

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 TECNOLOGIA APROPIADA PARA LA
EDIFICACION Y DISEÑO DE VIVIENDA II



ITESO, Universidad
Jesuita de Guadalajara

PAP1K02A PROGRAMA DE DESARROLLO DE TECNOLOGIA APROPIADA
PARA LA EDIFICACION Y DISEÑO DE VIVIENDA II
IDENTIFICACION DE SUELO Y DISEÑO DE MEZCLA PARA BTC PARA
CONSTRUCCION CON TIERRA EN CHIQUILISTLAN

PRESENTAN

Programas educativos y Estudiantes

Lic. En Ingeniería Civil. Miriam Castellanos Cisneros

Lic. En Arquitectura. Tiffany Paulina Gutiérrez Ceseña

Lic. En Ingeniería Civil. Lorena Villafañá Estarrón

Profesor PAP: Dr. Nayar Cuitláhuac Gutiérrez Astudillo

Mtro. Christian Hernández Cárdenas

Tlaquepaque, Jalisco, julio de 2022

ÍNDICE

Contenido

REPORTE PAP	4
Presentación Institucional de los Proyectos de Aplicación Profesional	4
Resumen	5
1. Ciclo participativo del Proyecto de Aplicación Profesional.....	5
1.1. Entendimiento del ámbito y del contexto.....	5
1.2 Caracterización de la organización o comunidad	15
1.3 Identificación de las problemáticas	16
1.4. Planeación de alternativas	16
1.5 Desarrollo de la propuesta de mejora	17
<i>Muestras de suelo</i>	17
PRUEBAS RÁPIDAS DE CAMPO	18
Introducción.....	18
Objetivo	18
<i>Prueba de la botella</i>	19
Antecedentes teóricos	19
Equipo y materiales usados	19
Procedimiento	19
Datos y Cálculos	19
Anexo fotográfico	20
<i>Prueba del cigarro</i>	21
Antecedentes teóricos	21
Equipo y materiales usados	21
Procedimiento	21
Datos y Cálculos	22
Anexo fotográfico	23
<i>Conclusión en pruebas de campo</i>	24
PRUEBAS DE LABORATORIO	24
<i>Determinación de la masa volumétrica seca del material en estado natural por el método del cono y arena</i>	24
Objetivo	24
Antecedentes teóricos	24

Equipo y materiales usados	25
Procedimiento	25
Cálculos y resultados	26
Anexo fotográfico	27
Conclusiones	30
<i>Contenido de humedad</i>	30
Objetivo	30
Antecedentes teóricos	30
Equipo y materiales usados	31
Procedimiento	31
Cálculos y resultados	31
Anexo fotográfico	32
Conclusiones	32
<i>Partículas más finas que la criba no.200 por medio de lavado</i>	33
Objetivo	33
Antecedentes teóricos	33
Equipo y materiales usados	33
Procedimiento	33
Cálculos y resultados	33
Análisis de resultados	34
Conclusiones	34
Anexo fotográfico	35
<i>Límite líquido, límite plástico e índice plásticos</i>	36
Objetivo	36
Antecedentes teóricos	36
Equipo y materiales usados	38
Procedimiento	38
Cálculos y resultados	40
Análisis de resultados	42
Conclusiones	43
Anexo fotográfico	43
<i>Granulometría por vía húmeda</i>	45
Objetivo	45
Antecedentes teóricos	45

Equipo y materiales usados	45
Procedimiento	46
Cálculos y resultados	46
Análisis de resultados	47
Conclusiones.....	48
Anexo fotográfico	48
<i>Clasificación SUCS</i>	49
Objetivo	49
Antecedentes teóricos	49
Cálculos y resultados	51
Análisis de resultados	53
<i>Diseño para mezcla de BTC</i>	54
Conclusiones.....	58
Anexo fotográfico	59
<i>Diagrama para la elaboración de un BTC</i>	60
1.6. Valoración de los productos, resultados e impactos.....	63
1.7. Bibliografía y otros recursos	63
1.8. Anexos generales.....	65
2. Productos	66
3. Reflexión crítica y ética de la experiencia.....	70
3.1 Sensibilización ante las realidades	70
3.2 Aprendizajes logrados	72

REPORTE PAP

Presentación Institucional de los Proyectos de Aplicación Profesional

Los Proyectos de Aplicación Profesional (PAP) son experiencias socio-profesionales de los alumnos que desde el currículo de su formación universitaria- enfrentan retos, resuelven problemas o innovan una necesidad sociotécnica del entorno, en vinculación (colaboración) (co-participación) con grupos, instituciones, organizaciones o comunidades, en escenarios reales donde comparten saberes.

El PAP, como espacio curricular de formación vinculada, ha logrado integrar el Servicio Social (acorde con las Orientaciones Fundamentales del ITESO), los requisitos de dar cuenta de los saberes y del saber aplicar los mismos al culminar la formación profesional (Opción Terminal), mediante la realización de proyectos profesionales de cara a las necesidades y retos del entorno (Aplicación Profesional).

El PAP es un proceso acotado en el tiempo en que los estudiantes, los beneficiarios externos y los profesores se asocian colaborativamente y en red, en un proyecto, e incursionan en un mundo social, como actores que enfrentan verdaderos problemas y desafíos traducibles en demandas pertinentes y socialmente relevantes. Frente a éstas transfieren experiencia de sus saberes profesionales y demuestran que saben hacer, innovar, co-crear o transformar en distintos campos sociales.

El PAP trata de sembrar en los estudiantes una disposición permanente de encargarse de la realidad con una actitud comprometida y ética frente a las disimetrías sociales. En otras palabras, se trata del reto de “saber y aprender a transformar”.

El Reporte PAP consta de tres componentes:

El primer componente refiere al ciclo participativo del PAP, en donde se documentan las diferentes fases del proyecto y las actividades que tuvieron lugar durante el desarrollo de este y la valoración de las incidencias en el entorno.

En caso de requerirse alguna adecuación al nombre de las fases propuestas para este componente, se puede realizar siempre y cuando sea complementario a lo ya establecido.

El segundo componente presenta los productos elaborados de acuerdo con su tipología.

El tercer componente es la reflexión crítica y ética de la experiencia, el reconocimiento de las competencias y los aprendizajes profesionales que el estudiante desarrolló en el transcurso de su labor.

Resumen

Documentación de trabajo realizado en el periodo de verano 2022 en el PAP de desarrollo de tecnología apropiada para la construcción. Con enfoque en pruebas y análisis de suelo, para su clasificación según SUCS y diseño de mezcla para blocks de tierra compactada para el desarrollo del proyecto de vivienda de construcción con tierra que tiene como escenario el municipio de Chiquilistlán para el usuario identificado, además de usar la información recabada en las pruebas en el manual para construcción en tierra para el municipio mismo. Además, se anexan antecedentes y contexto del escenario para la caracterización del municipio. De la misma manera se desarrolla y se anexa el trabajo realizado en el escenario de trabajo en asociación con el IMEPLAN.

1. Ciclo participativo del Proyecto de Aplicación Profesional

1.1. Entendimiento del ámbito y del contexto

El PAP es una experiencia de aprendizaje y de contribución social integrada por estudiantes, profesores, actores sociales y responsables de las organizaciones, que de manera colaborativa construyen sus conocimientos para dar respuestas a problemáticas de un contexto específico y en un tiempo delimitado. Por tanto, la experiencia PAP supone un proceso en lógica de proyecto, así como de un estilo de trabajo participativo y recíproco entre los involucrados.

Escenario: Chiquilistlán

Chiquilistlán es un pueblo y municipio del estado de Jalisco, México. Se localiza en el sureste del estado, en la Región Sierra de Amula; a 75 kilómetros al sureste de Guadalajara. Su nombre significa "Lugar de Cigarras", su extensión territorial es de 432.31 km². La temporada de lluvia es nublada, la temporada seca es parcialmente nublada y es caliente durante todo el año. Durante el transcurso del año, la temperatura generalmente varía de 4 °C a 29 °C y rara vez baja a menos de 0 °C o sube a más de 32 °C.

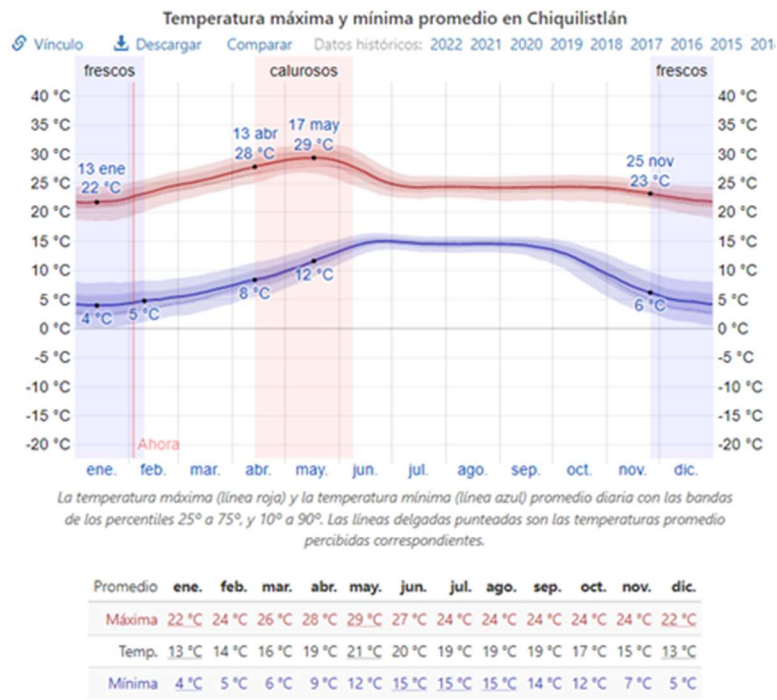
Altitud y Latitud

Cuenta con una latitud de 20.200°, longitud de -103.817° y elevación promedio de 1665 msnm (puede variar entre los 1555 msnm y los 1733 msnm)

Temperatura

Mes más cálido: Mayo con temperatura máxima promedio de 29°C y mínima de 12°C
Mes más frío: Enero con temperatura máxima promedio de 22°C y mínima de 4°C.
(Weather Spark, n.d.)

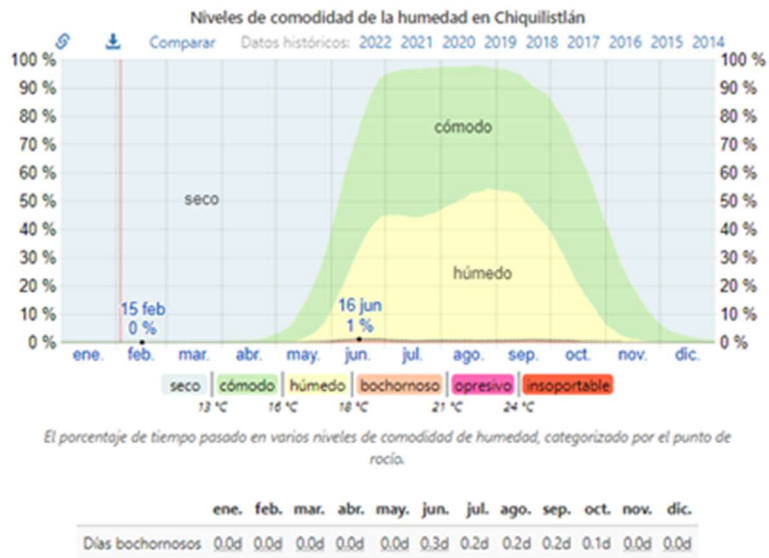
Gráfica 1 Temperatura máxima y mínima promedio en Chiquilistlán.



Humedad

El nivel de humedad en escala de comodidad de humedad entre bochornoso, opresivo o insoportable no presenta variación significativa por lo que es cómodo en su gran mayoría.
(Weather Spark, n.d.)

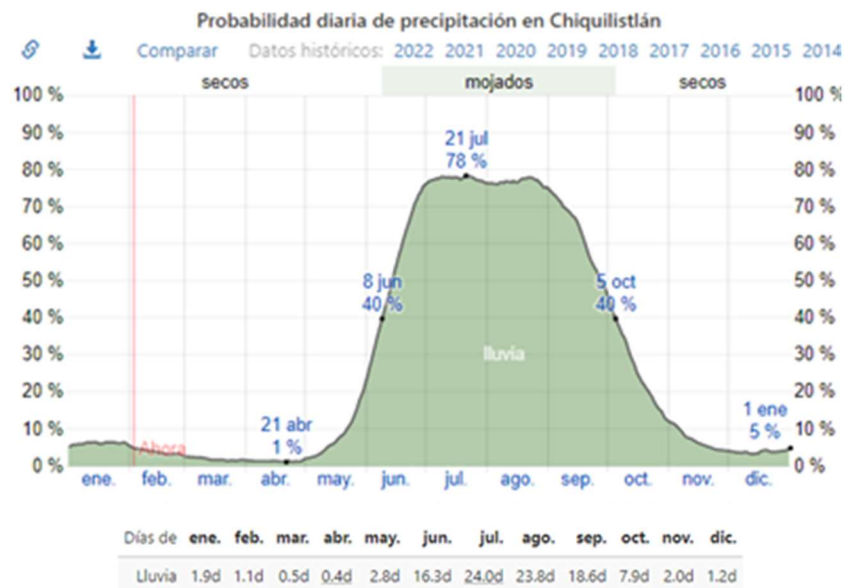
Gráfica 2 Niveles de humedad en Chiquilistlán



Precipitación

Cuenta con promedio en un día mojado de 1 mm de precipitación, siendo junio a octubre con mayor presencia de precipitación donde julio es el mayor mes con precipitación con promedio de 1 mm y su temporada de secas es de octubre a junio siendo abril el mes con menor precipitación. (Weather Spark, n.d.)

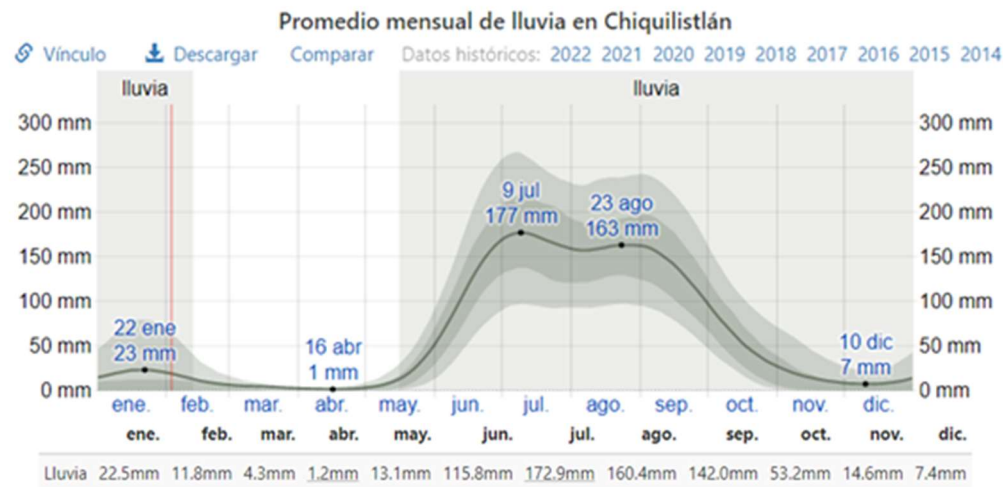
Gráfica 3 Precipitación en Chiquilistlán



Lluvia

La temporada de lluvia dura de junio a enero, siendo julio el mes con mayor lluvia con promedio de 173 mm de lluvia y la temporada sin lluvia es de febrero a mayo siendo abril el mes con menor lluvia con promedio de 1 mm de lluvia (Weather Spark, n.d.)

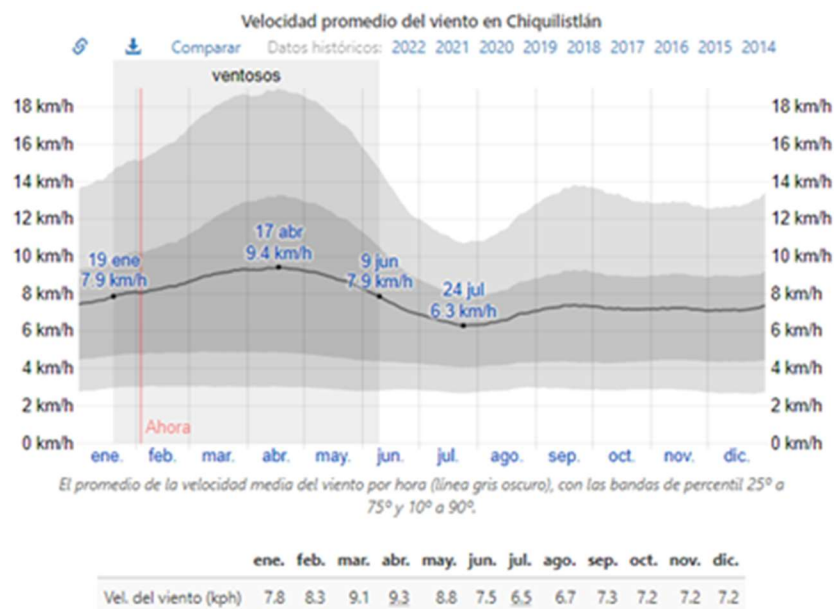
Gráfica 4 Promedio mensual de lluvia en Chiquilistlán



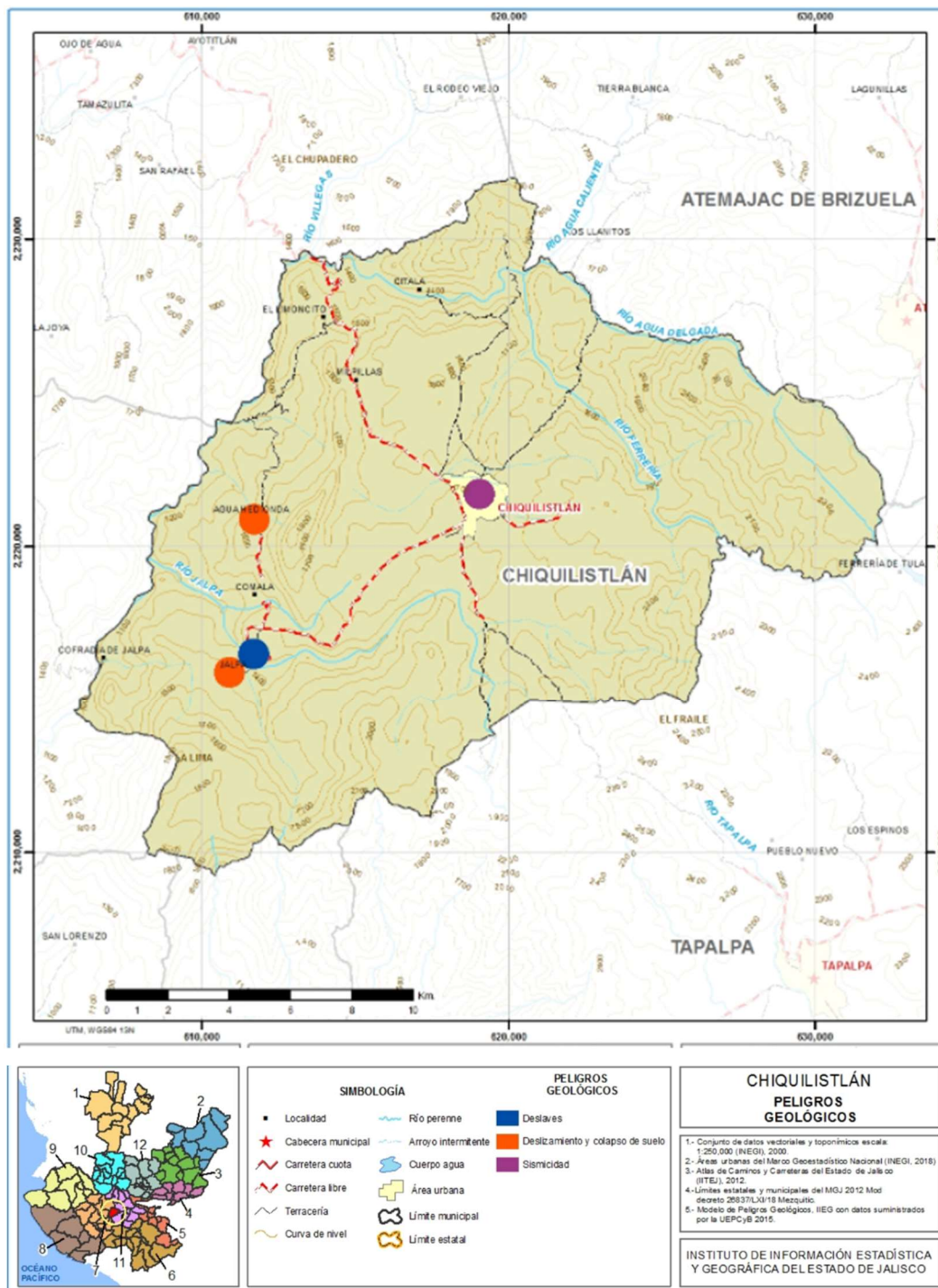
Viento

De enero a junio es la temporada con mayor viento teniendo velocidades promedio de 7.9 km/hr y el mes más ventoso es en abril con velocidades de 9.3 km/hr y de julio a diciembre es la temporada con menos viento con velocidades de 6.5 km/hr siendo julio el mes con menos viento (Weather Spark, n.d.)

Gráfica 5 Velocidad de Viento en Chiquilistlán

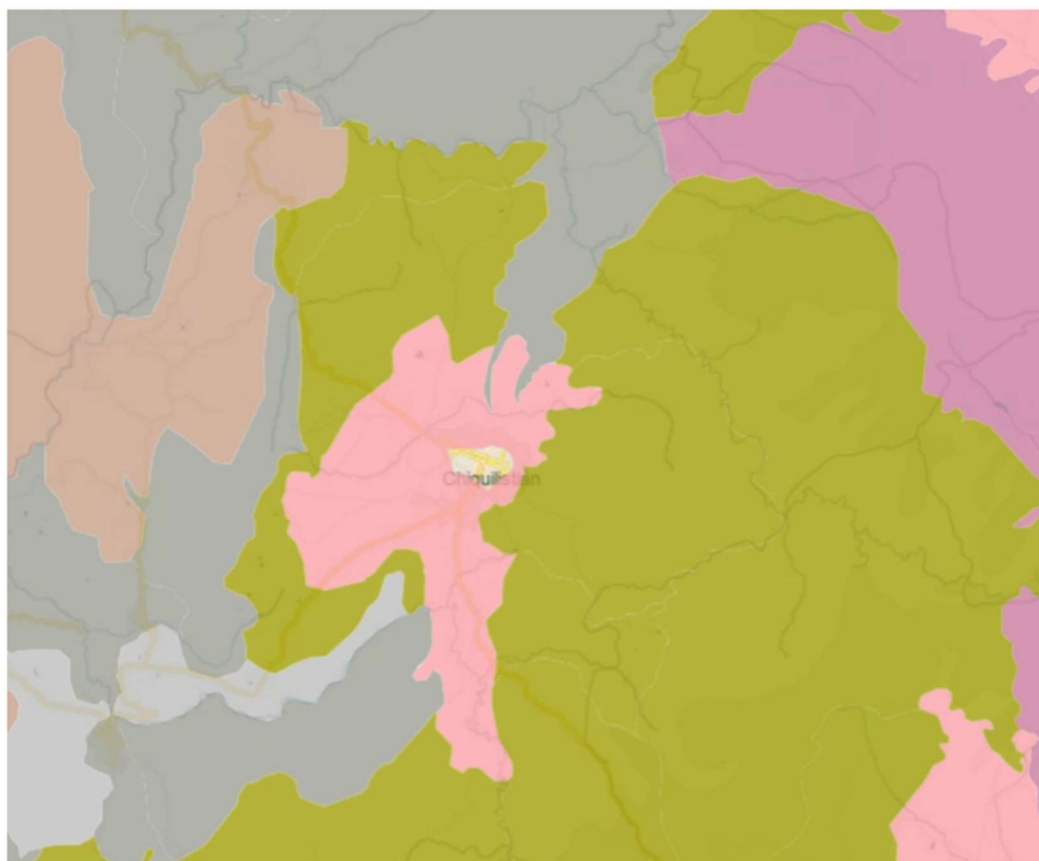


Carta de Riesgos



La zona centro de Chiquilistlán se encuentra dentro de zona sísmica. A sus alrededores existen algunas zonas de deslizamientos y deslaves, principalmente en la zona oeste y suroeste. (Mapa de Peligros Geológicos, 2015, IIEG)

Edafología



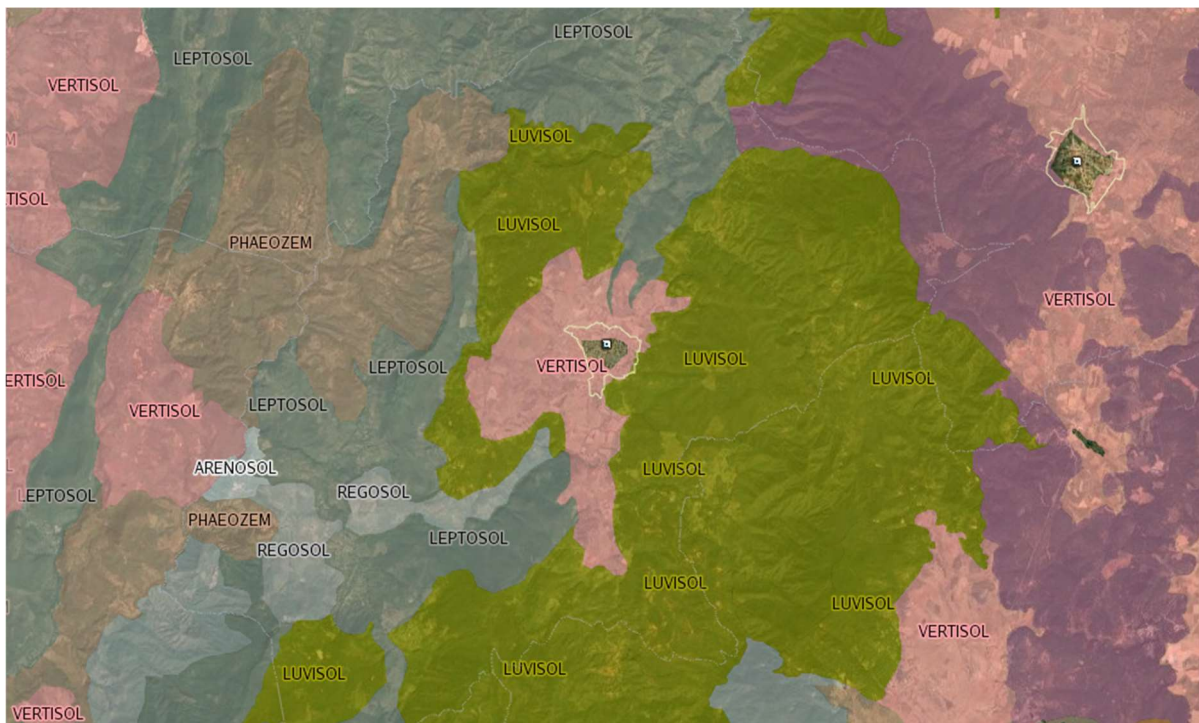
- | | |
|---|---|
| ✓ ☒ Agrícolas bastante fértiles | ✓ ☒ Arcillosos fértiles para la agricultura |
| ✓ ☒ Gleysol | ✓ ☒ Lixisol |
| ✓ ☒ Vertisol | ✓ ☒ Luvisol |
| ✓ ☒ Fluvisol | |

Los vertisoles son suelos que se desarrollan en climas tropicales y subtropicales en los cuales las diferencias de precipitación y temperatura son bastante destacables entre la estación seca y húmeda.

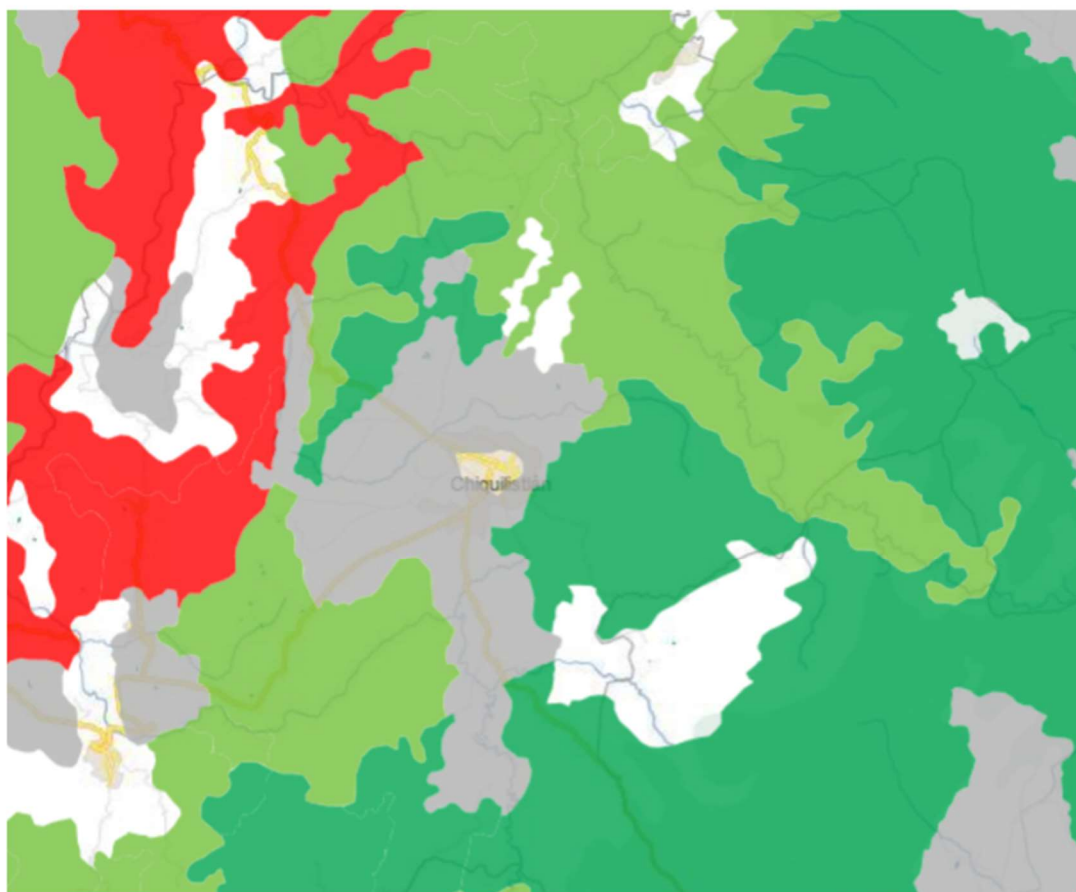
Son suelos que presentan 30% o más de arcilla en todos los horizontes hasta una profundidad de 50 cm, caras de deslizamiento, agregados en forma de cuña, constantemente en procesos de expansión y contracción dando como resultado grietas profundas en la estación seca. Los Vertisoles poseen un gran potencial productivo en granos (sorgo, trigo y maíz), caña de

azúcar y hortalizas (SIAP, 2015); sin embargo, presentan degradación física (66%) por compactación.

Los Luvisoles se desarrollan dentro de las zonas con suaves pendientes o llanuras, en climas en los que existen notablemente definidas las estaciones secas y húmedas. El término deriva del vocablo latino “luere” que significa lavar, refiriéndose al lavado de arcilla de las capas superiores, para acumularse en las capas inferiores, donde frecuentemente se produce una acumulación de la arcilla y denota un claro enrojecimiento por la acumulación de óxidos de hierro. (INEGI, 2022)



Uso de suelo y vegetación



- | | | |
|--|--|---|
| ☒ Agricultura | ☒ Bosque | ☒ Selva |
| ☐ Con suelo comúnmente húmedo | ☐ Cultivado | ☒ Selva (Caducifolia) |
| ☐ De riego | ☒ De coníferas | ☐ Selva (Espinosa) |
| ☒ De temporal lluvioso | ☒ De encino | ☐ Selva (Perennifolia) |
| | ☐ De niebla o de montaña | ☐ Selva (Subcaducifolia) |

Selva seca o selva baja caducifolia a lo largo del año, cambia tan marcadamente de apariencia que no parece ser la misma. Durante los meses lluviosos, se cubre con tupido follaje de color verde claro que la hace fresca y vigorosa. En la temporada seca, cae más del 95% de las hojas y adquiere un aspecto de bosque petrificado, con muchos árboles que parecen muertos. Pero de pronto, en lo más agudo de la sequía, la selva se llena espectacularmente de color

al desatarse la floración de muchos árboles, que resulta especialmente notoria porque están desprovistos de hojas. (INEGI, 2022)

Algunos de los árboles que podríamos encontrar:

- Copal chino y copal santo
- Chupandía
- Tepehuaje
- Bonete
- Colorín
- Pochote
- Clavellina
- Cazahuate

Arquitectura vernácula y sistemas constructivos

La arquitectura vernácula se define como la arquitectura sin arquitectos, es decir aquella que es anónima y popular. El diseño se basa en el clima, los materiales disponibles localmente y las necesidades de los habitantes.

Para esta investigación acerca de la arquitectura vernácula en Chiquilistlán, se considerará dentro de la influencia y la zona del lago de Chapala, que está a 50 km, mientras que la laguna de Sayula está a tan solo 36 km.

El lago de Chapala es un lugar sagrado para la cultura Wixárica, razón por lo que esta cultura influenció la arquitectura vernácula de esta zona.

Materiales disponibles:

- Madera
- Arena y arcilla
- Zacate
- Piedra braza y piedra bola

Sistemas constructivos:

Muros portantes de troncos de madera, con cubiertas de dos o cuatro aguas de zacate, muros de bahareque o adobe.



Figura 1 Arquitectura Vernácula

A principios de siglo XX, había construcciones de adobe con losas de teja sobre viguería de madera y entramado de carrizo.

Distribución del espacio

Uso de volados para generar zaguanes o doubles fachadas, que ayudan a mantener la frescura en verano. (actualmente se sigue practicando, ya que la bóveda catalana facilita la creación de estos volados)

Posteriormente a la conquista, se adoptó una distribución que consiste en un patio central, acceso mediante un zaguán y cocina y baño separados de los espacios principales.

En el caso de estar en un terreno montañoso, la construcción se adapta al terreno. Igualmente, se utilizan calles que respondan a la topografía natural en vez de aplanar el terreno.

Actualmente el sistema constructivo más común es utilizar bóveda catalana con vigas “I” y muros de ladrillo. También se pueden observar otros usos del ladrillo, como bóvedas de pañuelo o de cañón.

En el caso de los techos de dos aguas, se ve en este ejemplo que aún se utilizan con viguería de madera, sin embargo, se reemplazó el zacate o tejas por lámina metálica.



Figura 2 Ejemplificación de construcción en techo a dos aguas

1.2 Caracterización de la organización o comunidad

Nuestro PAP se desarrolla en diversos escenarios, el principal es en Chiquilistlán, en una comunidad donde vive Mariano y su familia, la cual nos ayudó a encontrar Karen, la regidora de Chiquilistlán. Mariano es un joven que padece de tuberculosis por lo que sus cuidados deben ser muy rigurosos. Él vive con su papá, su mamá, hermano/as y demás familiares, todos viven en un pequeño vecindario donde se ayudan día a día a salir adelante.

La familia de Mariano tienen necesidad de una vivienda. Esto es debido a que su condición se agrava con el clima frío. Como se puede observar en la gráfica de clima en uno de los apartados anteriores, el clima en el pueblo de Chiquilistlán puede llegar a ser muy frío. Debido a las condiciones de la vivienda actual de la familia, en la que no se tienen muros para hacer la vivienda más térmica; coincidimos con el criterio de Karen y la familia accedió a que llevemos a cabo el proyecto de vivienda dentro de su propiedad.

El segundo escenario es ahí mismo en Chiquilistlán en un terreno que tiene Mario, el técnico de laboratorio del ITESO, el cual nos sirvió para hacer ahí el taller de producción de BTCs a la comunidad de Chiquilistlán, pudimos sacar muestras de suelo del mismo terreno para poder hacer una mezcla apta para hacer los BTCs y aparte los 3 voluntarios que fueron llevaron un poco de la tierra de su terreno para que nosotros pudiéramos ayudarlos en probarla y decirles si era apta para hacer BTCs.

Como tercer escenario se tiene el instituto de planeación y gestión del desarrollo del área metropolitana de Guadalajara (IMEPLAN), el IMEPLAN funge como un organismo público descentralizado intermunicipal y eje rector de la Junta de Coordinación Metropolitana, que

tiene como función esencial realizar las acciones necesarias para la eficacia de la coordinación metropolitana, velar por el cumplimiento de la Agenda Metropolitana y autorizar los instrumentos de planeación, programación y proyectos específicos. Los mecanismos institucionales con los que cuenta esta junta son: el Consejo Ciudadano Metropolitano, así como las Agencias Metropolitanas, el Consejo Consultivo y las Mesas de Gestión.

Sus tres funciones principales son:

- **Planeación.** Del ordenamiento de la ciudad a través de instrumentos y mecanismos para la administración del territorio.
- **Coordinación.** Del sistema de colaboración entre los gobiernos municipales, el estatal, el federal y la ciudadanía para la toma de decisiones políticas públicas.
- **Gestión.** Del desarrollo integral de la ciudad desde un enfoque sustentable y resiliente.

En este escenario asistimos a diversos mercados como el Mercado Francisco Silva (Mercado Municipal 1), el Mercado Chamizal, el Mercado Irineo Paz y por último el Mercado “La Asunción”; esto por parte del IMEPLAN para analizar las condiciones en las que están, desde lo estético como acabados hasta fallas o deterioros del sistema constructivo, esto con el propósito de llenar una ficha y pasar el reporte para que ellos tengan un registro de los mercados.

1.3 Identificación de las problemáticas

La realización de este trabajo es importante ya que representa apoyo social hacia el usuario identificado en el escenario de Chiquilistlán, ya que, si se proveen los elementos para un proyecto de vivienda como es el diseño de mezcla en la zona y un manual para construcción con blocks de tierra compactada, la condición del usuario y su salud se verían beneficiadas directamente.

En el escenario de IMEPLAN, es necesaria la evaluación rápida de daños en los mercados, ya que, al ser infraestructura estratégica en el área metropolitana de Guadalajara, su evaluación es necesaria para que se pueda dar el mantenimiento adecuado a cada mercado y así se puedan mejorar y seguir ofreciendo los servicios de estos establecimientos.

1.4. Planeación de alternativas

El desarrollo de este proyecto se dio durante el periodo verano 2022, del 23 de mayo al 16 de Julio. Iniciamos asentando las bases teóricas acerca de los materiales que iban a ser estudiados y trabajados durante el verano, que en nuestro caso tocó trabajar con tierra, y el diseño de mezcla para hacer blocks de tierra compactada. Posteriormente realizamos pruebas de granulometría, densidad, contenido de humedad, entre otras, de tierras de

diferentes muestras, la mayor parte de ellas provenientes de Chiquilistlán. A lo largo de todo el semestre, estuvimos plasmando los resultados de estas pruebas en reportes.

Además de estas pruebas, como equipo hicimos pruebas en tres suelos diferentes de Chiquilistlán que fueron los que los participantes del taller llevaron para analizarla con la prueba de la botella, para así para conocer sus propiedades, posibilidades, usos y finalmente, su clasificación SUCS.

Simultáneamente a las pruebas de materiales, participamos junto con el IMEPLAN para constatar el estado de diferentes mercados de la Zona Metropolitana de Guadalajara. Registrando nuestras observaciones en fichas técnicas, en las cuales recibimos correcciones por parte del IMEPLAN.

Finalmente, usando los resultados de las pruebas realizadas, pudimos diseñar la mezcla ideal para el terreno en el que trabajamos el taller de producción de BTCs en Chiquilistlán, que también sirvió para enseñarle a la gente de allá cómo pueden construir con la tierra de su propio terreno.

1.5 Desarrollo de la propuesta de mejora

TIERRA: PRUEBAS PARA EL ANÁLISIS DE SUELO

Muestras de suelo

Dentro del alcance de este proyecto se estará clasificando y haciendo en diseño de mezcla para dos tipos de suelos, su descripción de encuentra a continuación.

Muestra 1

Tierra extraída de Chiquilistlán en el escenario específico de trabajo para el proyecto de vivienda. El muestreo se realizó por medio de la exploración geotécnica SPT, además de la extracción superficial con pala y el suelo resultante del ensayo de cono y arena.

Presenta características de un suelo fino, con un color rojizo.

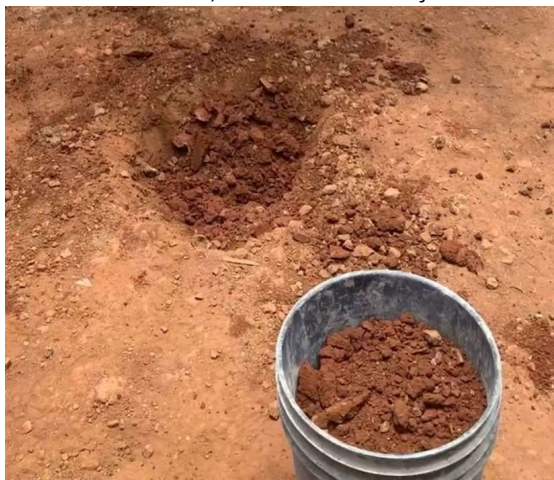


Figura 3 Identificación de muestra 1

Muestra 2

Suelo fino color rojo, extraído del terreno donde tomó lugar el taller de producción para BTC de manera superficial, por lo que presentaba aun raíces y poca vegetación.



Figura 4 Identificación de muestra 2

Los resultados respectivos a la muestra 1 están en el apartado de pruebas de identificación. Para la muestra dos solo se anexará la clasificación SUCS, ya que es información con la que ya se cuenta.

A continuación, se presenta el marco teórico así como análisis de pruebas hechas en campo y laboratorio.

PRUEBAS RÁPIDAS DE CAMPO

Introducción

Una desventaja al trabajar con la tierra como material de construcción es que no es un material estandarizado como el cemento o el acero, por lo que sus propiedades pueden variar ampliamente de un lugar a otro. Es por eso por lo que existen diferentes pruebas que ayudan a conocer estas propiedades o al menos dar una idea que indique su tendencia de comportamiento como las que se presentarán a continuación. Al estar trabajando dentro del PAP en escenarios donde el análisis del suelo no siempre puede llegar a un detalle nivel laboratorio, es importante abordar diferentes pruebas rápidas en campo que ayudan a conocer estas propiedades o al menos dar una idea que indique su tendencia de comportamiento.

Objetivo

Aprender algunas de las pruebas de campo rápidas que nos ayudan a identificar la posible composición/tipo de suelo, para después dictaminar que sistema constructivo de tierra es viable para el lugar.

Prueba de la botella

Antecedentes teóricos

La sedimentación en suelos permite ver en una primera instancia el tamaño de las partículas, de manera que las partículas de mayor tamaño muestran un proceso de sedimentación mucho más rápido que las de menor tamaño, denominadas como suelos finos: limos y arcillas.

Además dentro de esta prueba, una vez que la muestra ha sido asentada, permite ver capas separadas por los diferentes tamaños de partículas que se pueden asociar con la composición del suelo en grava, arena, limo o arcilla.

(amàco - English channel, 2017a)

De esta manera la prueba nos deja analizar visualmente de manera rápida una tentativa granulometría, donde:

Proporción de la capa de suelo fino respecto al resto de suelo:

- <50 % Material con baja relación de finos, se requiere estabilizar con mayor porcentaje de cal hidratada (7-9 %)
- >50 % Material con buena relación de finos, se requiere estabilizar con poco porcentaje de cal hidratada (4-6 %)

Equipo y materiales usados

- Recipiente transparente (botella)
- Muestra de suelo
- Agua
- Vernier

Procedimiento

1. Medir la altura del recipiente que contendrá la muestra.
2. Hacer una marca a un cuarto de su altura (aproximadamente).
3. Agregar la muestra de suelo hasta la marca de aforo, este debe ser representativa en el tipo de partículas que contiene.
4. Se termina de llenar la botella con agua hasta quedar llena pero que permita agitar de manera correcta su contenido.
5. Se homogeniza el contenido agitando el recipiente para después dejarlo asentar hasta que se ve la clara separación del suelo y agua.
6. Se homogeniza nuevamente y se deja reposar por 24 horas.
7. Una vez asentada la muestra, se mide la altura donde se presenta una distinción entre la separación de los diferentes tamaños de partículas que se presentan. (arcillas, limos, arenas y gravas).

(amàco - English channel, 2017a)

Datos y Cálculos

La cantidad de finos presentes en la muestra se pueden determinar con la medida en la altura de su capa en relación con la altura total de la botella.

$$\%_{finos} = \frac{H_{arcillas} + H_{limos}}{H_{total}}$$

Donde:

$H_{arcillas}$ = Altura en capa de arcilla (cm)

H_{limos} = Altura en capa de limos (cm)

H_{total} = Altura de toda la muestra de suelo (cm)

Tabla 1 Cantidad de finos presentes en la muestra en relación con la medición en capas: Suelo Chiquilistlán

finos	Altura total	7.85	cm
	Relacion en botella		
	Capa	Altura (cm)	Porcentaje finos
	Finos	0.785	10%
	Arena	7.065	

Contenido de Cal sugerido	
< 50%	7-9% Cal

Anexo fotográfico



Figura 5 Sedimentación de suelo: muestra de Chiquilistlán

Prueba del cigarro

Antecedentes teóricos

El suelo cohesivo contiene pequeñas partículas y suficiente arcilla para que el suelo se adhiera a sí mismo. Cuando el suelo es más cohesivo, es porque tiene mayor cantidad de arcilla, y presenta menos probabilidades de que se produzca un derrumbe o disgregue.

Los suelos granulares están formados por partículas gruesas como la arena o la grava. Cuando el suelo es menos cohesivo, se necesita agregar un “cementante” que ayude a la adhesión de esas partículas, una de las características de la arena es que esta presenta cohesión aparente cuando se le añade agua, pero sus partículas no se mantienen juntas ante presiones o fuerzas actuantes.

En los aspectos de ingeniería de la composición del suelo examinan las diferencias en textura, fuerza y consistencia que distinguen suelos cohesivos de ambientes de suelos no cohesivos. Tipos de suelos desde el punto de vista de la mecánica de suelos.

- Suelos no cohesivos: Las partículas no tienden a juntarse ni adherirse, sus partículas son relativamente grandes, también llamados suelos granulares o friccionantes (arenas, gravas y limos).
- Suelos cohesivos: Existen partículas muy pequeñas donde predominan los efectos electroquímicos superficiales. Las partículas tienden a juntarse (interacción agua/partícula) en suelos plásticos como las arcillas. (Grupo Cipsa, n.d.)

La presencia o ausencia de arcilla o partículas finas determina las cualidades cohesivas encontradas dentro de un entorno de suelo.

En efecto, arcilla y materiales de partículas más finas actúan como agentes que mantienen el suelo junto.

En los ambientes de suelos no cohesivos contienen poco a ninguna arcilla o partículas finas y cohesivos suelos contiene altas cantidades de arcilla y partículas finas.

Equipo y materiales usados

- Muestra representativa
- Cajón de mezcla
- Pisón
- Criba #10
- Espátula
- Molde metálico
- Agua
- Plástico

Procedimiento

1. La muestra se presentaba en cúmulos, así que en este caso de disgrego con ayuda del pisón y se criba por el tamiz #10.

2. Se humedece la muestra de forma homogénea hasta estado plástico, de manera que al tomarlo con la mano y cerrar el puño pueda quedar la tierra con forma de “gusano” en la mano. Esto es, se busca que la humedad sea suficiente para lograr esa cohesión en la tierra base sin sobre saturar o humedecer de más. Se identifica también con el característico olor a tierra mojada.
3. Se deja reposar la mezcla por 24 horas cubriendo con un plástico para que no pierda tanta humedad
4. Se comienza a formar cilindros del espesor de un de 3 cm. Tratar de hacer la prueba en no más de 15 minutos para que no cambie la humedad de la muestra.
5. Lo mejor será tener tiras de 50-80 cm y observar muy bien el proceso. Si al estar amasando y trabajando con la muestra se genera poca cohesión ya podemos ir conociendo resultados previos.
6. Teniendo una tira, esta se coloca en las manos de manera que quede volando y se sigue empujando para que cada vez mas de su longitud se encuentre en este estado. Esperando que en algún punto de esa longitud de produzca un corte.
7. Este proceso se repite con 3 tiras, para posteriormente medir los trozos obtenidos y sacar un promedio de sus longitudes.
(amàco - English channel, 2017c)

Datos y Cálculos

- Muy arcillosos: 15 – 30 cm
- Arcilla en un 50%: 5 - 15 cm
- Pobre en arcilla: Menos a 5 cm

Tabla 2 Medidas y promedio de fragmentos obtenidos en la prueba para suelo de Chiquilistlán

Suelo Chiquilistlán	
	Prueba Cigarro
	mm
	92.6
	84.4
	80.5
	79.15
	76.6
Promedio (cm)	8.27
Resultados	
Arcilla en un 50 %	

Anexo fotográfico



Figura 6 Cribado y disgregación en la preparación de Figura



Figura 7 Resultado de suelo en fragmento



Figura 8 Medición de los fragmentos con Vernier

Conclusión en pruebas de campo

Las pruebas de campo nos ayudan a ver en una primera instancia el posible comportamiento del suelo, sin embargo no dejan de ser poco precisa, ya que existen diferentes factores que alteran los resultados que vemos reflejados que no siempre son los reales o que aplican de manera general. Por lo que nos sirvieron como base, pero fue necesario corroborarlos con las pruebas de laboratorio que se muestran a continuación

PRUEBAS DE LABORATORIO

Determinación de la masa volumétrica seca del material en estado natural por el método del cono y arena

Objetivo

Es un ensayo que permite calcular in situ el valor de la densidad natural de los suelos, especialmente en suelos sin cohesión, arenas y gravas, los cuales representan un reto al usar otros métodos, ya que por lo general no se logran obtener muestras inalteradas en suelos con estas características.

Este ensayo de densidad in situ funciona para distintos suelos con diferentes tamaños de partículas dependiendo del tipo de cono a utilizar y los ensayos complementarios a disposición.

(Geotecnia fácil, 2022)

Antecedentes teóricos

Generalmente, la arena se compacta para lograr una densidad relativa del 70 al 80%. Después de la compactación, la densidad del campo se puede encontrar realizando una prueba de reemplazo de arena en el campo. El % de compactación se puede obtener de la densidad de campo para la densidad máxima obtenida de la prueba de densidad relativa, sustituyendo el volumen de material en campo por uno de un material conocido.

(Guevara, 2022)

Equipo y materiales usados

- Recipiente de calibración.
- Cono metálico superior e inferior con válvula o llave de paso.
- Arena sílica calibrada.
- Placa de base, cuadrada.
- Balanzas.
- Bolsas de plástico.
- Herramientas para hacer cala (barra metálica, pala de jardinería)

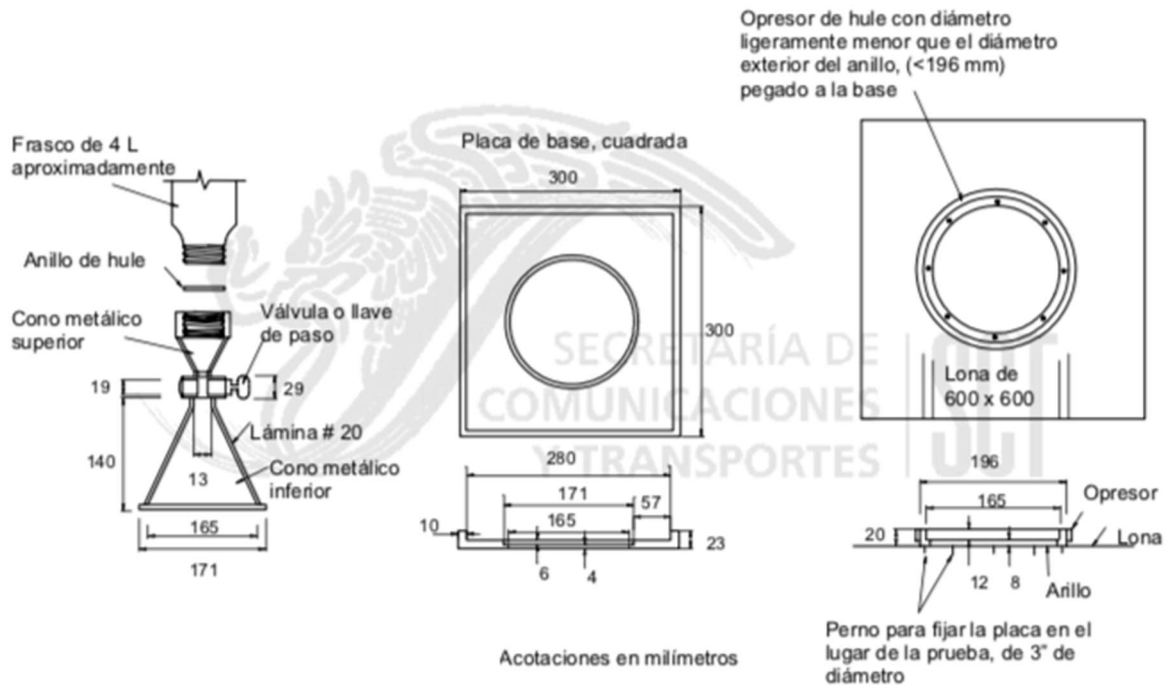


Figura 9 Instrumentos utilizados

(NMX-C-084-ONNCCE-2006, 2006)

Procedimiento

1. Pesar el frasco sin arena.
2. Poner en la boca del frasco el extremo con la abertura angosta del cono (con la válvula cerrada)
3. Poner arena dentro del cono, y abrir la válvula para permitir su paso y así llenar el frasco, repitiendo el proceso hasta llenarlo al cuello del frasco.
4. Pesar nuevamente el frasco ya con la arena dentro. Consiguiendo así la masa de la arena.
5. Excavar y crear la cala volumétrica, donde su volumen debe de ser menor a 3000cm^3 . Con el pico, y mientras retirábamos material y lo poníamos en las bolsas como muestras para analizar después.
6. Poner la placa metálica sobre la cala cuidando que su diámetro esté coordinado con el de la cala.
7. Invertir el cono lleno de arena sobre la circunferencia de la placa.
8. Abrir la válvula del cono y esperar a que el nivel de la arena se establezca.

9. Retirar el frasco con el cono, y recuperar la arena que queda sobre la placa metálica en una bolsa de plástico, cuidando no retirar más del nivel del suelo.
10. Retiramos la placa metálica del sitio y así terminamos la prueba en campo
11. Regresamos al laboratorio y pesamos de nuevo el frasco con la arena que quedó aún en él.

Cálculos y resultados

Se hicieron los siguientes cálculos para determinar la masa volumétrica del suelo en estado húmedo y seco en campo.

Ecuación 1 Determinación de la masa necesaria para llenar el cono de arena.

$$W_{sc} = W_{fs1} - W_{fsr1}$$

Donde:

W_{sc} = Masa de la arena necesaria para llenar el cono de mayor tamaño, (g)

W_{fs1} = Masa inicial del dispositivo conteniendo arena, (g)

W_{fsr1} = Masa del dispositivo con la arena remanente, (g)

Wfs1	6420.00	g
Wsr1	4840.00	g
Wsc	1580.00	g

Ecuación 2 Determinación de la masa volumétrica de la arena de prueba.

$$\gamma_{sd} = \frac{W_{sd}}{V_r} \times 1000$$

Donde:

γ_{sd} = Masa volumétrica de la arena seca, (kg/m³)

V_r = Volumen del recipiente de calibración, (cm³)

W_{sd} = Masa de la arena seca empleada para llenar el recipiente de calibración, (g), determinada con la siguiente expresión:

Vr	3807.00	cm ³
Wsd	5794.00	g
γ_{sd}	1521.93	kg/m ³

Ecuación 3 Determinación del volumen de la cala de prueba.

$$V_m = \frac{W_{fs3} - W_{fsr3} - W_{sc}}{\gamma_{sd}} \times 1000$$

Donde:

V_m = Volumen de la cala, (cm³)

W_{fs3} = Masa del dispositivo de prueba con el frasco lleno de arena, (g)

W_{fsr3} = Masa del dispositivo de prueba con la arena remanente, (g)

W_{sc} = Masa de la arena necesaria para llenar el cono de mayor tamaño, determinada como se indica en el Inciso K.2.1. de este Manual, (g)

γ_{sd} = Masa volumétrica de la arena limpia y seca empleada en la prueba, determinada como se indica en el Inciso K.2.2. de este Manual, (kg/m³)

Wfs3	6725.00	g
Wfsr3	2110.00	g
Wsc	1580.00	g
γ_{sd}	1521.93	kg/m ³
Vm	1994.17	cm ³

Ecuación 4 Determinación de la masa volumétrica del material húmedo en la cala.

$$\gamma_m = \left(\frac{W_m}{V_m} \right) \times 1\,000$$

Donde:

γ_m = Masa volumétrica del material húmedo en estado natural, (kg/m³)

W_m = Masa del material extraído de la cala, (g)

V_m = Volumen de la cala de prueba, (cm³)

Wm	2815.00	g
Vm	1994.17	cm ³
γ_m	1411.61	kg/m ³

Ecuación 5 Determinación de la masa volumétrica del material seco en la cala.

$$\gamma_{dn} = \left(\frac{\gamma_m}{100 + \omega} \right) \times 100$$

Donde:

γ_{dn} = Masa volumétrica seca del material en estado natural en la cala, que se considera igual a γ_{dc} para el caso de suelos en estado compacto, (kg/m³)

ω = Contenido de agua del material, (%)

γ_m = Masa volumétrica del material húmedo, obtenida como se indica en el Inciso K.4.2. de este Manual, (kg/m³)

γ_m	1411.61	kg/m ³
w	10.67	%
γ_{dn}	1275.51	kg/m ³

Anexo fotográfico



Figura 10 Pesos para cálculos medidos en laboratorio



Figura 11 Peso inicial de dispositivo de cono y arena



Figura 12 Inicio del proceso de la cala



Figura 13 Extracción del suelo para formación de la cala





Figura 14 Material extraído para determinación del contenido de humedad in situ



Figura 15 Vertido de arena sílica calibrada en la cala para determinar su densidad por medio del volumen del suelo extraído.



Figura 16 Peso de arena sílica remanente

Conclusiones

En esta visita del escenario pudimos obtener muestras para la caracterización del suelo, así como también realizamos una prueba preliminar al suelo para determinar su densidad en el sitio. Con los resultados que obtuvimos de la densidad del suelo pudimos generar el diseño de mezcla con la tierra del terreno de la familia de Mariano. De la misma manera, junto con las demás pruebas, podremos caracterizar el suelo analizado por medio del sistema SUCS.

Contenido de humedad

Objetivo

Obtener el contenido de humedad in situ en la muestra de suelo, sometiéndola a su secado. La prueba no es admisible si el agregado sufre alteración por calor.

Antecedentes teóricos

Este contenido ha sido expresado tradicionalmente como la proporción de la masa de humedad con respecto a la masa de la muestra de suelo después de que ha sido secada a un peso constante, o como el volumen de humedad respecto al volumen total de la muestra de suelo. Para realizar cálculos de contenido de humedad con base en el volumen se requiere una medida correcta de la densidad aparente del suelo, dada la variabilidad espacial y temporal de los niveles de humedad en el suelo, se recomienda tomar un gran número de muestras repetidas. Esta propiedad física del suelo es de gran utilidad en la construcción civil y se obtiene de una manera sencilla, pues el comportamiento y la resistencia de los suelos

en la construcción están regidos por la cantidad de agua que contiene. Por tal motivo, es muy importante realizar este estudio ya que la humedad proveniente del suelo daña de forma importante las construcciones de albañilería y concreto armado debido a que ambos materiales, dada su contextura, absorben fluidos a través de vacíos de pequeño diámetro que quedan en el interior de los elementos constructivos

Los suelos contienen diferente cantidad de agua dependiendo de su textura y estructura, el contenido de humedad del suelo puede cambiar rápidamente, pudiéndose incrementar en minutos u horas. En contraste, la fase de secamiento puede tomar semanas o meses. El límite superior de almacenamiento de agua se denomina con frecuencia “capacidad de campo” (CC), mientras que el límite inferior se denomina “punto de marchitamiento permanente” (PMP). La velocidad de drenaje está relacionada con la conductividad hidráulica del suelo. En otras palabras, el drenaje es más rápido en los suelos arenosos en comparación con los suelos arcillosos. Después de un tiempo, el rápido drenaje se hace insignificante y en ese punto, la humedad del suelo se denomina “capacidad de campo.” El contenido de humedad de los suelos típicamente se encuentra en un rango de 5 a 50 % cuando se encuentran en su máxima capacidad de retención (capacidad de campo).

(Janco, 2018)

Equipo y materiales usados

- Fuente de calor, horno/estufa
- Balanza, sensibilidad no menor del 0.1%
- Recipiente, no afectable por el calor
- Espátula
- Vidrio, aproximado de 10 mm espesor (Vidrio de reloj)

Procedimiento

1. Se toma una muestra del material preparado de masa(kg) indicada en la tabla 1, según el tamaño nominal del agregado y se colocan en el recipiente tarado.
2. Se determina su masa con una aproximación del 0.1%
3. Poner la muestra en la fuente de calor seleccionada para su secado. Si se emplea una fuente diferente a un horno, se debe mover continuamente la muestra con el agitador.
4. Se considera seca la muestra si al colocar el vidrio a temperatura ambiente, este no se empaña.
5. Dejar enfriar la muestra.
6. Determinar la masa de la muestra con una aproximación del 0.1%

Cálculos y resultados

El contenido de humedad es un porcentaje y se calculó con la siguiente ecuación.

$$\omega = \frac{w_1 - w_2}{w_2} \times 100$$

$$\omega = \frac{W_w}{W_s} \times 100$$

Donde:

w = Contenido de agua, %

W_1 = masa de muestra húmeda, g

W_2 = masa de muestra seca, g

W_w = masa del agua, g

W_s = masa de partículas sólidas, g

Tabla 3 Peso de muestra húmeda extraída in situ y peso después del secado en horno.

MUESTRA 1 : Suelo rojizo Chiquilistlán			
Masa húmeda	W_1	1815	g
Masa seca	W_2	1640	g
Tara	W_r	861	g

Tabla 4 Contenido de humedad de muestra 1

Contenido de humedad	ω (%)
$\omega = \frac{W_1 - W_2}{W_2} \times 100$	10.6707

Anexo fotográfico



Figura 17 Extracción de muestra in situ para contenido de humedad



Figura 18 Peso de la muestra en estado húmedo

Conclusiones

El dato del contenido de humedad en la muestra nos da una idea de la cantidad de agua debe añadirse en la elaboración de BTC porque en el método constructivo se estipula que la

mezcla debe asemejarse a la humedad natural que tendría el suelo en campo en su estado natural

Partículas más finas que la criba no.200 por medio de lavado

Objetivo

Partiendo de información preliminar donde se nos indica que estamos en presencia de un suelo fino, usamos el método de lavado para corroborar la muestra y saber que rumbo tomar respecto a las pruebas según este primer resultado granulométrico.

Antecedentes teóricos

El lavado de suelos logra depurar contaminantes del suelo, además de separar las partículas finas mediante las gruesas mediante ciclo de lavado. Las partículas de arcilla y otras que se disgregan por el agua y las que son solubles en la misma son separadas durante esta prueba. De manera que lo que se retiene en la malla puede ser metales, arenas, gravas y contaminantes.

Equipo y materiales usados

- Báscula
- Charolas
- Espátula
- Pisón
- Vaso de precipitado
- Horno/estufa
- Vidrio de reloj
- Mallas #200 de plástico
- Agua

Procedimiento

El agregado se humedece antes de la reducción para disminuir la segregación y pérdida de polvo. Posteriormente se seca la muestra a masa constante en la estufa hasta que se coloque el vidrio de reloj y este no se empañe. El peso seco de la muestra depende del tamaño máximo nominal, en nuestro caso usamos 150 gramos.

Una vez determinada la masa, se coloca en un recipiente y se le agrega agua cubriendo totalmente la muestra. Se agita con la mano o con algún medio para completar la separación de todas las partículas más finas que la criba 0.75 mm (#200) de las partículas gruesas y llevar el material más fino a que quede en suspensión y posteriormente se vierte el agua que contiene los sólidos suspendidos.

Se repite el procedimiento antes descrito tantas veces sea necesario para lograr que el agua de lavado se observe limpia.

Incorporar todo el material que se haya retenida en las cribas, aplicando un chorro de agua al reverso si es necesario. Secar la muestra a masa constante y determinar su masa.

Cálculos y resultados

La cantidad de material que pasa la criba 0.075 mm por lavado se calcula como

$$A = \frac{B - C}{C} \times 100$$

Donde:

A = % del material que pasa la criba determinada en el lavado

B = Masa original de la muestra seca en g

C = Masa de la muestra seca después de lavada en g

Tabla 5 Resultado del ensayo de lavado, muestra 1

MUESTRA 1: Suelo Rojizo Chiquilistlán		
Masa por medio de Lavado		
B (masa inicial)	200	g
C (masa lavado)	38.6	g
A(% pasa criba 200)	80.7	%

Análisis de resultados

Para la clasificación SUCS, los suelos de granos grueso y fino se distinguen mediante el tamizado del material por el tamiz N°. 200. De esta forma se considera que un suelo es grueso si más del 50% de sus partículas de este son retenidas en esa malla, de caso contrario, se considera como fino.

De acuerdo con los resultados mostrados podemos decir que se tiene un suelo fino, a pesar de que el material extraído presentaba cúmulos, terrones de suelo, dando un aspecto mayor al posible tamaño de partícula, estas son las mismas arcillas o limos que se disgregaron durante el proceso del ensayo.

Conclusiones

Como se mencionó en un inicio, esta prueba nos ayudó determinar el rumbo de ensayos, porque el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos varía el procedimiento de sus pruebas según el tamaño de partícula para una misma caracterización. De manera que la aplicación de límites de Attenberg fue necesaria para identificar la presencia de arcillas o limos que tenemos.

Anexo fotográfico



Figura 19 Lavado de muestra con malla #200

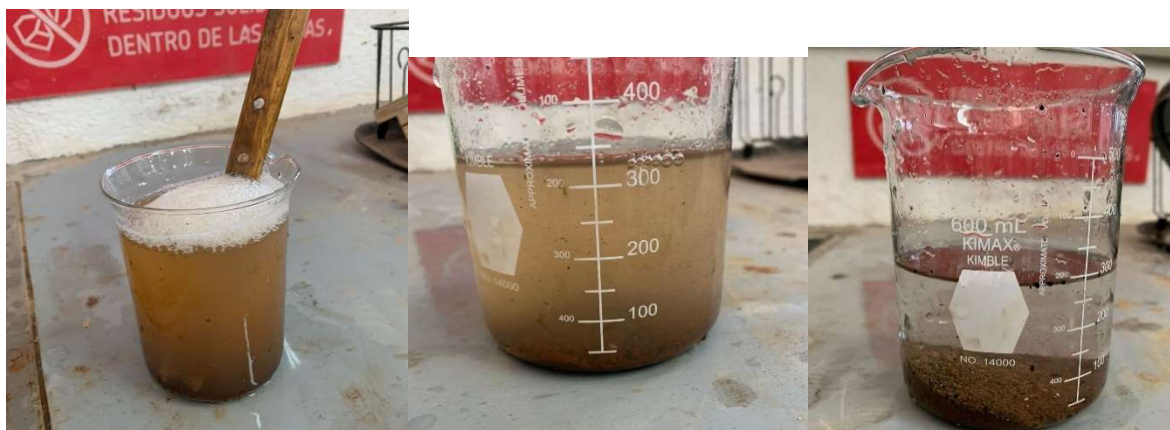


Figura 20 Remoción de arcillas durante el proceso de lavado



Figura 21 Remanente en estado húmedo



Figura 22 Remanente después del secado al horno

Límite líquido, límite plástico e índice plásticos

Objetivo

Determinar los contenidos de humedad que definen las fronteras entre los estados de consistencia semilíquido, plástico y semisólido, denominadas límite líquido y límite plástico, de una muestra de suelo pasante el tamiz N°40.

El límite líquido se define como el contenido de humedad en la frontera entre los estados de consistencia plástico y semilíquido. El límite plástico se define como el contenido de humedad en la frontera entre los estados de consistencia plástico y semisólido. Una vez encontrados estos resultados nos será posible calcular el índice plástico. Todo lo anterior para poder usar la carta de plasticidad y poder caracterizar nuestro suelo fino. Cada ensayo se realizó dos veces para tener resultados más certeros.

Antecedentes teóricos

La condición física de la mezcla de suelo y agua está denotada por la Consistencia. La Consistencia se define como la resistencia al flujo, que está relacionado con la fuerza de atracción entre partículas (resistencia de los suelos a la deformación y la ruptura). La plasticidad en los suelos involucra las etapas de formar una masa de material y moldearla hasta adquirir la forma que se desee, manteniéndola después que la fuerza deformante ha cesado, e incluso cuando el agua ha sido removida. Esta característica varía con la naturaleza mineralógica de la arcilla, el tamaño, la forma y orientación de las partículas del suelo, ya que es un fenómeno relacionado con las películas de agua alrededor de éstas.



Límite líquido

El Límite Líquido (LL) es el contenido de humedad por encima del cual la mezcla suelo-agua pasa a un estado líquido. En este estado la mezcla se comporta como un fluido viscoso y fluye bajo su propio peso. Por debajo de este contenido de humedad la mezcla se encuentra en estado plástico. Cualquier cambio en el contenido de humedad a cualquier lado de LL produce un cambio en el volumen del suelo (Atterberg).

Representa la frontera entre los estados de consistencia semilíquido y plástico. Atterberg lo definió como el contenido de agua (WL), que debe tener un suelo remoldado y ranurado colocado en una cápsula, de tal forma que, la ranura se cierre 1.27 cm con 25 golpes de la copa de Casagrande. Se emplea para determinar el contenido de agua con el cual el suelo adquiere una consistencia de lodo capaz de fluir con esfuerzos bajos.

Límite plástico

Es el contenido mínimo de humedad, WP, para el cual el suelo se deja moldear, rolando un cilindro de suelo. Cuando el rollo se agrieta y/o se desmorona, se considera que se ha alcanzado el límite plástico. El límite plástico (LP) es la humedad a partir de la cual un suelo deja de tener un comportamiento frágil para pasar a tenerlo plástico, es decir, la humedad límite entre el estado sólido y el plástico. A partir de esta humedad, el suelo puede sufrir cambios de forma irreversibles sin llegar a fracturar, y por debajo de esta el suelo, no presenta plasticidad. El límite plástico también es definido como el contenido de humedad fronterizo entre el estado plástico y el estado semi sólido del suelo. El ensayo normado tanto dentro de la ASTM en el cual una pequeña cantidad de suelo se enrolla mediante una presión manual y a una frecuencia normada, para realizar un rollo cuyo diámetro sea de 3.2 mm, el

cual debe llegar a una humedad en la cual el rollo presenta fisuras y no se podrá volver a remoldar.

Índice plástico

Atterberg, además del límite líquido, utilizó un segundo parámetro para definir la plasticidad de un suelo: el índice plástico, cuyo valor se obtiene por la diferencia entre el límite líquido y el límite plástico, y representa el intervalo de humedades para pasar del estado semi-plástico al semilíquido.

- $IP = WL - WP$

(Osorio, 2022)

Equipo y materiales usados

- Dispositivo copa de Casagrande
- Ranurador plano
- Calibrador de metal para ajuste de altura de caída de la copa
- Balanza con sensibilidad de 0.01 gr.
- Tamiz N°40
- Mortero y mazo de porcelana
- Espátula de acero
- Pipeta
- Horno de secado capaz de mantener una temperatura de hasta $110 \pm 5^\circ\text{C}$
- Vernier
- Trapo/bolsa de plástico
- Recipientes para humedad, fabricados en material resistente a la corrosión y al cambio de masa debido al secado y enfriamiento continuo.
- Placa de vidrio esmerilado para el límite plástico, de suficiente tamaño para formar los rollitos, de 30cm de lado aproximadamente.

Procedimiento

LÍMITE LÍQUIDO

Existen dos métodos para determinar el límite líquido:

- Método A o método multipunto, se requiere tres o más determinaciones en la copa Casagrande sobre un rango de humedad donde se ubica el límite líquido.
- Método B: o método de un punto, se requiere una determinación y se multiplica por un factor de corrección para la obtención del límite líquido.

Se eligió el método A en las para todos los ensayos.

El Método de preparación de la muestra fue el húmedo al tener un suelo que pasa en su mayoría por la malla N°40. Para esto se tamiza por la malla N°40 hasta obtener 150 a 200gr., se coloca en un recipiente, se agrega agua destilada y se mezcla hasta que llegue a una consistencia que requiera entre 25 a 35 golpes en la copa Casagrande para aplicar el método multipunto.

Para el método multipunto se inicia el ensayo con el punto correspondiente a la humedad menor, luego se incrementa la humedad y se hallan dos puntos adicionales. Los puntos necesarios deben ubicarse en los siguientes rangos de número de golpes necesarios para el cierre de la ranura.

Tabla 6 Rangos de número de golpes necesarios para el cierre de la ranura en ensayo multipunto

Ensayo	Rango “N” golpes
1	25-35
2	20-30
3	15-25

Se procede de la siguiente forma:

- La muestra previamente preparada a una consistencia de 25 a 35 golpes se mezcla con la espátula y se coloca una porción en la parte central de la copa de Casagrande cuidando que no se forme burbujas de aire, con ayuda del ranurador se verifica que tenga un espesor de 10mm, se empareja la superficie con la espátula.
- Se guarda el suelo sobrante en el mortero de porcelana y se cubre con una toalla húmeda o se coloca en una bolsa plástica para mantener el contenido de humedad.
- Utilizando el acanalador se corta el suelo colocado en la copa haciendo una ranura firme que separe la masa de suelo en dos partes. Mantenga el acanalador en forma perpendicular a la copa durante el corte.
- Se procede a aplicar los golpes girando la manivela de la copa a una velocidad de 1.9 a 2.1 golpes por segundo, cuente los golpes necesarios para cerrar la ranura en una longitud de ½ pulgada (13 mm).
- Anote el número de golpes necesarios para el cierre de la ranura, tome una porción de ese suelo para determinar el contenido de humedad con el que se logró el cierre en el rango de golpes requeridos. Coloque la muestra en un recipiente de masa conocida y determine la masa del suelo húmedo.
- Limpie y seque la copa y el acanalador para realizar otra determinación. Al resto del suelo en el molde de porcelana se le añade una pequeña cantidad de agua para aumentar el contenido de humedad y obtener una fluidez adecuada para disminuir la cantidad de golpes para que cierre la ranura.
- Repetir el procedimiento para ejecutar por lo menos dos ensayos adicionales, donde se obtenga el cierre de la ranura en los rangos de 20 a 30 golpes y de 15 y 25 golpes para el segundo y tercer ensayo respectivamente.

- Llevar las muestras de cada ensayo al horno para la determinación del contenido de humedad correspondiente.

(Shuan & Basurto, 2019)

LÍMITE PLÁSTICO

Para la preparación de la muestra se toma una porción de 20 gramos o más de la muestra utilizada en la determinación del límite líquido. Se reduce el contenido de humedad del suelo a una consistencia en que pueda ser rolado sobre la placa de vidrio sin pegarse a las manos. El proceso de reducción de la humedad puede acelerarse exponiendo el suelo a la corriente de aire de un ventilador, o secando con papel que no deje fibras al suelo, por ejemplo, papel toalla grueso o papel de filtro resistente a la humedad

De la muestra preparada se toma una porción de 1.5 a 2g. y se moldea en forma de una masa elipsoidal. Se rueda la masa de suelo entre la palma de la mano o dedos y la placa de vidrio de vidrio, con presión suficiente para adelgazar el suelo y darle forma de cilindro con diámetro uniforme de 3.2mm. en un tiempo máximo de 2 minutos.

En el proceso de rolado el suelo va perdiendo humedad por evaporación del agua contenida y por retención en la superficie rugosa del vidrio. El vidrio debe secarse continuamente si se observa húmedo.

Si el rollito de suelo alcanza el diámetro de 3.2mm y no se observa agrietamiento, se vuelve a amasar en forma elipsoidal y se repite el procedimiento de rolado sobre el vidrio cuantas veces sea necesaria hasta que observe que aparecen grietas o el rollito se quiebra bajo la presión del amasado.

Una vez que se empieza agrietar el rollito de 3.2 mm. se coloca en un recipiente de masa conocida y se tapa para conservar la humedad.

Se repite el procedimiento para formar 2 o 3 rollitos adicionales que en conjunto deben tener una masa mínima de 6 gr.

Se repite el procedimiento para obtener otra muestra de 6 gr mínimo. Se llevan al horno para determinar el contenido de humedad.

(Shuan & Basurto, 2019)

Cálculos y resultados

Para el límite líquido, con los datos de número de golpes “N” de las tres determinaciones y el valor del contenido de humedad “w” se procede a graficar en una escala semilogarítmica la curva de fluidez del suelo, ubicando el contenido de humedad como ordenada (y) en la escala aritmética y el número de golpes N como abscisa (x) en la escala logarítmica. La curva de fluidez es la mejor línea recta promedio que pase por los tres o más puntos ubicados.

En la abscisa ubicamos el valor correspondiente a 25 golpes y lo interceptamos a la curva de fluidez de tal forma que podamos leer el contenido de humedad correspondiente en la ordenada. Esa lectura se registra como valor del límite líquido del suelo y se redondea al entero más cercano.

En el límite plástico se calcula el promedio de los dos contenidos de humedad y se redondea al número entero más cercano.

El índice plástico se determina de la siguiente forma:

$$IP = LL - LP$$

Donde:

- IP = Índice plástico
- LL = Límite líquido
- LP = Límite plástico

El contenido de humedad se determina como

$$\omega = \frac{W_w}{W_s} \times 100$$

Donde:

ω = Contenido de agua (%)

W_w = Peso agua (g)

W_s = Peso suelo seco (g)

Únicamente para la muestra 1 se repitió el ensayo. La tara es el recipiente en que el que se contiene la muestra para determinar su masa. Los datos y cálculos se anexan a continuación para cada ensayo.

Muestra 1

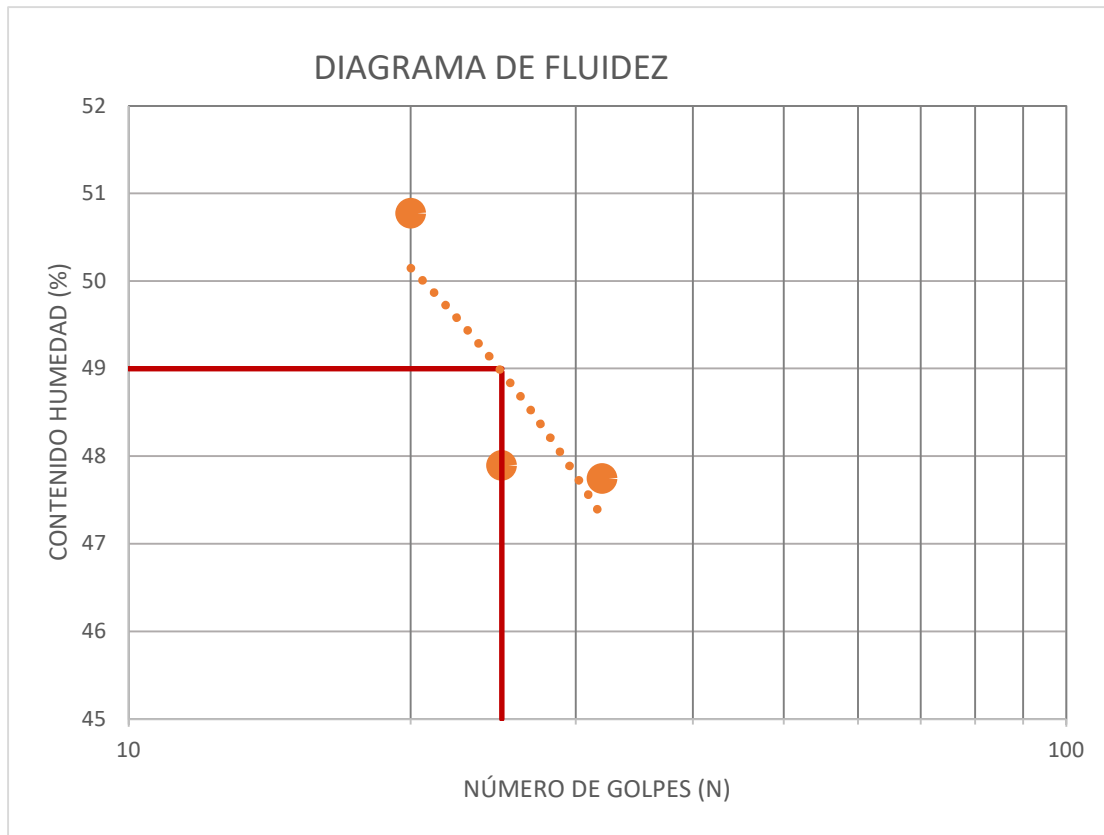
Tabla 7 Resultados para límite plástico y líquido en muestra 1

		LÍMITE PLÁSTICO		LÍMITE LÍQUIDO		
NÚMERO DE GOLPES N				32	25	20
RANGO N				25-35	20-30	15-25
1	Masa suelo húmedo + tara (g)	36.53	30.93	177.45	192.29	138.23
2	Masa suelo seco + tara (g)	34.47	29.12	165.67	177.85	123.74
3	Masa de agua (1 - 2) (g)	2.06	1.81	11.78	14.44	14.49
4	Masa de tara (g)	28.37	24.02	141	147.7	95.2
5	Masa suelo seco (2 - 4) (g)	6.10	5.10	24.67	30.15	28.54
6	Contenido de humedad (%)	33.77	35.49	47.75	47.89	50.77
		LP (%)	34.63			
					LL (%)	55.22

IP (%)	20.59
--------	-------

	Límite Líquido	Límite Plástico	Índice plástico
Ensayo	LL	LP	IP
Muestra 1	55	35	21

Gráfica 6 Diagrama de fluidez muestra 1.



Análisis de resultados

Utilizando únicamente la carta de plasticidad SUCS, se dará la clasificación para el contenido de finos en nuestro suelo, sin embargo la clasificación completa se mostrara más adelante usando la clasificación por el sistema unificado de suelos más adelante, una vez que se tengan todos los resultados de las pruebas debidas, ya que el ensayo de límites de consistencia no se toma en cuenta la granulometría de toda la muestra, si no, únicamente la de los finos, esta sin tomar los resultados de las granulometrías que mostraran más adelante

Tabla 8 Resumen resultados muestra 1

	Límite Líquido	Límite Plástico	Índice plástico
Ensayo	LL	LP	IP
Muestra 1	49	35	14

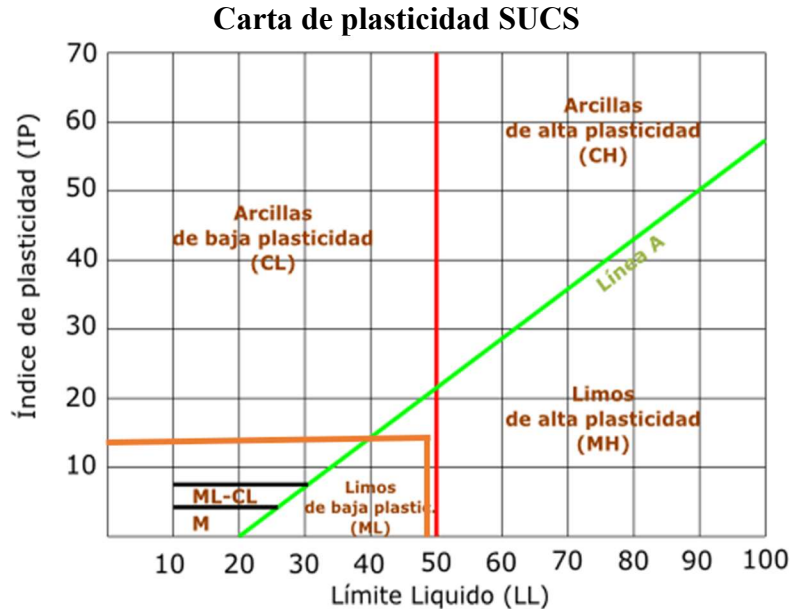


Figura 23 Ubicación de resultados de ensayos en carta de plasticidad

Ubicando los resultados en la carta de plasticidad, obtenemos una lectura para un tipo de suelo fino: “Limos de baja plasticidad, ML” en la muestra 1.

Conclusiones

Dentro de la información del PAP y de la comunidad de Chiquilistlán se tiene información preliminar de una composición de suelo arcillosa, fue la misma razón de hacer el ensayo de límites una segunda vez, al obtener un resultado diferente a este. De igual manera para el resto de las muestras se tiene una suposición de suelo arcilloso, pero nunca se habían hecho pruebas tal cual por lo que esperaremos a los resultados de la clasificación SUCS para un análisis y clasificación completa, pero por lo pronto tomamos como válidos los hallazgos de estas pruebas.

Anexo fotográfico



Figura 24 Copa de casa grande



Figura 25 Malla #4



0

Figura 26 Preparación del suelo



Figura 27 Cerramiento de 13 mm



Figura 28 Muestra de limite liquido en probetas de contracción para secado



Figura 29 Muestra de limite plástico para ser secado

Granulometría por vía húmeda

Objetivo

El objetivo principal de la prueba es poder conocer las características representativas de las partículas y con ello deducir el origen y procedencia del suelo y las propiedades mecánicas de los elementos que lo componen.

Antecedentes teóricos

La prueba de granulometría por cribado permite conocer las características representativas de las partículas, con ello deducir el origen y procedencia del suelo, además las propiedades mecánicas de los elementos que lo componen. Estos resultados, junto con la realización de otros ensayos nos permiten conocer su comportamiento ingenieril para el diseño en diferentes áreas, construcción de proyectos, tanto estructuras como carreteras.

Nos permiten determinar el tamaño máximo nominal del agregado, que será factor importante para determinar el ensaye de las pruebas subsecuentes, además nos ayuda a dibujar la curva granulométrica, que es la representación gráfica de los resultados obtenidos cuando se analiza la estructura del suelo desde el punto de vista del tamaño de las partículas que lo forman. Además, con ella podemos obtener los coeficientes de curvatura y uniformidad, estos datos pueden usarse para calcular las proporciones en mezclas según el tamaño de partícula requerido.

Equipo y materiales usados

- Báscula
- Charolas
- Cucharón
- Espátula
- Horno/estufa
- Vidrio de reloj

- Mallas número ½", 3/8", 4, 10, 20, 40, 60, 100 y 200.
- Agua

Procedimiento

1. Definir la muestra a usar, y se preparan las mallas con las que vamos a cribar el suelo; se acomodan por orden, de mayor abertura a menor abertura, dejando un molde hasta abajo para atrapar los remanentes.
2. Se toma la primera malla con el molde de remanentes abajo y se coloca debajo del chorro de agua, se empieza a lavar hasta el agua que queda en los remanentes esté limpia o no se observa desprendimiento de partículas. Se puede separar la muestra en porciones si es muy grande.
3. Una vez que se concluya con el lavado, el material retenido en la malla se coloca en una charola para ser secada a masa constante y después se determina su peso.
4. El material que paso la malla, es decir el que está en el molde de remanentes se coloca en la siguiente malla para ser lavada, secada y pesada como se hizo anteriormente.
5. Este procedimiento se repite para cada malla, de manera que obtenemos como datos el peso de la cantidad retenida en cada malla y la cantidad que pasa. El dato del peso es una vez que el material fue secado al horno.

Cálculos y resultados

Este ensayo, como se mencionó anteriormente solo fue hecho a la muestra 2, el suelo fino blanco.

Se traza la curva granulométrica, el eje de las abscisas corresponde al diámetro de malla y el eje de las ordenadas al porcentaje que pasa dicha malla.

Cuando se tiene una curva completa es posible calcular el coeficiente de uniformidad (Cu) y coeficiente de curvatura (Cc) del material, con las siguientes fórmulas.

$$Cu = \frac{D_{60}}{D_{10}}$$

$$Cc = \frac{D_{30}^2}{(D_{60} \times D_{10})}$$

Donde:

- *Cu: es el coeficiente de uniformidad del material, número adimensional*
- *Cc: es el coeficiente de la curvatura del material, número adimensional*

D10, D30, D60: son los que representan los tamaños de las partículas del suelo en milímetros (mm) que en la gráfica de la composición granulométrica corresponden al 10, 30 y sesenta por ciento, que pasa respectivamente. Es decir, D10, D30 y D60 son las abscisas de la gráfica granulométrica donde interceptan las ordenadas 10, 30 y 60 % respectivamente.

- *Masa inicial de la muestra = 600 g*

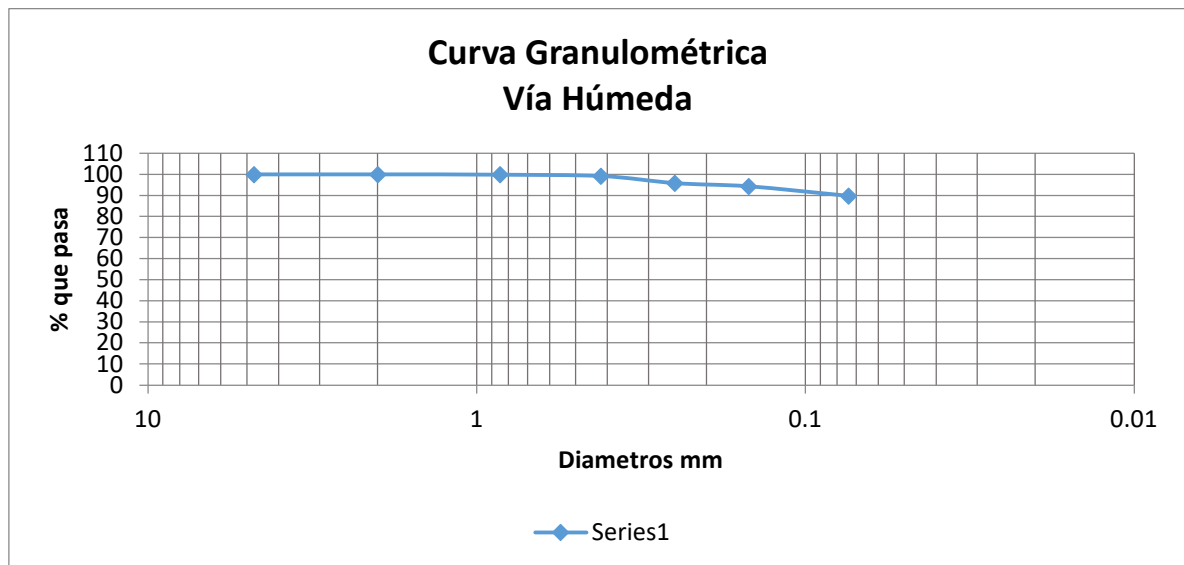
Tabla 9 Resultado para la gráfica granulométrica, distribución de la muestra en los diferentes tamaños de mallas

Muestra seca inicial		0.864	g			
Peso de malla (g)	Tamaño malla (mm)	N° Malla	Retenido (g)	Retenido (%)	Retenido Acumulado (%)	Porcentaje que pasa (%)
719	19.05	3/4"	0	0	0	100
810	12.7	1/2"	0	0	0	100
823	9.525	3/8"	0.63	0.10415513	0.10415513	99.8958449
622.00	4.76	4	3.86	0.63815682	0.74231195	99.2576881
605.00	2	10	20.58	3.40240086	4.1447128	95.8552872
523.00	0.85	20	9.11	1.50611622	5.65082903	94.349171
361.00	0.42	40	27.68	4.57621262	10.2270416	89.7729584
422.00	0.25	60	11.85	1.95910837	12.18615	87.81385
420.00	0.149	100	6.667	1.10222578	13.2883758	86.7116242
457.00	0.074	200	14.59	2.41210051	15.7004763	84.2995237
728.00	<.074	Remanente<200	509.90	84.2995237	100	
Σ Suma total			604.867	g		

Tabla 10 Comparativa de porcentajes de suelo fijo

Porcentaje de finos en muestra	
Ensayo	% pasa malla #200
Lavado finos	80.70
Vía seca	3.12
Vía húmeda	84.30

Gráfica 7 Curva granulométrica muestra



Análisis de resultados

Para nuestra curva resultante no fue posible calcular ninguno de los coeficientes porque el porcentaje que pasa mayor es de 84.30%, es decir no se alcanza a tener lectura del 30 y 10% que pasa en los tamices respectivos, esto es resultado del alto contenido de finos.

Conclusiones

Al hacer la comparativa del porcentaje de suelo que pasa la malla #200, es decir, el suelo fino, se puede observar que se obtienen resultados similares por lo que podemos concluir como correctos ambos ensayos.

De igual manera al ver la cantidad de material en la distribución de las mallas correspondientes a la arena, podemos ver un contenido significativo que seguramente se verá reflejado en la clasificación SUCS

Anexo fotográfico



Figura 30 Finos que pasaron la malla #200



Figura 31 Juego de mallas para el cribado

Clasificación SUCS

Objetivo

Identificar el suelo usando los resultados de las pruebas mostradas anteriormente, por medio de asignar a una masa de suelo una clasificación de acuerdo con el comportamiento, propiedades y caracteres ingenieriles que la caractericen. De esta manera SUCS agrupa los suelos de características y propiedades geotécnicas similares, correlaciona entre categorías de clasificación y propiedades geotécnicas relevantes.

Antecedentes teóricos

El Sistema Unificado de Clasificación de Suelos - SUCS (Unified Soil Classification System (USCS)) es un sistema de clasificación de suelos usado en ingeniería y geología para describir la textura y el tamaño de las partículas de un suelo. Este sistema de clasificación puede ser aplicado a la mayoría de los materiales sin consolidar y se representa mediante un símbolo con dos letras (Geotecnia A, 2016).

Tabla 11 Símbolos en denominación SUCS

Primera y/o segunda letra		Segunda letra	
Símbolo	Definición	Letra	Definición
G	grava	P	pobrememente graduado (tamaño de partícula uniforme)
S	arena	W	bien graduado (tamaños de partícula diversos)
M	limo	H	alta plasticidad
C	arcilla	L	baja plasticidad
O	orgánico		

Tabla 12 Nomenclatura SUCS

El sistema Unificado de clasificación de suelos, utiliza como identificación los siguientes símbolos:

Símbolo	G	S	M	C	O	Pt	H	L	W	P
Descripción	Grava	Arena	Limo	Arcilla	Limos o arcillas orgánicas	Turba y suelos altamente orgánicos	Alta plasticidad	Baja plasticidad	Bien graduado	Mal graduado

Para clasificar el suelo hay que realizar previamente una granulometría del suelo mediante tamizado u otros. También se le denomina clasificación modificada de Casagrande. Por supuesto, un sistema de clasificación de suelos NO elimina la necesidad de realizar una investigación detallada del terreno, o de efectuar ensayos más sofisticados para determinar ciertas propiedades del suelo. Sin embargo, las propiedades ingenieriles correlacionan bastante bien con las propiedades índice y de clasificación de un depósito de suelo dado. Así, conociendo la clasificación del suelo, se tendrá una idea general bastante buena sobre la potencialidad del suelo para ser usado en una aplicación particular, y sobre su

comportamiento durante la construcción y/o durante la vida útil del proyecto (Holtz et al, 2011).

Dos divisiones grandes que se hacen dentro de esta clasificación son los suelos gruesos y suelos finos.

- Suelos gruesos. Se dividen en gravas y arena, y se separan con el tamiz N° 4, de manera que un suelo pertenece al grupo de grava si más del 50% retiene el tamiz No 4 y pertenecerá al grupo arena en caso contrario.
- Suelos finos. El sistema unificado considera los suelos finos divididos entre grupos: limos inorgánicos (M), arcillas inorgánicas (C) y limos y arcillas orgánicas (O). Cada uno de estos suelos se subdivide a su vez según su límite líquido, en dos grupos cuya frontera es $LI = 50\%$. Si el límite líquido del suelo es menor de 50 se añade al símbolo general la letra L (low compresibility). Si es mayor de 50 se añade la letra H (high compresibility). Obteniéndose de este modo los siguientes tipos de suelos:

ML: Limos Inorgánicos de baja compresibilidad.

OL: Limos y arcillas orgánicas.

CL: Arcillas inorgánicas de baja compresibilidad.

CH. Arcillas inorgánicas de alta compresibilidad.

MH: Limos inorgánicos de alta compresibilidad.

OH: arcillas y limos orgánicas de alta compresibilidad.

- Suelos orgánicos. Constituidos fundamentalmente por materia orgánica. Son inservibles como terreno para cimentación.

SISTEMA DE CLASIFICACIÓN DE SUELOS UNIFICADO "S.U.C.S."

DIVISIONES PRINCIPALES			Símbolos del grupo	NOMBRES TÍPICOS	IDENTIFICACIÓN DE LABORATORIO	
SUELOS DE GRANO GRUESO Más de la mitad del material retenido en el tamiz número 200	GRAVAS Más de la mitad de la fracción gruesa es retenida por el tamiz número 4 (4,76 mm)	Gravas limpias (sin o con pocos finos)	GW	Gravas, bien graduadas, mezclas grava-arena, pocos finos o sin finos.	Determinar porcentaje de grava y arena en la curva granulométrica. Según el porcentaje de finos (fracción inferior al tamiz número 200). Los suelos de grano grueso se clasifican como sigue: <5%→GW,GP,SW,SP. >12%→GM,GC,SM,SC. 5 al 12%→casos limite que requieren usar doble símbolo.	$Cu = D_{60}/D_{10} > 4$ $Cc = (D_{30})^2/D_{10} \times D_{60}$ entre 1 y 3
		Gravas mal graduadas, mezclas grava-arena, pocos finos o sin finos.	GP			No cumplen con las especificaciones de granulometría para GW.
		Gravas con finos (apreciable cantidad de finos)	GM	Gravas limosas, mezclas grava-arena-limo.		Límites de Atterberg debajo de la línea A o $IP < 4$. Encima de línea A con IP entre 4 y 7 son casos
			GC	Gravas arcillosas, mezclas grava-arena-arcilla.		Límites de Atterberg sobre la línea A con $IP > 7$. limite que requieren doble símbolo.
	ARENAS Más de la mitad de la fracción gruesa pasa por el tamiz número 4 (4,76 mm)	Arenas limpias (pocos o sin finos)	SW	Arenas bien graduadas, arenas con grava, pocos finos o sin finos.		$Cu = D_{60}/D_{10} > 6$ $Cc = (D_{30})^2/D_{10} \times D_{60}$ entre 1 y 3
			SP	Arenas mal graduadas, arenas con grava, pocos finos o sin finos.		Cuando no se cumplen simultáneamente las condiciones para SW.
		Arenas con finos (apreciable cantidad de finos)	SM	Arenas limosas, mezclas de arena y limo.		Límites de Atterberg debajo de la línea A o $IP < 4$. Los límites situados en la zona rayada con IP entre 4 y 7 son casos
			SC	Arenas arcillosas, mezclas arena-arcilla.		Límites de Atterberg sobre la línea A con $IP > 7$. intermedios que precisan de

SUELOS DE GRANO FINO Más de la mitad del material pasa por el tamiz número 200	Limos y arcillas: Limite liquido menor de 50	ML	Limos inorgánicos y arenas muy finas, limos limpios, arenas finas, limosas o arcillosa, o limos arcillosos con ligera plásticidad.
		CL	Arcillas inorgánicas de plasticidad baja a media, arcillas con grava, arcillas arenosas, arcillas limosas.
		OL	Limos orgánicos y arcillas orgánicas limosas de baja plasticidad.
	Limos y arcillas: Limite liquido mayor de 50	MH	Limos inorgánicos, suelos arenosos finos o limosos con mica o diatomeas, limos elásticos.
		CH	Arcillas inorgánicas de plasticidad alta.
		OH	Arcillas orgánicas de plasticidad media a elevada; limos orgánicos.
Suelos muy orgánicos		PT	Turba y otros suelos de alto contenido orgánico.

Cálculos y resultados

Tabla 13 Resultados y clasificación de Muestra 1: muestra de proyecto de vivienda

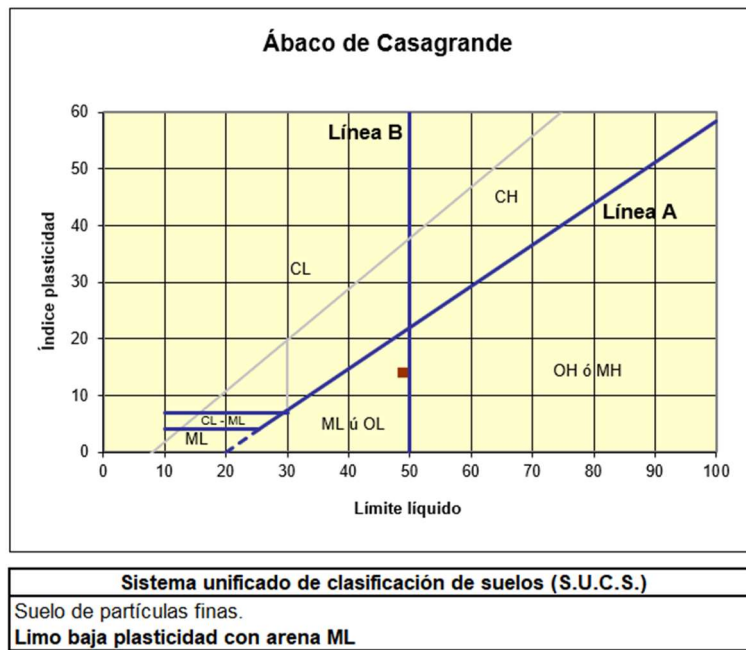
Tamiz (mm)	Pasa (%)	Pasante (%)
100	100.00	100.00
80	100.00	100.00
63	100.00	100.00
50	100.00	100.00
40	100.00	100.00
25	100.00	100.00
20	100.00	100.00
12.5	100.00	100.00
10	99.89	99.89
6.3	99.25	99.25
5	95.86	95.86
2	94.34	94.34
1.25	89.77	89.77
0.4	87.81	87.81
0.160	86.71	86.71
0.080	84.29	84.29

Límite líquido, LL:	49.00	%
Límite plástico, LP:	35.00	%
Índice plasticidad, IP:	14.00	%
Humedad natural (%)	10.67	%

Sistema unificado de clasificación de suelos (S.U.C.S.)
Suelo de partículas finas.
Limo baja plasticidad con arena ML

Limo baja plasticidad con arena ML

Gráfica 8 Ubicación en carta plástica para los dos ensayos en los límites plástico y líquido, muestra 1.



Gráfica 9 Curva Granulométrica para muestra 1

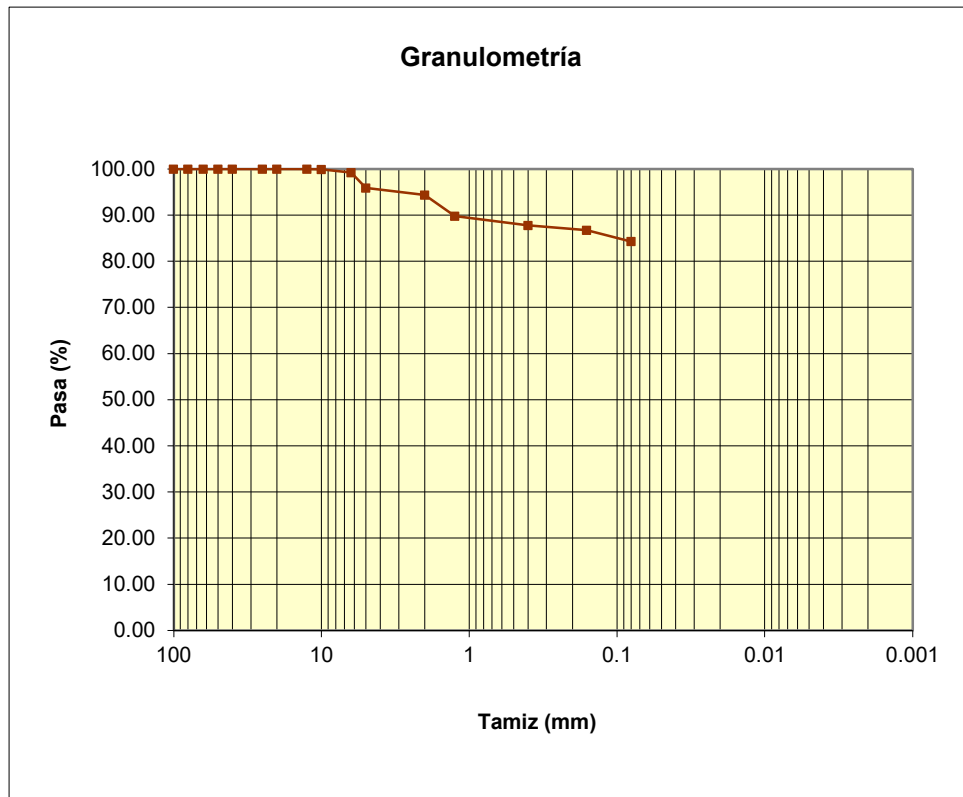


Tabla 14 Resultados y clasificación de Muestra 2: Suelo usado en el taller de producción de BTC

Tamiz (mm)	Pasa (%)	Pasante (%)
100	100.00	100.00
80	100.00	100.00
63	100.00	100.00
50	100.00	100.00
40	100.00	100.00
25	100.00	100.00
20	100.00	100.00
12.5	100.00	100.00
10	100.00	100.00
6.3	100.00	100.00
5	100.00	100.00
2	100.00	100.00
1.25	100.00	100.00
0.4	100.00	100.00
0.160	100.00	100.00
0.080	96.30	96.30

D ₆₀ :	0.00682 mm
D ₃₀ :	- mm
D ₁₀ (diámetro efectivo):	- mm
Coefficiente de uniformidad (Cu):	-
Grado de curvatura (Cc):	-

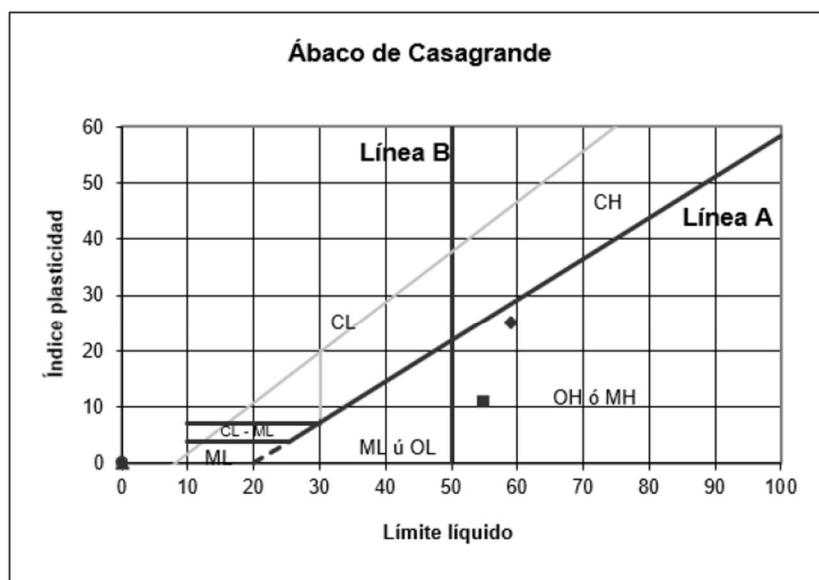
Sistema unificado de clasificación de suelos (S.U.C.S.)

Suelo de partículas finas.
Limo alta plasticidad MH

	Ensayo 1	Ensayo 2
Limite líquido, LL:	55.00	59.00 %
Limite plástico, LP:	44.00	34.00 %
Indice plasticidad, IP:	11.00	25.00 %
Humedad natural (%):	14.28	%
Densidad seca (gr/cm ³):	2.51	

Limo alta plasticidad MH

Gráfica 10 Ubicación en carta plástica para los dos ensayos en los límites plástico y líquido, muestra 2.



Plasticidad (arcillas) o compacidad (limos): Baja: LL < 30; Media: 30 < LL < 50; Alta: LL > 50

Análisis de resultados

Muestra 1

El suelo resultante fue un limo al estar debajo de la línea "A", al tener un límite líquido menor a 50, se considera como un suelo de baja plasticidad, pero recordemos que su LL fue igual a 49, es decir, quedo en el límite.

Muestra 2

Dentro de los dos ensayos de límites de consistencia hechos, ambos quedaron debajo de línea “A”, indicando que es un limo, y no una arcilla como se había pensado originalmente, este a su vez es de alta plasticidad, por lo que la denominación que le damos al suelo en la muestra 1 es un MH, limo de alta plasticidad.

La plasticidad es la propiedad de un material que permite resistir deformaciones rápidas, sin cambiar de volumen y sin agrietarse ni desagregarse. La plasticidad de un suelo es controlada por el contenido de minerales arcillosos: el tipo de mineral y la cantidad presente.

Diseño para mezcla de BTC

El diseño de la mezcla que se usará para la producción de BTC fue diseñada de acuerdo con las pruebas realizadas en el laboratorio de ITESO, dentro de las cuales existen: límite líquido, límite plástico, índice plástico, lavado de finos, granulometría y densidad de suelo.

Recordemos que el diseño de mezcla se hizo con la muestra 1, teniendo un resultado de suelo : Limo de baja plasticidad con arena (ML)

Es importante mencionar que la plasticidad es atribuible al contenido de partículas escamosas de tamaño coloidal presentes en los suelos. Las partículas escamosas además son responsables de la alta compresibilidad y la baja permeabilidad de los suelos.

En relación con la plasticidad de los suelos, durante un proceso de deformación, el volumen de una arcilla permanece constante. Por el contrario el volumen de una arena cambia continuamente durante el mismo. Si se intenta deformar una masa de arena húmeda rápidamente, esta se desagrega (la arena es friable). En virtud de esto, puede definirse la plasticidad como la propiedad de un material que permite resistir deformaciones rápidas, sin cambiar de volumen y sin agrietarse ni desagregarse.

La plasticidad es la propiedad que expresa la magnitud de las fuerzas de las películas de agua dentro del suelo ya que éstas permiten que el suelo sea moldeado sin romperse hasta un determinado punto. Es el efecto resultante de una presión y una deformación.

La magnitud de la deformación que puede soportar un suelo con un determinado contenido de humedad está dada por la distancia que las partículas pueden moverse sin perder su cohesión. La presión que se requiere para producir una deformación específica es un índice de la magnitud de las fuerzas de cohesión que mantienen las partículas juntas. Estas fuerzas varían con el espesor de las películas de agua entre partículas. Puesto que la deformación total que puede ser producida varía con el tamaño y forma de las partículas, es evidente que la superficie total presente determina el número de películas de agua contribuyentes a la cohesión.

disminución del límite superior de plasticidad y la consiguiente disminución del número de plasticidad. Se necesita un mayor contenido de humedad para obtener plasticidad en un suelo con alto contenido de arcilla que en otro con menos contenido de arcilla.

Con el fin de constatar la calidad de los BTC a elaborar, se tomaron como referencias la norma española UNE 41410, la norma mexicana NMX-C-508 y las recomendaciones generadas a partir de las pruebas realizadas en Grenoble, Francia por CRATerre (Rakotomamonjy, 2014). La norma UNE 41410 recomienda que la plasticidad del suelo esté

dentro de los rangos establecidos en la carta de plasticidad, enfatizando que, si se cumple con lo establecido, las piezas de BTC darán resultados satisfactorios. La zona sombreada de la siguiente figura indica la franja de cumplimiento de dicha norma y el triángulo representa la muestra de tierra.

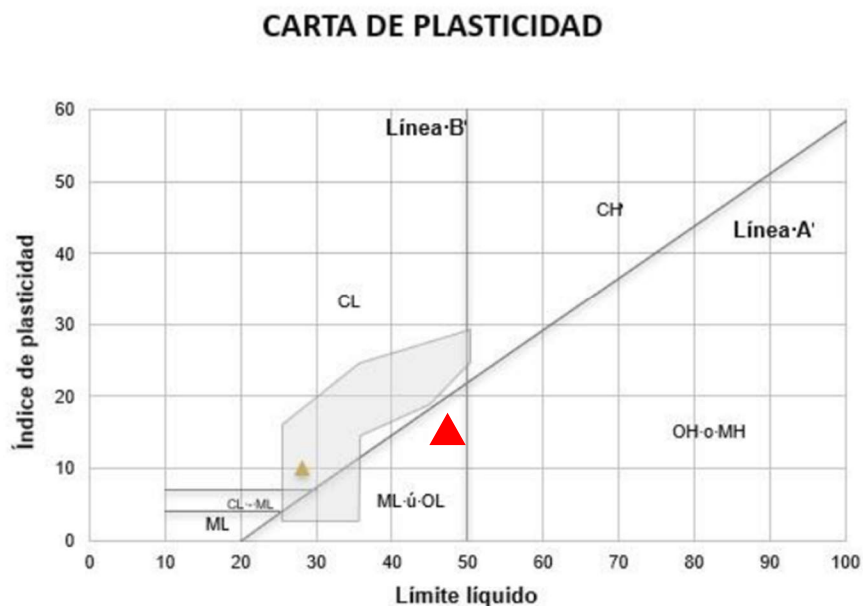


Figura 32 Un suelo dentro de la zona sombreada gris es favorable para la elaboración de BTC. El triángulo rojo indica nuestro tipo de suelo en la carta de plasticidad.

Como podemos ver en la gráfica anterior nuestro suelo está fuera de la zona favorable para el sistema constructivo, es por eso por lo que necesitaremos mejorarlos con cementantes, para eso se proponen dos diseños de mezcla, estas se muestran a continuación.

Usando las convenciones para la dosificación de los agregados cementantes (cal y cemento) y de acuerdo con el principio de: "La cal complementa las partículas finas del suelo como limos y arcillas, el cemento complementa las partículas gruesas del suelo como las arenas"(CRATerre, 2014); fue como desarrollamos 2 propuestas de mezcla que se presentan en la siguiente tabla.

DOSIFICACION 1			DOSIFICACION 2		
Dosificación (%) basada en cantidad de suelo			Dosificación (%) basada en cantidad de suelo		
Arena	26%		Arena	40%	
Cal	6%		Cal	7%	
Cemento	2%		Cemento	4%	
Arcilla	66%		Arcilla	49%	
				100%	
Mezcla	12	kg	Mezcla	12	kg
Pesos de cada agregado según dosificación			Pesos de cada agregado según dosificación		
Arena	3.1	kg	Arena	4.8	kg
Cal	0.7	kg	Cal	0.8	kg
Cemento	0.2	kg	Cemento	0.5	kg
Arcilla	7.9	kg	Arcilla	5.9	kg
Cantidad	12.0	kg	Cantidad	12	kg

Al elaborar estas dos propuestas en laboratorio, nos dimos cuenta de que el procedimiento de la realización de los BTC se facilitó cuando se usaba la segunda dosificación, además; la dosificación 2 usa proporciones más cercanas a los límites de los agregados que son los siguientes para metros:

- Cal: Del 1% - 10%
- Cemento: Del 1% - 4%

Por lo que finalmente decidimos usar el segundo diseño de mezcla para impartir el taller en Chiquilistlán, haciendo una dosificación tomando en cuenta los resultados de la muestra, que es la que estaba presente (in situ) para extracción durante el taller de BTC.

Tomando en cuenta una producción en masa, se pasó la dosificación a peso y cubetas usando las densidades de los materiales, el proceso se muestra a continuación, siendo 500 kilogramos de mezcla lo que se tomó en cuenta para la dosificación.

La densidad de los materiales es necesaria al querer representar la cantidad de material en unidad de volumen, ya que está características influye en la cantidad de masa que puede ocupar el espacio.

Para el suelo la densidad depende de las propiedades de sus partículas, se agrega una tabla con rangos estándar según el tipo de suelo, mientras que para los otros materiales al estar estandarizados, la variación no es tan significativa.

Tabla 15 Densidad de materiales

CALCULOS EN DOSIFICACIÓN			
Densidad de materiales			
Cal	2210	kg/m ³	
Cemento	1440	kg/m ³	
Arena	1150	kg/m ³	
Limo (MH)	2510	kg/m ³	
Agua	1000	kg/m ³	
Cubetas	18	L	
Densidad en tipo de suelos			
Cenizas Volcánicas	2200 - 2500	kg/m ³	
Suelos orgánicos	2500 - 2650	kg/m ³	
Arenasy Gravas	2650 - 2670	kg/m ³	
Limos inorgánicos	2670 - 2720	kg/m ³	
poco/medianamente plásticas	2720 - 2780	kg/m ³	
Arcillas medianamente/muy	2780 - 2840	kg/m ³	
Arcillas expasivas	2840 - 2880	kg/m ³	

Definiendo el total de la mezcla a producir y usando los porcentajes designados, estos son pasados a peso usando la siguiente formula.

$$Material (kg) = \frac{Material \%}{100} * (Mezcla total kg)$$

Donde:

Material = Cada material en lo individual

Mezcla total = Compuesta por las diferentes cantidades de todos los materiales

Tabla 16 Conversión de dosificación en porcentaje definida a peso , kg.

1	Definir un total de mezcla (kg) con los porcentajes propuestos en el apartado 4
---	---

Dosificación (%) basada en cantidad de suelo	
Arena	40%
Cal	7%
Cemento	4%
Arcilla	49%
	100%

Mezcla total	100	kg
Pesos de cada agregado según dosificación		
Arena	40.0	kg
Cal	7.0	kg
Cemento	4.0	kg
Arcilla	49.0	kg
Cantidad	100.0	kg

$$Material (kg) = \frac{Material \%}{100} * (Mezcla total kg)$$

Una vez tenido las cantidades en peso, usamos la relación del volumen de una cubeta en función a la densidad del agua.

$$Volumen(m^3) = \frac{Material (kg)}{Densidad material (\frac{kg}{m^3})}$$

Tabla 17 Resultados de la dosificación inicial en peso y volumen.

2

Conversión a volumen

Conversiones

1 Litro =	0.001	m ³
18 Litros =	0.018	m ³

$$Volumen(m^3) = \frac{Material\ (kg)}{Densidad\ material\ (\frac{kg}{m^3})}$$

	Material (kg)	Densidad (kg/m ³)	Volumen (m ³)	Cubetas (18 L)
Arena	200.0	1150	0.1739	9.66
Cal	35.0	2210	0.0158	0.9
Cemento	20.0	1440	0.0139	0.77
Arcilla	245.0	2510	0.0976	5.42

La cantidad de mezcla que se optó por hacer fue 500 kg, tomando en cuenta que cada BTC pesa alrededor de 8 kg, aunque la meta era hacer alrededor de 62 bloques por el volumen pensando, se decidió dividir la cantidad en dos para asegurarse que se alcanzara a utilizar y no hubiera desperdicios, de manera que al final se lograron hacer alrededor de 12-14 BTC.

Conclusiones

Generar un diseño de mezcla para BTC contempla diferentes factores que pueden variar de un sitio a otro, sin embargo de manera empírica con las diferentes pruebas y especímenes elaboración en el transcurso del PAP se ha encontrado patrones que nos fueron útiles para la propuesta del diseño de mezcla y la guía. De igual manera es importante mencionar que la dosificación propuesta en ambas mezclas fue totalmente sustentada con las pruebas en laboratorio para la clasificación SUCS, ya que nos brindan información puntual del tipo de suelo presente.

Los BTCs sirven como una alternativa económica de construcción donde se puede usar el material in situ. Para producir los BTC sólo se necesita alrededor de un 1% de la energía que se requiere para fabricar un ladrillo convencional, un elevado ahorro energético, además este proceso productivo tiene emisiones de CO2 mínimas. Las viviendas construidas con BTC mantienen una humedad relativa constante en torno al 50%, necesitando menos energía para calefactarlas que en una vivienda tradicional. Los muros de arcilla son capaces de almacenar calor y energía solar que luego cesan al interior cuando la temperatura desciende.

De igual manera creemos importante mencionar que no siempre es favorable o conveniente construir con BTC si el suelo nos es apto para ello, pues en el proceso de intentar mejorarlo se puede volver poco costeable. Recordemos que existen diversos sistemas constructivos con tierra que pueden usarse en vez de, buscando que estos arrojen mejores resultados y en un escenario favorable se llegue al sistema constructivo óptimo.

Anexo fotográfico



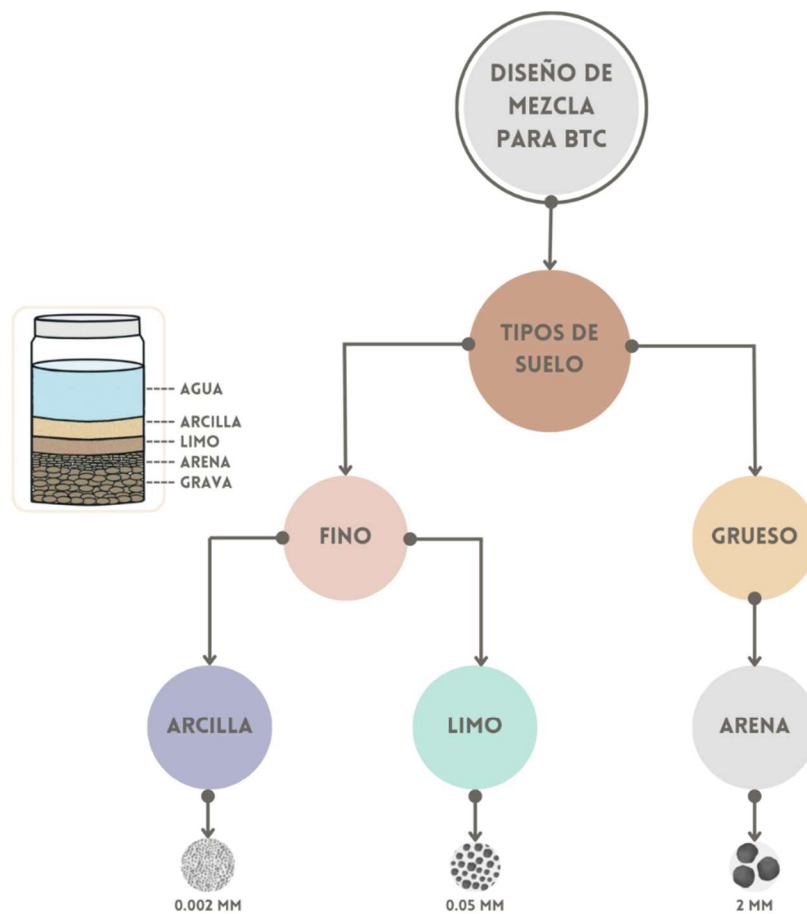
Figura 33 Elaboración de BTC



Figura 34 Especímenes elaborados con dosificación 1 y 2

Diagrama para la elaboración de un BTC

El poder identificar el tipo de suelo que se tiene y poder llegar a un diseño de mezcla aceptable de manera general nos parece importante para aquel usuario que quiere usar este sistema constructivo, y aunque para tener una dosificación lo más acertada posible es importante hacer pruebas de sitio que identifiquen en lo particular el suelo, después de las pruebas hechas en diferentes suelos y el proceso empírico en la creación de BTC, podemos plasmar un pequeño manual, una guía para facilitar el procedimiento, esa es la ideal manual. Este contendrá una descripción de la composición de los suelos, para poder identificar dentro de lo que cabe le que se tiene, recomendación para crear la mezcla, según sea más conveniente para el usuario según la cantidad de mezcla que quiera realizar, así como un apartado con las definiciones que expliquen la parte técnica que se incluye en el mismo.

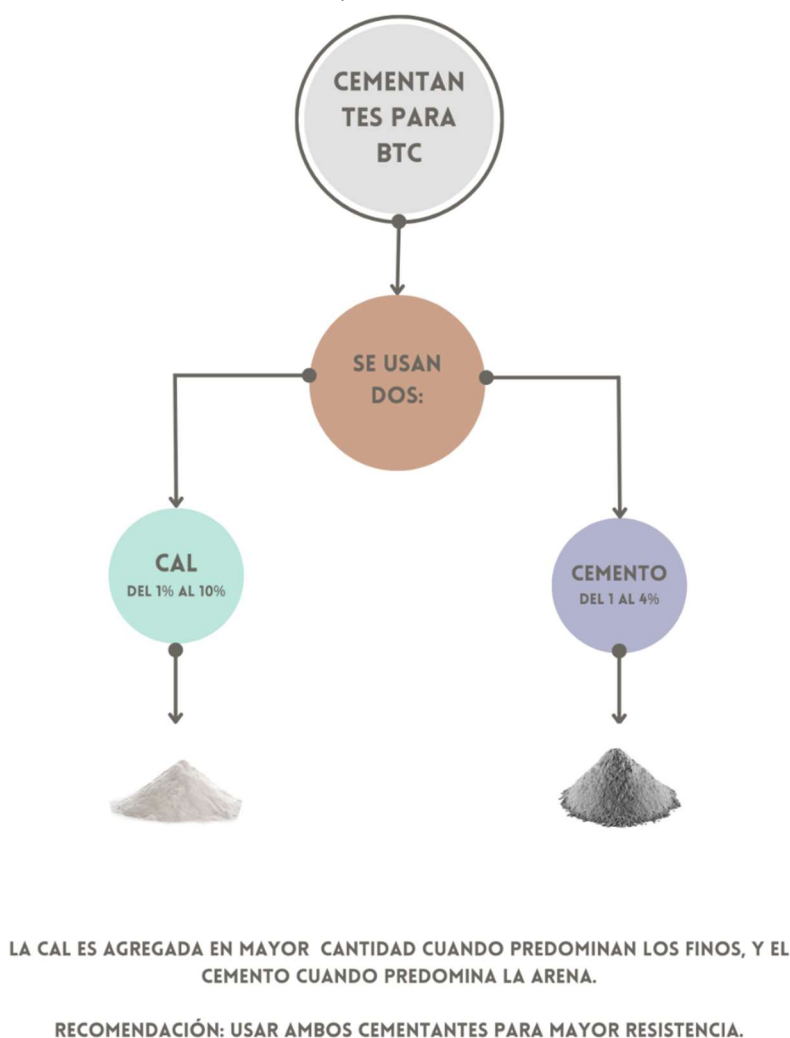


¿CUÁL PREDOMINA EN TU SUELO?

El diseño de mezcla varía dependiendo el tipo de suelo de cada terreno, con la prueba de la botella nos podemos dar cuenta con qué cuenta más nuestro suelo, si con gránulos finos como son la arcilla y limo, o con gránulos gruesos como son la arena y la grava.

La prueba de la botella consiste en poner la mitad del bote de la tierra que se quiere analizar y llenar la botella con agua, de ahí revolver bien y poner el bote en un lugar nivelado a esperar a que se asiente la tierra. A los 20 segundos podremos ver cómo se van asentando los gruesos, como la grava y la arena, de ahí se debe esperar 24 horas para ver los diferentes asentamientos. Hasta abajo se verán los gránulos más gruesos y pesados como son las gravas hasta abajo y después la arena, en tercer lugar, sigue el limo, luego arcilla y lo que se ve flotando en la superficie del agua es la materia orgánica.

Con esa prueba se podrá determinar la granulometría que tiene el suelo analizado y así sacar los porcentajes de mezcla que se necesita para realizar los blocks de tierra compactada, se analizará si se requiere más arcilla o más arena, dependiendo lo que resuelva de las pruebas y así encontrar el diseño de mezcla ideal para la tierra de esa zona.

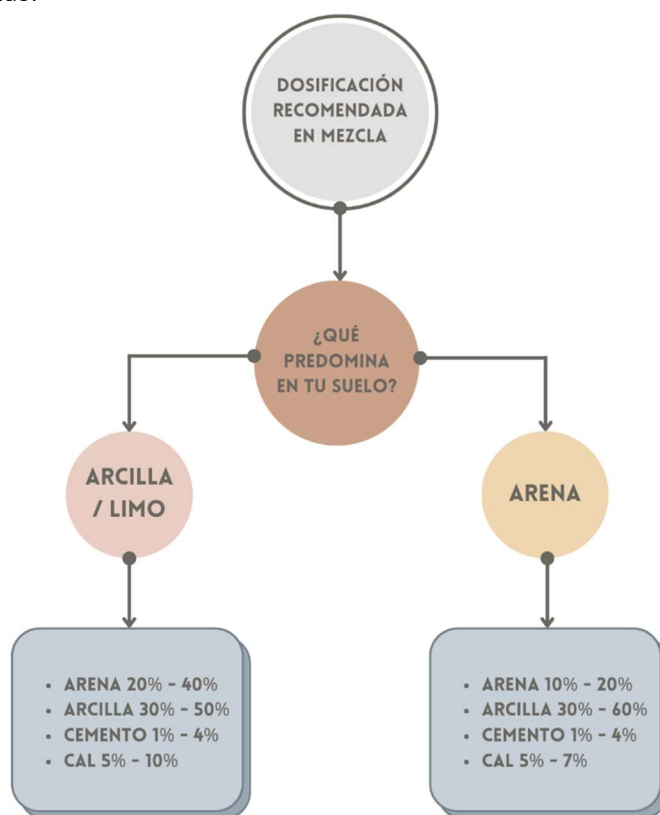


Los BTCs necesitan de materiales que refuercen la resistencia mecánica como lo son los aditivos estabilizadores, que son el cemento, la cal y las fibras. Sus propiedades mecánicas pueden caracterizarse por el índice de resistencia a la compresión y las propiedades térmicas

por el índice de conductividad térmica. El objetivo es ofrecer una visión de materiales de construcción eficiente en energía, económicos y amigables con el medio ambiente.

La cal es uno de los materiales para construcción que se usa en la preparación de morteros o mezclas de albañilería para unir los materiales con los que se construyen muros, cimientos y losas. Esta tiene muchas ventajas, así como una gran variedad de aplicaciones, por lo que se considera un elemento indispensable en la obra.

En los blocks de tierra compactada tienen los beneficios de ayudar a mejorar y estabilizar suelos arcillosos para tener mejor compactación, mayor resistencia y capacidad de carga del suelo, así como al aplicar cal a las mezclas de albañilería (cemento + agua + arena) se reducen hasta 90% las grietas.



REDOMENDACIONES:

AGREGAR AGUA DE MANERA QUE LA MEZCLA ASIMILE LA HUMEDAD DEL SUELO EN ESTADO NATURAL.

SI EL BLOCK PRESENTA POCA COHESIÓN, LA CANTIDAD DE ARENA ES EXCESIVA, POR LO QUE PUEDES:

A) REDUCIR SU PORCENTAJE Y/O AGREGAR MÁS FINOS.

B) INCREMENTAR EL PORCENTAJE DE LOS CEMENTANTES, SIEMPRE Y CUANDO SUS LIMITES NO SEAN EXCEDIDOS.

Los BTCs sirven como una alternativa económica de construcción donde puedes usar materiales de tu mismo terreno, por eso este grafico te enseña que dependiendo lo que predomina en tu sitio, son las proporciones o cantidades que se debe usar de los demás materiales para tener la mezcla adecuada para hacer tus BTCs.

Para producir los BTC sólo se necesita alrededor de un 1% de la energía que se requiere para fabricar un ladrillo convencional, un elevado ahorro energético, además este proceso productivo tiene emisiones de CO2 mínimas. Otra ventaja es que las viviendas construidas con BTC mantienen una humedad relativa constante en torno al 50% necesitando menos energía para calefactarlas que en una vivienda tradicional. Los muros de arcilla son capaces de almacenar calor y energía solar que luego cesan al interior cuando la temperatura desciende.

1.6. Valoración de los productos, resultados e impactos

Es importante aclarar el alcance que se tuvo dentro del PAP para poder presentar los resultados contundentes. Dentro de la planeación original se tenía como objetivo un diseño para el proyecto de vivienda, el cual no fue posible por cuestiones personales del usuario, por lo que al final, se llevó a cabo únicamente el taller de producción se BTC.

El suelo con el que se trabajó dentro del taller fue diferente al que se le habían hecho todas las pruebas de laboratorio, ya que el suelo para la producción de BTC se tomó in situ. Dicho lo anterior, en nuestros resultados se incluye la clasificación SUCS del suelo tomado en el plan original, pero también se anexarán (como muestra 2) los correspondientes al suelo con el que se elaboró el taller, ya que es una identificación de suelo que ya se había hecho anteriormente dentro del equipo.

Respecto a la dosificación propuesta para el taller, se usa el diseño de mezcla propuesto para la muestra 1 (proyecto de vivienda), haciéndole modificaciones únicamente en la dosificación porque se cuenta con el dato de la densidad del suelo, aclarando que para elaborar los especímenes dentro del taller se usó el suelo identificado como muestra 2.

1.7. Bibliografía y otros recursos

amàco - English channel. (2017a). Field tests for earth construction - Sedimentation in

bottle #1 - YouTube. Retrieved September 9, 2020, from

https://www.youtube.com/watch?v=KnNBK_xAmSw

amàco - English channel. (2017b). Field tests for earth construction - Sedimentation in

bottle #2 - YouTube. Retrieved September 9, 2020, from

<https://www.youtube.com/watch?v=aqlesmyGY5c>

amàco - English channel. (2017c). Field tests for earth construction - Modeling of cigar #1 -

YouTube. Retrieved September 9, 2020, from

<https://www.youtube.com/watch?v=AjgXI65MOMA>

amàco - English channel. (2017d). Field tests for earth construction - Modeling of cigar #2 - YouTube. Retrieved September 9, 2020, from <https://www.youtube.com/watch?v=dddshjyBvhg>

Método de muestreo y prueba de materiales. Masas volumétricas y coeficientes de variación volumétrica. <https://normas.imt.mx/normativa/M-MMP-1-08-03.pdf>

Geotecnia fácil. (2022, 19 mayo). *Ensayo cono de arena: Método, procedimiento, usos y aplicaciones*. geotecniafacil.com. Recuperado 5 de junio de 2022, de <https://geotecniafacil.com/cono-de-arena-ensayo/>

Norma Mexicana NMX-C-170-ONNCCE-1997. Organismo Nacional de Normalización y Certificación de la Construcción y Edificación, Ciudad de México, México, 19 de marzo de 1998.

Norma Mexicana NMX-C-084-ONNCCE-2006. Organismo Nacional de Normalización y Certificación de la Construcción y Edificación, Ciudad de México, México, 22 de junio de 2006.

Weather Spark. (n.d.). *El clima en Chiquilistlán, el tiempo por mes, temperatura promedio (México)* - Weather Spark. Wa. Retrieved February 15, 2022, from <https://es.weatherspark.com/y/3877/Clima-promedio-en-Chiquilistl%C3%A1n-M%C3%A9xico-durante-todo-el-a%C3%B1o>

Grupo Cipsa. (n.d.). *DIFERENCIAS ENTRE SUELOS COHESIVOS Y GRANULARES*. Noticias. Retrieved June 2022, from <https://www.cipsa.com.mx/26/noticias/diferencias-entre-suelos-cohesivos-y-granulares/>

Guevara, I. (2022, June 2). *Ensayo del cono de arena | Definición y procedimiento*. Ingegeek. Retrieved June 5, 2022, from <https://www.ingegeek.site/2021/06/06/ensayo-del-cono-de-arena-definicion-y-procedimiento/>

Janco, Y. M. (2018, September 24). *Contenido de humedad suelos* [Slides]. SlideShare. <https://es.slideshare.net/YesicaMirandaJanco/contenido-de-humedad-suelos>

Shuan, L. E., & Basurto, D. J. (2019). *GUÍA DE LABORATORIO LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE PLÁSTICO*. Universidad Nacional de Ingeniería Lima Perú.

<http://www.lms.uni.edu.pe/labsuelos/MODOS%20OPERATIVOS/S1.5%20Limite%20liquido%20y%20limite%20plastico%20LMS-FIC-UNI.pdf>

Osorio, S. (2022, August 1). *Consistencia del Suelo - Límites de Atterberg - Índices*. Blogspot - Apuntes de Geotecnia con Énfasis en Laderas. Retrieved June 5, 2022, from http://geotecnia-sor.blogspot.com/2010/11/consistencia-del-suelo-limites-de_2498.html

Felipe, A. (s. f.). *Practica 4 densidad de sólidos*. Densidad de Sólido. Recuperado 15 de junio de 2022, de <https://es.slideshare.net/alvarezfelipe/practica-4-densidad-de-solidos>

GEO. (2021, 8 julio). *El sistema unificado de clasificación del suelo (sucs) en la Ingeniería Geotécnica* -. GEO, SUCS. Recuperado 26 de junio 2022, de <https://geo-webonline.com/sistema-unificado-de-clasificacion-del-suelo/>

Lourdes Malvido Álvarez (s.f.) *Tecnologías alternativas para el uso eficiente de recursos Manual para la construcción sustentable con ocochal-arcilla* SEMARNAT, CONAFOR

Cabrera Vargas, Marlo Manuel; Tello Ormeño, Jose Daniel (2021) *Mejora de las propiedades mecánicas de los bloques de tierra comprimida (BTC) reforzados con cemento y fibra natural*. Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas. Recuperado 26/05/2022 de: https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/654614/Cabrera_V_M.pdf?sequence=3&isAllowed=y

Polanco, A. (n.d.). *Prácticas de Laboratorio de Mecánica de Suelos I*. Universidad Autónoma de Chihuahua. http://fing.uach.mx/licenciaturas/IC/2012/01/26/MANUAL_DE_LAB_MEC_DE_SUELOS_I.pdf

1.8. Anexos generales

Gráfico de diseño para BTC

Hoja de cálculo de pruebas de laboratorio:

[Pruebas de laboratorio en tierra.xlsx](#)

2. Productos

Aquí se presenta de manera concisa los productos PAP a manera de fichas que se lograron hacer durante este periodo, para su aprovechamiento en futuros escenarios / contextos.

FICHA DESCRIPTIVA # 1	
Nombre y código PAP	PAP1K02A PROGRAMA DE DESARROLLO DE TECNOLOGIA APROPIADA PARA LA EDIFICACION Y DISEÑO DE VIVIENDA II
Nombre proyecto	IDENTIFICACION DE SUELO Y DISEÑO DE MEZCLA PARA BTC PARA CONSTRUCCION CON TIERRA EN CHIQUILISTLAN
Nombre del producto	CLASIFIACIÓN SUCS DEL SUELO
Descripción	Clasificación por la metodología de Sistema Unificado de Clasificación de Suelos - SUCS (Unified Soil Classification System (USCS) de la muestra recaba en el escenario de trabajo: Chiquilistlán para el proyecto de vivienda.
Autores	Ing. Miriam Castellanos Cisneros, Ing. Lorena Villafaña Estarrón

--	--

Tipología: Reporte

Tamiz (mm)	Pasa (%)	Pasante (%)
100	100.00	100.00
80	100.00	100.00
63	100.00	100.00
50	100.00	100.00
40	100.00	100.00
25	100.00	100.00
20	100.00	100.00
12.5	100.00	100.00
10	99.89	99.89
6.3	99.25	99.25
5	95.86	95.86
2	94.34	94.34
1.25	89.77	89.77
0.4	87.81	87.81
0.160	86.71	86.71
0.080	84.29	84.29

Sistema unificado de clasificación de suelos (S.U.C.S.)
Suelo de partículas finas.
Limo baja plasticidad con arena ML

Límite líquido, LL:	49.00%
Límite plástico, LP:	35.00%
Índice plasticidad, IP:	14.00%
Humedad natural (%)	10.67%

Limo baja plasticidad con arena ML

FICHA DESCRIPTIVA # 2	
Nombre y código PAP	PAP1K02A PROGRAMA DE DESARROLLO DE TECNOLOGIA APROPIADA PARA LA EDIFICACION Y DISEÑO DE VIVIENDA II
Nombre proyecto	IDENTIFICACION DE SUELO Y DISEÑO DE MEZCLA PARA BTC PARA CONSTRUCCION CON TIERRA EN CHIQUILISTLAN
Nombre del producto	DISEÑO DE MEZCLA PARA BTC
Descripción	Diseño de mezcla para la elaboración de especímenes de block de tierra compactada de manera porcentual para el suelo de Chiquilistlán en el proyecto de vivienda.
Autores	Ing. Miriam Castellanos Cisneros, Ing. Lorena Villafañá Estarrón

Tipología: Otro/ Diseño de mezcla

Diseño de mezcla para BTC: Muestra 1 (%)	
Arena	40%
Cal	7%
Cemento	4%
Arcilla	49%
	100%

FICHA DESCRIPTIVA # 3	
Nombre y código PAP	PAP1K02A PROGRAMA DE DESARROLLO DE TECNOLOGIA APROPIADA PARA LA EDIFICACION Y DISEÑO DE VIVIENDA II
Nombre proyecto	IDENTIFICACION DE SUELO Y DISEÑO DE MEZCLA PARA BTC PARA CONSTRUCCION CON TIERRA EN CHIQUILISTLAN
Nombre del producto	DOSIFICACIÓN PARA DISEÑO DE MEZCLA PARA BTC
Descripción	Dosificación, cantidades a usar de cada material para la elaboración del diseño de mezcla tomando en cuenta las densidades de los materiales y una unidad de volumen para gestión de taller comunitario en la elaboración de BTC.
Autores	Ing. Miriam Castellanos Cisneros, Ing. Lorena Villafaña Estarrón, Tiffany Paulina Gutiérrez Ceseña

Tipología: Metodología

1. Definir un total de mezcla (kg) con los porcentajes propuestos en el diseño:

$$\text{Material (kg)} = \frac{\text{Material \%}}{100} * (\text{Mezcla total kg})$$

Dosificación (%) basada en cantidad de suelo	
Arena	40%
Cal	7%
Cemento	4%
Arcilla	49%
	100%

Mezcla total	500	kg
Pesos de cada agregado según dosificación		
Arena	200.0	kg
Cal	55.0	kg
Cemento	20.0	kg
Arcilla	245.0	kg
Cantidad	500.0	kg

2. Conversión a volumen

$$\text{Volumen (m}^3\text{)} = \frac{\text{Material (kg)}}{\text{Densidad material } \left(\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}\right)}$$

Conversiones		
1 Litro =	0.001	m ³
18 Litros =	0.018	m ³

	Material (kg)	Densidad (kg/m ³)	Volumen (m ³)	Cubetas (18 L)
Arena	200.0	1150	0.1739	9.66
Cal	55.0	2210	0.0158	0.9
Cemento	20.0	1440	0.0139	0.77
Arcilla	245.0	2510	0.0976	5.42

Nombre y código PAP	PAP1K02A PROGRAMA DE DESARROLLO DE TECNOLOGIA APROPIADA PARA LA EDIFICACION Y DISEÑO DE VIVIENDA II
Nombre proyecto	IDENTIFICACION DE SUELO Y DISEÑO DE MEZCLA PARA BTC PARA CONSTRUCCION CON TIERRA EN CHIQUILISTLAN
Nombre del producto	DIAGRAMA PARA LA ELABORACIÓN DE BTC
Descripción	Diagrama de flujo para la elaboración de BTC con pruebas de campo rápidas según la identificación del suelo que se logra en base a ellas.
Autores	Ing. Miriam Castellanos Cisneros, Ing. Lorena Villafañá Estarrón, Tiffany Paulina Gutiérrez Ceseña

Tipología: Metodología

Se anexa al final de documento para mejor visualización

3. Reflexión crítica y ética de la experiencia

El RPAP tiene también como propósito documentar la reflexión sobre los aprendizajes en sus múltiples dimensiones, las implicaciones éticas y los aportes sociales del proyecto para compartir una comprensión crítica y amplia de las problemáticas en las que se intervino.

3.1 Sensibilización ante las realidades

Tiffany Paulina Gutiérrez Ceseña

Creo que una de las áreas más importante de nuestra carrera es justamente pensar en los demás, los PAPs nos sirven a enfocarnos en las personas en situaciones más vulnerables y en cómo podemos ayudarnos a llevar una mejor vida. Se me hace muy importante esta parte de transmitir nuestros conocimientos como en este caso la construcción con BTCs para que personas de todos lados puedan aprender a hacer su propia casa y puedan mejorar su estilo de vida, con un poco de apoyo de instituciones como el ITESO o del gobierno de la región en donde estes, se pueden lograr grandes cosas para ayudarlos.

Miriam Castellanos Cisneros

Gracias a la experiencia que tuvimos en el taller comunitario pude identificar las fortalezas y deficiencias que existían en el grupo, que es importante asignar los papeles correctos para cada persona pueda desarrollar su trabajo al máximo y en conjunto se pueda obtener el mejor resultado. Los servicios profesionales que ofrecimos a la familia de Mariano pudieron haber mejorado su calidad de vida, y la de otras personas involucradas, al transferir el conocimiento de la construcción con tierra. Sin embargo, esto no fue posible y lamentablemente no pudimos generar un resultado propio para el usuario. Esto sería muy fácil de corregir en un próximo escenario en el que la organización nos permita llevar a cabo un proyecto como el que planeábamos para la familia de Mariano.

También es importante enfatizar la importancia de tener las herramientas que se necesita para la construcción de lo que estes enseñando, porque por ejemplo para los BTCs lo mejor es que tengas una prensa, pero son caras y una familia de escasos recursos no va a poder comprarlo, así que es necesario pensar más allá de lo que nos corresponde a nosotros, y dejar todo de manera que, aunque no sigamos nosotros ahí, ellos puedan seguir con la construcción.

Lorena Villafañá Estarrón

Aterrizar el aprendizaje y lo visto en la carrera en un proyecto donde el impacto es social, nos deja ver un panorama totalmente distinto al que se ve en un aula y nos pone en contacto con la realidad. En el trabajo que desarrollamos pudimos volver a involucrarnos con la comunidad de Chiquilistlán, en este caso abordando un sistema específico de construcción que a la vez que se intentaba implementar, nos permitió observar las deficiencias existentes, haciéndome entender el propósito real, así como la responsabilidad ética que tenemos al estar pasando información técnica- constructiva.

Entre todos pudimos crear un ambiente de trabajo eficiente, y aunque hubo problemas de comunicación, tomo esta experiencia como un buen y grato aprendizaje. En este punto aprendimos que, en este tipo de transiciones, es muy importante el socializar para conectar con el entorno del proyecto junto con su necesidad para aportar nuevas ideas. A su vez, que se compartan con nuevas personas y usando los conocimientos que tenemos desmentir los

mitos acerca de la construcción sustentable, pero también es vital estar dispuesta a aprender de las demás personas. Es nos permitió a mejorar las habilidades de trabajar en equipo y ser receptivas a las ideas de los demás, así como poner en práctica como crear conocimientos de una manera horizontal.

Pienso que este PAP nos ayuda como profesionistas a poder proponer este tipo de materiales, tener más herramientas para abogar por la calidad de estos sistemas, y no cerrarnos a que solo se puede construir con concreto, lo cual tendrá un impacto positivo en el medio ambiente.

Aun que fue gratificante ver el avance que se tuvo este verano, tengo presente que como profesionistas siempre se puede hacer más, y que la responsabilidad que llevamos no cesa en el momento en que el proyecto se entrega.

3.2 Aprendizajes logrados

Tiffany P. Gutiérrez C.

Yo como arquitecta que no estaba muy familiarizada con estos temas me ayudó mucho en ampliar mis enfoques y saber que hay muchas más cosas que se pueden hacer aparte del diseño arquitectónico. Todas las pruebas que hicimos fueron completamente nuevas para mí y se me hicieron muy interesantes porque todo eso se puede aplicar donde sea y en cualquier profesión es importante seguir nutriéndote de conocimientos porque nunca sabes que te puede ayudar en un futuro a innovar o emprender nuevas formas de trabajo o aplicaciones en diseños arquitectónicos. Por primera vez me tocó convivir con personas de otras carreras, y estuvo interesante porque se manejan diferente y se me hace padre poder aprender de otras personas. Al ser un PAP de ingenieros y no de arquitectos me costó un poco al principio encajar en cómo trabajaban, pero luego de un tiempo aprendí a enfocar lo que yo sé y mis habilidades en zonas donde a la mejor ellos no estaban tan familiarizados, por lo que fue un gran trabajo en equipo al final.

Miriam Castellanos Cisneros

Una de las competencias que más desarrollé fue el trabajo en equipo, participando como líder y como compañera de equipo. En la disciplina profesional pude desarrollar más mis conocimientos sobre la experimentación del suelo. En el aspecto sociopolítico pude reconocer las necesidades de vivienda que existen en los pueblos de México y el apoyo inexistente a sus necesidades de vivienda básica. Durante el taller comunitario mis saberes sobre dosificación de mezcla fueron puestos a prueba y cuestionado, creo que la preparación no es suficiente hasta que te enfrentas a los cuestionamientos en el escenario. Esta experiencia me brindó perspectiva sobre mis conocimientos profesionales, y la manera en la que debo ponerlos a prueba para demostrarlos y poder generar y mostrar resultados.

Lorena Villafañá Estarrón

Creo que en el desarrollo de este proyecto se pusieron en práctica conocimientos que he llevado en cursos pasados, sobre todo los relacionados con geotecnia y estructuras, ya que el trabajo en laboratorio que estuve haciendo fueron prácticas que lleve previamente. Durante la carrera siempre se nos ha insistido en el uso de normativa para el respaldo del trabajo hecho, lo cual nos sirvió muchísimo dentro del equipo para tener un sustento y saber que camino tomar. El trabajo con materiales alterativos sigue siendo bastante innovador y aunque es la segunda vez llevando el PAP, aún hay bastantes ámbitos de explotación en cada material, además de campos de oportunidad para el desarrollo de sistemas y aprendizaje. Lo sigo considero como 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.

