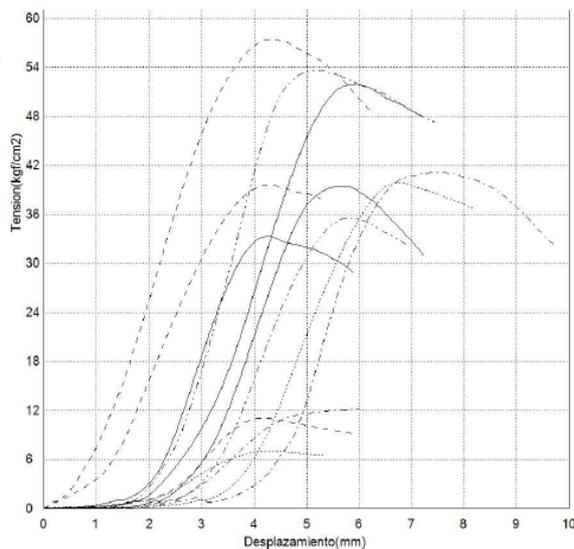
Las proporciones con las que se elaboraron los bloques fueron:

Material	Proporciones
Arcilla gris de Tonalá	4
Arena	5 1/2
Cemento	1/4
Cal	1/4

Tabla de proporciones. (Padilla, 2017)

Por cuestiones de tiempo sólo se pudo esperar una semana para probar los bloques fabricados, por lo que los resultados arrojados no corresponden a la capacidad de resistencia total. Se reservaron unos prototipos de cada uno de los tipos de BTC fabricados (Tipo 1 y Tipo 2), con el fin de probarlos en el presente PAP y tener un resultado más cercano a la realidad. Por lo que únicamente se probaron 4 bloques de cada tipo, incluyendo los bloques de jalcreto.

Para obtener los resultados de la prueba se hizo uso de la prensa de compresión del Laboratorio de Estructuras del ITESO. Se probaron cuatro bloques de cada tipo y además se probaron cuatro bloques de jalcreto común como otro punto de referencia. Los resultados obtenidos se encuentran en la siguiente



gráfica:

Resultados prueba de compresión. (Padilla, 2017)

Los datos arrojados por la prensa fueron:

Nombre	Carga Máxima	Desplazamiento Máximo	Esfuerzo Máximo
Parámetros	Cálculo en áreas completas	Cálculo en áreas completas	Cálculo en áreas completas
Unidad	[kg] (fuerza)	[mm]	[kg/cm <sup>2</sup> ]
1 TERRENO	10252.6	4.27	33.29
2 TERRENO	3402.35	4.18	11.05
3 TERRENO	2172.95	4.26	7.06
4 TERRENO	3728.5	6.02	12.11
<b>Promedio</b>	<b>4889.10</b>	<b>4.68</b>	<b>15.88</b>

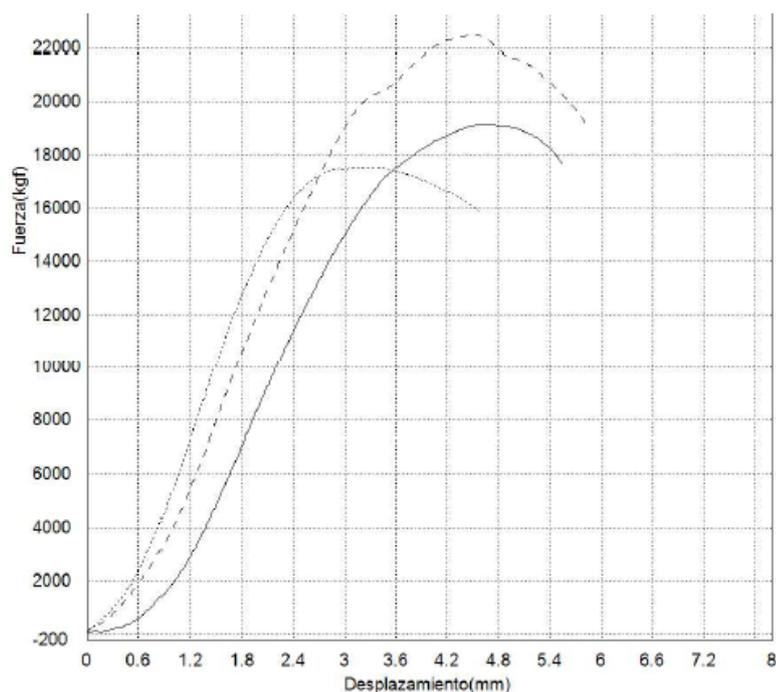
Nombre	Carga Máxima	Desplazamiento Máximo	Esfuerzo Máximo
Parámetros	Cálculo en áreas completas	Cálculo en áreas completas	Cálculo en áreas completas
Unidad	[kg] (fuerza)	[mm]	[kg/cm <sup>2</sup> ]
1 ITESO	10939.6	5.77	35.52
2 ITESO	12140.4	5.73	39.42
3 ITESO	12190.1	4.23	38.58
4 ITESO	12267.2	6.77	39.83
<b>Promedio</b>	<b>11884.33</b>	<b>5.63</b>	<b>38.34</b>

Nombre	Peso [kg]
TERRENO	7.36
ITESO	6.37
BLOCK	6.03

Tabla de resultados. (Padilla, 2017)

Con los resultados de los promedios de peso para cada tipo de block (los promedios incluyen los 5 bloques fabricados de cada tipo), nos podemos dar cuenta que el bloque del terreno es el más pesado, aún tomando en cuenta que entre este y el del ITESO la cantidad de material era mayor, (debido a la ligera compactación que se hizo).

En el PAP presente (Otoño 2017), se terminaron de madurar los blocks que se habían dejado en reposo. Se volvieron a hacer las pruebas en la prensa de compresión para saber la resistencia total que habían alcanzado los prototipos. Los resultados de esta segunda etapa fueron:



Nos dimos cuenta que en efecto, los bloques de BTC aumentaron su resistencia.

Nombre	Carga Máxima	Desp. Máximo	Esfuerzo Máximo
Parámetros	Cálculo en áreas completas		
Unidad	[kg] (fuerza)	[mm]	[kg/cm <sup>2</sup> ]
1 TERRENO	19134.00	4.62	4632.94
2 ITESO	22476.80	4.55	5442.32
3 BLOCK JALCRETO	17538.50	3.30	4475.02

Además de las pruebas de compresión se realizaron algunas pruebas destructivas y no destructivas, en las que se valoraba las propiedades físicas de los BTC.

#### DIMENSIONES BTC:

1. ARENA ITESO: 29.5 x 14.0 x 10.2
2. ARENA DEL SITIO: 29.5 x 14.0 x 10.2
3. BLOCK DE JALCRETO: 28.4 x 13.8 x 11.0

#### PESO:

1. 6.56 kg
2. 6.98 kg
3. 5.32 kg

#### DUREZA EN LAS ARISTAS:

1. El bloque con arena del ITESO, desprende muy poco material.
2. Desprendió más material que el pasado.
3. No desprende material.

#### PRUEBAS Y CARACTERÍSTICAS FÍSICAS:

PRUEBAS	1	2	3
<b>COLOR</b>	BLANCUZCO UNIFORME	GRIS CLARO UNIFORME	CAFÉ
<b>OLOR</b>	MEZCLA CAL-CEMENTO	MEZCLA CAL-CEMENTO	MEZCLA DE CONCRETO
<b>COHESIÓN</b>	FALTA DE COHESIÓN EN EL PRIMER TERCIO	FALTA DE COHESIÓN EN LA MITAD DE ARRIBA	UNIFORME
<b>POROSIDAD</b>	BAJA	MEDIA	ALTA
<b>ESQUINAS QUEBRADAS</b>	2 ESQUINAS QUEBRADAS	2 ESQUINAS QUEBRADAS CON MAYOR PROFUNDIDAD	7 ESQUINAS QUEBRADAS. 2 PROFUNDAS
<b>ARISTAS LASCADAS</b>	2	1 EN LA CARA BAJA	IRREGULAR
<b>CARAS DETERIORADAS</b>	NO PRESENTA	NO PRESENTA	NO PRESENTA
<b>PESO</b>	1	2	3
<b>SECO</b>	656	698	532
<b>FRACTURADO</b>	538	584	-
<b>HÚMEDO 15 MIN.</b>	570	626	-
<b>HÚMEDO 24 HORAS</b>	592	636	-
<b>% ABSORCIÓN</b>	1.1%	1.08%	-

## LÍMITES DE PLASTICIDAD

Se realizó la prueba de límites de plasticidad al material proporcionado por parte del ITESO, obtenido en la parte posterior de las canchas Sur de la institución. Dicha prueba se realizó para conocer la plasticidad del material y ver si es óptimo para poder usarlo en los BTC.

Esta prueba nos permite saber cuál es la consistencia del suelo y cuanta cantidad de agua tiene el material. Esto nos sirve para conocer las propiedades de la tierra que utilizamos y determinar si lo podremos usar para realizar los BTCs. Si el contenido de agua es muy bajo, el suelo se puede comportar como un sólido quebradizo, si es muy alto, el suelo y el agua pueden fluir como un líquido y no se podría compactar, que es la finalidad de los bloques de tierra compactada.

El límite líquido es el contenido de agua donde se presenta la transición del estado plástico al líquido de un suelo, y se determina mediante un dispositivo de latón montado sobre una base de goma dura (copa de Casagrande), que se deja caer desde una altura de 10 mm mediante una leva operada por un manivela. El contenido de agua se determina mediante al menos cuatro pruebas para el mismo suelo con un contenido de agua variable. El número de golpes varía entre 5 y 50, el contenido de agua se representa gráficamente en papel semilogarítmico.

El límite plástico es el contenido de agua en porcentaje, en el suelo al enrollarse en hilos de 3.2 mm de diámetro de desmorona.

A continuación se presentan los resultados que se obtuvieron en el laboratorio:

### DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO (WL)

PRUEBA No.	118 g	eq 2	1 j
W RECIPIENTE +SUELO HÚMEDO (gr)	212.89	190.63	194.80
W RECIPIENTE +SUELO SECO (gr)	184.90	170.20	171.10
W RECIPIENTE	117.54	121.53	117.42
W SUELO SECO (Ws)	67.36	48.67	53.68
W AGUA (Ww)	27.99	20.43	23.70
CONTENIDO DE AGUA (%)	41.55	41.98	44.15
NÚMERO DE GOLPES	37	30	12

40 -30	30-20	20-10
--------	-------	-------

DETERMINACIÓN DEL LÍMITE PLÁSTICO (WP)

PRUEBA No.	121.8 g	3
W RECIPIENTE +SUELO HÚMEDO (gr)	144.71	148.24
W RECIPIENTE +SUELO SECO (gr)	139.00	141.20
W RECIPIENTE	120.04	119.12
W SUELO SECO (Ws)	18.96	22.08
W AGUA (Ww)	5.71	7.04
CONTENIDO DE AGUA (%)	30.12%	31.88%
LIMITE PLASTICO PROMEDIO	31.00%	

WL= 34.40%

Wp= 31.00%

Ip= 3.40%

\*Arcilla inorgánica de baja plasticidad

$$CL = (DL/LI) \times 100$$

DL=

LI= 10.10

LF= 8.87



*Máquina manual para fabricar blocks.*



*Resultados de BTC.*





*Pruebas de resistencia.*

## Modelo Matemático

Se modeló la estructura del parque en el programa STTAD.Pro con el fin de obtener los valores con los cuales se estaría comportando ante cargas muertas, vivas, vivas accidentales, sísmicas y combinaciones entre estas.

Se siguió el reglamento de construcción del Distrito Federal, el cual es permitido por el reglamento de Guadalajara (artículo 1634), el empleo de diseño de criterios de diseño diferentes mientras que los que se empleen den mejor nivel de seguridad que los obtenidos por el de Guadalajara.

Para el análisis sísmico se acudió al manual de diseño de obras civiles de la CFE del año 1993, dando de alta el espectro sísmico de Jalisco. Las combinaciones de cargas usadas son de acuerdo a las normas técnicas complementarias sobre criterios y acciones para el diseño estructural de las edificaciones del DF y de las normas del ASCE 7/10 definiendo el siguiente listado con considerando las cargas permanentes, variables, accidentales y las que de forma probabilística pudieran ayudar al edificio a la estabilidad. Estas combinaciones son:

Ec1)  $CM+CV$ ,

Ec2)  $1.4CM+1.4CV$ ,

Ec3)  $1.1CM+1.1CVA+ (1.1SX)+ (.33SZ)$ ,

Ec4)  $1.1CM+1.1CVA+ (-1.1SX)+ (-.33SZ)$ ,

Ec5)  $1.1CM+1.1CVA+ (1.1SX)+ (-.33SZ)$ ,

Ec6)  $1.1CM+1.1CVA+ (-1.1SX)+ (.33SZ)$ ,

Ec7)  $1.1CM+1.1CVA+ (.33SX)+ (1.1SZ)$ ,

Ec8)  $1.1CM+1.1CVA+ (-.33SX)+ (-1.1SZ)$ ,

Ec9)  $1.1CM+1.1CVA+ (.33SX)+ (-1.1SZ)$ ,

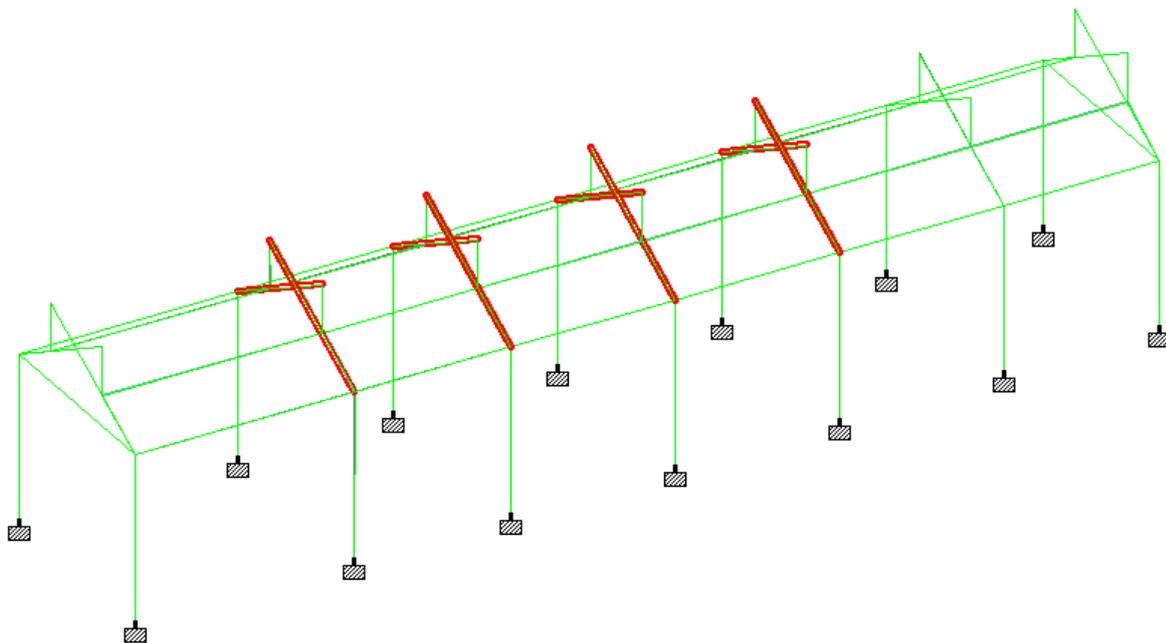
Ec10)  $1.1CM+1.1CVA+ (-.33SX)+ (+1.1SZ)$ .

Para determinar los factores de carga se aplicaron las siguientes reglas contenidas en las “Normas técnicas complementarias sobre criterios y acciones para el diseño estructural de las edificaciones” de 2004.

En el modelo matemático realizado se dio de alta la geometría de la estructura conforme a los planos arquitectónicos, definiendo el material de los elementos con las características correspondientes a la madera.

Con el análisis de resultados del programa fue posible obtener los datos de desplazamientos máximos para cada uno de los elementos, se muestran a continuación estos datos.

Trabe	Desp. Max. [mm]	Ubicación [m]	Carga	Resultado desplazamiento
35	20.702	1.517	6	Dentro de rango
36	20.547	1.522	6	Dentro de rango
33	20.3	1.517	6	Dentro de rango
31	20.26	1.517	6	Dentro de rango
34	20.15	1.522	6	Dentro de rango
32	20.125	1.522	6	Dentro de rango
37	19.914	1.517	6	Dentro de rango
38	19.771	1.522	6	Dentro de rango



Como se puede notar la combinación de carga más crítica fue la número 6, la cual hace referencia a la combinación 1.4CM + 1.6CV. En la tabla se encuentra el valor máximo del desplazamiento de los elementos y la ubicación en la que se encuentran, la cual es prácticamente a la mitad de las vigas. Sin embargo la deformación calculada está dentro del rango de deformación permisible, siendo la mayor deformación del 56% de la deformación permisible; por lo que, se concluye, que la estructura es segura y resistente a las cargas a las que podrá estar sometida.

Es importante tomar en cuenta las propiedades con las que se hizo el diseño del modelo, en cuanto a la geometría las secciones de la madera fueron cuadradas, de 30x30 cm; y los parámetros de la madera fueron los siguientes:

Módulo de Young (E)	1.12491e+007 kg/m <sup>2</sup>
Coefficiente de Poisson (nu)	0.15
Densidad	0.236318 kg/m <sup>3</sup>
Coefficiente térmico (a)	5.5e-0.006

Para que el diseño de la estructura sea válido se deberán de respetar tanto la geometría como los parámetros del material señalados.

## Reflexiones y Conclusiones

A partir de las propuestas que se generaron en el periodo de PAP Verano 2017 junto con el apoyo de Espacios Públicos de Zapopan, se hizo una nueva propuesta para el espacio de las aulas y los baños secos en la Colonia Miramar. En el nuevo diseño arquitectónico se intentó resolver la problemática de la inseguridad y la utilización adecuada del espacio. Una de los obstáculos que se presentaron fue la permeabilidad del espacio, las dimensiones de las aulas y las pendientes del terreno que se adecuarán y crearán acceso universal. También se tuvo que resolver la cuestión de la altura de los baños para poder manejar con facilidad los residuos y la composta que genera el mismo; por lo mismo se desplantan los baños a una altura de 0.70 metros sobre el nivel de piso terminado para poder emplear los tambos movibles para transportar de manera fácil.

Otra cuestión importante fue la realización de los bloques de BTC. Ya que una de las cosas más difíciles fue la cuestión de la arcilla ya que por un lado era encontrar un banco en donde nos vendieran la arcilla y la otra era a la hora de cribarla porque no logramos encontrar un punto medio entre cribarla muy fino o dejarlo con muchas piedras. Pero al final encontramos el punto indicado. la prensa es otra cosa de la cual podemos hablar ya que nosotros pensamos que iba a ser algo muy sencillo pero después de los primeros 3 bloques que no dieron resultado supimos que algo andaba mal y que si seguimos como estábamos no íbamos a obtener los resultados. así que cambiamos los porcentajes de materiales, aceitamos la prensa, cuidamos que las esquinas estuvieran bien compactadas y encontramos la forma perfecta de manejar el fallo que tenía la máquina a la hora de sacar el bloque.

Como equipo sentimos que todos cumplimos con los requisitos y nos entendimos muy bien para ponernos de acuerdo y que cada quien realizara una acción para agilizar algún proceso o entrega.

## Jacqueline Padilla Franck

La aprendizaje que obtuve de este Proyecto de Aplicación Profesional fue acorde a la que pienso que nos enfrentaremos al mundo real, los problemas y trabajos extras que surgieron a lo largo de este semestre, fueron, en algunos casos cosas que no se podían prever.

Lo importante de esto fue que se resolvieron de manera eficaz, pienso que los errores cometidos servirán para que ya no repitan en un futuro y que perdure el conocimiento adquirido, así pues, estos conocimientos son los siguientes:

- Llevar una planeación detallada de que es lo que se tiene que hacer, que comprenderá cada entrega, tiempo de realización y asignación de quienes harán dichos trabajos.
- Para la realización de los BTC, primeramente, hacer un estudio del material que se está utilizando, esto reduce tiempo desperdiciado y nos asegura las propiedades buscadas para obtener una buena mezcla. Para la arcilla se deberán hacer pruebas de límites de consistencia y plasticidad, para la arena un control en la granulometría de esta y para los estabilizantes cuidar la calidad de ellos (que no presenten humedad ni contaminantes).
- Conocer el equipo que se utilizará: sería conveniente contar con una ficha técnica, en este caso, de la máquina manual de BTC, en la que se explicara detalladamente el funcionamiento de esta.

Esos fueron los puntos más resaltantes a cuidar en este proyecto, sin embargo no hay que dejar de lado las demás medidas de control, como tomar pruebas de humedad a la mezcla, no utilizar demasiado aceite para desmoldar, colocar los bloques en un lugar protegido y cubrirlos con un plástico, entre otros. El trabajo realizado durante el semestre me ayudó a tener una visión más real de qué es lo que se ve a realizar en el parque agroecológico Miramar y qué es lo que aún se necesita detallar.

## Humberto Barocio

Después de haber concluido esta etapa de trabajo, puedo destacar como principales aprendizajes que es necesaria la planeación correcta y anticipada de todos los procesos para que de esta manera la ejecución del proyecto se dé de manera satisfactoria. Otro punto importante a resaltar es la necesidad de comprender los conceptos utilizados en instancias gubernamentales y dar a conocer nuestras propuestas de forma detallada y argumentando el porqué de nuestras decisiones. Por otro lado, entre las problemáticas que surgieron en el proceso destaca la falta de pruebas de laboratorio antes de la ejecución de los bloques de tierra compactada, ya que con esto nos pudimos percatar que el suelo que se nos proporcionó por parte del ITESO, contaba con las propiedades requeridas para realizar de una manera óptima los BTCs.

Además de lo anterior, otro inconveniente fue la falta de conocimientos técnicos para el uso de la máquina proporcionada por el ingeniero Ricardo Galván de la planta Calidra. Esto ocasionó un retraso en la producción de los bloques ya mencionados. Sin embargo creo que con el trabajo realizado se lograron importantes avances y esto me genera buenas expectativas para la continuación del proceso de trabajo y los resultados finales de este proyecto.

## Deborah Guzmán

Al trabajar con un proyecto con antecedentes, debemos de analizar lo que ya se había tomado en cuenta en un principio y trabajar con las problemáticas para poder mejorarlo. Al trabajar con espacios públicos, pudimos llegar a un punto intermedio en donde no sólo ellos estaban de acuerdo, sino que

también el equipo entero junto con los profesores. En el diseño del proyecto no sólo fue importante la funcionalidad, sino que teníamos que tomar en cuenta la zona en la que estábamos proponiendo las aulas y el motivo por el cual lo haríamos, en este caso fue para que la gente de la colonia generará un encuentro comunitario y así mismo conocieran el proceso de construcción para ellos mismos lograr esto. El material que se decidió emplear en la construcción de las aulas fue el BTC, el cual se puede utilizar de madera sustentable ya que es tierra que podemos adquirir del mismo suelo y no se requiere maquinaria para su elaboración y nos ahorramos el tiempo y dinero que se utilizaría en el transporte de traslado. Aunque conocimos y entendimos que el BTC es un material con muchas ventajas, además de ser sustentable, también entendimos que no es tan fácil o rápido fabricar sin experiencia previa y también es importante tomar en cuenta que no se puede utilizar cualquier tipo de suelo ya que puede afectar su resistencia; por lo mismo es importante hacer pruebas antes de hacer cualquier tipo de bloque. Se puede lograr construir una estructura estable del BTC, sin embargo se deben tomar medidas y precauciones al hacerlo ya que no cualquier persona puede construir con éste material sin tener en cuenta su manejo y tiempo de curado.

## Alejandro Flores

En el trabajo en conjunto con mis compañeros de otras carreras como Arquitectura e Ingeniería Civil y profesores del PAP, yo como diseñador me puse en marcha sobre este proyecto con la expectativa de que podríamos abarcar mayormente el tema relacionado a la construcción con BTC (Block de Tierra Compactado) y sus añadiduras como cimentación y ensambles con madera. Mis expectativas fueron correctas ya que a lo largo del cuatrimestre nos dimos a la tarea de hacer una investigación cuantitativa y cualitativa sobre este material de construcción que se nos otorgó como seguimiento al trabajo de cursos anteriores del mismo tipo quienes dieron las bases de justificación y contexto al proyecto. El seguimiento del proyecto fue muy de la mano al trabajo de nuestra compañera Jacqueline Padilla quien era parte del proyecto en el curso anterior, por medio de ella fue que se nos dio a conocer más a fondo sobre el tema y los aspectos débiles o por trabajar del reporte. Lo realizado fue en base a peticiones de los encargados de Espacios Públicos de Zapopan quienes con amabilidad nos compartieron las necesidades de este espacio que se quiere construir en una de las colmenas comunitarias en las que ellos trabajan; ellos hacían referencia y remarcaban que la seguridad del espacio debía ser con la menor percepción de criminalidad posible, recomendaron hacer espacios visibles y con accesibilidad a todo tipo de personas incluyendo personas discapacitadas. A partir de las necesidades encontradas por dicha secretaría nosotros como integrantes del equipo dentro del PAP, trabajamos distintas propuestas y materiales destinados al Parque Agroecológico que se planea construir por parte de talleres de construcción en la comunidad. Para esto es importante resaltar que mi aportación como diseñador en este proyecto además de ideas que surgieron de mi parte es un manual de construcción con el BTC que se encuentra en la propuesta, para esto fue necesario un previo estudio del caso y de manuales existentes los cuales pudieran aportar de manera significativa al proyecto. Yo pienso que los resultados fueron adecuados para el proyecto y que el alcance que se logró fue el planteado desde un comienzo, esto gracias al trabajo en conjunto del equipo y de los profesores quienes también abonaron de su parte para enriquecer el trabajo.

## Fco. Javier Gonzalez

El trabajar en este P.A.P me ayudó a visualizar y ver las cosas diferentes desde un punto de vista positivo ya que hablando puntualmente estuve trabajando junto con mis compañeros en el proyecto de Tierra de la mano con espacios públicos, para crear un conjunto agroecológico que cumpliera requisitos como la permeabilidad visual desde la mayoría de los espacios, acceso universal, áreas de trabajo, cocina, etc.. pero la parte fundamental se llevaba a cabo en los huesos del complejo su estructura y revestimiento, yo siempre eh sido una persona cuadrada un tanto pragmática, y el hecho de construir un elemento con tierra era algo absurdo teniendo materiales tan apropiados de la industria como los son el concreto y el acero.este fue un reto personal el cual los mismos hechos fisicos y tecnicos me fueron demostrando que la tierra conformada como un bloque de tierra compactada es un material competitivo pero poco explorado por la sociedad, ya que malamente tienen una perspectiva muy parecida a la mía y el hecho de concebirse viviendo en una casa hecha de BTC no es algo que ni siquiera les cruce por la mente y diras tu que tiene de impresionante, pues bueno al comparar el btc con un bloque de jalcreto nos dimos cuenta de limpieza, la solidez y rigidez que tiene por mayor el bloque de btc sin contar la accesibilidad en precio. por eso una parte fundamental para mi es conocer mas acerca de este material

para así poder resaltarlo ante la sociedad como una alternativa ecológica para las construcciones futuras.

r

## Anexos

### **Manual de Construcción con BTC**



## MANUAL DE CONSTRUCCIÓN CON BTC

FUENTE: EARTH CONSTRUCTION  
CRATerre-EAG  
HUGO HOUBEN AND  
HUBERT GUILLAUD

### Contenido

<b>Selección del material</b>	<b>3</b>
Estabilización	3
<b>Características de los bloques</b>	<b>5</b>
Rendimiento	5
Elaboración	5
Composición del material	6
Curado	6
Especificaciones mínimas	6
<b>Muros</b>	<b>7</b>
Conexiones con madera	7
<b>Cimientos</b>	<b>8</b>
<b>Techos</b>	<b>8</b>
<b>Restauración</b>	<b>9</b>

2

### Selección del material

Arcillas: aglutinantes  
Limos y Arenas: esqueleto, soportan cargas, evitan fisuras.

Granulometría que pasa	Porcentaje de tierra
Tamiz	
Nº 4 (4.8mm)	100
Nº 40 (0.42mm)	70 - 50
Nº 200 (0.075mm)	50 - 10

Límite líquido menor al 45%  
Índice de plasticidad  
PH Suelo menor a 5.4  
Porcentaje de materia orgánica menor al 2%

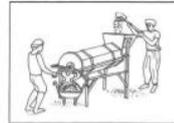
### Estabilización

Cemento del 8% al 12%,  
Para determinar la cantidad, preparar 3 mezclas con 5% 8% y 12% respectivamente para hacer 15 bloques de ensayo de compresión y absorción. Es recomendable el uso de cemento cuando la plasticidad es baja entre 15% al 20%.

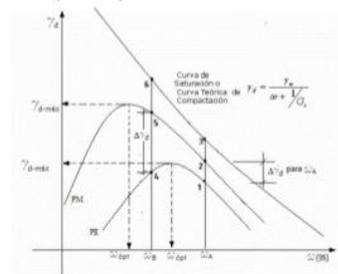


3

Para tierras arcillosas (20% al 40% y hasta 70%. Con IP de 18% a 30%). El estabilizante adecuado es la cal aérea.



El contenido de agua depende de la humedad natural que posea el suelo. Lo correcto es guiarnos por el (CAO) Contenido de Agua Óptimo. Determinado por la prueba Proctor que indica, la humedad óptima de compactación de un suelo, aquella que nos permite alcanzar la densidad más elevada, es decir, los bloques más pesados.



Curvas de compactación Proctor Estándar y Modificado y curva de saturación

4

## Características de los bloques

### Rendimiento

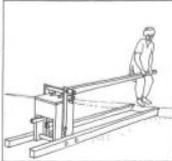
En la práctica manual de compresión de la tierra es efectuada bajo la aplicación de una fuerza que compacte el material. Teniendo un molde en el que la tierra es comprimida por dos placas que lentamente se acercan la una a la otra. La compresión saca el aire de la tierra. La prensa manual solo es útil para la producción de pequeñas construcciones. Dependiendo de la prensa usada, la producción varía entre 300 a 200,000 bloques al día.

### Elaboración

**Prueba práctica**  
Bola de 5 cm De diámetro se deja caer de 1.2 m. La humedad óptima anda alrededor del 12%



Se puede ir ajustando la humedad de la mezcla, pesando los bloques. Se hacen 10 bloques, se obtiene su peso medio. Posteriormente se fabrica una segunda partida con un contenido de agua mayor pesándose

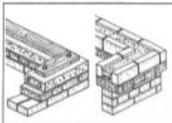
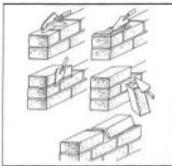


5

### Muros

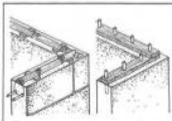
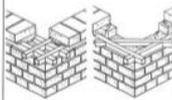
La mezcla usada para unión debe de ser sometida a pruebas de adhesión, erosión y fuerza de compresión, para asegurar que tenga la misma fuerza de compresión que los bloques.

En el caso de bloques de 9 X 14 X 29.5 cm. se pueden obtener dos anchuras de muro, una de 14 cm. y otra de 29.5 cm.



### Conexiones con madera

Para garantizar la estabilidad de las estructuras, un buen tipo de unión con otros elementos de madera debe ser tomado en cuenta, existen varias formas de refuerzo como traslapes de madera y refuerzo mediante varillas de acero.



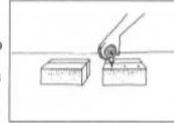
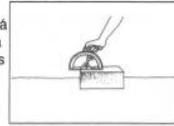
7

nuevamente.

La humedad óptima será aquella que nos permita obtener los bloques más pesados.

### Composición del material

Si el suelo disponible es muy diferente y marcadamente arcilloso o arenoso, será necesario mezclarlo. El procedimiento trata de llevar la mezcla a un punto óptimo.



### Curado

El bloque se cubre con plástico protegidos del sol y viento después de 4 a 6 horas de fabricado durante una semana como mínimo.

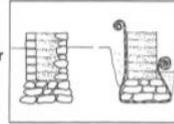
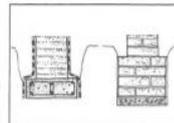
### Especificaciones mínimas

Los bloques deben de cumplir con las siguientes especificaciones mínimas a los 7 días:  
Resistencia a la compresión 2MPa (20 Kg/cm<sup>2</sup>)  
Absorción menor al 20% promedio.  
Las tolerancias son de + 1, -3mm ancho, +1, -2mm largo, +2, -1mm alto.  
Peso mínimo del bloque seco 6.32 Kg. Lo que supone una densidad de 170 Kg. /m<sup>3</sup>

6

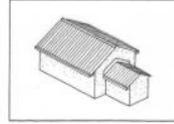
### Cimientos

El aislamiento de la cimentación es necesario en ocasiones cuando las condiciones del lugar son muy húmedas y pueda que el agua alcance la parte baja de nuestro edificio. La cimentación regular incluye una base de piedra para amortiguar el muro, esta debe de ser mayor al espesor del muro. Puede agregarse cemento para aislar los cimientos de la humedad.



### Techos

Lo recomendable es tener techos aligerados con las cualidades necesarias de rigidez y permeabilidad que ofrezcan los mejores resultados para el sitio.



Deben de ser construidos rápidamente una vez que los muros están hechos ya que el

8

**Fuente**

Houben, H., & Guillaud, H. (1994). Earth construction: a comprehensive guide. Warwickshire, UK: Practical Action Publishing.  
Etchebarne, R., & Piñeiro, G. (2012, January 17). Manual de BTC (bloques de tierra comprimida). Retrieved November 20, 2017, from <https://www.scribd.com/doc/78544186/01-Manual-Btc>

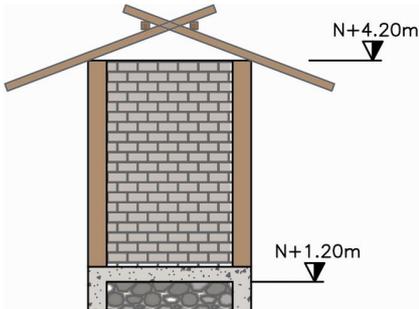
Imágen de portada:  
Al Hamra – a project by Atelier Koé in Dakar Photo Credit: <http://www.atelierkoe.fr/>

PROYECTO DE APLICACIÓN PROFESIONAL (PAP)  
Tecnología apropiada para la generación de sistemas constructivos  
O. 2017

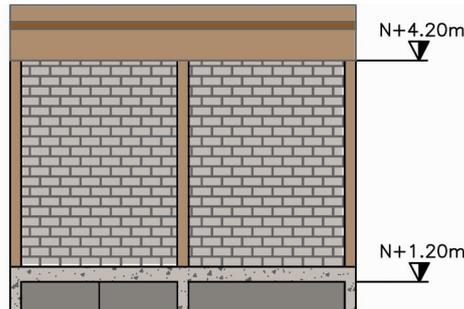


**Alzado General**

**Alzado Lateral(baños)**



**Alzado Frontal(baños)**



**Planta Arquitectónica.**