

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 I**



**ITESO, Universidad
Jesuita de Guadalajara**

**1K02 - TECNOLOGÍA APROPIADA PARA LA GENERACIÓN DE SISTEMAS
CONSTRUCTIVOS**

**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. Grecia Manzano Escobar]

[Lic. En Ingeniería Civil. Lorena Villafaña Estarrón]

Profesor PAP: Nayar Cuitláhuac Gutiérrez Astudillo

Tlaquepaque, Jalisco, 8 abril de 2022

CONTENIDO

REPORTE PAP.....	7
<i>Presentación Institucional de los Proyectos de Aplicación Profesional</i>	<i>7</i>
<i>Resumen.....</i>	<i>7</i>
1. Introducción.....	7
1.1. Antecedentes y Contexto	7
1.2. Justificación.....	16
1.3. Objetivos.....	17
2. Desarrollo y resultados del trabajo profesional.....	17
2.1 Planeación y seguimiento del proyecto.....	17
2.2 Sustento teórico y metodológico.....	18
MADERA: ENSAYO DE PROBETAS Y CONTENIDO DE HUMEDAD	18
<i>Introducción</i>	<i>18</i>
<i>Objetivo.....</i>	<i>18</i>
Ensayo de compresión	19
<i>Antecedentes teóricos.....</i>	<i>19</i>
<i>Equipo y materiales usados.....</i>	<i>19</i>
<i>Procedimiento</i>	<i>19</i>
<i>Datos y Cálculos</i>	<i>20</i>
<i>Anexo fotográfico.....</i>	<i>1</i>
Ensayo de flexión	3
<i>Antecedentes teóricos.....</i>	<i>3</i>
<i>Equipo y materiales usados.....</i>	<i>3</i>
<i>Procedimiento</i>	<i>3</i>
<i>Datos y cálculos.....</i>	<i>4</i>
<i>Anexo fotográfico.....</i>	<i>6</i>
Determinación de contenido de humedad	7
<i>Antecedentes teóricos.....</i>	<i>7</i>
<i>Equipo y materiales usados.....</i>	<i>7</i>
<i>Procedimiento</i>	<i>7</i>
<i>Datos y Cálculos</i>	<i>7</i>
Determinación de densidad	8

<i>Antecedentes teóricos</i>	8
<i>Equipo y materiales utilizados</i>	8
<i>Procedimiento</i>	8
<i>Datos y cálculos</i>	8
<i>Anexo fotográfico</i>	11
<i>Conclusiones</i>	12
OTATE: ENSAYO DE ESPECÍMENES Y CONTENIDO DE HUMEDAD	12
Introducción	12
Objetivo	13
Ensayo de compresión	13
<i>Antecedentes teóricos</i>	13
<i>Equipo y materiales usados</i>	13
<i>Procedimiento</i>	14
<i>Datos, Cálculos y Resultados</i>	14
<i>Anexo fotográfico</i>	16
Ensayo de flexión	16
<i>Antecedentes teóricos</i>	16
<i>Equipo y materiales usados</i>	17
<i>Procedimiento</i>	17
<i>Datos, Cálculos y resultados</i>	17
<i>Anexo fotográfico</i>	19
Ensayo de tensión	20
<i>Antecedentes teóricos</i>	20
<i>Equipo y materiales usados</i>	21
<i>Procedimiento</i>	22
<i>Datos, cálculos y resultados</i>	22
<i>Conclusiones</i>	23
<i>Anexo fotográfico</i>	24
Determinación de contenido de humedad	25
<i>Antecedentes teóricos</i>	25
<i>Equipo y materiales usados</i>	25
<i>Procedimiento</i>	25

<i>Datos, cálculos y Resultados</i>	25
<i>Conclusiones</i>	26
TIERRA: ANÁLISIS DE SUELO (SUCS) Y DISEÑO DE MEZCLA	27
<i>Introducción</i>	27
<i>Justificación</i>	27
<i>l</i>	27
Reducción de las muestras de agregados obtenidas en el campo al tamaño requerido para las pruebas ..	31
<i>Objetivo</i>	31
<i>Antecedentes teóricos</i>	31
<i>Equipo y materiales usados</i>	31
<i>Procedimiento</i>	31
<i>Conclusiones</i>	32
<i>Detección de errores asociados al proceso</i>	32
<i>Anexo fotográfico</i>	33
Partículas más finas que la criba no.200 por medio de lavado	33
<i>Objetivo</i>	33
<i>Antecedentes teóricos</i>	34
<i>Equipo y materiales usados</i>	34
<i>Procedimiento</i>	34
<i>Cálculos y resultados</i>	34
<i>Análisis de resultados</i>	35
<i>Conclusiones</i>	36
<i>Anexo fotográfico</i>	36
<i>Contenido de humedad</i>	40
<i>Objetivo</i>	40
<i>Antecedentes teóricos</i>	40
<i>Equipo y materiales usados</i>	41
<i>Procedimiento</i>	41
<i>Cálculos y resultados</i>	41
<i>Detección de errores asociados al proceso</i>	42
Límite líquido, límite plástico e índice plástico	42
<i>Objetivo</i>	42
<i>Antecedentes teóricos</i>	43

<i>Equipo y materiales usados</i>	44
<i>Procedimiento</i>	45
<i>Cálculos y resultados</i>	47
<i>Análisis de resultados</i>	53
<i>Conclusiones</i>	54
<i>Anexo fotográfico</i>	54
Densidad de solidos por matraz	56
<i>Objetivo</i>	56
<i>Antecedentes teóricos</i>	56
<i>Equipo y materiales usados</i>	56
<i>Procedimiento</i>	56
<i>Cálculos y resultados</i>	57
<i>Análisis de resultados</i>	59
<i>Conclusiones</i>	59
<i>Anexo fotográfico</i>	60
Granulometría por hidrómetro	61
<i>Objetivo</i>	61
<i>Antecedentes teóricos</i>	61
<i>Equipo y materiales usados</i>	62
<i>Procedimiento</i>	62
<i>Cálculos y resultados</i>	63
<i>Análisis de resultados</i>	68
<i>Conclusiones</i>	68
<i>Anexo fotográfico</i>	69
Granulometría por tamizado	70
<i>Objetivo</i>	70
<i>Antecedentes teóricos</i>	70
<i>Equipo y materiales usados</i>	70
<i>Procedimiento</i>	70
<i>Cálculos y resultados</i>	71
<i>Análisis de resultados</i>	73
<i>Conclusiones</i>	73
<i>Anexo fotográfico</i>	73

Clasificación SUCS	75
<i>Objetivo.....</i>	75
<i>Antecedentes teóricos.....</i>	75
<i>Cálculos y resultados.....</i>	78
<i>Análisis de resultados.....</i>	82
Diseño de mezcla	83
Conclusiones diseño de mezcla	93
<i>3. Reflexiones del alumno o alumnos sobre sus aprendizajes, las implicaciones éticas y los aportes sociales del proyecto</i>	93
4. Conclusiones	97
5. Bibliografía	98
6. Anexos	101

REPORTE PAP

Presentación Institucional de los Proyectos de Aplicación Profesional

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

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

Resumen

Documentación de trabajo realizado en el periodo de primavera 2022 en el PAP de desarrollo de tecnología apropiada para la construcción. Con enfoque en pruebas y análisis de suelos, para su clasificación según SUCS y diseño de mezclas para blocks de tierra compactada para el desarrollo de talleres y un manual para construcción en tierra para el municipio de Chiquilistlán. Además, se anexan antecedentes y contexto del escenario para la caracterización del municipio. De la misma manera se muestra el trabajo y se anexa el trabajo realizado en los diferentes escenarios de trabajo (Surrey University DAD Project, e IMEPLAN) y como resultados, los diseños de muestras y los resultados obtenidos en el taller impartido en Chiquilistlán.

1. Introducción

1.1. Antecedentes y Contexto

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

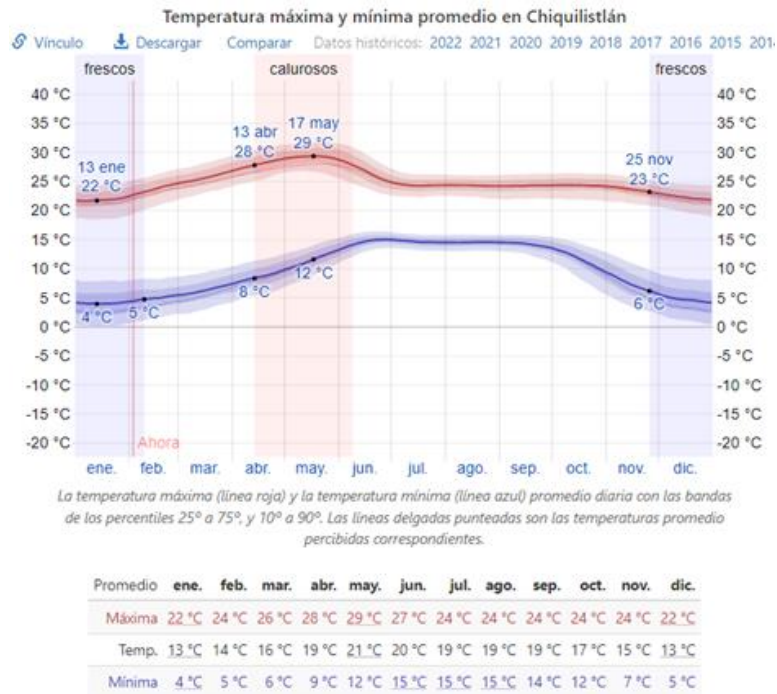
Cuenta con una latitud de 20.200°, longitud de -103.817° y elevación promedio de 1665 msnm (puede variar entre los 1555 msnm y los 1733 msnm)

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

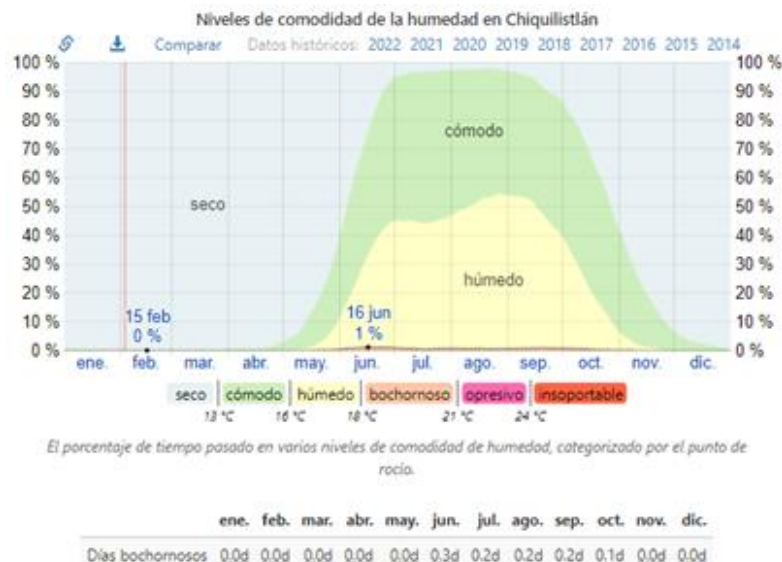
Gráfica 1 Temperatura máxima y mínima promedio en Chiquilistlán.



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

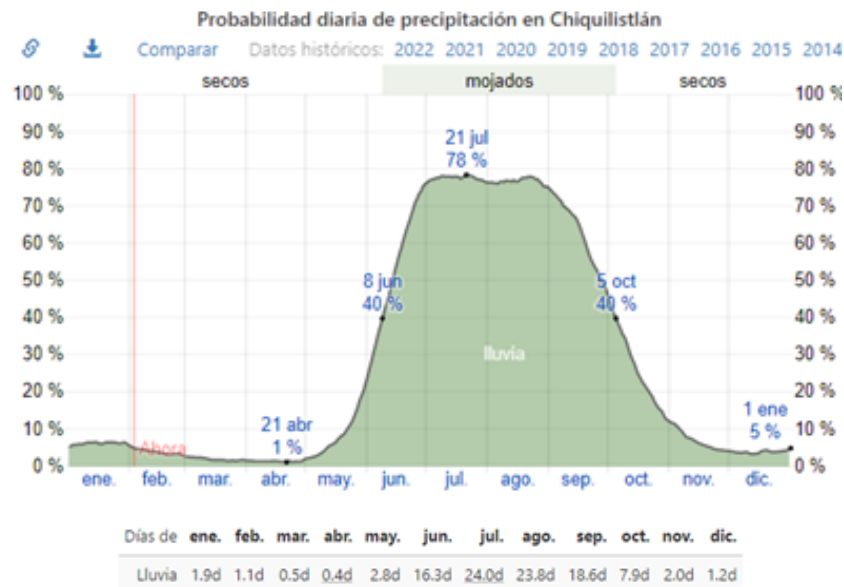
Gráfica 2 Niveles de humedad en Chiquilistlán



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.

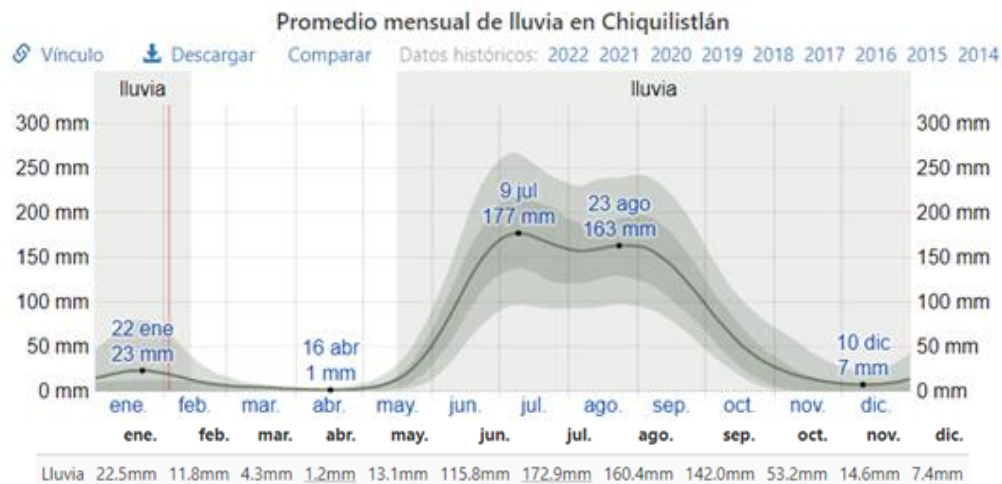
Gráfica 3 Precipitación en Chiquilistlán



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

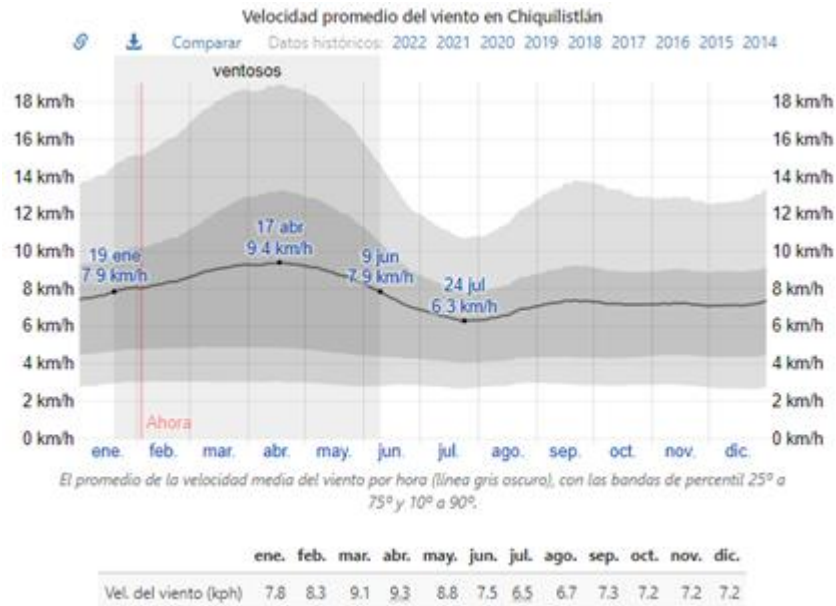
Gráfica 4 Promedio mensual de lluvia en Chiquilistlán



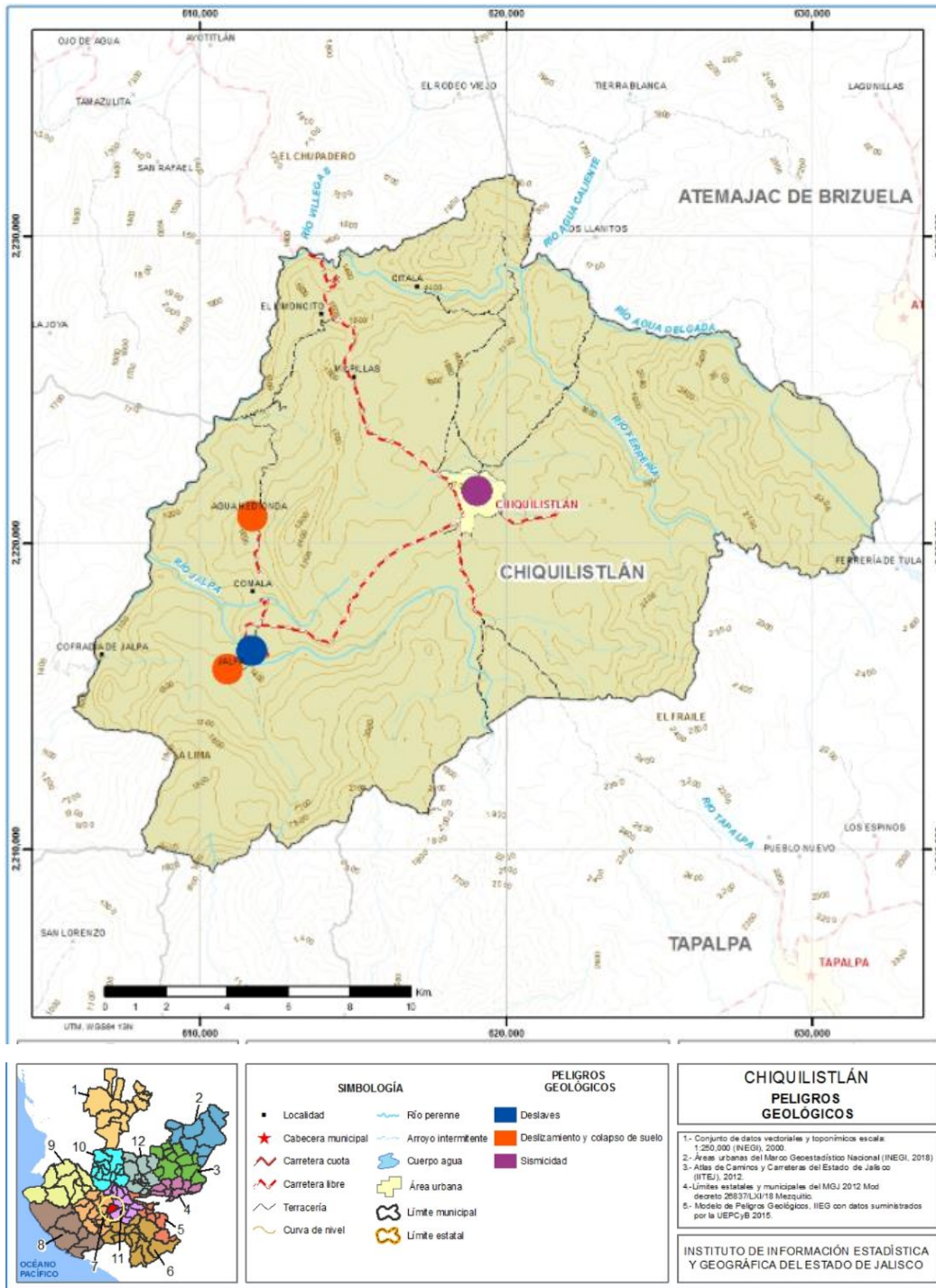
Viento

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

Gráfica 5 Velocidad de Viento en Chiquilistlán



Carta de Riesgos

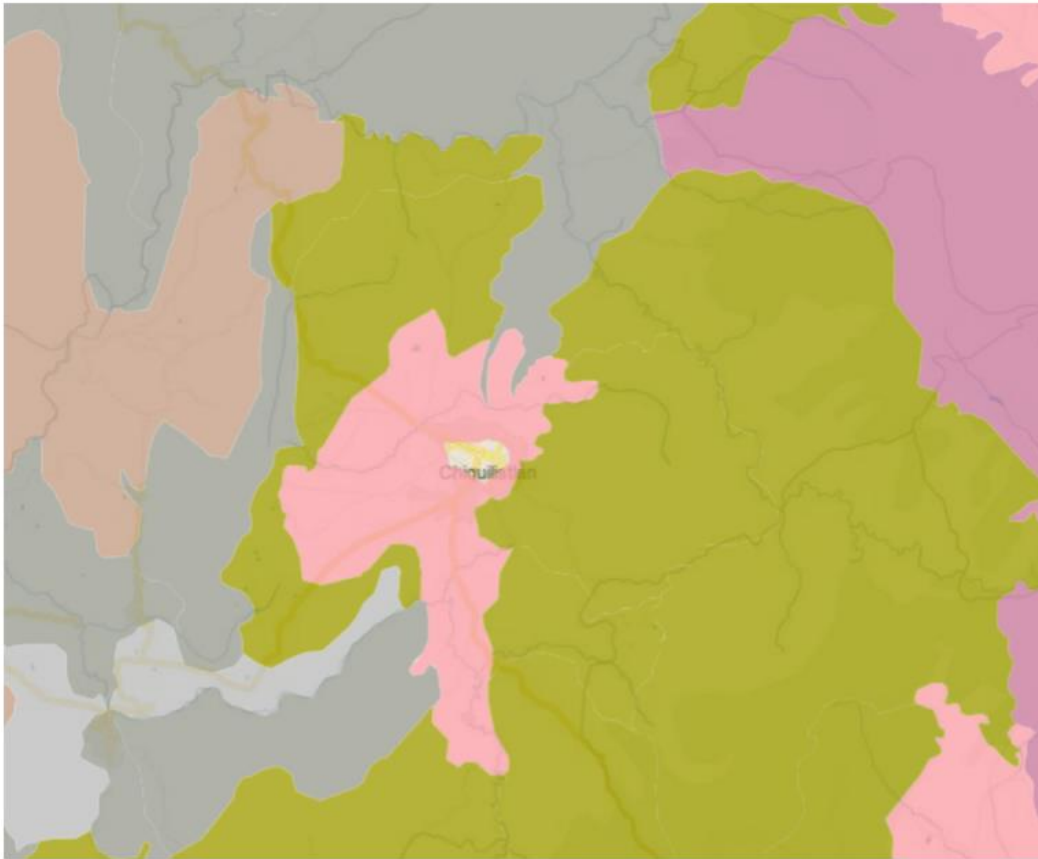


La zona centro de Chiquilistlán se encuentra dentro de zona sísmica. A sus alrededores existen algunas zonas de deslizamientos y deslaves, principalmente en la zona oeste y suroeste.

Edafología



Edafología

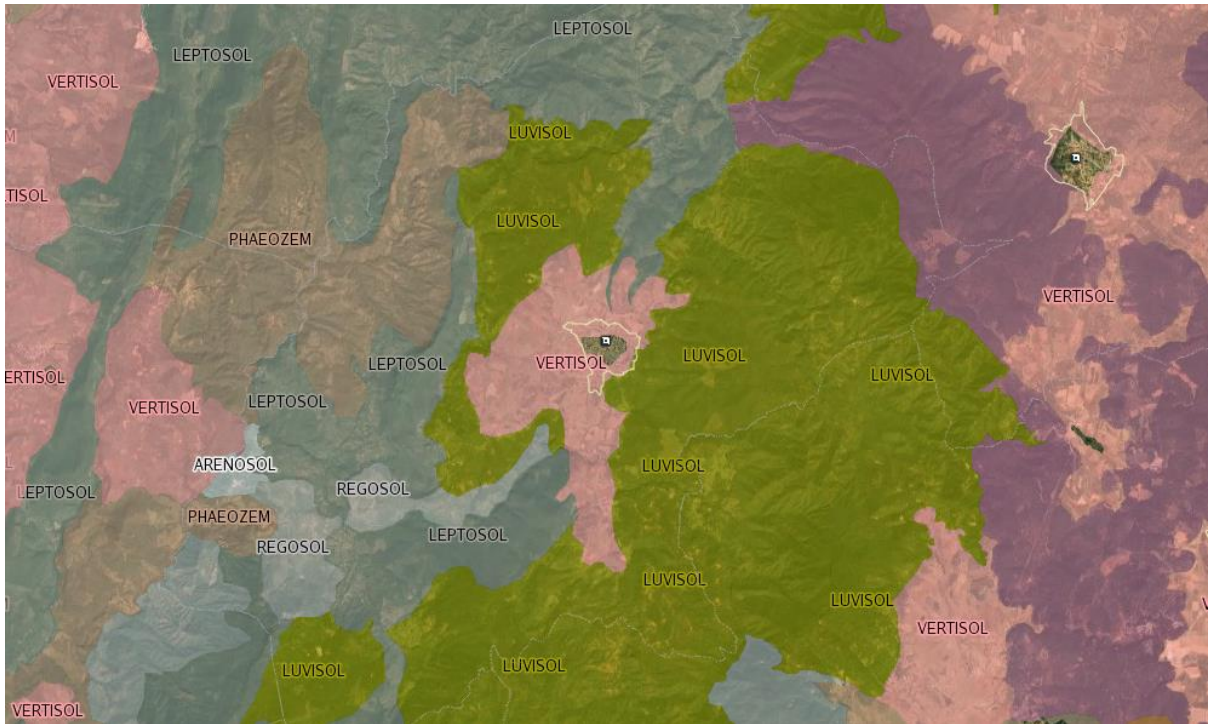


- ✓ Agrícolas bastante fértiles
- ✓ Gleysol
- ✓ Vertisol
- ✓ Fluvisol
- ✓ Arcillosos fértiles para la agricultura
- ✓ Lixisol
- ✓ Luvisol

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.

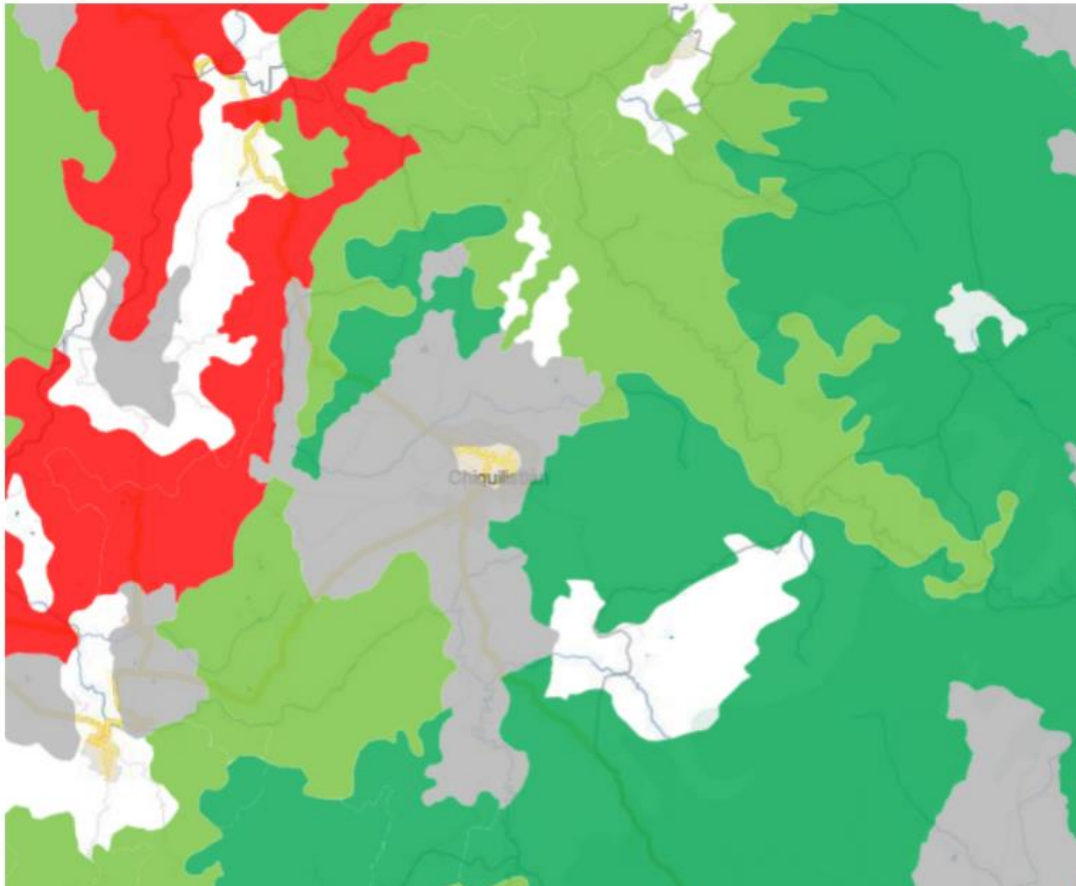
Los Luvisoles se desarrollan dentro de las zonas con suaves pendientes o llanuras, en climas en los que existen notablemente definidas las estaciones secas y húmedas. El término deriva del vocablo latino “luere” que significa lavar, refiriéndose al lavado de arcilla de las capas superiores, para acumularse 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.



Uso de suelo y vegetación



Uso de suelo y vegetación



- | | | |
|--|--|---|
| <input checked="" type="checkbox"/> Agricultura | <input checked="" type="checkbox"/> Bosque | <input checked="" type="checkbox"/> Selva |
| <input type="checkbox"/> Con suelo comúnmente húmedo | <input type="checkbox"/> Cultivado | <input checked="" type="checkbox"/> Selva (Caducifolia) |
| <input type="checkbox"/> De riego | <input checked="" type="checkbox"/> De coníferas | <input type="checkbox"/> Selva (Espinosa) |
| <input checked="" type="checkbox"/> De temporal lluvioso | <input checked="" type="checkbox"/> De encino | <input type="checkbox"/> Selva (Perennifolia) |
| | <input type="checkbox"/> De niebla o de montaña | <input type="checkbox"/> 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.

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 influyó 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 dobles 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. Justificación

Después de visitas a Chiquilistlán y de conversaciones con los habitantes, hemos identificado la necesidad de un manual para la construcción con tierra para el municipio. La tierra se puede aprovechar para conservar las técnicas de construcción del pueblo mágico, dándole así un sentimiento acogedor y rústico para sus visitantes. Con un manual para construcción en tierra, se puede regular y reglamentar la construcción con este material alternativo para

ofrecer a la comunidad del municipio seguridad para sus viviendas. De la misma manera, conservando técnicas de construcción propias de la región se puede, se fomenta a salvaguardar las tradiciones propias del lugar y a aumentar potencialmente el turismo en Chiquilistlán.

Sin embargo, para que exista este manual, es necesario conocer las propiedades de los materiales que existen en el municipio e identificar su comportamiento para generar un diseño de mezcla adecuado, es por esto por lo que nuestro trabajo en el R-PAP se enfoca principalmente en el estudio de diferentes muestras de suelo

1.3. Objetivos

De acuerdo con lo visto en la justificación del proyecto, hemos decidido que, a través de la investigación de muestras de suelo, hemos de proponer una mezcla adecuada para realizar blocks de tierra compactada. Y que esta mezcla sea diseñada siguiendo la normativa adecuada para que tenga un desempeño favorable y seguro para la comunidad.

2. Desarrollo y resultados del trabajo profesional

2.1 Planeación y seguimiento del proyecto

El desarrollo de este proyecto se dio durante el periodo primavera 2022, del 17 de enero al 16 de mayo. Iniciamos asentando las bases teóricas acerca de los materiales que iban a ser estudiados y trabajados durante el semestre, que son la madera, el bambú y la tierra, así como los aditivos que estos materiales necesitan, y los diferentes sistemas constructivos. Posteriormente iniciamos a realizar pruebas de resistencia (ante la compresión, flexión, y tensión) 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 cuatro suelos diferentes de Chiquilistlán, 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.

Así mismo, colaboramos con las universidades de Surrey y Southwest Jiaotong para diseñar estructuras de acero y de bambú, haciendo un intercambio de planos, teniendo como objetivo construir una de las estructuras diseñadas por estudiantes de otra universidad. Este proceso conllevó videollamadas, aprender sobre lattice structures, correcciones, y ensayar armando una estructura de acero.

Finalmente, usando los resultados de las pruebas realizadas, hicimos una investigación para interpretar esta información y diseñar una mezcla de BTC.

Se impartió un taller de construcción con BTC en Chiquilistlán, en el cual se armaron ladrillos y para el cuál se creó un manual.

2.2 Sustento teórico y metodológico

MADERA: ENSAYO DE PROBETAS Y CONTENIDO DE HUMEDAD

Introducción

En esta serie de pruebas que realizaremos a una variedad de muestras de madera, buscaremos encontrar sus características mecánicas para definir si las muestras que probemos caben o no dentro de los estándares que definen a una madera estructural.

Las pruebas que se llevaron a cabo es la de densidad, resistencia a compresión y contenido de humedad. Éstas se llevaron a cabo a una serie de probetas de procedencia distinta, dentro de cada apartado del ensayo se menciona exactamente su procedencia. Estas pruebas que se realizaron son las iniciales para la clasificación de la madera.

Objetivo

El principal objetivo de los ensayos realizados es la identificación de las características mecánicas de la madera. Asimismo, se busca generar aprendizaje en el reconocimiento de las pruebas que se aplican a la madera y la interpretación de los resultados obtenidos en los ensayos ejecutados.

Ensayo de compresión

Antecedentes teóricos

La resistencia a la compresión se define como la capacidad para soportar una carga por unidad de área, y se expresa en términos de esfuerzo, generalmente en kg/cm², MPa.

Los resultados de las pruebas de resistencia a la compresión se emplean fundamentalmente para determinar que el material cumpla con los requerimientos de resistencia especificada para una estructura determinada.

La forma de evaluar la resistencia a compresión es mediante pruebas mecánicas que pueden ser destructivas, las cuales permiten probar repetidamente la muestra de manera que se pueda estudiar la variación de la resistencia u otras propiedades con el paso del tiempo. Para las cuales se usan tipos de muestras: como prismas o cubos, en algunos materiales cilindros.

Los resultados de las pruebas de resistencia se pueden utilizar para fines de control de calidad, caracterización de muestras, determinar capacidad portante en elementos.

Equipo y materiales usados

- Madera de análisis
- Sierra cinta
- Cepillo para madera
- Vernier
- Máquina de ensayo:
 1. Con capacidad y características necesarias para la resistencia de los especímenes a ensayar.
 2. Equipada con bloques de acero para la aplicación de la carga con superficie que no se deforme.
 3. Dispositivo de lectura de cargas.
 4. Verificador de cargas: el error de exactitud en la máquina de ensayo debe ser máximo $\pm 3\%$ de la carga aplicada.

Procedimiento

Las probetas se mandaron a cortar de manera que cumplieran con el requisito de dimensiones:

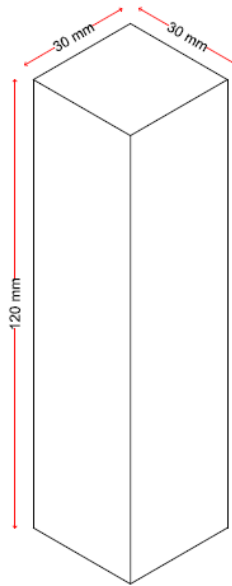


Figura 3 Representación de las medidas en probeta de madera

Las probetas deberán ser prismas rectangulares, con una sección cuadrada de mínimo 20 mm x 20 mm, y una altura del grano de entre 1.5 y 4 veces los lados.

De manera que la base fue de 30 x 30 mm y una altura de 120 mm. El corte se hizo con una sierra de cinta y posteriormente fueron cepilladas.

Una vez listas, se tomaron las dimensiones para corroborar, además de que son datos de entrada para la prensa. Se coloca la probeta al centro de los anillos de carga para comenzar el ensayo, la velocidad de carga se aplica de manera que la ruptura se genere en un intervalo de 1 a 5 minutos.

Se repite el procedimiento para nuestra segunda probeta que tuvo las mismas dimensiones.

Datos y Cálculos

Lecturas registradas para dimensiones

Tabla 1 Dimensiones Probeta #1

Pieza Frijolillo (compresión)			
Sección	a	3	cm
	b	3	cm
largo		12	cm

Tabla 2 Dimensiones Probeta #2

Pieza madera amarilla (compresión)			
Sección	a	3	cm
	b	3	cm
Largo		12	cm

Para el cálculo del esfuerzo usamos la carga ultima entre la sección (fuerza entre área).

$$\sigma_{c,0,W} = \frac{F_{max}}{(a)(b)}$$

Donde:

$\sigma_{c,0,W}$ = es la compresión paralela al grano

F_{max} = es la carga máxima, en N

a, b = son las dimensiones de la sección de la probeta, en mm

Los resultados deben expresarse con una precisión de 0,1 N/mm²

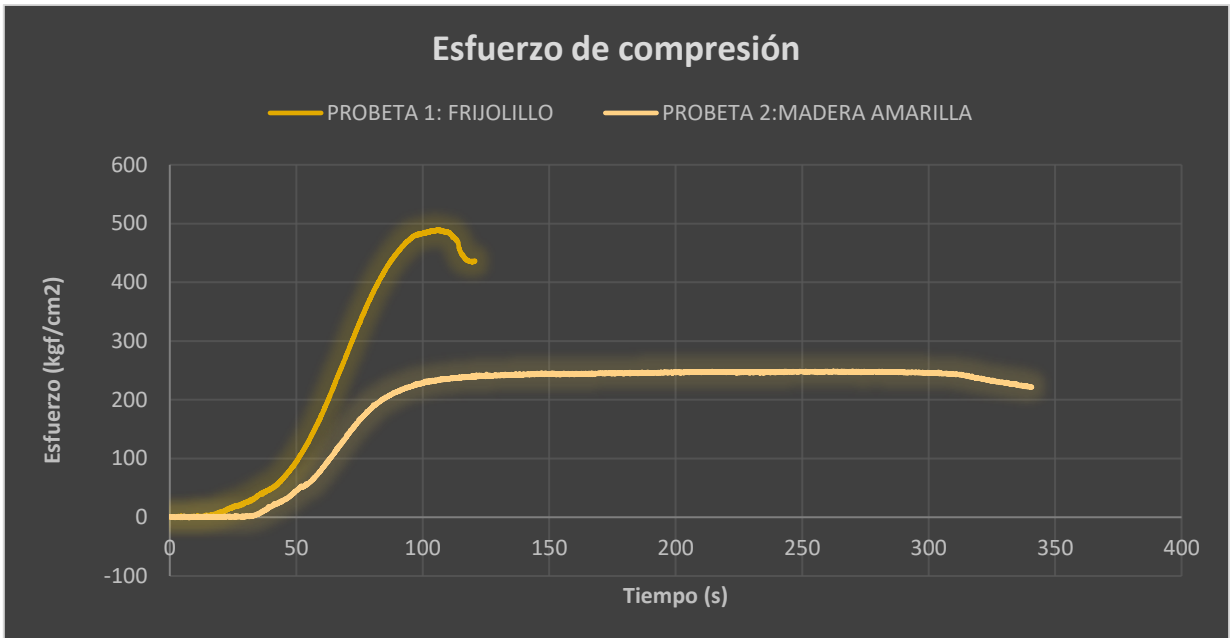
Tabla 3 Cálculo de esfuerzo a la compresión

Nombre	Max. Carga	Área	Max.Despl	Max. Esfuerzo
Parámetro				
Unidades	kgf	cm ²	mm	kgf/cm ²
Probeta 1	4407	9	3.45	490
Probeta 2	2243	9	8.79	249

- Esfuerzo de compresión (Frijolillo)= 490 kgf/cm²
- Esfuerzo de compresión (Madera amarilla)= 249 kgf/ cm²

Con los resultados de la prensa calculamos el esfuerzo con la fuerza medida durante el ensayo con los intervalos registrados.

Gráfica 6 ESFUERZO DE COMPRESIÓN VS TIEMPO



Anexo fotográfico



Figura 4 Pieza de Frijolillo para extracción de probeta 1



Figura 5 Pieza de Madera amarilla(primavera) para extracción de probeta 2



Figura 6 Probetas 1 y 2 dimensión: sección 30 x 30 mm, largo 120 mm.



Figura 7 Ensayo de compresión axial a la fibra en prensa.

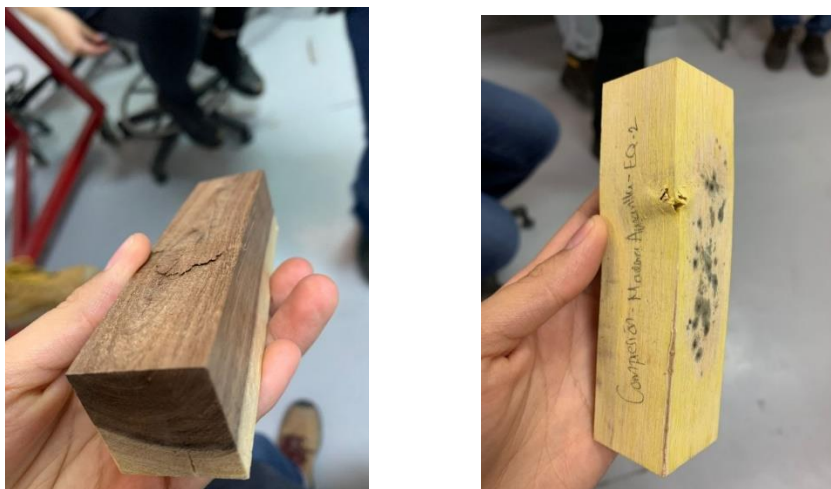


Figura 8 Falla producida en las probetas al llegar a la carga axial ultima.

Ensayo de flexión

Antecedentes teóricos

El ensayo de flexión se usa para determinar las propiedades de los materiales frágiles en tensión. Se pueden observar un módulo de elasticidad y una resistencia a la flexión. El ensayo de flexión se basa en la aplicación de una fuerza al centro de una barra soportada en cada extremo, para determinar la resistencia del material hacia una carga estática o aplicada lentamente.

Tendremos dos parámetros importantes para este ensayo:

Módulo de elasticidad: Modulo de Young o la pendiente de la parte lineal de la curva esfuerzo-deformación en la región elástica. Es una medida de la rigidez de un material; depende de la fuerza de los enlaces interatómicos y de la composición, y no depende mucho de la microestructura.

Resistencia a la flexión: Esfuerzo necesario para romper un espécimen en un ensayo de flexión. También se le conoce como módulo de rotura.

(Casis, 2013)

Equipo y materiales usados

- Madera de análisis
- Sierra cinta
- Cepillo para madera
- Vernier
- Flexímetro digital
- Máquina de ensayo:
 5. Con capacidad y características necesarias para la resistencia de los especímenes a ensayar.
 6. Equipada con bloques de acero para la aplicación de la carga con superficie que no se deforme.
 7. Dispositivo de lectura de cargas.
 8. Verificador de cargas: el error de exactitud en la máquina de ensayo debe ser máximo $\pm 3\%$ de la carga aplicada.

Procedimiento

Para llevar a cabo el ensayo a flexión, primero se debe preparar la muestra del tamaño adecuado. Según la normativa ISO-13061-3 para la prueba de flexión a madera, la probeta para flexión debe cumplir con las siguientes características.

- Sección de 20 mm x 20 mm
- Longitud mínima de 32 cm

- Humedad de madera 12%

Ahora se procede al ensayo de flexión en 4 puntos en la máquina de ensayo universal. Se coloca la pieza con los apoyos en los extremos y con un punto intermedio de carga en la pieza. De manera que queda como se muestra en la figura 8.

Finalmente, se coloca el flexímetro sobre la probeta de madera y se inicia el ensayo por flexión con una velocidad de 8 mm por minuto. De esta manera se tomarán las mediciones de flexión por la carga aplicada a la probeta.

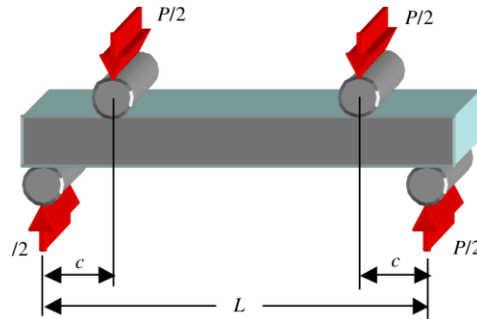


Figura 9 Acomodo de probeta para ensayo de flexión en 3 puntos.

Datos y cálculos

Una vez terminado el ensayo, se deben procesar los datos para obtener el esfuerzo que soporta la madera ensayada, esto se hace por medio de la siguiente fórmula (indicada en la norma ISO-13061-3).

$$\sigma_{b,W} = \frac{3P_{max}l}{2bh^2}$$

Donde:

$\sigma_{b,W}$ Resistencia a flexión (módulo de ruptura)

P_{max} es la carga máxima, en N

l es el claro, en mm

b es el ancho de la probeta, en mm

h es la altura de la probeta, en mm

Haciendo estos cálculos se obtiene la siguiente tabla.

Tabla 4 Cálculo y resultados de esfuerzo para ensayo de flexión a "frijolillo"

Deformación, mm	Esfuerzo, N/mm ²
0.45	9605.556143
0.475	12016.66706
0.503	16683.33275
0.904	24422.22139
1.029	31305.55436
1.192	36283.33231
1.281	43361.10892
1.537	48261.11186
1.755	55066.66371
1.95	61211.12182
2.328	72683.33325
3.09	92555.56368

Posteriormente se obtienen los módulos de ruptura y de elasticidad. El módulo de ruptura se obtiene con la fórmula vista anteriormente; para el módulo de elasticidad se debe usar la ecuación que dicta la norma ISO-13061-4.

$$E_w = \frac{Pl^3}{4bh^3f}$$

donde

E_w Módulo de elasticidad en flexión

P_{max} es la carga igual a la diferencia entre el límite superior e inferior, en N

l es el claro, en mm

b es el ancho de la probeta, en mm

h es la altura de la probeta, en mm

f es la deflexión igual a la diferencia entre el límite superior e inferior, en mm

Aplicando las fórmulas anteriores se obtienen los siguientes resultados.

Tabla 5 Resultados

Modulo de Elasticidad	3,117,108.87	N/mm ²
Modulo de Ruptura	92,555.56	N/mm ²

Y finalmente se obtiene el diagrama de esfuerzo – deformación que se muestra en la gráfica 7.

Gráfica 7 Diagrama de esfuerzo - deformación de "frijolillo".



Anexo fotográfico



Figura 10 Ensayo de flexión a 3 puntos.



Figura 11 Ensayo de flexión a 4 puntos.

Determinación de contenido de humedad

Antecedentes teóricos

La madera es un material higroscópico, lo cual significa que tiene la propiedad de poder ganar o perder humedad en relación con el medio en el que se encuentre.

El contenido de humedad en la madera es un porcentaje del peso seco (o anhídrido de la madera). Es por esto por lo que, el porcentaje puede ser mayor al 100%.

$$\text{Contenido de humedad (\%)} = (\text{Peso del agua contenida} \div \text{Peso de la madera anhidra}) \times 100$$

- Madera verde: entre el 30% (punto de saturación de la pared celular), hasta la humedad en un árbol vivo (70-150%)
- Madera húmeda: 20-30%
- Madera seca al aire: 13-18%
- Madera seca en cámara: debajo del 12%
- Madera cerca del estado anhidro: 4-5%

Dentro de cierto rango, la madera tiene mejores propiedades mecánicas entre más seca esté. Sin embargo, no es recomendable utilizarla cerca del estado anhidro.

Equipo y materiales usados

Higrómetro digital para madera estilo alfiler

Procedimiento

Utilizamos el higrómetro para leer el porcentaje de humedad en las 4 probetas de madera. Para cada probeta, hicimos 3 lecturas en diferentes puntos de la pieza. Usando estos datos, obtuvimos un promedio de % de humedad por probeta.

Datos y Cálculos

Tabla 6 Resultados de contenido de humedad

Pieza Frijolillo flexión (chica)		
Contenido de humedad		
Lectura 1	6,8	%
Lectura 2	6	%
Lectura 3	5	%
ω	5,93	%

Determinación de densidad

Antecedentes teóricos

La densidad relativa básica es el peso anhidro de la madera o el bambú dividido entre su volumen saturado; es la relación de su peso específico y el peso específico del agua, el cual es igual a la unidad en el sistema métrico. La densidad es la relación que tiene la masa con el volumen que ocupa.

Se calcula siguiendo la siguiente fórmula:

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

Equipo y materiales utilizados

- Báscula con precisión de 0.1 g.
- Flexómetro.

Procedimiento

Primero se toman las medidas de la pieza de madera que se tenga, midiendo su longitud, altura y ancho.

Se procede a obtener el peso de la pieza con ayuda de la báscula. Finalmente se registran los datos obtenidos.

Datos y cálculos

En la siguiente tabla se muestran los datos registrados, así como los resultados de los cálculos realizados.

Tabla 7 Cálculo de Densidad de madera

Tipo de Madera	b (cm)	h (cm)	L (cm)	Peso (kg)	Vol. (m ³)	Densidad (kg/m ³)
Madera de Canadá	8.7	3.8	244	3.7	0.01	459.0555
Madera Nacional 1	9.3	4.9	120	3.06	0.01	559.5787
Madera Nacional 2	7.6	7	119	3.04	0.01	479.3864
Tipo de Madera	b (cm)	h (cm)	L (cm)	Peso (kg)	Vol. (m ³)	Densidad (kg/m ³)
Frijolillo	3	3	12	0.12	0.0001 1	1114.815
Madera amarilla	3	3	12	0.08	0.0001 08	702.7778

A continuación, los resultados se comparan contra la normativa local.

Tabla 8 Tabla de clasificación de clases resistentes para maderas de coníferas.

Tabla 8.4-1 Valores especificados de resistencias y módulos de elasticidad de maderas de especies coníferas [kg/cm²]

Resistencia / Módulo		Clasificación por densidad ajustada al 12% de C.H.				
		MB	B	M	A	MA
Flexión	f_{fu}'	60	120	270	375	480
Tensión paralela a la fibra	$f_{tu,0}'$	30	65	140	200	255
Tensión perpendicular a la fibra	$f_{tu,90}'$	3	4	5	5	5
Compresión paralela a la fibra	$f_{cu,0}'$	90	150	215	245	320
Compresión perpendicular a la fibra	$f_{cu,90}'$	15	20	35	55	70
Cortante paralelo a la fibra	$f_{vu,0}'$	10	20	30	35	35
Módulo de elasticidad promedio, paralelo a la fibra	$E_{0,0.50}$	61185	76480	112935	134795	159265
Módulo de elasticidad al 5° percentil, paralelo a la fibra	$E_{0,0.05}$	40995	51240	75665	90310	106710
Módulo de elasticidad promedio, perpendicular a la fibra	$E_{90,0.50}$	2040	2550	3765	4495	5310
Módulo de cortante promedio, paralelo a la fibra	$G_{0,0.50}$	3825	4780	7060	8425	9955
Módulo de cortante promedio, perpendicular a la fibra	$G_{90,0.50}$	380	480	705	840	995
Densidad característica mínima, ajustada al 12% de C.H. [kg/m ³]	γ_{12}	357	400	500	600	700
Peso específico de diseño [kg/m ³]	γ_d	399	499	599	699	800

Tabla 9 Tabla de clasificación de clases resistentes de maderas de especies latifoliadas.

Tabla 8.4-2 Valores especificados de resistencias y módulos de elasticidad de maderas de especies latifoliadas [kg/cm²]

Resistencia / Módulo		Clasificación por densidad ajustada al 12% de C.H.			
		B	M	A	MA
Flexión	f_{fu}'	65	220	385	555
Tensión paralela a la fibra	$f_{tu,0}'$	30	110	195	275
Tensión perpendicular a la fibra	$f_{tu,90}'$	6	6	6	6
Compresión paralela a la fibra	$f_{cu,0}'$	90	200	225	355
Compresión perpendicular a la fibra	$f_{cu,90}'$	30	55	80	105
Cortante paralelo a la fibra	$f_{vu,0}'$	10	30	35	50
Módulo de elasticidad promedio, paralelo a la fibra	$E_{0,0.50}$	63835	94630	123160	153935
Módulo de elasticidad al 5° percentil, paralelo a la fibra	$E_{0,0.05}$	53620	79490	103455	129305
Módulo de elasticidad promedio, perpendicular a la fibra	$E_{90,0.50}$	4255	6310	8210	10260
Módulo de cortante promedio, paralelo a la fibra	$G_{0,0.50}$	3990	5915	7700	9620
Módulo de cortante promedio, perpendicular a la fibra	$G_{90,0.50}$	400	590	770	960
Densidad característica mínima, ajustada al 12% de C.H. [kg/m ³]	γ_{12}	450	600	800	1000
Peso específico de diseño [kg/m ³]	γ_d	599	799	899	1199

Identificando nuestros resultados dentro de la tabla, observamos que nuestras muestras de madera de Canadá y nacionales, se ubican dentro de las clases resistentes B y M. Mientras que para la madera de frijolillo y amarilla se ubican en M y MA. Lo que esto nos indica es que nuestras maderas se ubican en el rango alto de las clasificaciones de clases resistentes de la

madera, según su densidad. Para determinar completamente su clase resistente es menester obtener el resto de las propiedades de la tabla.

Anexo fotográfico

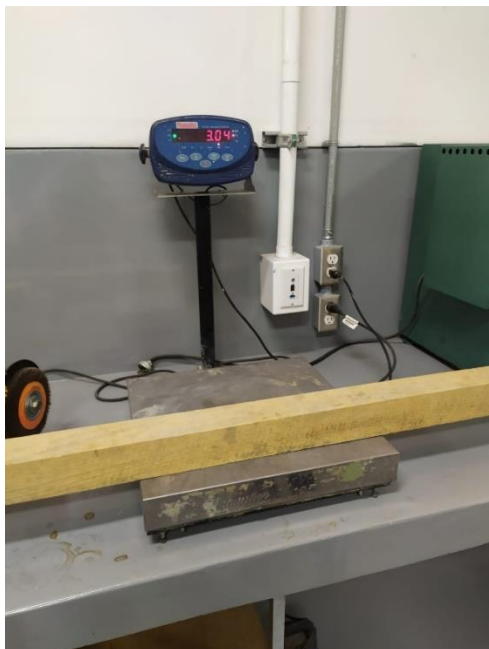


Figura 12. Madera nacional 1



Figura 13 Madera nacional 2



Figura 14 Madera de Canadá

Conclusiones

Podemos ver que la densidad tiene una relación intrínseca con la capacidad portante del elemento. Mientras más denso sea el material, las fibras resisten una mayor carga última, es decir, el esfuerzo a compresión. En este caso la madera del Frijolillo fue la que presentó mayor densidad y un mayor esfuerzo último cuando se sometió a la carga axial, en comparativa con la madera amarilla. La probeta 1 presenta un esfuerzo a la compresión bastante bueno comparándolo con un concreto de alto rendimiento, siendo este de 490 kg/cm². Durante los ensayos no se presentó una falla frágil, en el caso de la probeta dos, se observó humedad en la pieza, puede que eso haya influido en su deformación de falla.

OTATE: ENSAYO DE ESPECÍMENES Y CONTENIDO DE HUMEDAD

Introducción

Con el fin de conocer la resistencia mecánica de este bambú mexicano conocido como otate, se realizaron una serie de pruebas en una muestra de piezas. Las pruebas de compresión, flexión y tensión son aquellas que nos darán a conocer las propiedades mecánicas del material con el que estamos trabajando. Esto es de nuestro interés para el desarrollo de un manual de construcción con Otate para el municipio de Chiquilistlán. Ya sea para la construcción con otate o la inclusión de otate en otros sistemas constructivos alternos, como el bahareque. Nuestro objetivo es conocer las propiedades de comportamiento mecánico del otate ante compresión, flexión y tensión.

Los ensayos de compresión se usan para determinar el comportamiento de un material sometido a cargas aplastantes aplicadas y, generalmente, se desarrollan al aplicar presión compresiva a un espécimen de usando platinas o accesorios especializados en una máquina universal de ensayo. Durante el ensayo, se calculan varias propiedades del material y se esbozan como un diagrama de deformación por esfuerzo que se usa para determinar cualidades como límite elástico, límite proporcional, punto de deformación, resistencia a la deformación y, en algunos materiales, resistencia a la compresión. (INSTRON, n.d.-a)

Una máquina de ensayos de tracción realiza los tipos más fundamentales y comunes de ensayos mecánicos. Una prueba de tracción aplica fuerza de tracción (tracción) a un material y mide la respuesta del espécimen a la tensión. Al hacer esto, las pruebas de tracción determinan qué tan fuerte es un material y cuánto puede alargarse. (INSTRON, n.d.-c)

El ensayo de curvatura, algunas veces llamado ensayo de flexión o ensayo de viga transversal mide el comportamiento de los materiales sometidos a carga de viga simple. A medida que el espécimen se curva o flexiona, se somete a una combinación compleja de fuerzas, incluidas tensión, compresión y cortante. Por este motivo, el ensayo de curvatura se usa habitualmente para evaluar la reacción de los materiales a situaciones de carga realistas. Los

datos del ensayo de flexión pueden ser especialmente útiles cuando un material se usará como estructura de soporte. (INSTRON, n.d.-b)

Posteriormente a estas, se determina el porcentaje de humedad en las piezas ensayadas para buscar la relación entre este porcentaje y las propiedades del otate.

Objetivo

Documentar y cuantificar las propiedades del otate para así poder regular su calidad y generar una normativa, a partir del ensayo de un grupo de muestras representativas de Otate obtenido de Chiquilistlán. Conociendo estos datos, se pueden proponer maneras de construir seguras y reglamentadas para el municipio.

Ensayo de compresión

Antecedentes teóricos

La resistencia a la compresión se define como la capacidad para soportar una carga por unidad de área, y se expresa en términos de esfuerzo, generalmente en kg/cm^2 , MPa.

Los resultados de las pruebas de resistencia a la compresión se emplean fundamentalmente para determinar que el material cumpla con los requerimientos de resistencia especificada para una estructura determinada.

La forma de evaluar la resistencia a compresión es mediante pruebas mecánicas que pueden ser destructivas, las cuales permiten probar repetidamente la muestra de manera que se pueda estudiar la variación de la resistencia u otras propiedades con el paso del tiempo. Para las cuales se usan tipos de muestras: como prismas o cubos, en algunos materiales cilindros.

Los resultados de las pruebas de resistencia se pueden utilizar para fines de control de calidad, caracterización de muestras, determinar capacidad portante en elementos.

Equipo y materiales usados

- Pieza de otate
- Sierra cinta
- Flexómetro
- Vernier
- Máquina de ensayo:
 1. Con capacidad y características necesarias para la resistencia de los especímenes a ensayar.
 2. Equipada con bloques de acero para la aplicación de la carga con superficie que no se deforme.
 3. Dispositivo de lectura de cargas.
 4. Verificador de cargas: el error de exactitud en la máquina de ensayo debe ser máximo $\pm 3\%$ de la carga aplicada.

Procedimiento

Las probetas se cortan de manera que ambos cortes sean paralelos, las probetas para el ensayo a compresión deben tener una longitud de 2 veces el diámetro de la pieza de otate a ensayar. Se obtienen de una pieza de otate ya cortada, que no ha sido secada al horno, y con una medida a lo largo menor a 1m.

Para el ensayo a compresión en la prensa universal, la probeta cilíndrica de otate se pone en la base de la maquina y se le aplica la carga de manera axial. Se le aplica esta carga hasta que el elemento falla.

Datos, Cálculos y Resultados

Cada miembro del equipo ensayo dos especímenes, por lo que se presentan los datos de seis en total.

Tabla 10 Datos de especímenes de ensayo: Otate

Especímenes	
	Miriam
	Lorena
	Grecia

Forma:	Nºde partidas:	Nºde muestras:
Cilíndrica	1	6
Nombre:	Diametro	Altura
Unidad de longitud	mm	mm
Muestra - 1	22.6	48
Muestra - 2	23	47.5
Muestra - 3	24.5	52
Muestra - 4	25	55
Muestra - 5	18	35
Muestra - 6	18	35

Para el cálculo del esfuerzo usamos la carga ultima entre la sección (fuerza entre área).

$$\sigma = \frac{F_{max}}{(a)(b)}$$

Donde:

σ = es la compresión paralela al grano

F_{max} = es la carga máxima, en N

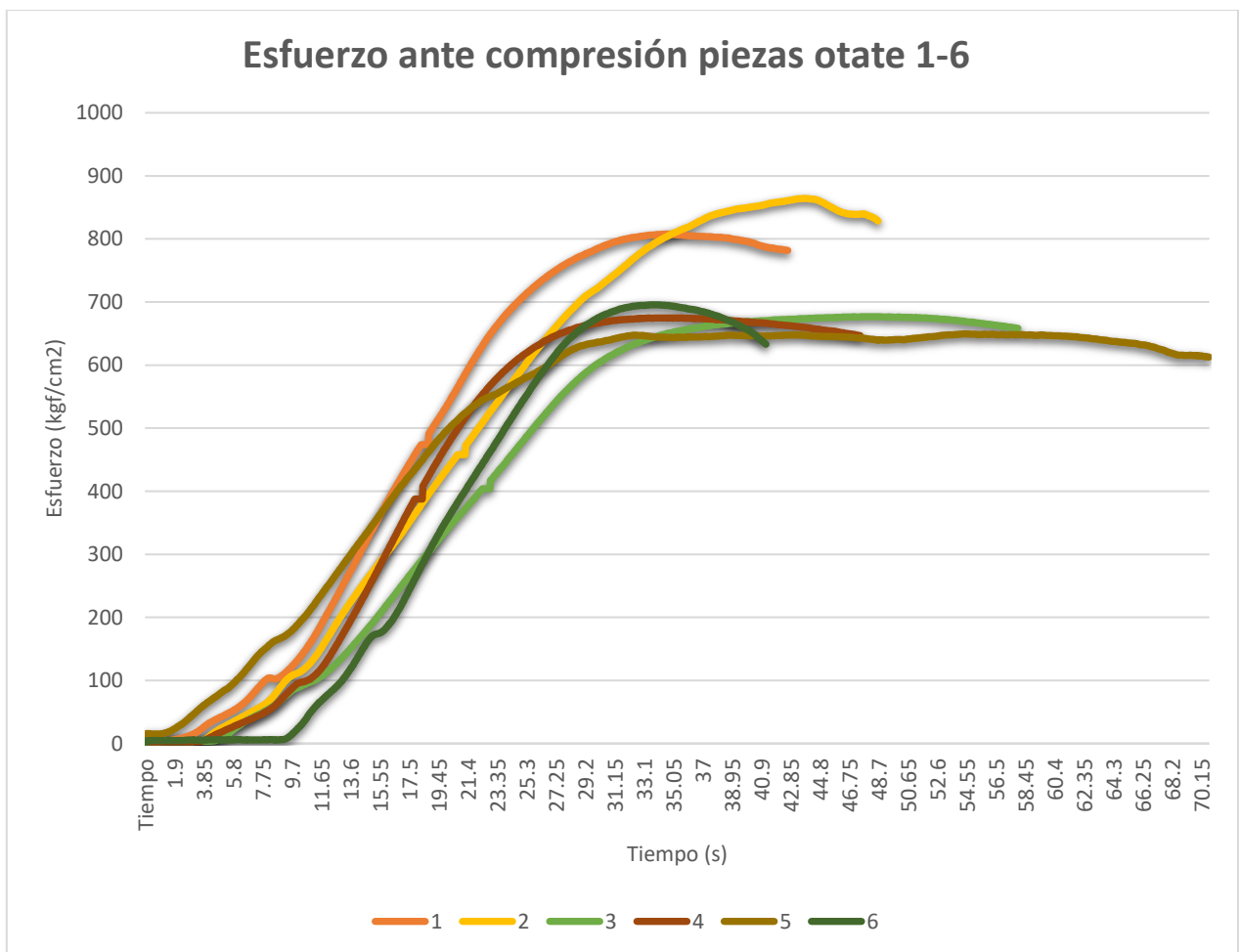
a, b = son las dimensiones de la sección de la probeta, en mm

Los resultados deben expresarse con una precisión de 0,1 N/mm²

Tabla 11 Resultados de carga y esfuerzo máximos registrados en la prensa durante el ensayo

Nombre Parametro	Max._Carga	Max._Despl	Área	Max._Esfuerzo
Unidades	kgf	mm	mm ²	kgf/cm ²
Muestra - 1	3239.2	2.78	4.01	807
Muestra - 2	3587.3	3.55	4.15	863
Muestra - 3	3188	3.88	4.71	676
Muestra - 4	3313.3	2.73	4.91	675
Muestra - 5	1649.8	4.43	2.54	648
Muestra - 6	1766.8	2.71	2.54	694

Gráfica 8 Esfuerzo ante compresión piezas otate 1-6



Anexo fotográfico



Figura 15 Pieza #5 con daño por parte de un insecto o animal



Figura 16 Identificación de pieza #1 y #2

Ensayo de flexión

Antecedentes teóricos

Método para medir el comportamiento de los materiales sometidos a una carga de viga simple. También se denomina ensayo de viga transversal con algunos materiales. La muestra se apoya en dos bordes de cuchilla como una viga simple y se aplica la carga en su punto medio. La tensión máxima de la fibra y la deformación máxima se calculan para incrementos de carga. Los resultados se representan en un diagrama de tensión-deformación, y la tensión máxima de la fibra en el momento del fallo es la resistencia a la flexión. El límite de elasticidad por flexión se indica para los materiales que no se agrietan

¿Por qué realizar un ensayo de flexión?

Un ensayo de flexión produce una tensión de tracción en el lado convexo de la muestra y una tensión de compresión en el lado cóncavo. Esto crea una zona de tensión de cizallamiento a lo largo de la línea media. Para asegurarse de que el fallo primario proviene de la tensión de tracción o compresión, la tensión de cizallamiento debe minimizarse. Esto se consigue controlando la relación entre la luz y la profundidad; la longitud de la luz exterior dividida por la altura (profundidad) de la muestra.

Tipos de ensayos de flexión

Los ensayos de flexión se realizan a menudo en materiales relativamente flexibles, como los polímeros, la madera y los materiales compuestos. Hay dos tipos de pruebas: flexión en 3 puntos y flexión en 4 puntos. En un ensayo de 3 puntos, el área de tensión uniforme es bastante pequeña y se concentra bajo el punto de carga central. En una prueba de 4 puntos,

el área de tensión uniforme existe entre los puntos de carga del tramo interior (normalmente la mitad de la longitud del tramo exterior).

Equipo y materiales usados

- Pieza de otate
- Sierra cinta
- Flexómetro
- Vernier
- Máquina de ensayo:
 5. Con capacidad y características necesarias para la resistencia de los especímenes a ensayar.
 6. Equipada con bloques de acero para la aplicación de la carga con superficie que no se deforme.
 7. Dispositivo de lectura de cargas.
 8. Verificador de cargas: el error de exactitud en la máquina de ensayo debe ser máximo +-3% de la carga aplicada.

Procedimiento

Para el ensayo a flexión, las piezas deben tener una longitud de 30 veces su diámetro. Se obtienen de una pieza de otate ya cortada, que no ha sido secada al horno, y con una medida a lo largo menor a 1m. Para el ensayo de flexión, la pieza de otate se monta en la máquina de manera que se les aplicará la carga a los tercios.

Datos, Cálculos y resultados

Para el cálculo del esfuerzo en la fibra a flexión se considera la carga y longitud del claro.

$$\sigma = \frac{P_{max}}{(\pi r^2)}$$

Donde:

σ = *esfuerzo flexión*

P_{max} = *carga máxima*

πr^2 = *son las dimensiones de la sección del espécimen*

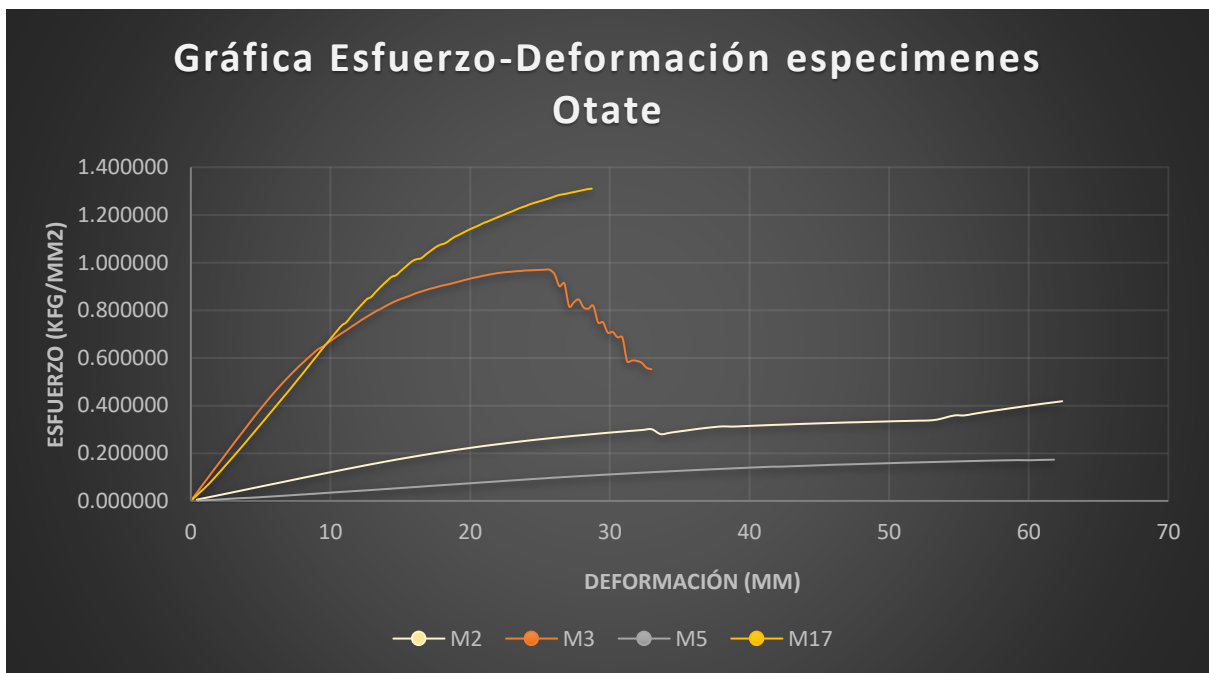
Tabla 12 Datos de especímenes en Otate para ensayo a flexión

Especímenes		Nombre	Largo Total	Distancia de apoyo en bordes	Distancia a tercios	Diámetro	Longitud de claro	Área
	Miriam							
	Lorena							
	Grecia							
Unidades			mm	mm	mm	mm	mm	mm ²
Muestra - 2			720	50	206	24.00	618	452.389
Muestra - 3			380	30	106	12.67	318	126.013
Muestra - 5			780	50	243	26.00	730	530.929
Muestra - 17			375	30	105	12.50	315	122.718

Tabla 13 Resultados de fuerza y esfuerzo máximos registrados durante el ensayo

Nombre	Largo Total	Deformación máx	Fuerza máx	Esfuerzo a flexión máximo	Esfuerzo a flexión
Unidades	mm	mm	kgf	kgf/mm ²	kgf/cm ²
Muestra - 2	720	62.398	0.418	0.001	0.092
Muestra - 3	380	32.979	0.552	0.004	0.438
Muestra - 5	780	61.809	0.173	0.000	0.033
Muestra - 17	375	28.712	1.310	0.011	1.067

Gráfica 9 Esfuerzo vs Deformación en especímenes de Otate



Anexo fotográfico

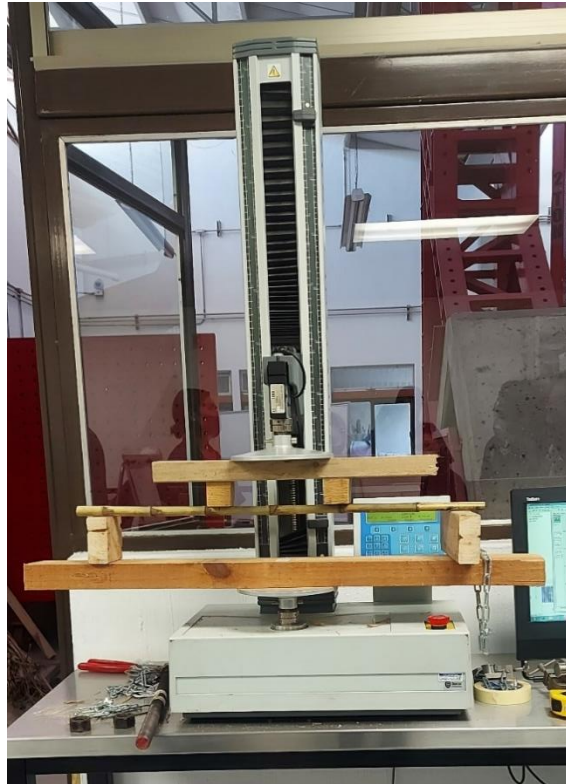


Figura 17 Acomodo de la pieza para prueba de flexión



Figura 18 Carga aplicada durante el ensayo



Figura 19 Falla presentada por flexión.

Ensayo de tensión

Antecedentes teóricos

El ensayo de tensión provee información sobre la resistencia y ductilidad de los materiales mediante tensiones de tracción uniaxiales. Esta información será útil para comparar materiales entre sí, desarrollar nuevos materiales, mantener un control de calidad y para diseñar bajo ciertas circunstancias.

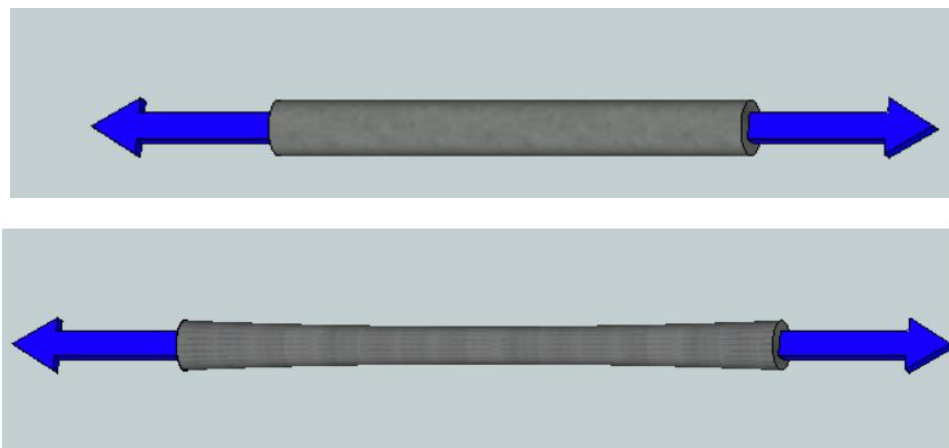


Figura 20 Tensiones de tracción uniaxiales aplicadas durante el ensayo de Tensión

Un ensayo de tensión emite 4 principales datos mecánicos:

- Cedencia (Límite Elástico, σ_{YS}): es el esfuerzo máximo que permite el material antes de sufrir deformaciones permanentes.
- Fuerza de Tensión (UTS): es el esfuerzo máximo que permite un material antes de iniciar la rotura.
- Elongación: es el porcentaje de alargamiento longitudinal total de la muestra mecanizada.
- Reducción de área: es el porcentaje de reducción transversal de la muestra mecanizada.

Estos resultados servirán para definir qué tan dúctil es el material que se está analizando. Se puede clasificar a un material como dúctil o frágil dependiendo de la capacidad para sufrir o no deformación plástica.

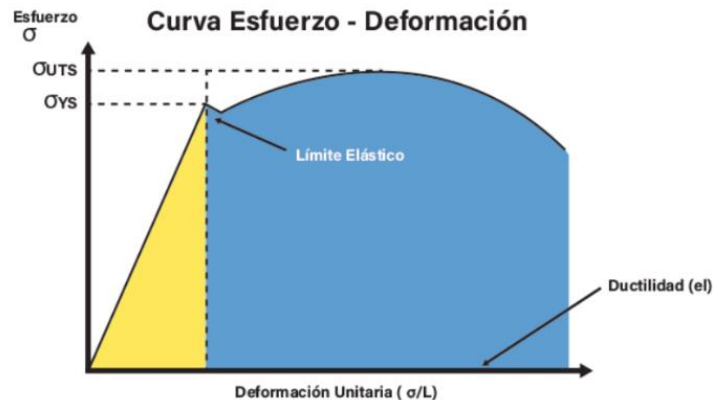


Figura 21 Gráfica esfuerzo-deformación

Equipo y materiales usados

- Pieza de otate
- Sierra cinta
- Flexómetro
- Vernier
- Máquina de ensayo:
 1. Con capacidad y características necesarias para la resistencia de los especímenes a ensayar.
 2. Equipada con bloques de acero para la aplicación de la carga con superficie que no se deforme.
 3. Dispositivo de lectura de cargas.
 4. Verificador de cargas: el error de exactitud en la máquina de ensayo debe ser máximo $\pm 3\%$ de la carga aplicada.

Procedimiento

La probeta para el ensayo a tensión deberá tener una longitud de 60 cm. Se obtienen de una pieza de otate ya cortada, que no ha sido secada al horno, y con una medida a lo largo menor a 1m. Para la prueba de tensión, se sujetan los extremos de la probeta de otate en la máquina universal de ensayos para que la carga se aplique a diferentes direcciones y se provoque la tensión axial en el sentido de las fibras.

Datos, cálculos y resultados

Para el cálculo del esfuerzo en la fibra a flexión se considera la carga y longitud del claro.

$$\sigma = \frac{P_{max}}{(b)(h)}$$

Donde:

σ = esfuerzo tensión

P_{max} = carga máxima

h, b = dimensiones de la sección del espécimen

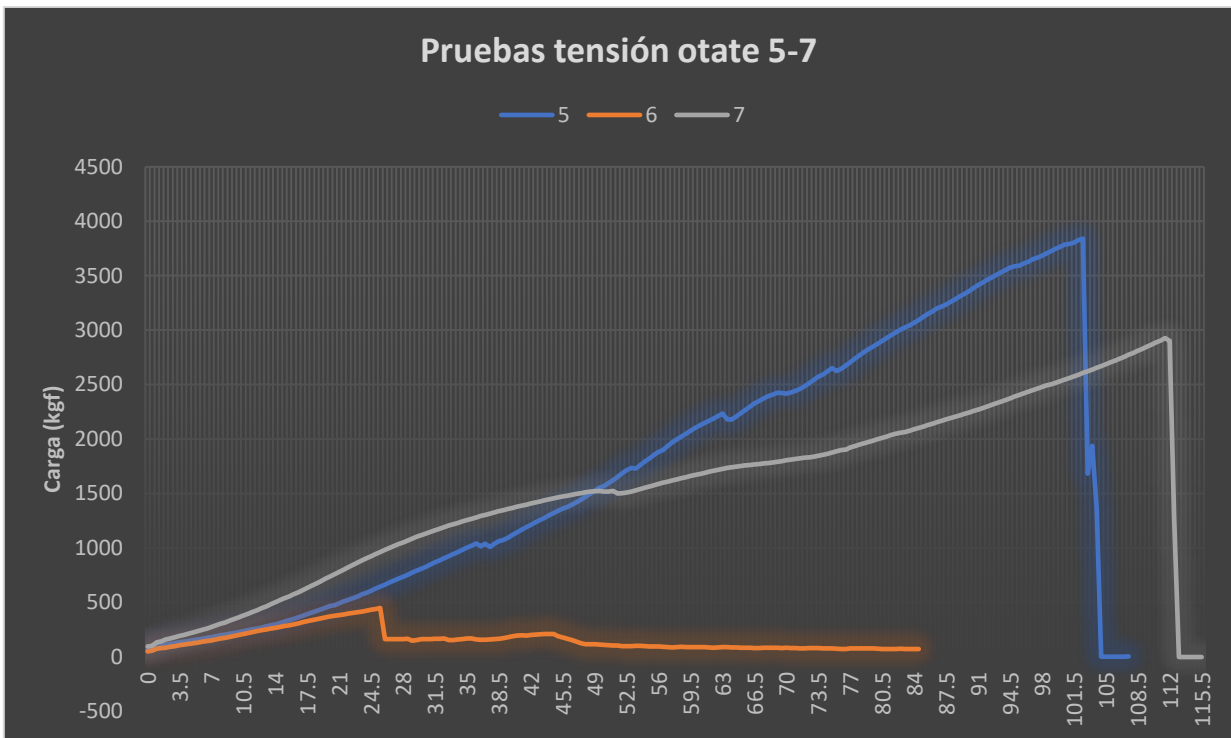
Tabla 14 Datos de especímenes de ensayo: Otate tensión

Especímenes		Forma:	Nºde partidas:	Nºde muestras:
	Miriam	Cilindrica	1	3
	Lorena	Nombre:	Diametro	Longitud calibrada
	Grecia	Unidad de longitud	mm	mm
		Muestra - 5	23.5	200
		Muestra - 6	27	200
		Muestra - 7	20	200

Tabla 15 Resultados registrados durante el ensayo

Nombre	PSF_Carga	PSF_Despl	Max._Carga	Max._Despl	Max._Esfuerzo
Parametro	0.1 %/FS	0.1 %/FS			
Unidades	kgf	mm	kgf	mm	kgf/cm2
Muestra - 5	1041.45	14.98	3840.35	43.122	885.411
Muestra - 6	.-	.-	447.464	10.514	78.1522
Muestra - 7	1521.54	20.696	2926.74	46.906	931.612

Gráfica 10 Pruebas tensión otate 5-7



Se aprecia que la probeta #5 resistió más que la #7. Esto podría deberse en parte a la plaga observada en la probeta #7.

La probeta #6 presentó un problema en el que la máquina no tuvo un buen agarre de la pieza y no se pudo probar, por lo que la gráfica no describe su resistencia ante la tensión real.

Conclusiones

Dentro del ensayo para que la prensa pudiera leer los datos conforme se sometía el elemento a tracción, se necesitaba un agarre firme, en la probeta #6 esto no se pudo lograr pues era demasiado lisa la superficie.

Anexo fotográfico



Figura 22 Otate colocado en la prensa



Figura 23 Detalle falla probeta #7



Figura 24 Detalles superficiales en la probeta de ensayo

Determinación de contenido de humedad

Antecedentes teóricos

El bambú, al igual que la madera, viene de una planta viva que guarda agua en sus paredes. Incluso, se proponen momentos del año, estación lunar y del día cuando es más conveniente cortarlo debido a como varía su contenido de humedad a través de los procesos que vive.

Un contenido demasiado elevado de agua hace más pesada la pieza, es más vulnerable a insectos y hongos, así como tiende a hincharse y contraerse más, generando deformaciones y grietas.

Además, una pieza que está saturada con agua no puede absorber preservadores. Es por esto por lo que es importante al estudiar estas probetas, conocer su contenido de humedad, ya que este tiene un gran peso en sus propiedades mecánicas.

Equipo y materiales usados

- Probeta ya ensayada
- Sierra cinta
- Horno para secado
- Báscula digital 6000g x 0.1g

Procedimiento

Después de ensayar la probeta, se corta una pieza, si es que la probeta completa no cabe en el horno. Se pesa en la báscula y se registra su peso, con una exactitud de un decimal en gramos. Se marcan las piezas para identificarlos y se meten al horno a 100°C. Para esta prueba en particular, dejamos las piezas en el horno 4 semanas.

Posteriormente, se extraen las piezas, se vuelven a pesar y se mide la diferencia del peso en porcentajes.

Datos, cálculos y Resultados

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

$$\omega = \frac{W_1 - W_2}{W_2} \times 100$$

Donde:

w = Contenido de agua, %

W_1 = masa de muestra húmeda, g

W_2 = masa de muestra seca, g

Tabla 16 Resultados de contenido de humedad

No. de muestra	Tipo de ensayo	Peso húmedo (g)	Peso seco (g)	Porcentaje humedad
1	Compresión	15.1	14.2	5.96%
2	Compresión	15.8	14.9	5.70%
3	Compresión	12.7	12.1	4.72%
4	Compresión	13.7	13.1	4.38%
5	Compresión	5.1	4.8	5.88%
6	Compresión	4.8	4.5	6.25%
2	Flexión	22.4	20.9	6.70%
5	Flexión	22.7	21.0	7.49%
3	Flexión	10.2	9.58	6.08%
17	Flexión	7.9	7.5	5.06%
6	Tensión	37.7	34.8	7.69%
7	Tensión	7.8	7.4	5.13%
5	Tensión	112.9	106.2	5.93%

Conclusiones

Como podemos ver los resultados entre los diferentes especímenes son parecidos y constantes, por lo que podemos decir que la prueba se hizo de manera correcta. Sin embargo, es importante mencionar que esta prueba debería de hacerse in situ, las condiciones de humedad en una muestra pueden variar rápidamente bajo muchas condiciones, el otate que usamos ya había estado almacenado sin ninguna regulación por algún tiempo, entonces si es un dato que se va a utilizar para el diseño o un uso específico, esta prueba debería de hacerse bajo las mismas condiciones de humedad en las que estar trabajando el elemento.

TIERRA: ANÁLISIS DE SUELO (SUCS) Y DISEÑO DE MEZCLA

Introducción

La tierra es un material que se ha utilizado en la construcción desde la antigüedad, es un material que se puede encontrar en abundancia, es accesible y con buenas prácticas permite crear un sistema constructivo sostenible. Aunque con el desarrollo de maquinaria y a industria se han creado otros materiales que pueden resultar más eficaces, la tierra es un material que prácticamente está presente en cualquier zona donde se desee construir, por lo que es importante conocer acerca de las propuestas que esta nos puede producir tomando en cuenta lo tradicional con soluciones innovadoras.

Chiquilistlán cuenta con recursos naturales que son útiles para la construcción y que ya se usan por los habitantes de la zona con tal fin, pero sin un alcance muy técnico o bien, no definido, sin normar, siendo la tierra uno de los más importantes.

Justificación

Teniendo en cuenta el objetivo del PAP y los materiales alterativos de construcción, siendo la tierra uno de ellos, no pareció importante tener un perfil técnico del tipo de suelo que se tiene en la zona de Chiquilistlán, analizar la tierra de una manera que nos ayude a identificar los posibles usos que le podremos estar dando como material constructivo para el desarrollo de proyectos dentro del proyecto de aplicación profesional en la comunidad de Chiquilistlán.

|
Dicho lo anterior, se recuperaron 4 diferentes muestras de suelo en Chiquilistlán, escenario de enfoque en el PAP, que fueron usadas como material de análisis. Esta parte del documento presenta las pruebas y resultados de los ensayos hechos al suelo, obtenido de uno de los posibles bancos de materiales, con el fin de clasificarlos con la metodología SUCS. Donde estos quedarán como registro dentro del PAP y que se pueden consultar posteriormente para usar la información de manera práctica y enfocada a alternativas como sistema constructivo, además de la intención de poder generar un diseño de mezcla para la metodología de Bloques de Tierra Compactada (BTC).

Muestras de suelo

Como se mencionó, tenemos cuatro diferentes muestras de suelo, a cada una de ellas se le aplicaron las mismas pruebas para su caracterización, la manera en las identificamos es la siguiente.

MUESTRA 1

Suelo fino color rojo, extraído de un terreno de manera superficial, por lo que presentaba aun raíces y poca vegetación.



Figura 25 Identificación muestra 1

MUESTRA 2

Suelo fino color blanco, extraído de un banco de materiales (Chiquilistlán).



Figura 26 Identificación muestra 2

MUESTRA 3

Suelo fino color amarillo, recabado del material de los ladrilleros en Chiquilistlán.



Figura 27 Identificación muestra 3

MUESTRA 4





Suelo fino color rojo, recabado del material de los ladrilleros en Chiquilistlán.



Figura 28 Identificación muestra 4

Los resultados respectivos de cada una están en el apartado de cada prueba, refiriéndose a cada una como se mencionó anteriormente.

Tabla 17 Identificación de las diferentes muestras y sus características

Muestra	Identificación	Características	Imagen
1	Suelo fino Rojo	Suelo fino color rojo, extraído de un terreno (Chiquilistlán) de manera superficial, por lo que presentaba aun raíces y poca vegetación.	
2	Suelo fino Blanco	Suelo fino color blanco, extraído de un banco de materiales (Chiquilistlán).	
3	Suelo ladrilleros (amarillo)	Suelo fino color amarillo, recabado del material de los ladrilleros en Chiquilistlán.	
4	Suelo ladrilleros (rojo)	Suelo fino color rojo, recabado del material de los ladrilleros en Chiquilistlán.	

Reducción de las muestras de agregados obtenidas en el campo al tamaño requerido para las pruebas

Objetivo

La finalidad de este ensayo es mostrar el método que se usó para reducir la muestra de agregados, en este caso suelo, obtenidas en la visita de campo en Chiquilistlán al tamaño requerido para las pruebas y que se conserve representativa como la muestra de campo.

Antecedentes teóricos

Establecer el muestreo de agregados que se utilizan para la investigación en los ensayos de caracterización es importante, así como el control de los agregados en la fuente de abastecimiento; el control de las operaciones en el sitio de uso y aceptación o rechazo de los materiales y la homogenización del material. Para que de esta manera las muestras usadas en los ensayos de la caracterización de materiales sean representativas.

Equipo y materiales usados

- Cajón para mezcla
- Espátula
- Pala cuadrada
- Báscula
- Pisón
- Agua
- Marro

Procedimiento

Cuando se tiene el material almacenado, el muestreo se realiza tomando porciones aproximadamente iguales a diferente nivel del almacén. Este muestreo se mezcla para formar una muestra compuesta que sea representativa.

El suelo con el que trabajamos estaba en terrones, por lo que tuvimos que disgregarlo con ayuda del marro y un pisón. Usando el método de B, de cuarteo manual para agregado fino, tuvimos que humedecer y después remezclar la muestra.

Se coloca la muestra de campo sobre una superficie plana, dura y limpia, donde no pueda haber pérdida de material ni contaminación con materias extrañas. Se mezcla el material completamente traspaleando toda la muestra en una pila cónica, depositando cada paleada sobre la anterior. Por medio de la pala se ejerce presión sobre el vértice, se aplanan con cuidado. Se divide la pila aplanada en cuatro partes iguales con la pala y se eliminan dos de las partes diagonalmente opuestas, incluyendo todo el material fino cepillando los espacios vacíos para limpiarlos. Se mezcla el material restante y se cuarteo sucesivamente hasta reducir la muestra al tamaño requerido para las pruebas.



Figura 29 Método de reducción de muestra por cuarteo manual.

Conclusiones

Este proceso es muy importante, pues es el primero que se debe hacer antes de comenzar las pruebas a las muestras, para ello debemos tener bien homogeneizada nuestro agregado para tener los resultados correctamente, sobre todo en este suelo que incluso antes de hacer el mismo cuarteo tuvimos que tratarlo para poderlo homogenizar

Detección de errores asociados al proceso

Los métodos en la norma NMX-C-170 son aplicables a muestras más o menos homogéneas; en caso contrario o de duda, la muestra completa de campo debe ser estudiada. En este caso desconocemos la extracción de la muestra en campo, sin embargo, consultando la edafología del suelo, vemos que es prácticamente la misma en todo el escenario de estudio por lo que nos parece correcto tomarla como muestra representativa, pero importante mencionarlo.

Anexo fotográfico



Figura 30 Herramientas para separación de muestra por medio mecánico



Figura 31 Disgregación de muestra

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

Objetivo

Al evaluar el suelo y saber que tiene un contenido de arcillas de antemano, nos dimos cuenta de que probablemente las pruebas que tengamos que hacer para una clasificación SUCS vayan dirigidas a un tipo de suelo de arcilla y limos. Para corroborar esta información y saber hacia dónde dirigirnos optamos por elegir este ensayo que al final nos daría como resultado el porcentaje de finos con el que estamos trabajando y a partir de ahí elegir los siguientes ensayos para caracterización del suelo.

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 18 Resultado del ensayo de lavado, muestra 1

MUESTRA 1: Suelo fino rojo		
Masa por medio de Lavado		
B (masa inicial)	150.2	g
C (masa lavado)	5.6	g
A(% pasa criba 200)	96.3	%

Tabla 19 Resultado del ensayo de lavado, muestra 2

MUESTRA 2: Suelo fino blanco		
Masa por medio de Lavado		
B (masa inicial)	102.7	g
C (masa lavado)	32.6	g
A(% pasa criba 200)	68.3	%

Tabla 20 Resultado del ensayo de lavado, muestra 3

MUESTRA 3: Suelo ladrilleros (amarillo)		
Masa por medio de Lavado		
B (masa inicial)	101.5	g
C (masa lavado)	7.4	g
A(% pasa criba 200)	92.7	%

Tabla 21 Resultado del ensayo de lavado, muestra 4

MUESTRA 4: Suelo ladrilleros (rojo)		
Masa por medio de Lavado		
B (masa inicial)	127.4	g
C (masa lavado)	13.6	g
A(% pasa criba 200)	89.3	%

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.

En el caso de nuestras muestras podemos ver que más de la mitad del suelo se perdió durante el lavado, a pesar de que el material extraído presentaba cúmulos, terrones de suelo, dando un aspecto mayor al posible tamaño de partícula. Por lo que podemos decir que tenemos un suelo fino y son las mismas arcillas o limos los que se disgregaron durante el proceso del ensayo.

Es importante mencionar que en el suelo fino blanco (muestra 2), si se encontraron gravas y arenas en mayor cantidad.

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, así como el análisis granulométrico por medio del hidrómetro para tener una curva completa.

Por los resultados arrojados en la muestra 2 se decidió hacer el análisis granulométrico tanto por tamizado (húmedo) como por hidrómetro.

Anexo fotográfico



Figura 32 Preparación de muestra 1



Figura 33 Disgregación de partículas usando agua



Figura 34 Lavado de muestra 1



Figura 35 Peso seco de masa remanente en muestra 1



Figura 36 Material o posible contaminante durante el secado encontrado en la muestra 1

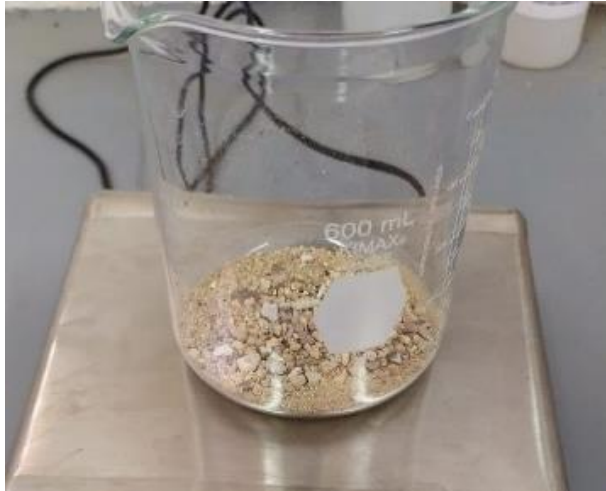


Figura 37 Remanente en muestra 2



Figura 38 Tipo de gravas encontradas en muestra 2

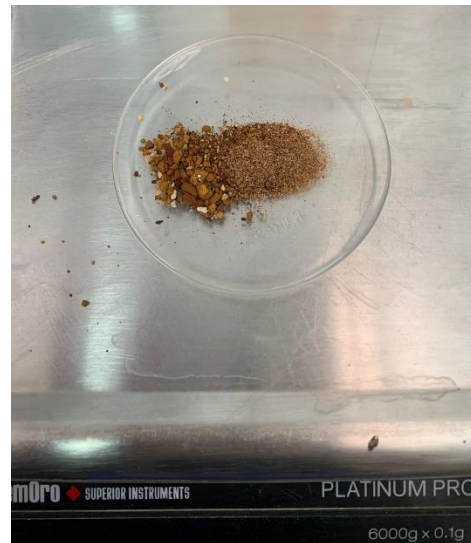
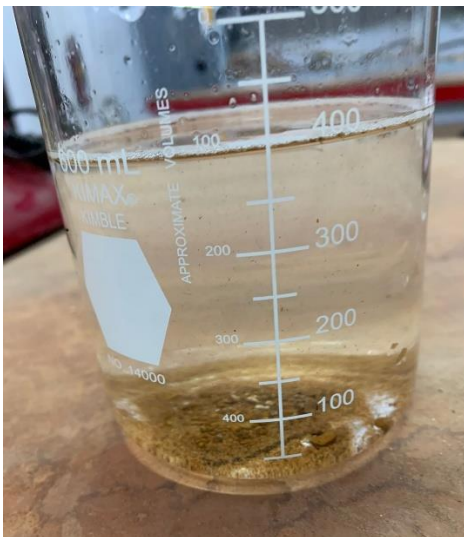


Figura 39 Remanente en muestra 3



Figura 40 Remanente en muestra 4

Contenido de humedad

Objetivo

Procedimiento para encontrar el contenido de agua en la muestra de agregado, 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).

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 22 Contenido de humedad en Muestra 1

MUESTRA 1			
Masa húmeda	W_1	199.99	g
Masa seca	W_2	175	g
Tara	W_r	822.77	g

Contenido de humedad	ω (%)
$\omega = \frac{W_1 - W_2}{W_2} \times 100$	14.28

Detección de errores asociados al proceso

Es importante mencionar que esta prueba debería de hacerse in situ, las condiciones de humedad en una muestra pueden variar rápidamente bajo muchas condiciones, y desconocemos si una vez extraída la materia se le dio el almacenamiento correcto para la ejecución de este ensayo, es porque fue el único ensayo que se decidió no repetir en el resto de las muestras,

Límite líquido, límite plástico e índice plástico

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.

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.

- $IP = WL - WP$

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 ± 5 °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 23 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.

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.

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:

$\omega = \text{Contenido de agua (\%)}$

$W_w = \text{Peso agua (g)}$

$W_s = \text{Peso suelo seco (g)}$

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 24 Resultados para límite plástico y líquido en muestra 1, ensayo 1

MUESTRA 1: Suelo fino rojo

ENSAYO 1

		LÍMITE PLÁSTICO		LÍMITE LÍQUIDO		
		NÚMERO DE GOLPES N		25	20	15
		RANGO N		25-35	20-30	15-25
1	Masa suelo húmedo + tara (g)	35.3	31.4	172.15	182.7	178.88
2	Masa suelo seco + tara (g)	33.1	29.2	159.1	164.9	163.4
3	Masa de agua (1 - 2) (g)	2.2	2.2	13.05	17.8	15.48
4	Masa de tara (g)	28.3	24	135.35	134.8	138.3
5	Masa suelo seco (2 - 4) (g)	4.8	5.2	23.75	30.1	25.1
6	Contenido de humedad (%)	45.8	42.3	54.95	59.14	61.67
		LP (%)		44		
				LL (%)		55

IP (%) 11

Gráfica 11 Diagrama de fluidez muestra 1, ensayo 1.

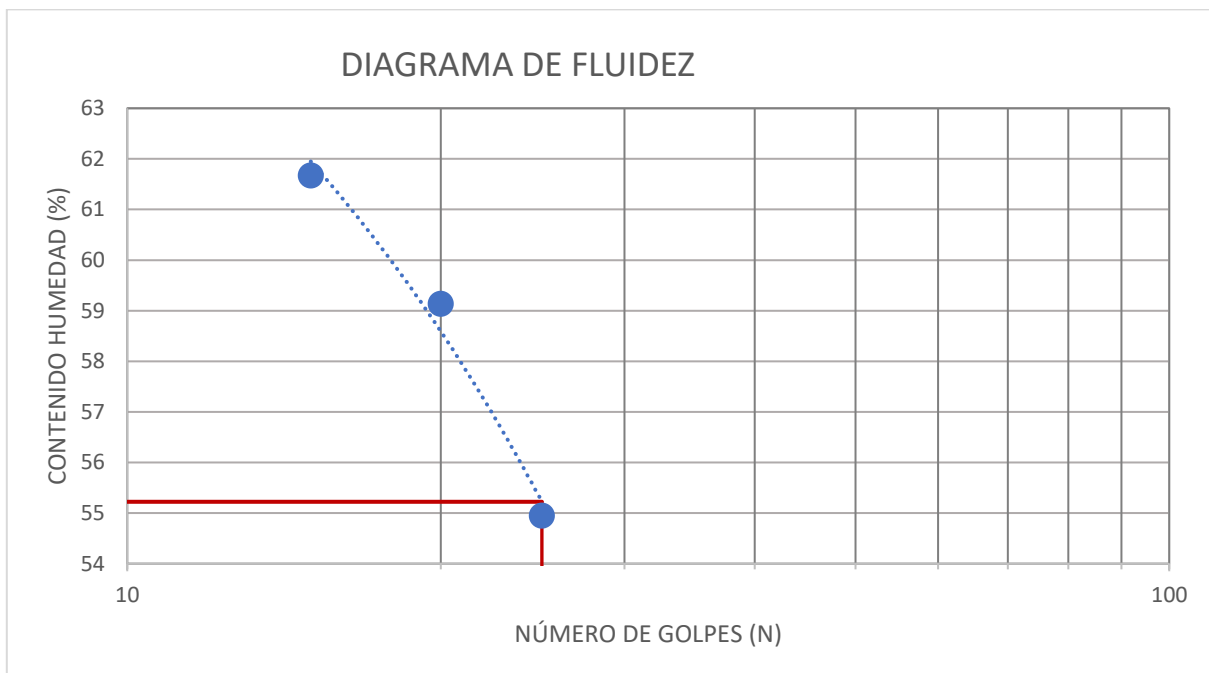


Tabla 25 Resultados para límite plástico y líquido en muestra 1, ensayo 2.

MUESTRA 1: Suelo fino rojo

ENSAYO 2

		LÍMITE PLÁSTICO		LÍMITE LÍQUIDO		
NÚMERO DE GOLPES N				33	20	15
RANGO N				25-35	20-30	15-25
1	Masa suelo húmedo + tara (g)	34.28	35.02	127.01	165.67	166.29
2	Masa suelo seco + tara (g)	33.02	33.07	115.45	154.00	153.85
3	Masa de agua (1 - 2) (g)	1.26	1.95	11.56	11.67	12.44
4	Masa de tara (g)	28.28	28.39	95.64	134.26	133.35
5	Masa suelo seco (2 - 4) (g)	4.74	4.68	19.82	19.75	20.50
6	Contenido de humedad (%)	26.6	41.7	58.34	59.08	60.68
		LP (%)		LL (%)		59
				IP (%)		25

Gráfica 12 Diagrama de fluidez muestra 1, ensayo 2.

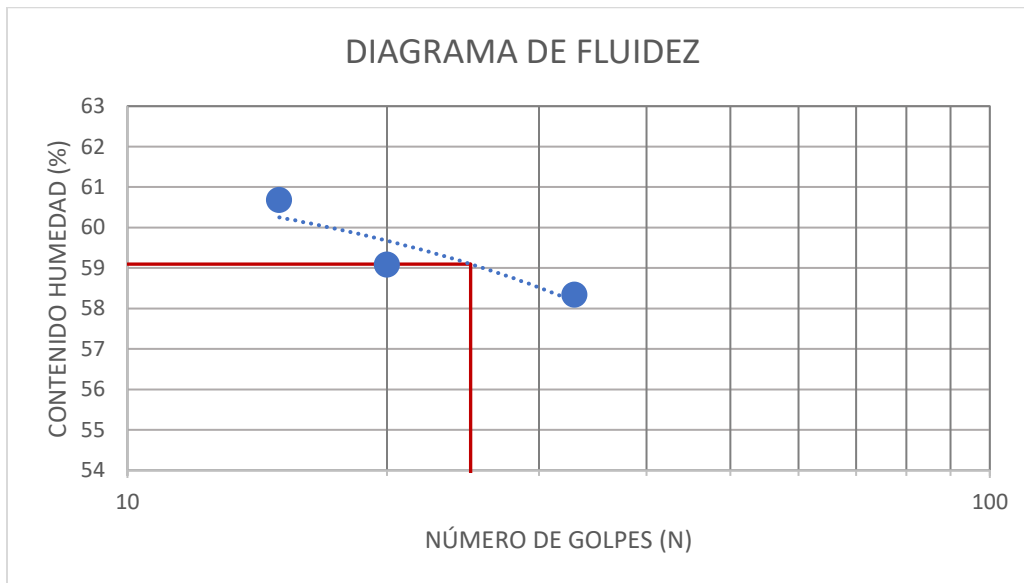


Tabla 26 Resumen de resultados para LL, LP, IP muestra 1.

	Límite Líquido	Límite Plástico	Índice plástico
Ensayo	LL	LP	IP
#1	55	44	11
#2	59	34	25

Muestra 2

Tabla 27 Resultados para límite plástico y líquido en muestra 2

MUESTRA 2: Suelo fino blanco

		LÍMITE PLÁSTICO		LÍMITE LÍQUIDO		
NÚMERO DE GOLPES N				32	23	17
RANGO N				25-35	20-30	15-25
1	Masa suelo húmedo + tara (g)	35.6	35.7	170.3	167.6	168.7
2	Masa suelo seco + tara (g)	34.45	34.25	162.5	159.45	160.3
3	Masa de agua (1 - 2) (g)	1.15	1.45	7.8	8.15	8.4
4	Masa de tara (g)	28.3	28.2	138.2	134.8	135.2
5	Masa suelo seco (2 - 4) (g)	6.15	6.05	24.3	24.65	25.1
6	Contenido de humedad (%)	18.7	24.0	32.10	33.06	33.47
		LP (%)	21	LL (%) 33		
				IP (%)	12	

Gráfica 13 Diagrama de fluidez muestra 2

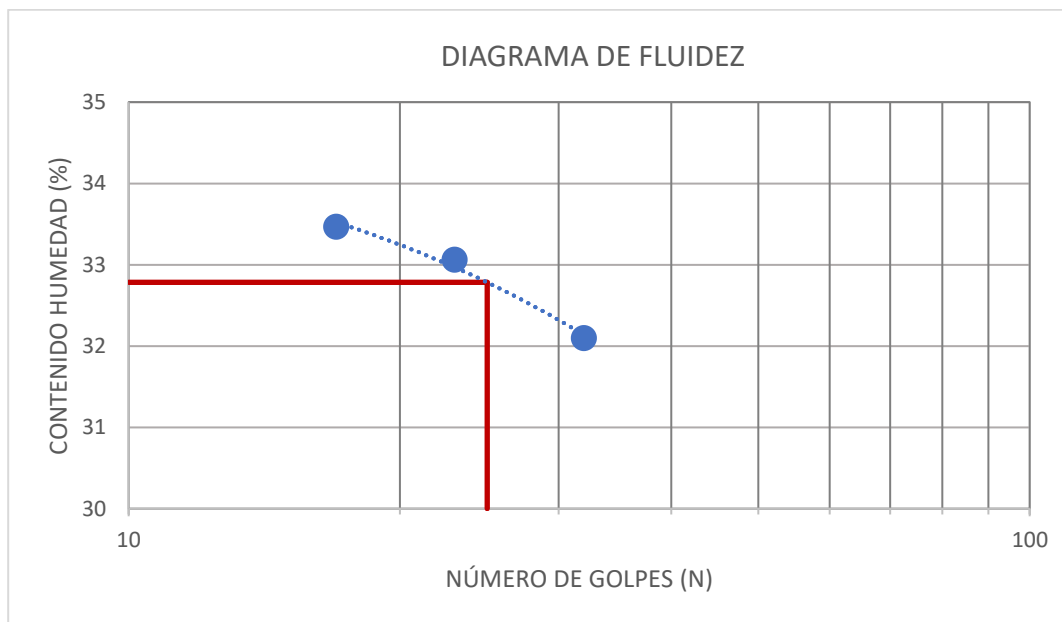


Tabla 28 Resumen de resultados para LL, LP, IP muestra 2.

	Límite Líquido	Límite Plástico	Índice plástico
Ensayo	LL	LP	IP
Muestra 2	33	21	12

Tabla 29 Resultados para límite plástico y líquido en muestra 3

MUESTRA 3: Suelo ladrilleros (amarillo)

		LÍMITE PLÁSTICO		LÍMITE LÍQUIDO		
NÚMERO DE GOLPES N				35	25	15
RANGO N				25-35	20-30	15-25
1	Masa suelo húmedo + tara (g)	130.8	132.2	50.4	60.3	156.6
2	Masa suelo seco + tara (g)	128.7	130.3	40.7	48.15	141.6
3	Masa de agua (1 - 2) (g)	2.1	1.9	9.7	12.15	15
4	Masa de tara (g)	122.5	124.4	24	28.3	118.7
5	Masa suelo seco (2 - 4) (g)	6.2	5.9	16.7	19.85	22.9
6	Contenido de humedad (%)	33.9	32.2	58.08	61.21	65.50
		LP (%)	33	LL (%)		62
				IP (%)	29	

Gráfica 14 Diagrama de fluidez muestra 3

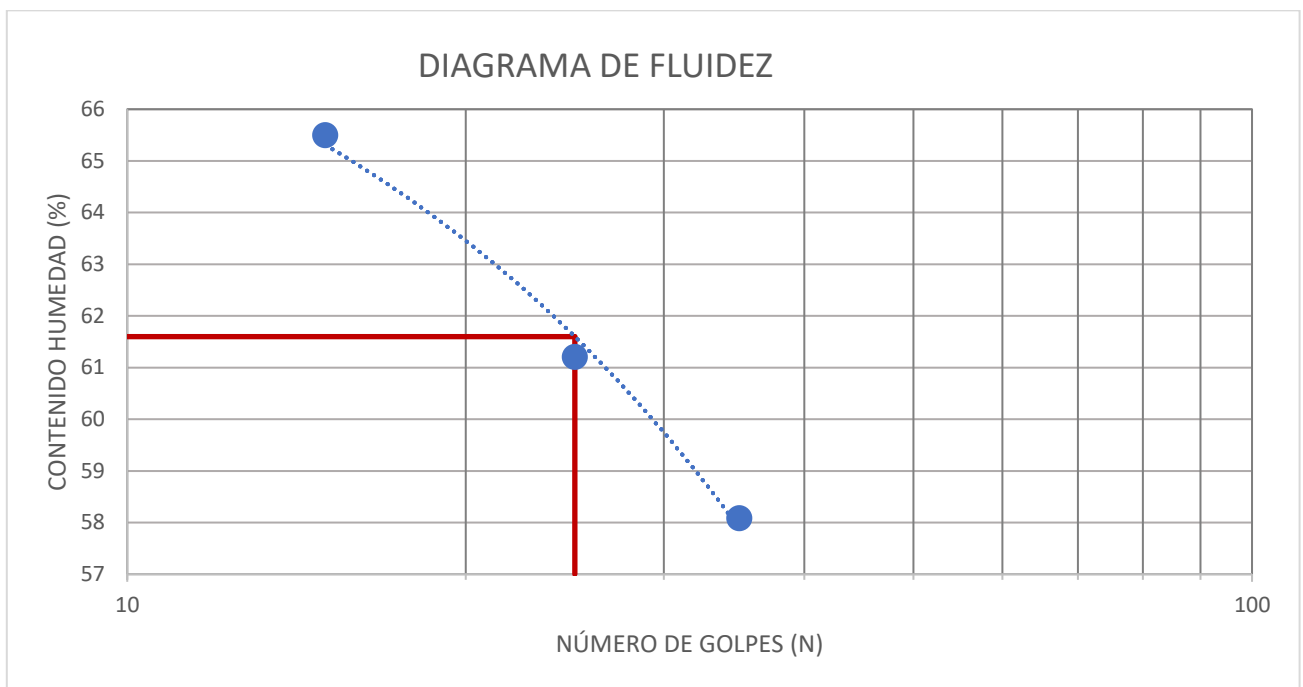


Tabla 30 Resumen de resultados para LL, LP, IP muestra 3.

	Límite Líquido	Límite Plástico	Índice plástico
Ensayo	LL	LP	IP
Muestra 3	62	33	29

Tabla 31 Resultados para límite plástico y líquido en muestra 4

MUESTRA 4: Suelo ladrilleros (rojo)

		LÍMITE PLÁSTICO		LÍMITE LÍQUIDO		
NÚMERO DE GOLPES N				30	22	16
RANGO N				25-35	20-30	15-25
1	Masa suelo húmedo + tara (g)	24.1	28.2	96.6	104.9	141.3
2	Masa suelo seco + tara (g)	22.5	26.75	87.3	96.1	132.6
3	Masa de agua (1 - 2) (g)	1.6	1.45	9.3	8.8	8.7
4	Masa de tara (g)	16.9	21.5	70.2	80.6	118.3
5	Masa suelo seco (2 - 4) (g)	5.6	5.25	17.1	15.5	14.3
6	Contenido de humedad (%)	28.6	27.6	54.39	56.77	60.84
		LP (%)	28	LL (%)		56

IP (%)	28
--------	----

Gráfica 15 Diagrama de fluidez muestra 4

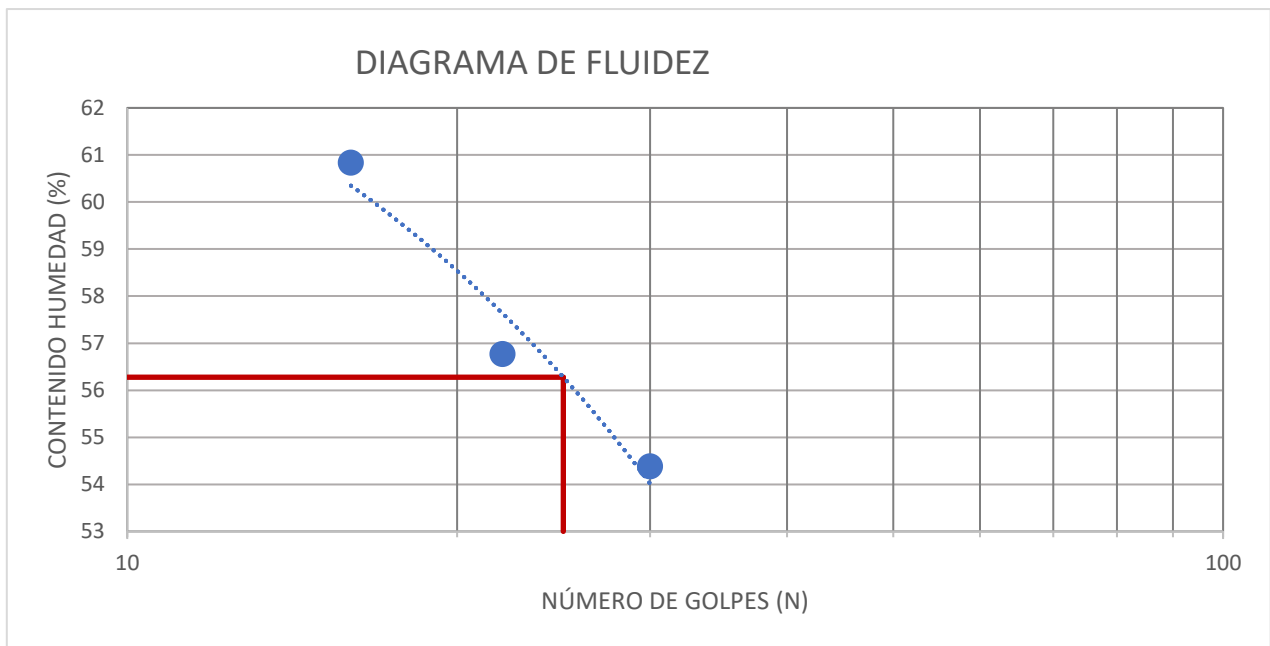


Tabla 32 Resumen de resultados para LL, LP, IP muestra 4.

	Límite Líquido	Límite Plástico	Índice plástico
Ensayo	LL	LP	IP
Muestra 4	56	28	28

Análisis de resultados

En todas las muestras fue posible hacer límite líquido y plástico, porque lo que podremos definir la presencia de limos o arcillas.

Exceptuando la muestra 1, el resto de los resultados se analizarán con la carta de plasticidad y método SUCS más adelante, mientras tanto, teniendo dos resultados en el ensayo de límites podemos analizar de la siguiente manera.

Tabla 33 Resumen resultados muestra 1

	Límite Líquido	Límite Plástico	Índice plástico
Ensayo	LL	LP	IP
#1	55	44	11
#2	59	34	25

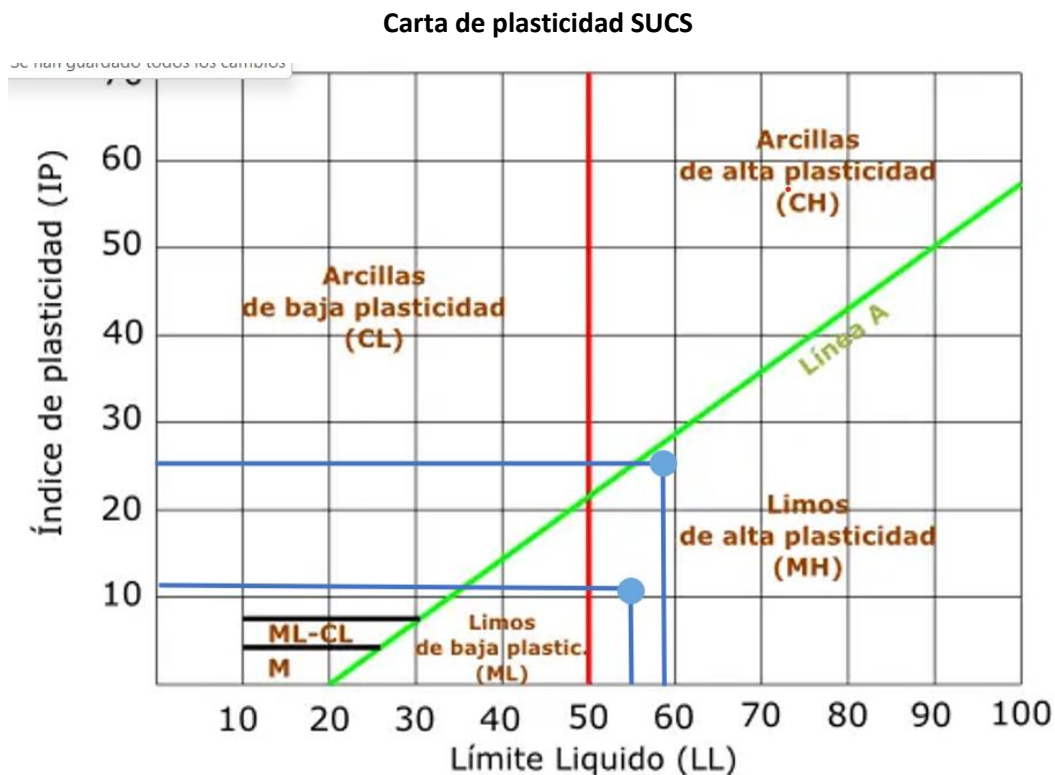


Figura 41 Ubicación de resultados de ensayos en carta de plasticidad

Ubicando los resultados en la carta de plasticidad, para ambos ensayos, obtenemos una lectura de un tipo de suelo fino "Limos de alta plasticidad, MH" para 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 42 Copa de casa grande



Figura 43 Malla #40



Figura 44 Colocación y ranurado de muestra para límite líquido



Figura 45 Muestras 1 húmedas: límite líquido y plástico



Figura 46 Secado de muestras 1 en horno



Figura 47 Muestras 2,3 y 4 resultantes de LL y LP

Densidad de solidos por matraz

Objetivo

El objetivo de esta prueba es obtener la densidad de la muestra del suelo para posteriormente poder hacer los cálculos requeridos para la prueba de granulometría por hidrómetro.

Antecedentes teóricos

La densidad de sólidos se define como la relación que existe entre el peso de los sólidos y el peso del volumen del agua desalojado por los mismos. Generalmente la variación de la densidad de sólidos es de 2.60 a 2.80, aunque existen excepciones como en el caso de la turba en la que se han registrado valores de 1.5 y aún menores, debido a la presencia de materia orgánica. En cambio, en suelos con cierta cantidad de minerales de hierro la densidad de sólidos ha llegado a 3.

El Peso específico relativo de los sólidos es una propiedad índice que debe determinarse a todos los suelos, debido a que este valor interviene en la mayor parte de los cálculos relacionados con la mecánica de suelos, en forma relativa, con los diversos valores determinados en el laboratorio pueden clasificarse algunos materiales. Una de las aplicaciones más comunes de la densidad (S_s), es en la obtención del volumen de sólidos, cuando se calculan las relaciones gravimétricas y volumétricas de un suelo.

(Polanco, 2012)

Equipo y materiales usados

- Matraz aforado a 500 ml.
- Balanza con aproximación a 0.1 gr.
- Termómetro.
- Embudo.
- Pizeta.
- Toalla o papel.
- Horno.

Procedimiento

Limpiar y calibrar el matraz.

1. Lavar.
2. Enjuagar con agua destilada.
3. Secar completamente.
4. Determinar masa del matraz seco y limpio (W_f).
5. Llenar el matraz con agua hasta 5 mm debajo de la marca de aforo.
6. Verificar temperatura uniforme del agua.
7. Agregar agua con la pizeta hasta la marca de aforo.

8. Secar el cuello del matraz.
9. Determinar la masa del matraz con agua (W_{fw}).
10. Repetir.
11. Dibujar curva de calibración temperatura vs. Masas.

Una vez calibrado el matraz

1. Preparar la muestra.
2. Colocar muestra en matraz con un embudo.
3. Verter agua hasta la mitad del matraz.
4. Calentar el matraz hasta ebullición moderada por 20 minutos.
5. Agregar agua hasta la marca de aforo.
6. Secar superficie del matraz y obtener su peso (W_{fsw}).
7. Tapar y agitar el matraz para uniformizar.
8. Eliminar el agua sobrante con decantación.
9. Secar la muestra totalmente en horno y obtener su peso (W_s).

Cálculos y resultados

$$S_{ap} = \frac{W_s}{W_{fw} + W_s - W_{fsw}}$$

Donde:

S_{ap} = Densidad de sólido

W_s = Muestra secada en horno

W_{fw} = Masa del matraz con agua

W_{fsw} = Masa del matraz con agua y muestra

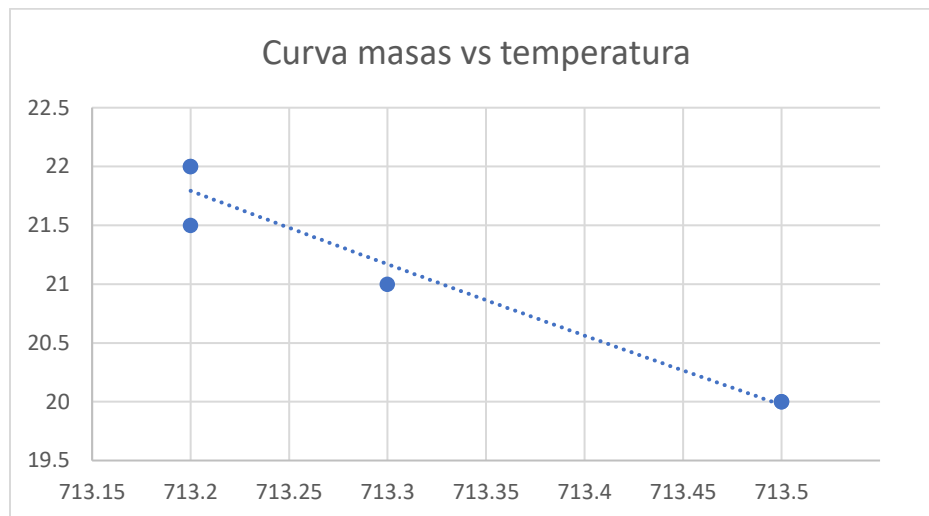
A continuación, se muestran la toma de datos para la curva de calibración de matraz. En la tabla se muestran los datos registrados y en la gráfica se muestra la curva de calibración.

Tabla 34 Registro de datos para calibración de matraz.

Calibración de Matraz		
Primera		
Wf	215.4	g
Wfw	713.5	g
Temperatura	20	C
Segunda		
Wf	215.5	g
Wfw	713.3	g
Temperatura	21	C
Tercera		
Wf	215.3	g
Wfw	713.5	g
Temperatura	20	C

Cuarta		
Wf	215.5	g
Wfw	713.2	g
Temperatura	22	C
Quinta		
Wf	215.6	g
Wfw	713.2	g
Temperatura	21.5	C
Sexta		
Wf	215.4	g
Wfw	713.2	g
Temperatura	22	C

Gráfica 16 Curva de calibración de matraz.



En la tabla siguiente se muestran los datos registrados, así como los cálculos realizados para obtener la densidad de sólidos para la muestra de suelo analizada.

Tabla 35 Cálculos y resultados de densidad de sólidos.

Muestra 1 - Suelo Fino Rojo		
Wf	215.45	g
Wfw	713.317	g
Wfsw	773.7	g
Ws	100.1	g
Gs	2.520	
Muestra 2 - Suelo Fino Blanco		
Wf	215.45	g
Wfw	713.317	g
Wfsw	772.5	g

Ws	100.1	g
Gs	2.446	
Muestra 3 - Suelo ladrilleros (amarillo)		
Wf	215.45	g
Wfw	713.317	g
Wfsw	773.6	g
Ws	91.2	g
Gs	2.950	
Muestra 4 - Suelo ladrilleros (rojo)		
Wf	215.45	g
Wfw	713.317	g
Wfsw	772.4	g
Ws	92.2	g
Gs	2.784	

Análisis de resultados

A partir de las densidades obtenidas, se ha producido la siguiente tabla de resultados.

Tabla 36 Resumen de densidad de sólidos en muestras de suelo

Muestra	Identificación	Gs
Muestra 1	Suelo fino rojo	2.52
Muestra 2	Suelo fino blanco	2.45
Muestra 3	Suelo ladrilleros amarillo	2.95
Muestra 4	Suelo ladrillero rojo	2.78

Conclusiones

La densidad de sólidos es una herramienta importante en el análisis de un suelo, ya que de su valor dependen cálculos para obtener la granulometría de un suelo fino. Obteniendo la densidad de sólidos de un suelo podemos caracterizar el suelo según la clasificación SUCS, siendo este nuestro objetivo principal.

Anexo fotográfico



Figura 48 Peso del matraz vacío y seco

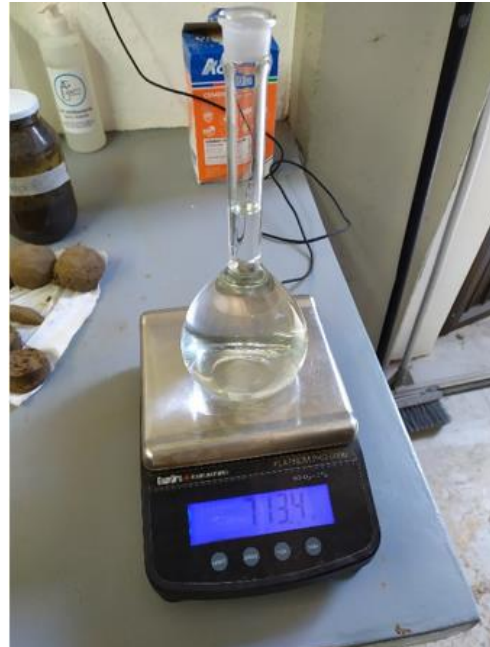


Figura 49 Peso del matraz con agua



Figura 50 Peso del matraz con muestra saturada



Figura 51 Muestra sedimentada en matraz



Figura 52 Peso del matraz con muestra seca

Granulometría por hidrómetro

Objetivo

Como ya se mencionó en la introducción, esta prueba tiene el mismo objetivo que la de cribado; 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

El análisis hidrométrico se basa en la ley de Stokes. Se asume que la ley de Stokes puede ser aplicada a una masa de suelo dispersado, con partículas de varias formas y tamaños. El hidrómetro se usa para determinar el porcentaje de partículas de suelos dispersados, que permanecen en suspensión en un determinado tiempo. Para ensayos de rutina con fines de clasificación, el análisis con hidrómetro se aplica a partículas de suelos que pasan el tamiz de 2.00 mm (N° 10). Para más precisión, el análisis con hidrómetro se debe realizar a la fracción de suelo que pase el tamiz de 74 μm (N° 200).

(Universidad Nacional de Ingeniería Lima Perú, 2006)

Equipo y materiales usados

- Balanza con aproximación al 0.1 gr.
- Hexametáfosfato de sodio.
- Vaso de precipitado.
- Hidrómetro 152H.
- Termómetro.
- Malla #10.
- Probeta de 1,000 ml.
- Chocomilera con vaso.
- Cronómetro.

Procedimiento

1. Pesar muestra completa y moler en mortero para separar los cúmulos de granos que se pudieron haber formado.
2. Dividir el material en 2 partes principales:
 - a. Lo que pasa la malla #10.
 - b. Lo que no pasa la malla #10.
3. Medir el porcentaje de los retenidos en la malla #10.
4. Humedecer la muestra de suelo con agua, aproximadamente para que al mezclarse se quede con una consistencia mayormente líquida.
5. Agregar suelo a un recipiente con 40 g de Hexametáfosfato de Sodio por cada litro de muestra, nosotros teníamos 250 ml de muestra, por lo que agregamos 10 g del agente dispersante que se agrega para hacer que los grumos que puedan seguir estando presentes en la muestra que vamos a analizar se dispersen y podamos conseguir los datos más reales posibles. La norma ASTM-D422-63 indica que el agente dispersante debe dejarse en la muestra por lo menos por 16 horas, pero como nosotros no contamos con tanto tiempo para realizar la prueba, por lo que sólo la dejamos reposar por 10 minutos.
6. Mezclamos la muestra en una chocomilera por aproximadamente 1 minuto y la ponemos en una probeta de 1000 ml que dentro tenga 500 ml de agua o menos.
7. Agregamos agua hasta completar 1 lt y batimos la probeta con la mezcla de la muestra líquida junto con el agua hasta que se homogenice.
8. Inmediatamente después se introduce el hidrómetro dentro de la probeta y tomamos la primera lectura, lo dejamos ahí dentro por 30 segundos y tomamos la segunda lectura cuando se cumplan el minuto.
9. Después se retira el hidrómetro y se esperan 2 minutos para tomar la tercera, se repite la toma de la lectura a cada 2 minutos hasta que dos de ellas sean iguales.
10. Después se toma la lectura a cada 4 minutos hasta que se repitan dos lecturas y así consecutivamente; tomando en cuenta que el tiempo de la toma de las muestras aumenta exponencialmente, es decir; la que siga de cada 4 minutos será cada 8 minutos.
11. La norma indica que se repita el proceso de toma de lecturas hasta completar 24 horas (otra de las desventajas de esta prueba).

Cálculos y resultados

Se obtuvieron las lecturas de la muestra 1 que se muestran en la siguiente tabla, terminado el ensayo. En esta parte del reporte sólo se hará énfasis en la muestra 1 a manera de ejemplo, esto es debido a cuestiones de practicidad para el reporte.

Para poder crear la gráfica de esta prueba primero debemos conocer la densidad del suelo, que obtuvimos por medio de la prueba de matraz:

$$S_{ap} = \frac{W_s}{W_{fw} + W_s - W_{fsw}}$$

Donde:

S_{ap} = Densidad de sólido

W_s = Muestra secada en horno

W_{fw} = Masa del matraz con agua

W_{fsw} = Masa del matraz con agua y muestra

$$S_{ap} = 2.43 \text{ g/cm}^3$$

$$W_s = 95.4 \text{ g}$$

$$W_{fw} = 721.1 \text{ g}$$

$$W_{fsw} = 777.3 \text{ g}$$

$$S_{ap} = \frac{95.4}{721.1 + 95.4 - 777.3} = 2.43 \text{ g/cm}^3$$

Ahora, de acuerdo con la tabla de la norma ASTM-D422-63, observamos que a nuestro suelo le corresponde un Factor de corrección de 1.05.

Specific Gravity	Correction Factor ^A
2.95	0.94
2.90	0.95
2.85	0.96
2.80	0.97
2.75	0.98
2.70	0.99
2.65	1.00
2.60	1.01
2.55	1.02
2.50	1.03
2.45	1.05

^A For use in equation for percentage of soil remaining in suspension when using Hydrometer 152H.

Figura 53 Valores "a" de corrección según norma ASTM, de acuerdo con la densidad de las partículas del suelo.

Y ahora usamos la fórmula siguiente para determinar el ‘% sólido retención’ para cada una de las lecturas:

$$P = \left(\frac{Ra}{W} \right) \times 100$$

Donde:

P = Porcentaje de suelo remanente en suspensión.

R = Lectura de hidrómetro.

a = Factor de corrección. (1.05)

W = Peso de la muestra seca que pasó la malla #10. (55.5 g)

Ahora obtendremos el diámetro de las partículas del suelo en suspensión de acuerdo con la siguiente fórmula:

$$D = K \sqrt{\frac{L}{T}}$$

Donde:

D = Diámetro de las partículas de suelo.

K = Constante dependiente de la temperatura

L = Profundidad efectiva, en cm

T = Tiempo

Y para ello haremos uso de las tablas siguientes tablas que vienen en la norma ASTM-D422-63.

Obsérvese que en la tabla vienen 2 columnas principales, una para el hidrómetro tipo 151H y otra para el hidrómetro 152H, nuestro tipo de hidrómetro es el 152H por lo que sólo usaremos esa columna.

Figura 54 Valores de profundidad efectiva de acuerdo con la norma ASTM.

TABLE 2 Values of Effective Depth Based on Hydrometer and Sedimentation Cylinder of Specified Sizes^A

Hydrometer 151H		Hydrometer 152H			
Actual Hydrometer Reading	Effective Depth, L, cm	Actual Hydrometer Reading	Effective Depth, L, cm	Actual Hydrometer Reading	Effective Depth, L, cm
1.000	16.3	0	16.3	31	11.2
1.001	16.0	1	16.1	32	11.1
1.002	15.8	2	16.0	33	10.9
1.003	15.5	3	15.8	34	10.7
1.004	15.2	4	15.6	35	10.6
1.005	15.0	5	15.5		
1.006	14.7	6	15.3	36	10.4
1.007	14.4	7	15.2	37	10.2
1.008	14.2	8	15.0	38	10.1
1.009	13.9	9	14.8	39	9.9
1.010	13.7	10	14.7	40	9.7
1.011	13.4	11	14.5	41	9.6
1.012	13.1	12	14.3	42	9.4
1.013	12.9	13	14.2	43	9.2
1.014	12.6	14	14.0	44	9.1
1.015	12.3	15	13.8	45	8.9
1.016	12.1	16	13.7	46	8.8
1.017	11.8	17	13.5	47	8.6
1.018	11.5	18	13.3	48	8.4
1.019	11.3	19	13.2	49	8.3
1.020	11.0	20	13.0	50	8.1
1.021	10.7	21	12.9	51	7.9
1.022	10.5	22	12.7	52	7.8
1.023	10.2	23	12.5	53	7.6
1.024	10.0	24	12.4	54	7.4
1.025	9.7	25	12.2	55	7.3
1.026	9.4	26	12.0	56	7.1
1.027	9.2	27	11.9	57	7.0
1.028	8.9	28	11.7	58	6.8
1.029	8.6	29	11.5	59	6.6
1.030	8.4	30	11.4	60	6.5
1.031	8.1				
1.032	7.8				
1.033	7.6				
1.034	7.3				
1.035	7.0				
1.036	6.8				
1.037	6.5				
1.038	6.2				

Ahora encontramos el valor de K para cada lectura con ayuda de la tabla de la norma:

Temperature, ° C	Specific Gravity of Soil Particles								
	2.45	2.50	2.55	2.60	2.65	2.70	2.75	2.80	2.85
16	0.01530	0.01505	0.01481	0.01457	0.01435	0.01414	0.01394	0.01374	0.01356
17	0.01511	0.01486	0.01462	0.01439	0.01417	0.01396	0.01376	0.01356	0.01338
18	0.01492	0.01467	0.01443	0.01421	0.01399	0.01378	0.01359	0.01339	0.01321
19	0.01474	0.01449	0.01425	0.01403	0.01382	0.01361	0.01342	0.1323	0.01305
20	0.01456	0.01431	0.01408	0.01386	0.01365	0.01344	0.01325	0.01307	0.01289
21	0.01438	0.01414	0.01391	0.01369	0.01348	0.01328	0.01309	0.01291	0.01273
22	0.01421	0.01397	0.01374	0.01353	0.01332	0.01312	0.01294	0.01276	0.01258
23	0.01404	0.01381	0.01358	0.01337	0.01317	0.01297	0.01279	0.01261	0.01243
24	0.01388	0.01365	0.01342	0.01321	0.01301	0.01282	0.01264	0.01246	0.01229
25	0.01372	0.01349	0.01327	0.01306	0.01286	0.01267	0.01249	0.01232	0.01215
26	0.01357	0.01334	0.01312	0.01291	0.01272	0.01253	0.01235	0.01218	0.01201
27	0.01342	0.01319	0.01297	0.01277	0.01258	0.01239	0.01221	0.01204	0.01188
28	0.01327	0.01304	0.01283	0.01264	0.01244	0.01225	0.01208	0.01191	0.01175
29	0.01312	0.01290	0.01269	0.01249	0.01230	0.01212	0.01195	0.01178	0.01162
30	0.01298	0.01276	0.01256	0.01236	0.01217	0.01199	0.01182	0.01165	0.01149

Figura 55 Valores "K" para corrección de lecturas de hidrómetro por temperatura.

Ahora, aplicamos la fórmula a cada lectura para encontrar el diámetro de las partículas de suelo suspendidas en cada lectura.

Adicionalmente, se obtienen los valores D10, D30 y D60 de la curva granulométrica obtenida, para de esta manera obtener el Coeficiente de Uniformidad (Cu) y el Coeficiente de Curvatura (Cc) con las siguientes fórmulas respectivamente.

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

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

Donde:

Cu: Coeficiente de uniformidad del material, número adimensional

Cc: Coeficiente de la curvatura del material, número adimensional

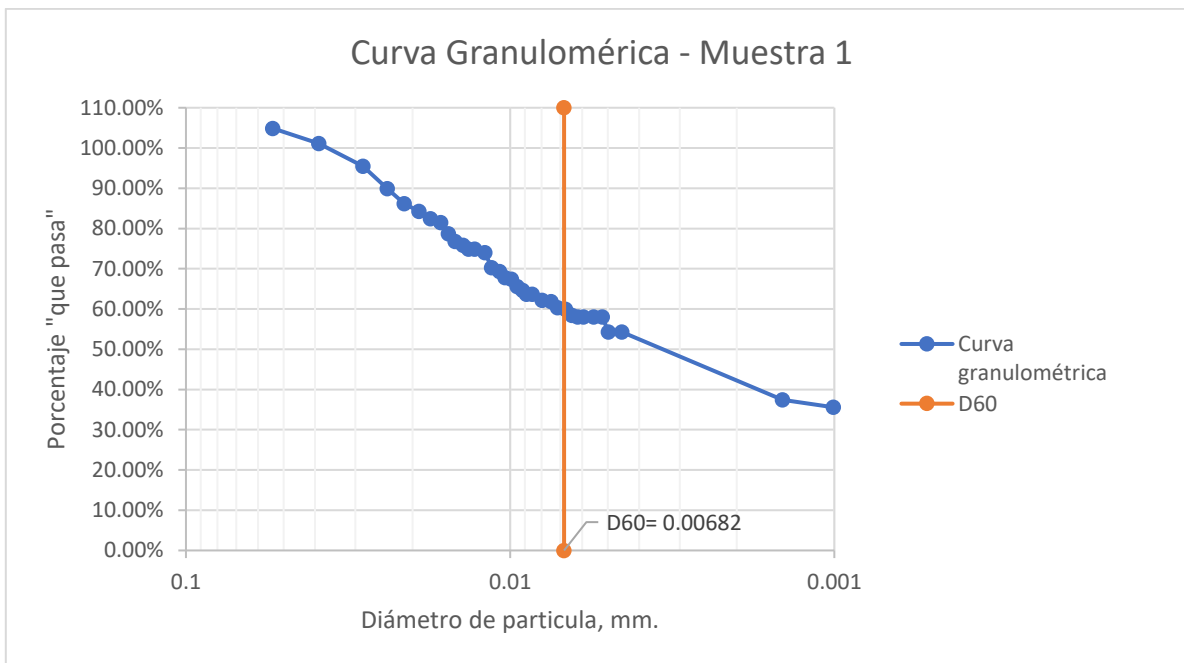
D10, D30, D60: Representan los tamaños de las partículas del suelo en milímetros (mm) que en la gráfica de la composición granulométrica corresponden al 10, 30 y sesenta por ciento, que pasa respectivamente. Es decir, D10, D30 y D60 son las abscisas de la gráfica granulométrica donde intersecan las ordenadas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

Obteniendo los valores de Cu y Cc se puede determinar si el suelo que se está analizando está bien o mal graduado por medio de la siguiente convención.

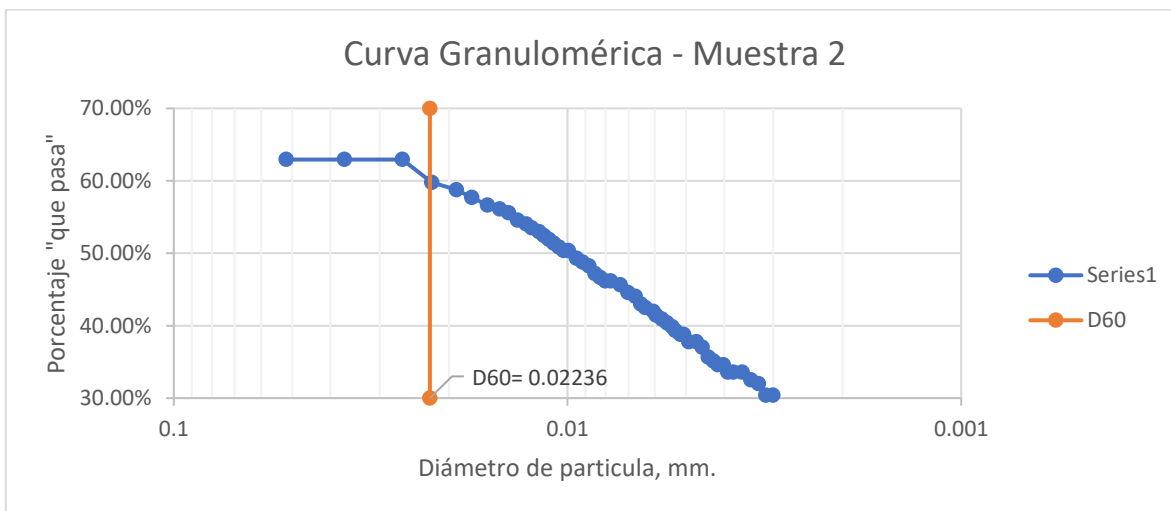
Suelo bien graduado: $1 \leq Cc \leq 3$ y $Cu > 4$

Finalmente se obtiene las gráficas que se muestra a continuación.

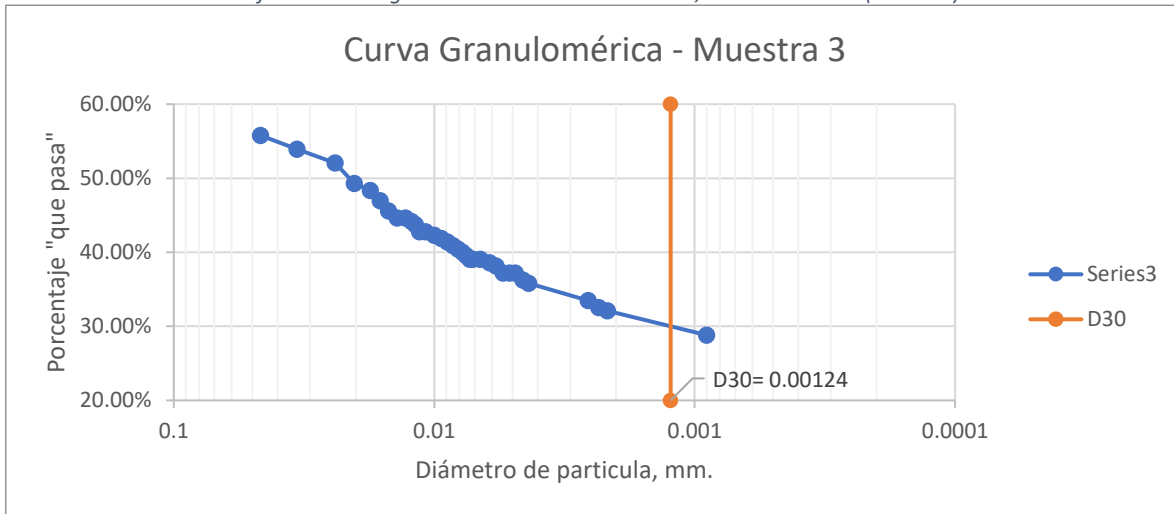
Gráfica 17 Curva granulométrica de la muestra 1, suelo fino rojo.



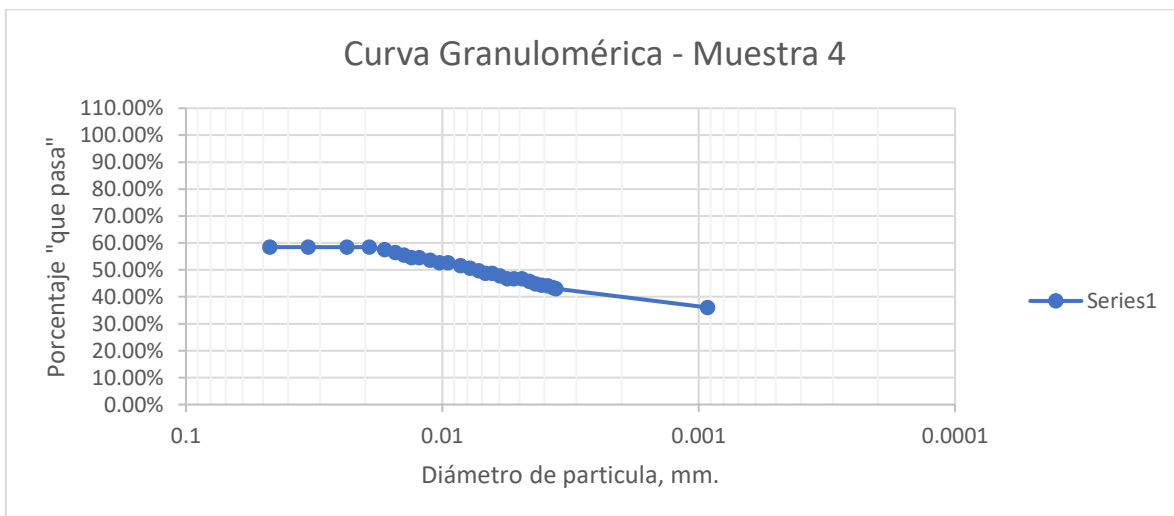
Gráfica 18 Curva granulométrica de la muestra 2, suelo fino blanco.



Gráfica 19 Curva granulométrica de la muestra 3, suelo ladrilleros (amarillo).



Gráfica 20 Curva granulométrica de la muestra 4, suelo ladrilleros (rojo).



Análisis de resultados

De acuerdo con las curvas granulométricas que se obtuvieron, hemos podido determinar que todas las muestras se componen principalmente de partículas finas. Para ninguna de las muestras se pudieron determinar los coeficientes de uniformidad y curvatura, así que solo se muestran los valores de D10, D30 y D60 según aplique.

Conclusiones

En este método se puede obtener la granulometría de un suelo fino, específicamente los que pasan la malla #10 de una manera más precisa en un ambiente con variables controladas. Con los resultados obtenidos se podrá hacer la clasificación SUCS para cada suelo

muestreo y probado, y a partir de dicha clasificación, se hará el diseño de mezcla de acuerdo con las características de cada suelo.

Anexo fotográfico



Figura 56 Muestra de suelo inicial seco.



Figura 57 Procesamiento de muestra con defloculante.



Figura 59 Muestra en probeta de ensayo.



Figura 58 Hidrómetro en probeta de ensayo con muestra.

Granulometría por tamizado

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 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 (#4) 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 de coloca en la siguiente malla (#10) 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.

$$Cu = \frac{D60}{D10}$$

$$Cc = \frac{D30^2}{(D60 \times D10)}$$

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*

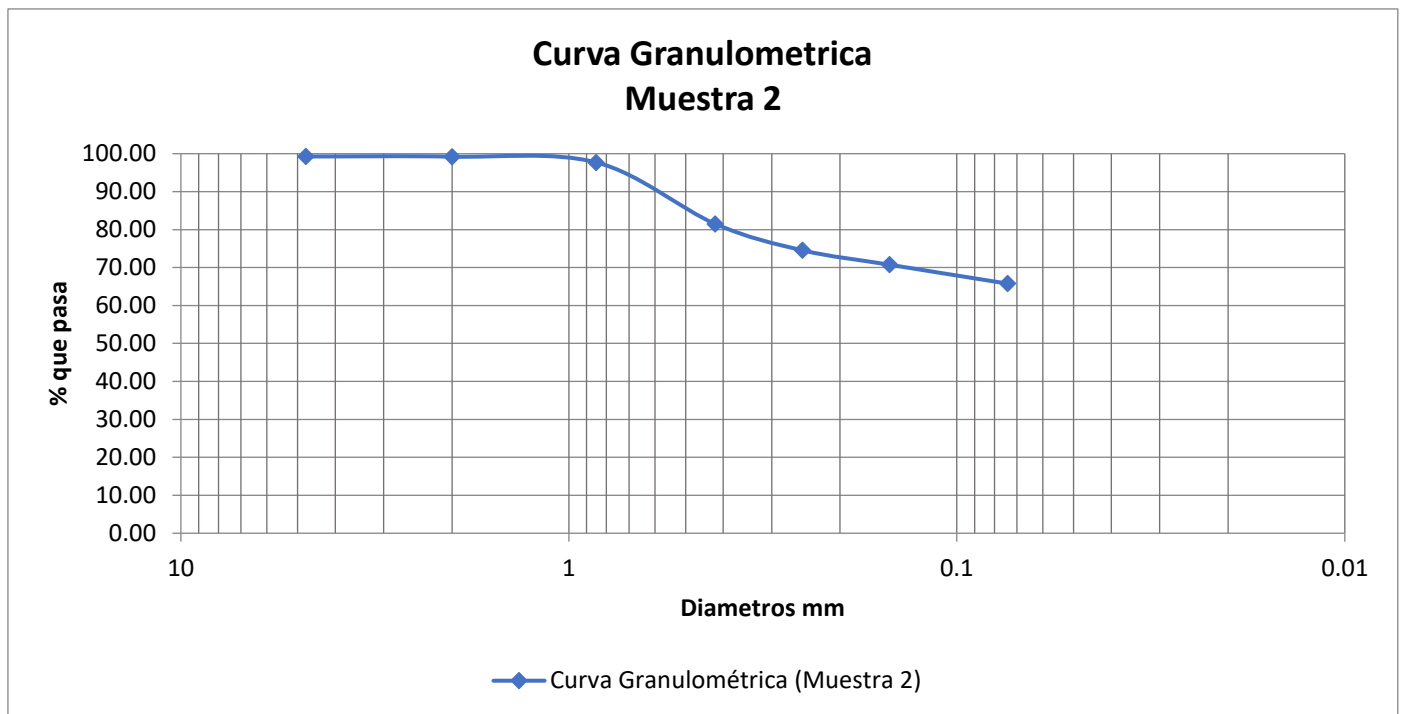
Tabla 37 Resultado para la gráfica granulométrica, distribución de la muestra en los diferentes tamaños de mallas

Muestra seca inicial		600	g			
Tarado (g)	Tamaño malla (mm)	N° Malla	Retenido (g)	Retenido (%)	Retenido Acumulado (%)	Porcentaje que pasa (%)
727.90	4.76	4	4.4	0.74	0.74	99.26
554.60	2	10	0.3	0.05	0.79	99.21
523.60	0.85	20	9.00	1.51	2.29	97.71
446.50	0.42	40	96.6	16.18	18.47	81.53
422.80	0.25	60	41.7	6.98	25.46	74.54
481.10	0.149	100	22.7	3.80	29.26	70.74
460.50	0.074	200	29.7	4.97	34.23	65.77
	<.074	Remanente<200	392.7	65.77	100.00	
Σ Suma total			597.1	g		

Tabla 38 Comparativa de porcentajes de suelo fijo

Porcentaje de finos en muestra	
Ensayo	% pasa malla #200
Lavado finos	68.26
Tamizado	65.77

Gráfica 21 Curva granulométrica muestra 2



Análisis de resultados

Para nuestra curva resultante no fue posible calcular ninguno de los coeficientes porque el porcentaje que pasa mayor es de 65.77% , es decir no se alcanza a tener lectura del 60, 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 60 Juego de mallas para el cribado



Figura 61 Cribado por vía húmeda



Figura 62 Lavado de muestra 2 en mallas



Figura 63 Muestra 2 retenida limpia



Figura 64 Remanente de muestra 2 en una malla después del secado

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.

Tabla 39 Símbolos en denominación SUCS

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

Tabla 40 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 compressibility). Si es mayor de 50 se añade la letra H (high compressibility). 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 límite que requieren usar doble símbolo.	$Cu = D_{60}/D_{10} > 4$ $Cc = (D_{30})^2/D_{10} \times D_{60}$ entre 1 y 3		
			GP Gravas mal graduadas, mezclas grava-arena, pocos finos o sin finos.		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 límite que requieren doble símbolo.	
			GC Gravas arcillosas, mezclas grava-arena-arcilla.		Límites de Atterberg sobre la línea A con $IP > 7$.		
	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 intermedios que precisan de	
			SC Arenas arcillosas, mezclas arena-arcilla.		Límites de Atterberg sobre la línea A con $IP > 7$.		
			Limos y arcillas: Límite líquido menor de 50		ML Limos inorgánicos y arenas muy finas, limos limpios, arenas finas, limosas o arcillosa, o limos arcillosos con ligera plasticidad.		
					CL Arcillas inorgánicas de plasticidad baja a media, arcillas con grava, arcillas arenosas, arcillas limosas.		
Limos y arcillas: Límite líquido mayor de 50	OL Limos orgánicos y arcillas orgánicas limosas de baja plasticidad.						
	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 41 Resultados y clasificación de Muestra 1

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

MUESTRA 1

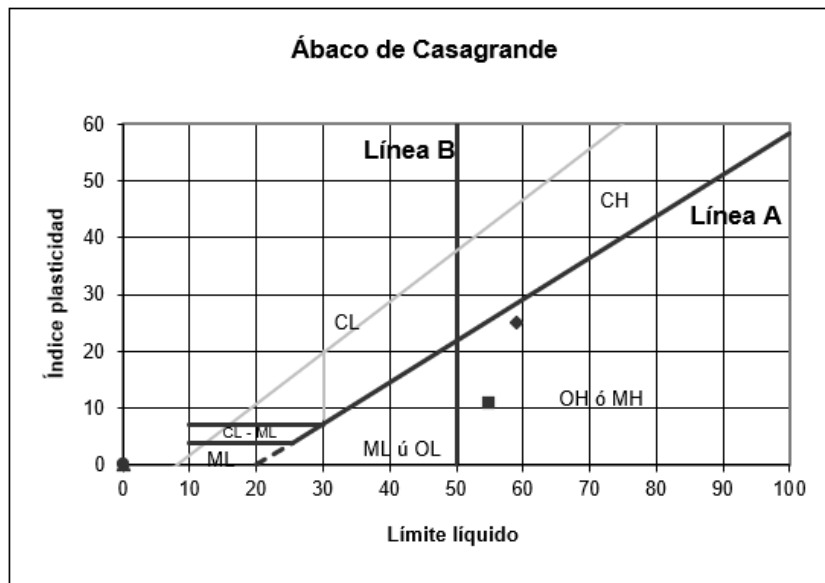
D60:	0.00682 mm
D30:	- mm
D10 (diámetro efectivo):	- mm
Coefficiente de uniformidad (Cu):	-
Grado de curvatura (Cc):	-

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
Índice plástico, IP:	11.00	25.00
Humedad natural (%)	14.28	
Densidad seca (gr/cm ³)	2.51	

Limo alta plasticidad MH

Gráfica 22 Ubicación en carta plástica para los dos ensayos en los límites plástico y líquido, muestra 1.



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

Tabla 42 Resultados y clasificación de Muestra 2

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	99.26	99.26
2	99.21	99.21
1.25	97.21	97.21
0.4	81.53	81.53
0.160	70.74	70.74
0.080	65.77	65.77

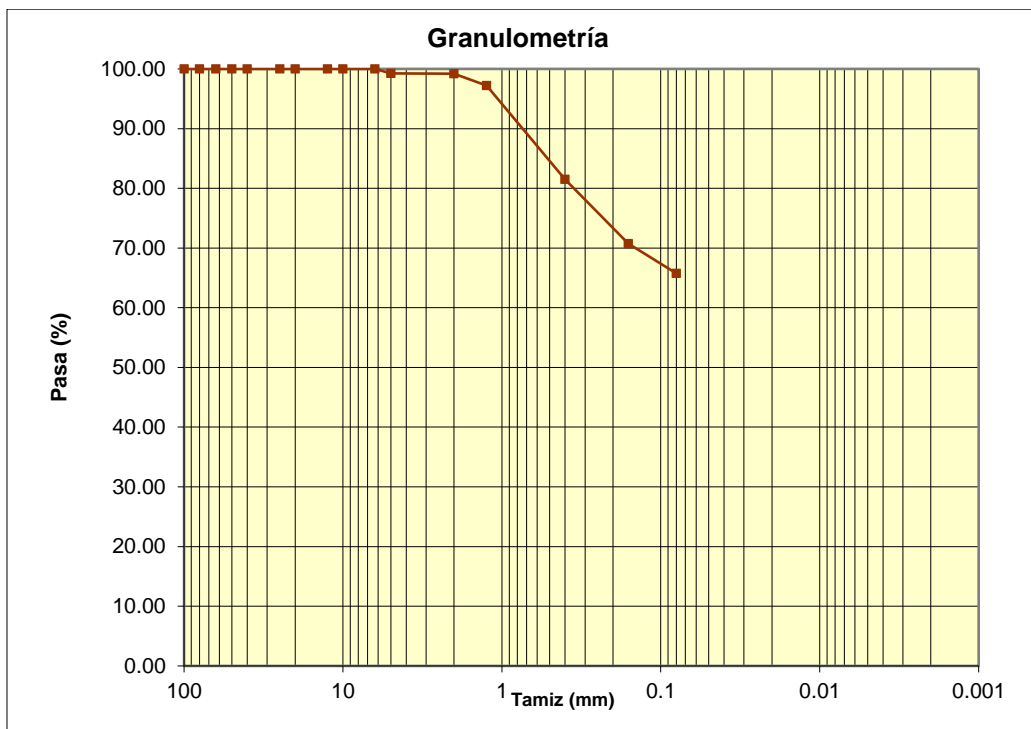
Límite líquido, LL:	33.00	%
Límite plástico, LP:	21.00	%
Índice plasticidad, IP:	12.00	%
Densidad seca (gr/cm ³)	2.45	

MUESTRA 2			
D60:	0.0224	mm	
D30:		mm	
D10 (diámetro efectivo):		mm	
Coefficiente de uniformidad (Cu):			
Grado de curvatura (Cc):			

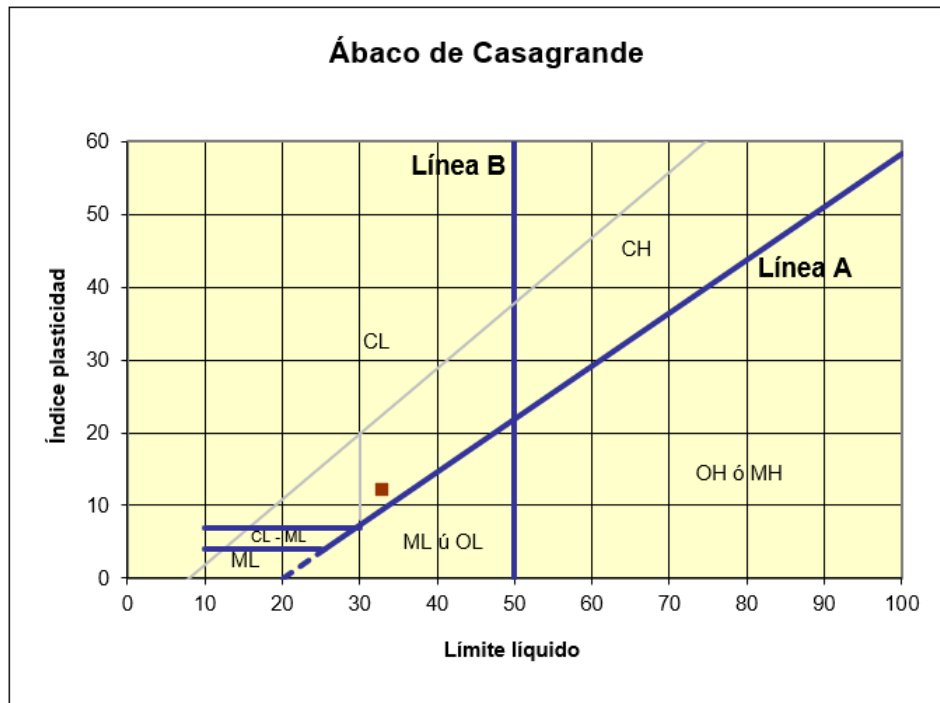
Sistema unificado de clasificación de suelos (S.U.C.S.)
Suelo de partículas finas.
Arcilla media plasticidad arenosa CL

Arcilla media plasticidad arenosa CL

Gráfica 23 Curva granulométrica hasta porcentaje que pasa la malla #200, muestra 2.



Gráfica 24 Ubicación en carta plástica para el ensayo de límite plástico y líquido, muestra 2.



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

Tabla 43 Resultados y clasificación de Muestra 3

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	92.71	92.71

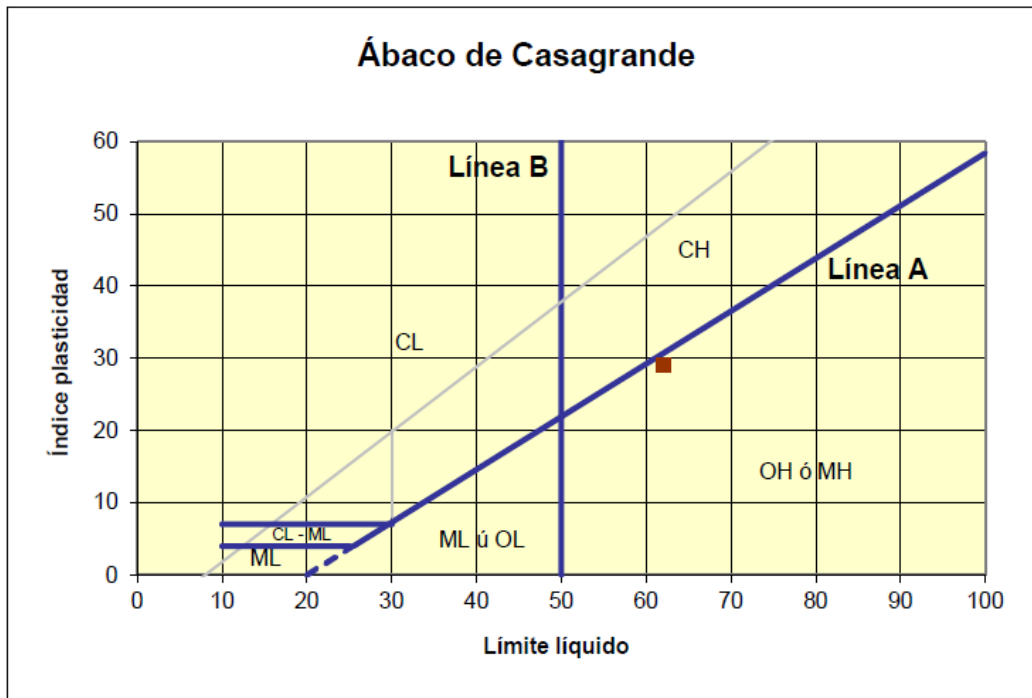
MUESTRA 3

Sistema unificado de clasificación de suelos (S.U.C.S.)
 Suelo de partículas finas.
Limo alta plasticidad MH

Límite líquido, LL:	62.00	%
Límite plástico, LP:	33.00	%
Índice plasticidad, IP:	29.00	%
Densidad seca (gr/cm ³)	2.95	

Limo alta plasticidad MH

Gráfica 25 Ubicación en carta plástica para el ensayo de límite plástico y líquido, muestra 3.



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

Tabla 44 Resultados y clasificación de Muestra 4

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	89.32	89.32

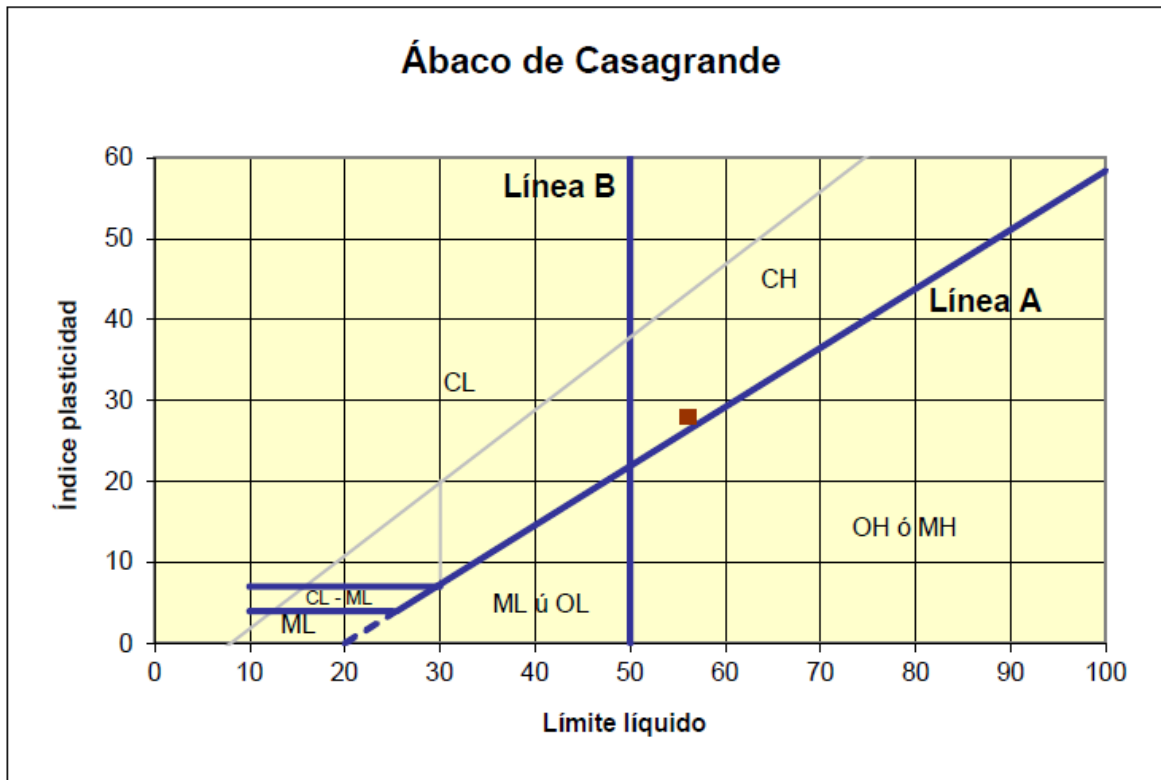
Límite líquido, LL:	56.00	%
Límite plástico, LP:	28.00	%
Índice plasticidad, IP:	28.00	%
Densidad seca (gr/cm ³)	2.78	

MUESTRA 4

Sistema unificado de clasificación de suelos (S.U.C.S.)
Suelo de partículas finas.
Arcilla alta plasticidad CH

Arcilla alta plasticidad CH

Gráfica 26 Ubicación en carta plástica para el ensayo de límite plástico y líquido, muestra 4.



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

Análisis de resultados

Muestra 1

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.

Muestra 2

Esta muestra fue la única que se analizó también por tamizado (vía húmeda) por el contenido de partículas de mayor tamaño, incluso durante la prueba de hidrómetro las lecturas cambiaron rápidamente porque la sedimentación ocurrió más rápida. A su vez, esto se reflejó en la denominación SUCS al ser una arcilla arenosa, sin embargo, la composición de suelo fino está en mayor cantidad.

Muestra 3 y 4

Ambas muestras fueron recolectadas del suelo que usan los ladrilleros en Chiquilistlán, ambas tuvieron un alto porcentaje de suelo fino que se determinó por el método de lavado de finos (pasa la malla #200). A su vez, los resultados del límite líquido y plástico quedaron cerca de la línea límite A, a diferencia las arcillas de los limos. De esta manera, para la muestra

3 obtuvimos un limo de alta plasticidad (como en la muestra 1) y para la muestra 2 una arcilla de alta plasticidad

Diseño de mezcla

Usando los resultados que obtuvimos e investigación de otras fuentes, haremos una propuesta de mezcla y uso de los suelos estudiados.

De acuerdo con la investigación por Fernando Ávila, Esther Puertas y Rafael Gallego *Characterization of the mechanical and physical properties of stabilized rammed earth: A review*

(Es importante mencionar que esta investigación es acerca de los muros de tapial, pero considerando que el sistema constructivo también consiste en la compactación de la tierra, aplica por igual a los bloques de BTC.)

Posibles aditivos:

Aditivos usados desde la antigüedad:

- Cal: La reacción química de la cal genera una respuesta en cadena que resulta en la mejora las propiedades mecánicas e hidráulicas de los suelos. Se requiere hacer las pruebas de resistencia después de 28 días ya que eso tarda en alcanzar su mejor resistencia.
- Fibra natural: Su papel en la mezcla es reforzar, no estabilizar. En este caso es importante hacer la distinción entre fibras incluidas en la mezcla, o telas usadas para reforzar interna o externamente. Existiendo tanta variedad en las fibras, Laborel-Préneron et al. Propone ocho categorías:
 - Pajas de cereales, agregados de madera, estopas, fibras de palmera, residuos, fibras de hojas, fibras de plantas acuáticas, y lana.
- Clara de huevo, caseína, extractos de plantas.

Aditivos nuevos:

- Cemento: Para el uso de cemento como estabilizador de la mezcla, debe usarse un suelo bajo en arcillas, para que no haya problema con la contracción.
- Residuos de la quema del carbón: También llamados “cenizas volantes” se usa combinado con el cemento o la cal. Ya que es un material de desperdicio, su uso se considera reciclaje.
 - Otros materiales de desecho:
 - Agregados de concretos reciclados

- Residuo de carburo de calcio (usado en la industria del metal)
 - Residuo de ladrillo
- Fibras artificiales: fibra de vidrio, de polipropileno, residuo de llantas, sin embargo, su uso no está tan extendido.

Propiedades del suelo:

Burroughs recomienda para estabilizar usando cemento o lima, usar un suelo con una contracción lineal del 11% (De acuerdo con el estándar australiano), contenido de arena menor al 64%, y finos entre un 21% y 35%.

Esto concuerda con los valores propuestos por Maniatidis y Walker, (contenido de arena del 50%-70%, y finos entre 20%-35%)

De acuerdo con *The Australian Earth Building Handbook*, para usar cal como estabilizador el suelo ideal tendría un índice plástico del 20% al 30%, y un límite líquido entre 25 y 50, lo que hace la cal ideal para estabilizar suelos expansivos.

Para este trabajo, sólo consideraremos como muestras utilizables, la 2, 3 y 4, debido a que la 1 fue obtenida de una profundidad superficial, y esto afecta su desempeño.

El cemento no es recomendable para este tipo de suelos, debido a su alto contenido de arcilla, sin embargo, si se agrega arena podría utilizarse.

Tabla 45 Parámetros mejora con cal

Parámetros tierra que puede ser estabilizada con cal:	Muestra 2	Muestra 3	Muestra 4
Porcentaje finos: 20-35%	68.30%	92.70%	89.30%
Porcentaje arena: 50-70%	31.70%	7.30%	10.70%
Índice plástico: 20 al 30	12	29	28
Límite líquido: 25-50%	33	62	56

Tabla 46 Parámetros mejora con fibras

Parámetros tierra que puede ser estabilizada con fibras:	Muestra 2	Muestra 3	Muestra 4
Índice plástico: 15-35	12	29	28
Límite líquido: 30%-50%	33	62	56

Conclusiones: Con base en estos datos, observamos que, en su estado natural, el tipo de suelo que tenemos no se presta para la creación de BTC.

Una de las propuestas es agregar arena a la muestra 3 y 4, en las cuales el límite líquido resultó ser muy alto, así como los porcentajes de finos y arenas estaban desbalanceados respecto a los parámetros.

Una vez hecho esto, experimentar con cal al 0% y al 10% para analizar su rendimiento.

Tabla 47 Propuesta porcentajes adición arena

	Parámetros	Muestra 3		Muestra 4
Porcentaje finos	20-35	92.7		89.3
Porcentaje arena	50-70	7.3		10.7
		Muestra 3.1		Muestra 4.1
	+	35	+	35
Porcentaje arena	57.7	7.3	54.3	10.7

De acuerdo con Millogo. et al. quienes realizaron una investigación acerca de BTC con distintos porcentajes de fibra vegetal (cáñamo). El bloque con 0.4% de fibra, desempeñó mejor que el no reforzado, y los reforzados con 0.2% y 0.8%, con una resistencia a la compresión de 2.85 MPa y a la flexión de 0.98 MPa. También se observaron mejoras ante la abrasión y a erosión. Concluye que con un 0.4-0.6% de fibras reaccionan mejor los BTC.

Considerando que para ese estudio se utilizaron muestras de tierra sin estabilizador, agregaremos dos bloques de BTC usando como base la muestra 3.1 y 4.1 y agregando un .4% de fibra vegetal para comparar su rendimiento contra la cal.

Utilizando como referencia la investigación “Bloques de tierra comprimida (BTC) estabilizados con cal y cemento. Evaluación de su impacto ambiental y su resistencia a compresión” hecha por Santiago Pedro Cabrera et al., en la cual:

- Se utiliza una tierra clasificada como limo arcilloso de baja plasticidad, con un 29% de arcilla, a la que se le agrega tierra en proporción 1:1 para mejorar sus propiedades como BTC.
- Se elaboraron 12 muestras con diferentes proporciones de cal y cemento, y se probaron 28 días después, los primeros 7 días siendo curadas.
- Se hizo un Análisis de Ciclo de Vida (ACV) tipo “de la cuna a la puerta” para determinar el impacto ambiental.

Tabla 48 Resultados resistencia a compresión. Fuente "Bloques de tierra comprimida (BTC) estabilizados con cal y cemento. Evaluación de su impacto ambiental y su resistencia a compresión"

Series	N	μ (MPa)	σ (MPa) P	ANOVA		
				Grupo		
Cemento	Cto 0%	6	0.76	0.26	< 0.001	A
	Cto 2.5%	6	0.81	0.14		A
	Cto 5%	6	1.39	0.16		A
	Cto 10%	6	5.09	0.52		B
	Cto 15%	6	6.08	0.77		B
	Cto 20%	6	7.426	1.34		C
Cal	Cal 0%	6	0.57	0.13	0.372	D
	Cal 2.5%	6	0.57	0.08		D
	Cal 5%	6	0.57	0.03		D
	Cal 10%	6	0.66	0.12		D
	Cal 15%	6	0.60	0.10		D
	Cal 20%	6	0.54	0.05		D

Estas cifras son confirmadas por otras fuentes también:

Tabla 49: Resultados estabilización de BTC con cemento. Fuente: Is stabilization of earth bricks using low cement or lime contents relevant?

Table 1
Literature study on cement stabilized earth bricks.

Reference	Type	Aspect ratio	Curing (days)	Evaluation of water resistance	Cement (%)	fc* (MPa)
[16] - Bahar et al., 2004	CEB	1	28	+	0	1.6
					4	2.3
					6	3.2
					8	4.0
					10	4.1
					12	5.2
					15	6.1
					20	6.4
					0	1.0
					4	3.0
[17] - Medjo Eko et al., 2012	CEB	0.2	28	n.m.**	7	10.4
					10	11.6
					0	n.m.
					6	0.7
[18] - Lima et al. 2012	CEB	1	28	n.m.	12	3.1
					0	1.0
[19] - Eires et al., 2014	CEB	1.2	56	+	4	1.5
[20] - Alam et al., 2015	CEB	1	no curing	+	0	1.0
					5	1.0
					7	1.3
					10	2.0
					0	n.m.
[21] - Seco et al., 2017	CEB	1.2	28	+	10	11-14
[22] - Tran et al., 2018	CEB	2	28	n.m.	0	0.6
					4	1.5
					8	5.6
					12	6.0
					0	2.2
					2	2.6
[23] - Dao et al., 2018	Adobe	1	no curing	+	4	2.8
					8	3.0
					12	3.2
					0	n.m.
					0	n.m.

*fc: compressive strength, ** n.m.: not measured.

Tabla 50: Resultados estabilización de BTC con cal. Fuente: Is stabilization of earth bricks using low cement or lime contents relevant?

Table 2
Literature study on lime stabilized earth bricks.

Reference	Type	Aspect ratio	Curing (d)	Evaluation of water resistance	Type of lime	Lime (%)	fc* (MPa)
[26] - Millogo et al., 2008	Adobe	1	no curing	n.m.	Mix between quick lime and hydrated lime	0	2.3
						4	3.2
						6	3.3
						8	3.4
						10	3.5
						12	3.2
[19] - Eires et al., 2014	CEB	1.2	56	+	Hydrated lime	0	1.0
						4	0.8
						4	1.9
[20] - Alam et al., 2015	CEB	1	no curing	+	Quick lime	0	1.0
						5	0.6
						7	0.8
						10	1.3
						10	4.5-5.5
[21] - Seco et al., 2017	CEB	1.2	28	+	Natural Hydraulic Lime (NHL-5)	0	n.m.*
						10	4.5-5.5

*fc: compressive strength; nm.: not mentioned.

En la columna de "Evaluation of water resistance, se agrega un + si se observó que agregar cemento o cal hizo la muestra más resistente ante el agua.

Tabla 51 Comparación impacto ambiental cal vs cemento. Fuente "Bloques de tierra comprimida (BTC) estabilizados con cal y cemento. Evaluación de su impacto ambiental y su resistencia a compresión"

Serie	Acidificación del suelo y el agua	Eutrofización del agua	Calentamiento global	Oxidación fotoquímica	Consumo de minerales	Consumo de combustibles fósiles	Consumo de agua	Deterioro de la capa de ozono
	(kg SO ₂ eq)	(kg PO ₄ eq)	(kg CO ₂ eq)	(kg NMVOC)	(kg Sb eq)	(MJ)	(m ³ eq)	(kg CFC-11 eq)
Cal 0%	2,270E-04	4,733E-05	0,0419	2,427E-04	1,110E-07	0,6137	0,1085	5,761E-09
Cal 2,5%	3,530E-04	6,798E-05	0,1350	3,624E-04	1,242E-07	1,0708	0,1104	1,130E-08
Cal 5%	4,790E-04	8,864E-05	0,2280	4,821E-04	1,374E-07	1,5278	0,1123	1,685E-08
Cal 10%	7,311E-04	1,299E-04	0,4150	7,216E-04	1,639E-07	2,4419	0,1161	2,793E-08
Cal 15%	9,831E-04	1,713E-04	0,6010	9,610E-04	1,903E-07	3,3559	0,1198	3,902E-08
Cal 20%	1,235E-03	2,126E-04	0,7870	1,200E-03	2,167E-07	4,2700	0,1236	5,010E-08
Cto 0%	2,489E-04	5,420E-05	0,0453	2,650E-04	1,296E-07	0,6532	0,1579	6,063E-09
Cto 2,5%	4,515E-04	1,019E-04	0,1380	4,443E-04	1,701E-07	1,0228	0,1609	8,701E-09
Cto 5%	6,541E-04	1,497E-04	0,2310	6,237E-04	2,105E-07	1,3924	0,1639	1,134E-08
Cto 10%	1,059E-03	2,451E-04	0,4160	9,825E-04	2,913E-07	2,1316	0,1699	1,661E-08
Cto 15%	1,038E-03	3,462E-04	0,4920	1,017E-03	2,575E-07	1,6293	0,1569	1,361E-08
Cto 20%	1,870E-03	4,360E-04	0,7870	1,700E-03	4,530E-07	3,6100	0,1820	2,717E-08

Como se puede observar, el agregado de cal no tuvo un impacto en el aumento de la resistencia del bloque, mientras que si tiene un impacto ambiental comparable al del cemento. Citando la investigación:

“En la Figura 4 se exponen de manera gráfica los resultados expresados en la Tabla 5 y obtenidos tras realizar el análisis de inventario de los BTC en estudio. En lo que respecta a la acidificación del suelo y el agua (1), la eutrofización del agua (2), la oxidación fotoquímica (4) y el consumo de minerales (5), el factor de impacto aumenta con el contenido de estabilizante, siendo en todos los casos mayor para los BTC estabilizados con cemento. Al contrario, el consumo de combustibles fósiles (6) y el deterioro de la capa de ozono (8) son significativamente mayores para los BTC estabilizados con cal que con cemento, lo cual no sucede con las emanaciones de CO₂ equivalente (3), las cuales, a pesar de aumentar significativamente con el contenido del estabilizante empleado, se mantienen prácticamente igual para ambos estabilizantes. “

Tomando en cuenta estos resultados, proponemos aun así hacer las pruebas con cal ya que el suelo que tenemos es diferente, pero a su vez proponemos hacer una prueba usando como base las muestras 3.1 y 4.1, con un 4% de cemento agregado.

Complementando esta información acerca del cemento para mejorar las propiedades a compresión de los bloques BTC, en el artículo *"Is stabilization of earth bricks using low cement or lime contents relevant?"* se demuestra que si se le agrega más del 4% de cemento un bloque de BTC, este se vuelve ineficiente.

Esto es debido a que la mayoría de los bloques de concreto utilizados son huecos, por lo tanto, al hacer un bloque sólido de tierra con cemento, puede incluso tener más cemento que un bloque de concreto.

Considerando que un bloque de concreto hueco tiene una fuerza a compresión entre 4 y 8 MPa, observando la Tabla 39, se puede lograr esa fuerza en BTC con 10-20% concreto, sin embargo, es menos eficiente que un bloque prefabricado.

En este artículo, se plantea la hipótesis de que los minerales contenidos en cada tipo de suelo jugaban un rol importante en las reacciones químicas desencadenadas por la cal, y, por lo tanto, en la resistencia del bloque.

Para ello, se probaron dos suelos arcillosos con distintos minerales, una arcilla beige de río, y la otra, una posible laterita, color rojo, el cual va de la mano con la presencia de óxido de hierro.

Su proceso:

Remojar la tierra con un 10% agua al menos 24 horas antes en una bolsa de plástico sellada.

Bloques sin estabilizar fueron secados en un cuarto con temperatura y humedad controladas, 20°C y 50% respectivamente.

Los bloques estabilizados fueron curados por 21 días y después secados de igual manera a los anteriores, se probaron 28-35 días después de su fabricación.

Se observa en la primera prueba, que los bloques bajan de densidad al ser estabilizados, por lo tanto, para una segunda prueba se utiliza más presión en los BTC.

Los resultados fueron que efectivamente los minerales de cada suelo juegan un gran rol en si aumenta o incluso disminuye su resistencia a compresión usando cal o cemento.

También se demostró, que, aunque no se observe una gran mejora en cuanto a compresión, estabilizar con cal o cemento puede mejorar la resistencia ante el agua.

Todas las muestras propuestas se encuentran descritas en esta tabla:

Tabla 52 Resultados prueba compresión seca. Fuente: "Is stabilization of earth bricks using low cement or lime contents relevant?"

Table 6

Dry compressive strength of the stabilized soils.

Code	Soil	Wt% of cement	Wt% of lime	At dry bulk density of the ref.		At NPO dry bulk densities	
				Dry bulk density (g/cm ³)	Compressive strength (MPa)	Dry bulk density (g/cm ³)	Compressive strength (MPa)
Nref	Soil N			1.88	5.5 ± 0.2	1.88	5.5 ± 0.2
N2C		2%		1.88	6.4 ± 0.3	1.84	5.6 ± 0.1
N4C		4%		1.88	9.2 ± 0.2	1.79	6.3 ± 0.2
N2L			2%	1.88	5.5 ± 0.2	1.77	3.6 ± 0.1
N4L			4%	1.88	5.3 ± 0.2	1.76	4.3 ± 0.1
Bref	Soil B			1.86	3.1 ± 0.3	1.86	3.1 ± 0.3
B2C		2%		1.86	4.8 ± 0.1	1.87	4.8 ± 0.1
B4C		4%		1.86	5.8 ± 0.2	1.86	5.8 ± 0.2
B2L			2%	1.86	3.4 ± 0.1	1.81	2.9 ± 0.1
B4L			4%	1.86	3.3 ± 0.1	1.76	2.9 ± 0.1

Tabla 53 Resultados prueba compresión después de humedecer. Fuente: "Is stabilization of earth bricks using low cement or lime contents relevant?"

Table 7

Wet compressive strength of the stabilized soils.

Code	Soil	Wt% of cement	Wt% of lime	At dry bulk density of the ref.		At NOP dry bulk densities	
				Dry bulk density (g/cm ³)	Compressive strength (MPa)	Dry bulk density (g/cm ³)	Compressive strength (MPa)
Nref	Soil N			1.88	–	1.88	–
N2C		2%		1.88	0.6 ± 0.1	1.84	0.4 ± 0.1
N4C		4%		1.88	2.3 ± 0.1	1.79	1.3 ± 0.2
N2L			2%	1.88	0.6 ± 0.0	1.77	–
N4L			4%	1.88	1.0 ± 0.1	1.76	0.7 ± 0.0
Bref	Soil B			1.86	–	1.86	–
B2C		2%		1.86	–	1.87	–
B4C		4%		1.86	0.6 ± 0.2	1.86	0.6 ± 0.2
B2L			2%	1.86	–	1.81	–
B4L			4%	1.86	0.2 ± 0.0	1.76	–

Tabla 54 Descripción muestras propuestas

Descripción muestra	Cal	Fibras vegetales	Cemento
Muestra 3.1: Muestra 3+57.7% de arena sobre el peso total de la muestra 3			
Muestra 4.1: Muestra 4+54.3% de arena sobre el peso total de la muestra 4			
Muestra 3.2: Muestra 3.1+10% cal	10%		
Muestra 4.2: Muestra 4.1+10% cal	10%		
Muestra 3.3: muestra 3.1+.4% de fibra		0.40%	
Muestra 4.3: muestra 4.1+.4% de fibra		0.40%	
Muestra 3.4: muestra 3.1+4% cemento			4%
Muestra 4.4: muestra 4.1+4% de cemento			4%

Finalmente, consultamos en el libro de la SEMARNAT y la CONAFOR, “Tecnologías alternativas para el uso eficiente de recursos Manual para la construcción sustentable con ocochal-arcilla” cuáles son los tipos de uso para los cuales las muestras que tenemos pueden ser utilizadas sin requerir mejoramiento y encontramos lo siguiente:

Tabla 55 Usos propuestos para los tipos de tierras de Chiquilistlán

Tipos de tierra y sus posibles técnicas constructivas:

Tipo de tierra	Cob y adobe	Pajarcilla y ocochal-arcilla	Tapial o tierra compactada y btcc	Repellados
Tierra areno-arcillosa	Sí con fv	Sí	Sí	Sí
Tierra limo-arcillosa	Sí con fv	Sí	Comprometido	Sí
Arcillosa	Sí con fv	Sí	No se recomienda	Sí con arena y fv
Tierra arcillo-arenosa	Sí con fv	Sí	Comprometido	Sí
Tierra arcillo-limonosa	Sí	Sí	Comprometido	Sí con cal
Limonosa	Sí con fv	Comprometido	Comprometido	Comprometido
Tierra limo-arcillosa	Sí con fv	Sí	Comprometido	Sí con arena
Tierra limo-arenosa	Comprometido	Comprometido	Sí	Comprometido
Arenosa	Difícil	Difícil	Comprometido	Sí con cal

- **Muestra 2**
Arcilla media plasticidad arenosa
- **Muestra 3**
Limo alta plasticidad
- **Muestra 4**
Arcilla alta plasticidad

btcc= bloques de tierra compactada.

fv = fibras vegetales.

Se observa que los tres tipos de tierra que tenemos aparecen como “no se recomienda” y “comprometido” en la columna de BTC, sin embargo, las pruebas con diferentes estabilizadores y refuerzos nos dirán si estas tierras se pueden adaptar.

Acerca de la técnica pajarcilla:

También conocida como bahareque, se puede usar todo tipo de fibras largas como:

- Trigo, centeno, frijol, arroz, avena, maíz, fibra de coco, ixtle, cáñamo, zacate, etc.

La proporción tradicional es de 70 kg de fibra por cada 600 kg de tierra.

Esta técnica es un relleno de una estructura de madera de entre 15 y 30 cm de espesor.

Conclusiones diseño de mezcla

Las ocho pruebas de distintos BTC nos indicarán cual es el mejor camino que seguir con estas muestras, y se pueden hacer diferentes propuestas de mejora después de los primeros resultados.

Es necesario también hacer pruebas de compresión y resistencia al agua en bloques de BTC sin estabilizar, para ver las propiedades de la tierra por sí misma.

Es relevante mencionar que agregar cal o cemento afecta la propiedad de la tierra de poder ser reciclada indefinidamente.

También recomendamos comprar la norma NMX-C-508-ONNCCE-2015 Industria de la Construcción - Bloques de Tierra Comprimida Estabilizados con Cal - Especificaciones y Métodos de Ensayo., para saber cuál es la resistencia a compresión que nos pide la norma.

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

- **Aprendizajes profesionales**

Lorena Villafaña 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 alternativos como otate y madera fue nuevo para mi e interesante, aunque por lo pronto solo solo se llegaron a pruebas de probetas para caracterizarlos y ver su respuesta ante cargas, me pareció bastante interesante toda la introducción que tuvimos con ellos.

Grecia Manzano Escobar

Aprendí acerca de los materiales de construcción sustentables, particularmente el bambú (otate), madera masiva, y tierra.

Los aprendizajes fueron variados, desde conocer distribuidores, sistemas constructivos, detalles constructivos, en el caso del bambú aprender que tenemos que observar en

una pieza para saber su calidad. También estudiamos acerca de la historia que estos sistemas tienen y ejemplos en todo el mundo, además de en qué estatus se encuentran en la actualidad, aprendimos normativas nacionales e internacionales, organizaciones que se dedican a la construcción con tierra.

La mayoría del semestre nos enfocamos en hacer pruebas de materiales, a compresión, tensión y flexión, por lo que aprendí los parámetros para medirlas y también los protocolos con los que se miden.

Finalmente, en cuanto a los sistemas constructivos en tierra nos focalizamos en los BTC, por lo que aprendí maneras en las cuales se puede estabilizar, y como mantener sus propiedades sustentables al usar estos estabilizantes como la cal y el concreto.

Pude utilizar mis conocimientos para realizar la investigación respecto a los BTC.

Miriam Castellanos Cisneros

Gracias a este proyecto he podido practicar mis conocimientos en el área de mecánica de suelos, y además, he podido invertir mas tiempo para aprender aquello que no había comprendido completamente.

Por otra parte, y creo que lo más importante, gracias a este proyecto pude desarrollar mis habilidades de trabajo en equipo en un ambiente multidisciplinario, apoyando de manera colaborativa a mis compañeras para obtener resultados satisfactorios.

Finalmente, el entorno del PAP me ha enseñado a que la colaboración es la única manera de generar resultados. Durante todo el proyecto colaboramos en equipo, pero también colaboramos con profesores y asesores del PAP, lo que nos brindó una perspectiva amplia para el desarrollo de nuestros objetivos.

- **Aprendizajes sociales**

En el trabajo que desarrollamos lamentablemente no tuvimos mucho contacto social en los escenarios, sin embargo, una vez que visitamos Chiquilistlán y pudimos observar las casas de tierra con grandes deficiencias, nos hizo entender el propósito real de todo el

trabajo que habíamos llevado a cabo hasta ese punto, y me motivo a hacer aún mejor lo que desarrollaré en un futuro.

Dentro del PAP pudimos tener más contacto social con mis compañeros, profesores y asesores, y gracias a las actividades propuestas por el profesor Nayar y los asesores, pudimos generar un ambiente realmente colaborativo y puedo decir que tuve el gusto de poder escuchar y conversar con cada uno de mis compañeros y profesores. 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.

- **Aprendizajes éticos**

Lorena Villafaña Estarrón

Dentro de este PAP vi la construcción desde un punto diferente, que puedo decir que es más ético en el sentido de diseñar y generar un espacio que sirva para aportar infraestructura con un valor donde se usan materiales alternativos con los recursos locales que tienen un impacto positivo dentro de la comunidad, el beneficio que se genera creo que es mayor. En este proyecto vi el diseño de una edificación desde un panorama para aportar, que fue más allá de simples número y cálculos.

Grecia Manzano Escobar

Esta experiencia me ayudó a profundizar mis deseos de construir de una manera sustentable, más en equilibrio con la naturaleza. Al aprender acerca de estos materiales biodegradables, certificaciones, organizaciones, estudios acerca del BTC, me doy cuenta de que hay muchas personas en el mundo que están buscando alternativas y maneras de cuidar la Tierra.

Miriam Castellanos Cisneros

Desde el primer día que ingresé al PAP me di cuenta de la ideología que se seguía, conciencia ambiental y social, son principios con los que me identifico, por lo que acoplarme a ellos me resultó fácil. Al pasar de las semanas pude identificar los principios ideológicos dentro de cada actividad que realizábamos y al hacer esto me ayudó a tomar todas esas actividades, tareas y trabajos como una manera de fomentar mi ideología y de empeñarme en cumplir mis objetivos siguiendo la ideología propuesta.

- **Aprendizajes en lo personal**

Lorena Villafaña Estarron

Dentro de este PAP vi un panorama claro donde se ve la oportunidad de desarrollo con materiales alternativos para la construcción, y lo considero alternativo porque me enfrente con la problemática de que aún no hay mucha información / desarrollo con ellos dentro de México, al menos no para un trabajo estructural. El trabajo colaborativo desde un punto multidisciplinario me ayudó a ver las cosas desde diferentes perspectivas, y abordar los problemas de manera diversa, las cuales fueron claves para el resultado de nuestro producto PAP.

Grecia Manzano Escobar

En este PAP tuve que poner de lado mi individualidad como arquitecta y reconocer que no es necesario ser líder o ser la persona más experta en cualquier entorno, a veces es

necesario reconocer que hay experiencias en las que vas a aprender más que a enseñar. Entonces pues lo aproveché como una oportunidad para aprender de los demás, estar dispuesta a trabajar y aceptar las retroalimentaciones. Creo que es muy importante en la arquitectura dejar de pensarnos como jefes y pasar a ser actores en un proceso que requiere de muchas voces.

Miriam Castellanos Cisneros

Cada tema visto con los profesores, cada actividad hecha, me hizo aprender más sobre la ingeniería civil y el potencial de crecimiento de los materiales alternativos para la construcción en México. Pude identificar la amplia y ardua labor que tenemos como profesionistas en el auxilio y apoyo a las comunidades a las que pertenecemos y a las que nos rodean.

Gracias al proyecto que desarrollamos dentro del PAP pudimos identificar una problemática, enfrentarla poco a poco y finalmente proponer una solución. Sin la gran colaboración en equipo que tuvimos y sin los profesores asesorándonos, esto no hubiera sido posible. Identifico la importancia del conocimiento, del trabajo en equipo, del apoyo a las comunidades y de la enseñanza del conocimiento como los fundamentos para el desarrollo de ideas y de la innovación.

4. Conclusiones

Después del taller impartido para la elaboración de BTC en la comunidad de Chiquilistlán, donde se iba a poner a prueba el diseño de mezcla, obtuvimos resultados inconclusos ya que la dosificación no se hizo de la manera correcta y se mezclaron los diferentes suelos para formar un único tipo de BTC. Es por eso por lo que no será posible determinar el rendimiento de los diferentes diseños propuestos y se recomienda volver a hacer las pruebas separando los tipos de BTC según las diferentes dosificaciones propuestas en el diseño de mezcla. De igual manera, por la retroalimentación de nuestros compañeros que impartieron el taller, se hizo una dosificación modificada más sencilla de leer, la cual se adjunta en los anexos, es importante tener en cuenta que no se llegó a un diseño optimo, pues la normativa y artículos de investigación que se usaron para diseñarla solo ofrecen

parámetros restrictivos, es decir recomendaciones de lo que no se debe de hacer y quedan muchos factores importantes para el diseño sin una guía para su elaboración óptima.

5. Bibliografía

INEGI. <https://www.biodiversidad.gob.mx/ecosistemas/selvaSeca>

INSTRON. (s. f.). | Cloudflare. INSTRON.COM. Recuperado 2 de marzo de 2022, de

<https://www.instron.com/en/our-company/library/test-types/compression-test?region=Global%20Site&lang=en>

Sin Autor. (17/octubre/2011) Humedad de la madera. Tableros y molduras Félix Bermejo.

Recuperado el 2 de marzo de 2022, de [https://tmolduras-](https://tmolduras-fbermejo.es/pdfmaderas/p_humedad.pdf)

[fbermejo.es/pdfmaderas/p_humedad.pdf](https://tmolduras-fbermejo.es/pdfmaderas/p_humedad.pdf)

CDMX. NORMAS TÉCNICAS COMPLEMENTARIAS PARA DISEÑO Y

CONSTRUCCIÓN DE ESTRUCTURAS DE MADERA, (2017).

INSTRON. (n.d.-a). ¿Qué es el ensayo de compresión? Retrieved April 10, 2022, from

<https://www.instron.com/es-ar/our-company/library/test-types/compression-test>

INSTRON. (n.d.-b). ¿Qué es el ensayo de curvatura? Retrieved April 10, 2022, from

<https://www.instron.com/es-ar/our-company/library/test-types/flexure-test>

INSTRON. (n.d.-c). Tensile Testing. Retrieved April 10, 2022, from

<https://www.instron.com/es-ar/our-company/library/test-types/tensile-test>

INSTRON. (s. f.). FLEXURE TEST. Recuperado 1 de mayo de 2022, de

<https://www.instron.com/en/our-company/library/glossary/f/flexure-test?region=Global%20Site>

Levinson. (2020, 13 julio). Ensayo De Tensión | Aceros Levinson. Aceros Levinson | Aceros | Plásticos | Metales. Recuperado 1 de mayo de 2022, de

<https://www.aceroslevinson.com/2020/07/ensayo-de-tension/>

NMX-170-ONNCCE-1997 : AGREGADOS-REDUCCIÓN DE LAS MUESTRAS DE AGREGADOS OBTENIDAS EN EL CAMPO AL TAMAÑO REQUERIDO PARA LAS PRUEBAS

CRIBA 0.075 (200) POR MEDIO DE LAVADO, MÉTODO DE PRUEBA

ASTM D4318 Standard Test for Liquid Limit, Plastic Limit, and Plasticity Index of Soils

U. (2022, 28 febrero). *Consistencia del Suelo - Límites de Atterberg - Índices*. Geotecnia

Blog. Recuperado 27 de febrero de 2022, de <http://geotecnia->

[sor.blogspot.com/2010/11/consistencia-del-suelo-limites-de_2498.html](http://geotecnia-sor.blogspot.com/2010/11/consistencia-del-suelo-limites-de_2498.html)

GEO. (2021, 8 julio). *El sistema unificado de clasificación del suelo (sucs) en la Ingeniería*

Geotécnica -. GEO, SUCS. Recuperado 30 de marzo de 2022, de <https://geo->

geowebonline.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

17/04/2021 de:

<https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/654614/Cabrera>

[V_M.pdf?sequence=3&isAllowed=y](https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/654614/Cabrera)

Gloria Milena Molina (2017) *Elaboración de (btc) bloques de tierra comprimida con suelos derivados de cenizas volcánicas y materiales alternativos*. Universidad Libre Seccional Pereira Recuperado 17/04/2021 de:
<https://repository.unilibre.edu.co/bitstream/handle/10901/17000/ELABORACION%20DE%20BLOQUES%20DE%20TIERRA.pdf?sequence=1>

Bloques de tierra comprimida (btc) estabilizados con cal y cemento. Evaluación de su impacto ambiental y su resistencia a compresión Santiago Pedro Cabrera, Yolanda Guadalupe Aranda Jiménez, Edgardo Jonathan Suárez Domínguez, Rodolfo Rotondaro Revista Hábitat Sustentable Vol. 10, N°. 2. ISSN 0719 - 0700 / Págs. 70 - 81 <https://doi.org/10.22320/07190700.2020.10.02.05>

Kouka Amed Jeremy Ouedraogo, Jean-Emmanuel Aubert, Christelle Tribout, Gilles Escadeillas, of earth bricks using low cement or lime contents relevant? Construction and Building Materials, Volume 236, 2020, 117578, ISSN 0950-0618,

Casis, F. (2013, December). *Práctica 5. Ensayo de flexión estática*. Universidad de la Rioja. <https://www.slideshare.net/facasis/p5-ensayo-de-flexion>

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

Universidad Nacional de Ingeniería Lima Perú. (2006). *ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR MEDIO DEL HIDRÓMETRO*. Universidad Nacional de Ingeniería Lima Perú.

<http://www.lms.uni.edu.pe/labsuelos/MODOS%20OPERATIVOS/Analisis%20granulometrico%20por%20medio%20del%20hidrometro.pdf>

6. Anexos

- Resultados de ensayo para límite líquido y límite plástico
- Clasificación SUCS
- Dosificación modificada
- Fichas de Daño
- Surrey

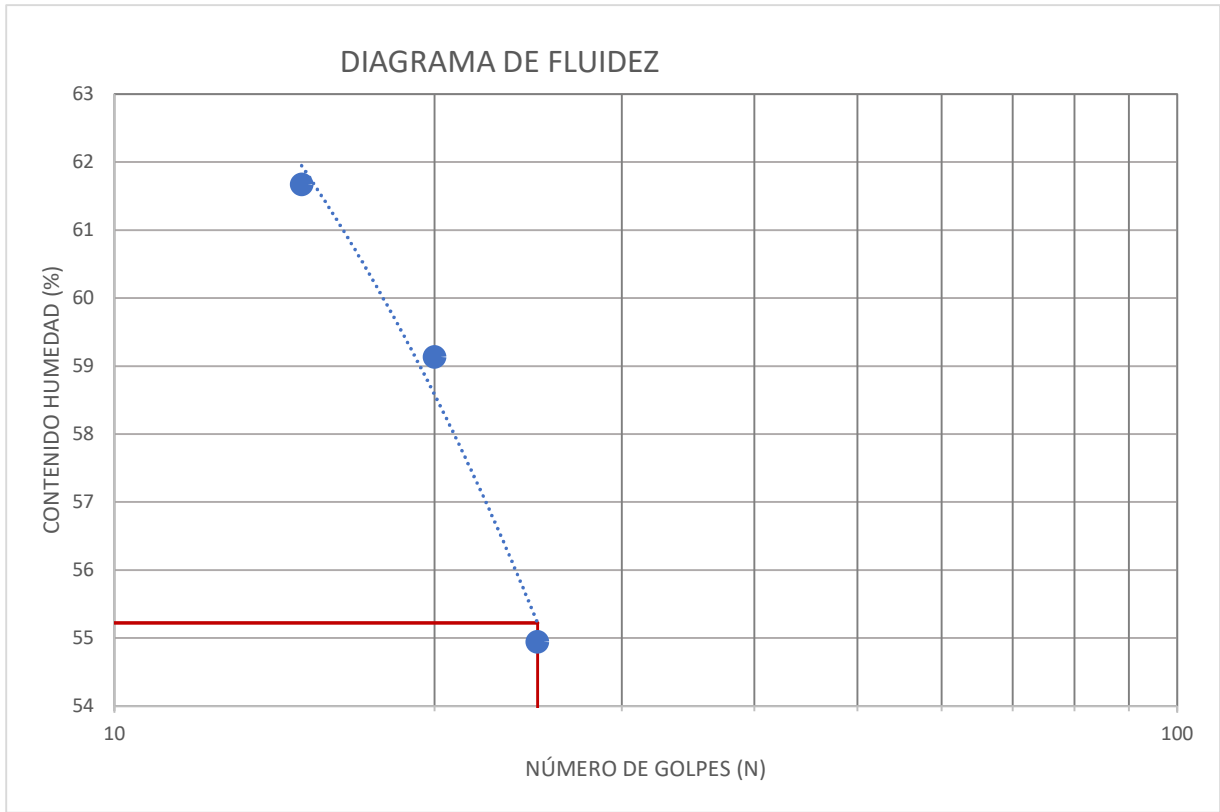
RESULTADOS DE ENSAYO PARA LÍMITE LÍQUIDO Y LÍMITE PLÁSTICO

MUESTRA 1: Suelo fino rojo

ENSAYO 1

		LÍMITE PLÁSTICO		LÍMITE LÍQUIDO			
		NÚMERO DE GOLPES N		25	20	15	
		RANGO N		25-35	20-30	15-25	
1	Masa suelo húmedo + tara (g)	35.3	31.4	172.15	182.7	178.88	
2	Masa suelo seco + tara (g)	33.1	29.2	159.1	164.9	163.4	
3	Masa de agua (1 - 2) (g)	2.2	2.2	13.05	17.8	15.48	
4	Masa de tara (g)	28.3	24	135.35	134.8	138.3	
5	Masa suelo seco (2 - 4) (g)	4.8	5.2	23.75	30.1	25.1	
6	Contenido de humedad (%)	45.8	42.3	54.95	59.14	61.67	
		LP (%)	44			LL (%)	55

IP (%) 11



RESULTADOS DE ENSAYO PARA LÍMITE LÍQUIDO Y LÍMITE PLÁSTICO

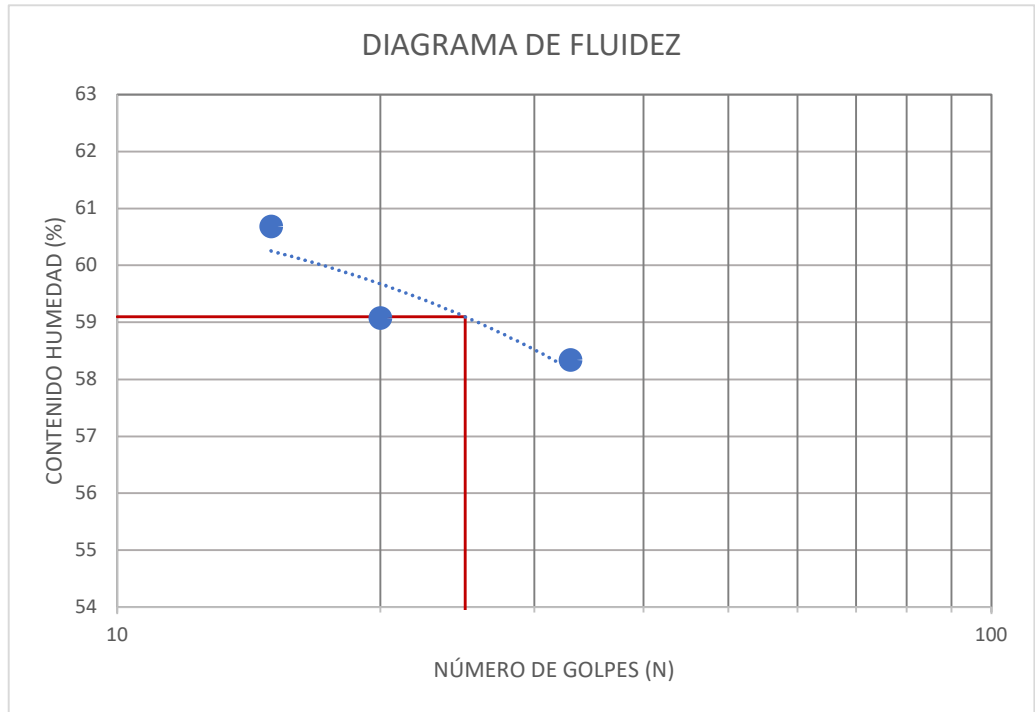
MUESTRA 1: Suelo fino rojo

ENSAYO 2

		LÍMITE PLÁSTICO		LÍMITE LÍQUIDO		
				33	20	15
		NÚMERO DE GOLPES N		25-35	20-30	15-25
		RANGO N				
1	Masa suelo húmedo + tara (g)	34.28	35.02	127.01	165.67	166.29
2	Masa suelo seco + tara (g)	33.02	33.07	115.45	154.00	153.85
3	Masa de agua (1 - 2) (g)	1.26	1.95	11.56	11.67	12.44
4	Masa de tara (g)	28.28	28.39	95.64	134.26	133.35
5	Masa suelo seco (2 - 4) (g)	4.74	4.68	19.82	19.75	20.50
6	Contenido de humedad (%)	26.6	41.7	58.34	59.08	60.68
		LP (%)	34			LL (%)
						59

IP (%) 25

	Límite Líquido	Límite Plástico	Índice plástico
Ensayo	LL	LP	IP
#1	55	44	11
#2	59	34	25



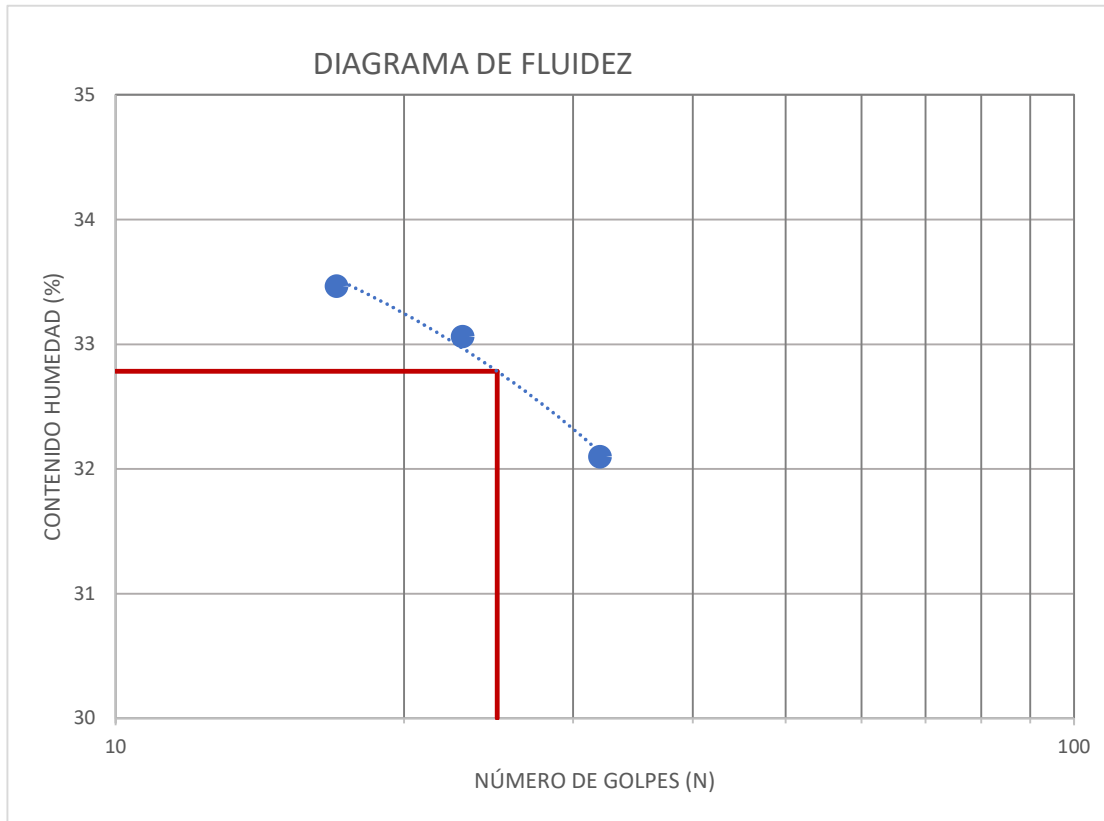
RESULTADOS DE ENSAYO PARA LÍMITE LÍQUIDO Y LÍMITE PLÁSTICO

MUESTRA 2: Suelo fino blanco

		LÍMITE PLÁSTICO		LÍMITE LÍQUIDO			
NÚMERO DE GOLPES N				32	23	17	
RANGO N				25-35	20-30	15-25	
1	Masa suelo húmedo + tara (g)	35.6	35.7	170.3	167.6	168.7	
2	Masa suelo seco + tara (g)	34.45	34.25	162.5	159.45	160.3	
3	Masa de agua (1 - 2) (g)	1.15	1.45	7.8	8.15	8.4	
4	Masa de tara (g)	28.3	28.2	138.2	134.8	135.2	
5	Masa suelo seco (2 - 4) (g)	6.15	6.05	24.3	24.65	25.1	
6	Contenido de humedad (%)	18.7	24.0	32.10	33.06	33.47	
		LP (%)	21			LL (%)	33

IP (%) 12

	Límite Líquido	Límite Plástico	Índice plástico
Ensayo	LL	LP	IP
Muestra 2	33	21	12



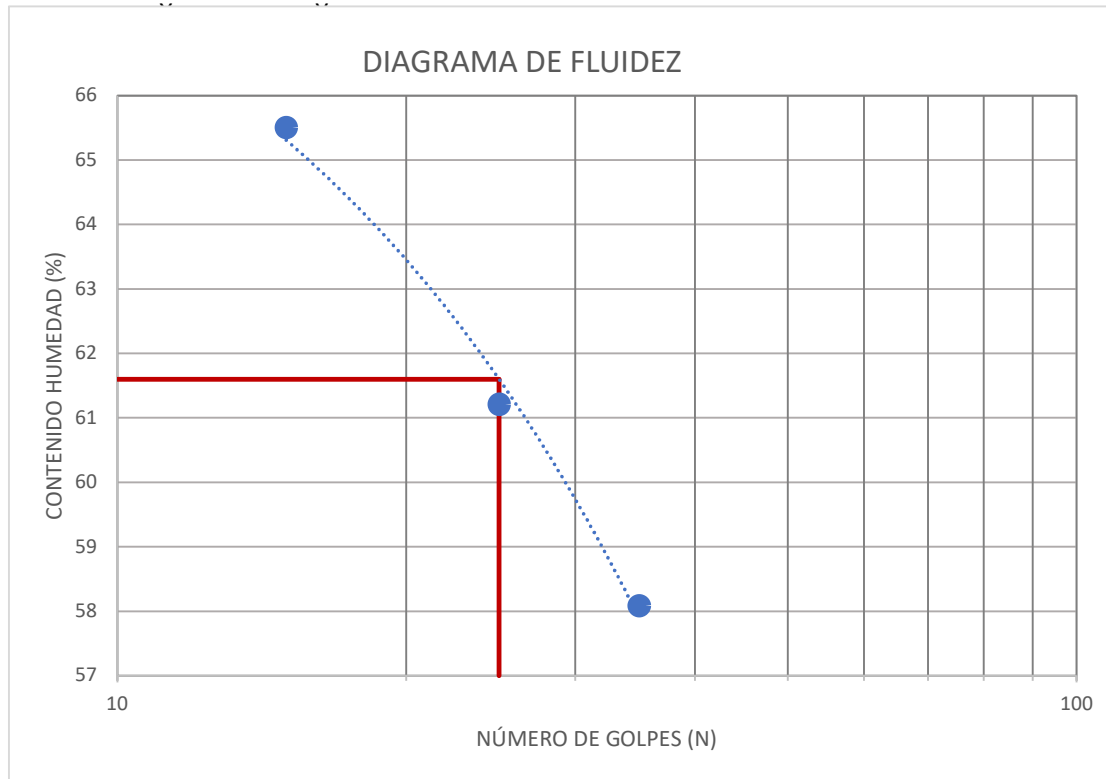
RESULTADOS DE ENSAYO PARA LÍMITE LÍQUIDO Y LÍMITE PLÁSTICO

MUESTRA 3: Suelo ladrilleros (amarillo)

		LÍMITE PLÁSTICO		LÍMITE LÍQUIDO		
NÚMERO DE GOLPES N				35	25	15
RANGO N				25-35	20-30	15-25
1	Masa suelo húmedo + tara (g)	130.8	132.2	50.4	60.3	156.6
2	Masa suelo seco + tara (g)	128.7	130.3	40.7	48.15	141.6
3	Masa de agua (1 - 2) (g)	2.1	1.9	9.7	12.15	15
4	Masa de tara (g)	122.5	124.4	24	28.3	118.7
5	Masa suelo seco (2 - 4) (g)	6.2	5.9	16.7	19.85	22.9
6	Contenido de humedad (%)	33.9	32.2	58.08	61.21	65.50
		LP (%)	33	LL (%)		62

IP (%)	29
--------	----

	Límite Líquido	Límite Plástico	Índice plástico
Ensayo	LL	LP	IP
Muestra 3	62	33	29



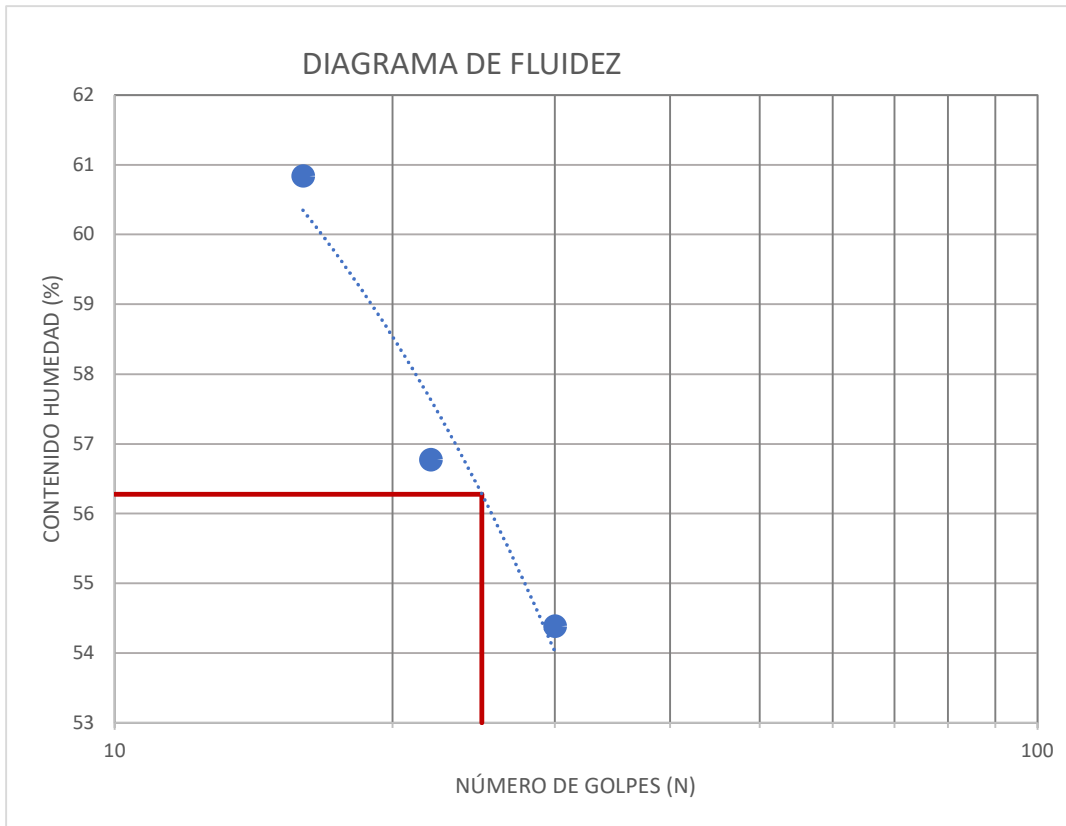
RESULTADOS DE ENSAYO PARA LÍMITE LÍQUIDO Y LÍMITE PLÁSTICO

MUESTRA 4: Suelo ladrilleros (rojo)

		LÍMITE PLÁSTICO		LÍMITE LÍQUIDO			
NÚMERO DE GOLPES N				30	22	16	
RANGO N				25-35	20-30	15-25	
1	Masa suelo húmedo + tara (g)	24.1	28.2	96.6	104.9	141.3	
2	Masa suelo seco + tara (g)	22.5	26.75	87.3	96.1	132.6	
3	Masa de agua (1 - 2) (g)	1.6	1.45	9.3	8.8	8.7	
4	Masa de tara (g)	16.9	21.5	70.2	80.6	118.3	
5	Masa suelo seco (2 - 4) (g)	5.6	5.25	17.1	15.5	14.3	
6	Contenido de humedad (%)	28.6	27.6	54.39	56.77	60.84	
		LP (%)	28			LL (%)	56

IP (%) 28

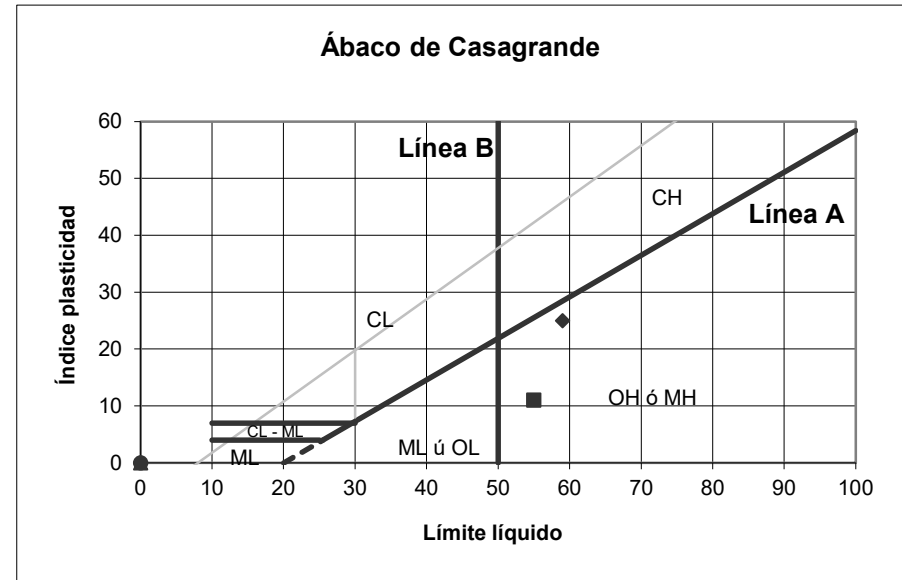
	Límite Líquido	Límite Plástico	Índice plástico
Ensayo	LL	LP	IP
Muestra 4	56	28	28



RESULTADOS DE CLASIFICACIÓN SUCS

MUESTRA 1

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



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

Ensayo 1 Ensayo 2

Límite líquido, LL:	55.00	59.00	%
Límite plástico, LP:	44.00	34.00	%
Índice plasticidad, IP:	11.00	25.00	%
Humedad natural (%)	14.28		%
Densidad seca (gr/cm ³)	2.51		

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

Suelo de partículas finas.
Limo alta plasticidad MH

D60:	0.00682 mm
D30:	- mm
D10 (diámetro efectivo):	- mm
Coeficiente de uniformidad (Cu):	-
Grado de curvatura (Cc):	-

Limo alta plasticidad MH

RESULTADOS DE CLASIFICACIÓN SUCS

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	99.26	99.26
2	99.21	99.21
1.25	97.21	97.21
0.4	81.53	81.53
0.160	70.74	70.74
0.080	65.77	65.77

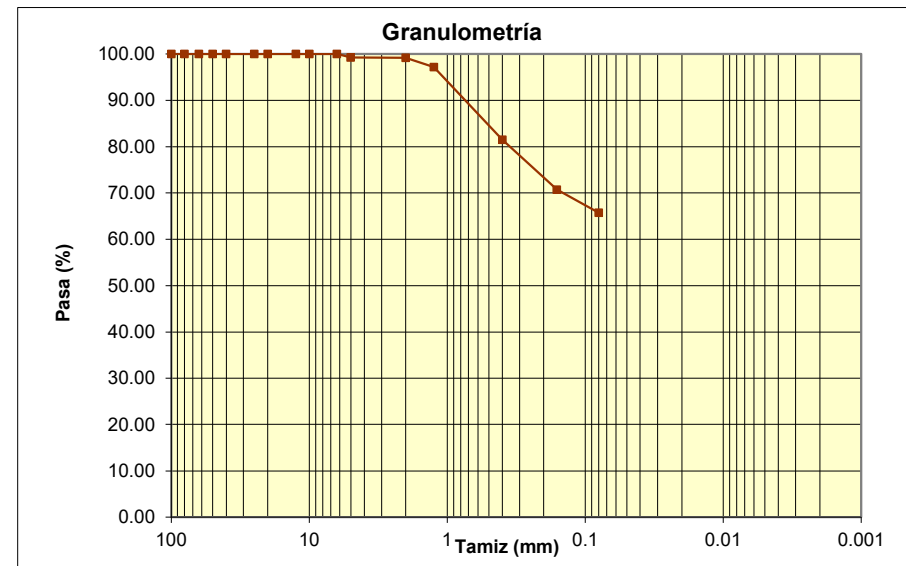
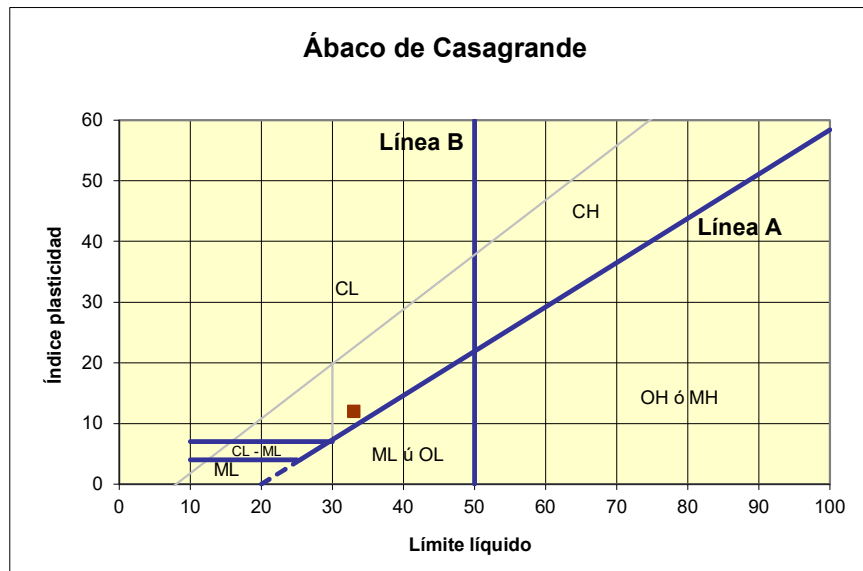
MUESTRA 2

D60:	0.0224	mm
D30:		mm
D10 (diámetro efectivo):		mm
Coefficiente de uniformidad (Cu):		
Grado de curvatura (Cc):		

Límite líquido, LL:	33.00	%
Límite plástico, LP:	21.00	%
Índice plasticidad, IP:	12.00	%
Densidad seca (gr/cm³)	2.45	

Sistema unificado de clasificación de suelos (S.U.C.S.)
Suelo de partículas finas.
Arcilla media plasticidad arenosa CL

Arcilla media plasticidad arenosa CL



Plasticidad (arcillas) o compacidad (limos): Baja: LL < 30; Media: 30 < LL < 50; Alta: LL > 50
 Jordi González Boada
 j.boada@wanadoo.es
<http://perso.wanadoo.es/j.boada>

RESULTADOS DE CLASIFICACIÓN SUCS

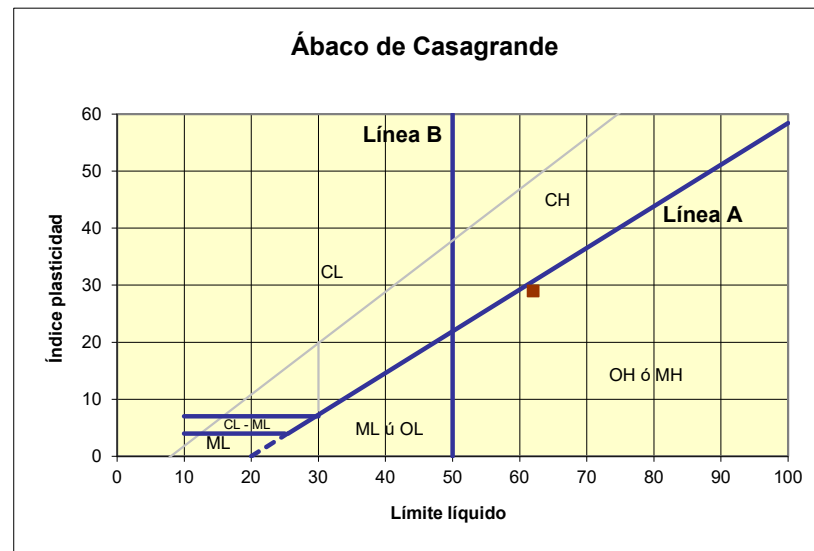
Tamiz (mm)	Pasa (%)	Pasante (%)
100	100.00	100.00
80	100.00	100.00
63	100.00	100.00
50	100.00	100.00
40	100.00	100.00
25	100.00	100.00
20	100.00	100.00
12.5	100.00	100.00
10	100.00	100.00
6.3	100.00	100.00
5	100.00	100.00
2	100.00	100.00
1.25	100.00	100.00
0.4	100.00	100.00
0.160	100.00	100.00
0.080	92.71	92.71

MUESTRA 3

Sistema unificado de clasificación de suelos (S.U.C.S.)
 Suelo de partículas finas.
Limo alta plasticidad MH

Límite líquido, LL:	62.00	%
Límite plástico, LP:	33.00	%
Índice plasticidad, IP:	29.00	%
Densidad seca (qr/cm^3)	2.95	

Limo alta plasticidad MH



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

RESULTADOS DE CLASIFICACIÓN SUCS

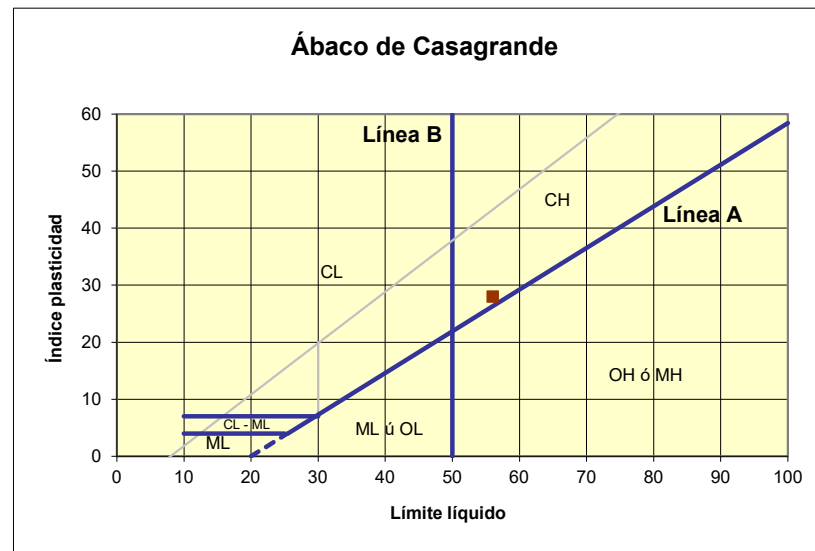
Tamiz (mm)	Pasa (%)	Pasante (%)
100	100.00	100.00
80	100.00	100.00
63	100.00	100.00
50	100.00	100.00
40	100.00	100.00
25	100.00	100.00
20	100.00	100.00
12.5	100.00	100.00
10	100.00	100.00
6.3	100.00	100.00
5	100.00	100.00
2	100.00	100.00
1.25	100.00	100.00
0.4	100.00	100.00
0.160	100.00	100.00
0.080	89.32	89.32

MUESTRA 4

Sistema unificado de clasificación de suelos (S.U.C.S.)
 Suelo de partículas finas.
Arcilla alta plasticidad CH

Limite líquido, LL:	56.00	%
Limite plástico, LP:	28.00	%
Índice plasticidad, IP:	28.00	%
Densidad seca (gr/cm ³)	2.78	

Arcilla alta plasticidad CH



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

MUESTRA 1	MUESTRA 2	MUESTRA 3	MUESTRA 4
TERRENO MARIO	BANCO DE MATERIALES	LADRILLEROS AMARILLA	LADRILLEROS ROJA
			

MUESTRA 1	
MEZCLA CON CAL	
MEZCLA =	100%
MATERIAL	
SUELO 1	35%
ARENA	55%
CAL	10%

MUESTRA 1	
MEZCLA CON CEMENTO	
MEZCLA =	100%
MATERIAL	
SUELO 1	35%
ARENA	61%
CEMENTO	4%

MUESTRA 1	
MEZCLA CON CEMENTO YCAL	
MEZCLA =	100%
MATERIAL	
SUELO 1	35%
ARENA	55%
CAL	7%
CEMENTO	3%

MUESTRA 2	
MEZCLA CON CAL	
MEZCLA =	100%
MATERIAL	
SUELO 2	50%
ARENA	40%
CAL	10%

MUESTRA 2	
MEZCLA CON CEMENTO	
MEZCLA =	100%
MATERIAL	
SUELO 2	56%
ARENA	40%
CEMENTO	4%

MUESTRA 1	
MEZCLA CON CEMENTO YCAL	
MEZCLA =	100%
MATERIAL	
SUELO 1	35%
ARENA	55%
CAL	7%
CEMENTO	3%

MUESTRA 3	
MEZCLA CON CAL	
MEZCLA =	100%
MATERIAL	
SUELO 3	35%
ARENA	55%
CAL	10%

MUESTRA 3	
MEZCLA CON CEMENTO	
MEZCLA =	100%
MATERIAL	
SUELO 3	35%
ARENA	61%
CEMENTO	4%

MUESTRA 1	
MEZCLA CON CEMENTO YCAL	
MEZCLA =	100%
MATERIAL	
SUELO 1	35%
ARENA	55%
CAL	7%
CEMENTO	3%

MUESTRA 4	
MEZCLA CON CAL	
MEZCLA =	100%
MATERIAL	
SUELO 3	35%
ARENA	55%
CAL	10%

MUESTRA 4	
MEZCLA CON CEMENTO	
MEZCLA =	100%
MATERIAL	
SUELO 4	35%
ARENA	61%
CEMENTO	4%

MUESTRA 1	
MEZCLA CON CEMENTO YCAL	
MEZCLA =	100%
MATERIAL	
SUELO 1	35%
ARENA	55%
CAL	7%
CEMENTO	3%

Ficha de levantamiento en campo para la infraestructura estratégica

Categoría. Infraestructura alimentaria (abastecimiento)

Fecha del levantamiento. 15 de marzo de 20 22

Datos de quien realiza el llenado de información

Nombre. LORENA VILLAFANA ESTARRON, MIRIAM CASTELLANOS CIRSEROS, GRECIA MANZANO ESCOBAR

Teléfono de contacto. 33 3107 2372, 46 2129 1731, 33 3359 5752

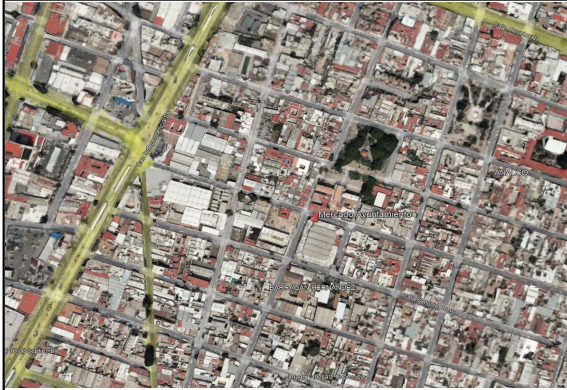
Correo electrónico de contacto. IC723941@ITESO.MX / IC721487@ITESO.MX / AR708666@ITESO.MX

Información General

01. Nombre del inmueble. Mercado Ayuntamiento
02. Calle. Cuitláhuac
03. Número exterior. 290 04. Número interior. N/A
05. Colonia. Barragán Hernández
06. Código Postal. 44469 07. Municipio. Guadalajara 08. Estado. Jalisco
09. Teléfono. S/D 10. Correo electrónico. S/D
11. Página web del inmueble. S/D

Coordenadas	12. Latitud	13. Longitud	14. Altitud (msnm)
	20.66643	-103.34341	1549

CROQUIS DE UBICACIÓN



Contacto

Previo al levantamiento, es necesario registrar información sobre el contacto de aquella persona (o representante) encargada de la supervisión del inmueble.

CONTACTO

15. Nombre completo. S/D

16. Teléfono de contacto. S/D

17. Correo electrónico. S/D

Información específica y capacidades operativas

19. Año en el que terminó la construcción del inmueble. S/D
20. Jurisdicción. Municipal
21. Organismo o institución que opera el inmueble. Dirección de mercados
22. Categoría de la instalación, de acuerdo a reglamentación municipal. Tercera categoría
23. Estado actual de funcionamiento. En operación
24. Cantidad total de locales en el inmueble. 72 aproximadamente
25. Año en el que se hizo el último mantenimiento general del inmueble. 1978, lo indica en una placa colocada en el mercado
26. Áreas del inmueble que, recientemente (5 años) han sido remodeladas o han recibido mantenimiento. S/D

27. ¿Existen áreas designadas especialmente para la carga y descarga de mercancía? Sí NO
28. ¿Existen áreas designadas especialmente para el estacionamiento vehicular de particulares? Sí NO
29. En las inmediaciones de la instalación, ¿existen paradas de transporte público? Sí NO
30. ¿Existen áreas designadas para el estacionamiento de vehículos no motorizados? Sí NO

Características físicas

31. Área del predio (m2). 3942 m² 32. Área construida (m2). 3942 m²
33. Altura promedio de entrepisos. 4m accesos, 7m área común 34. Altura máxima de la instalación. 7m
35. Cantidad de pisos sobre el terreno. 1 36. Cantidad de niveles subterráneos. 0
37. Área destinada para carga y descarga de mercancía. N/A
38. Área destinada para estacionamiento general. sobre la calle, 1376m² aproximadamente
39. Cantidad de bodegas dentro del inmueble. S/D
40. Cantidad de bodegas en operación. S/D
41. Marcar el recuadro en caso de que en el inmueble de salud existieran los siguientes equipos y sistemas.

¿Existen instalaciones sanitarias en el inmueble? Sí NO
¿Existen equipos contra incendio? Sí NO
¿Existen fuentes alternativas de electricidad (generadores)? Sí NO
¿Existen fuentes alternativas de abastecimiento de agua? Sí NO
¿Existen sistemas de manejo de residuos sólidos urbanos? Sí NO
¿Existen sistemas de manejo de residuos de manejo especial? Sí NO
¿Existen sistemas de manejo de residuos peligrosos? Sí NO
¿Existen equipos adecuados para la ventilación de la instalación? Sí NO
¿Existen servicios bancarios cercanos al inmueble? Sí NO

Características estructurales y constructivas

<p>43. Sistema estructural vertical principal</p> <input type="checkbox"/> Columnas de concreto <input type="checkbox"/> Muros de concreto. <input type="checkbox"/> Columnas de acero. <input checked="" type="checkbox"/> Mampostería. <input type="checkbox"/> Estructura Compuesta. <input type="checkbox"/> No se puede identificar a simple vista. <input type="checkbox"/> Otro (especificar): _____	<p>44. Sistema estructural vertical secundario</p> <input type="checkbox"/> Columnas de concreto <input type="checkbox"/> Muros de concreto. <input checked="" type="checkbox"/> Columnas de acero. <input type="checkbox"/> Mampostería. <input type="checkbox"/> Estructura Compuesta. <input type="checkbox"/> No se puede identificar a simple vista. <input type="checkbox"/> Otro (especificar): _____
<p>45. Sistema estructural horizontal (de techo)</p> <input type="checkbox"/> Losa de concreto. <input type="checkbox"/> Trabes de concreto <input type="checkbox"/> Losa de acero. <input checked="" type="checkbox"/> Armaduras de acero. <input type="checkbox"/> Vigüeta y bovedilla (prefabricados) <input type="checkbox"/> Bóveda de cuña <input type="checkbox"/> No se puede identificar a simple vista. <input checked="" type="checkbox"/> Otro (especificar): _____ <p align="center">kr-18</p>	<p>46. Sistema de piso</p> <input type="checkbox"/> Mosaico <input checked="" type="checkbox"/> Cemento <input type="checkbox"/> Tierra <input type="checkbox"/> Madera <input type="checkbox"/> Otro (especificar): _____
<p>47. Superficie de rodamiento</p> <input type="checkbox"/> Pavimento rígido (concreto) <input checked="" type="checkbox"/> Pavimento flexible (asfalto) <input type="checkbox"/> Renchido <input type="checkbox"/> Empedrado <input type="checkbox"/> Terracería <input type="checkbox"/> Otro (especificar): _____	<p>48. Geología y tipo de suelo</p> <div style="border: 1px solid black; height: 100px; width: 100%; text-align: center; vertical-align: middle;">S/D</div>

50. Existencia de irregularidades geométricas y/o constructivas del inmueble. No

51. Materiales principales usados en puertas herrería

52. Materiales principales usados en ventanas herrería

53. ¿Hay bardas o muros de colindancia en la instalación? Sí NO

54. Si la respuesta anterior es AFIRMATIVA, especificar su altura. N/A

55. Si la respuesta anterior es AFIRMATIVA, mencionar el material del que está hecha. N/A

Evaluación económica

Nota: Los valores pueden ser aproximados, obtenidos a partir de valores paramétricos

57. Valor del terreno S/D

58. Valor de la infraestructura S/D

59. Valor de la edificación S/D

60. Valor del menaje S/D

Evaluación de daños de la infraestructura

<p>61. Evaluación de daños estructurales</p> <table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <thead> <tr> <th></th> <th>Ninguno/menor</th> <th>Moderado</th> <th>Severo</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>Columnas</td><td>x</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Muros estructurales</td><td>x</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Vigas o trabes</td><td>x</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Nodos (unión viga-columna)</td><td>x</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Daños en losas / sistemas de piso</td><td>x</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Separación de la cimentación</td><td>x</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Inclinación estructural</td><td>x</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Asentamiento diferencial / hundimiento</td><td>x</td><td></td><td></td></tr> </tbody> </table>		Ninguno/menor	Moderado	Severo	Columnas	x			Muros estructurales	x			Vigas o trabes	x			Nodos (unión viga-columna)	x			Daños en losas / sistemas de piso	x			Separación de la cimentación	x			Inclinación estructural	x			Asentamiento diferencial / hundimiento	x			<p align="center">NOTA METODOLÓGICA</p> <p>1. La metodología se adapta de la Evaluación Rápida de Daños en Edificaciones Dañadas por Sismo, diseñada por Miyamoto International. El propósito es realizar una valoración rápida de las condiciones visibles de la construcción, determinar su habitabilidad y determinar acciones prioritarias de intervención para atender las patologías detectadas. La metodología no considera un análisis detallado de materiales ni análisis estructurales, por lo que ninguna circunstancia sustituye a un peritaje ni a una dictaminación estructural formal. Por lo tanto, el documento deberá tomarse como referencia para posteriores análisis con un mayor nivel de detalle.</p> <p>2. El color de la semaforización indica la relevancia que el nivel de daño del elemento tiene con relación a la integridad estructural de la construcción. En términos generales, el color verde implica que no se compromete la integridad estructural; el color amarillo implica una condición que no compromete la integridad, pero que requiere una atención detallada; y el color rojo implica que el daño detectado compromete la integridad estructural de la construcción.</p>												
	Ninguno/menor	Moderado	Severo																																														
Columnas	x																																																
Muros estructurales	x																																																
Vigas o trabes	x																																																
Nodos (unión viga-columna)	x																																																
Daños en losas / sistemas de piso	x																																																
Separación de la cimentación	x																																																
Inclinación estructural	x																																																
Asentamiento diferencial / hundimiento	x																																																
<p>62. Evaluación de daños no estructurales</p> <table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <thead> <tr> <th></th> <th>Ninguno/menor</th> <th>Moderado</th> <th>Severo</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>INSTALACIONES</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Recubrimientos / acabados</td><td>x</td><td></td><td>x</td></tr> <tr><td>Ventanería / vidrios</td><td>x</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Muros divisorios / tapón</td><td>N/A</td><td>N/A</td><td>N/A</td></tr> <tr><td>Cielo raso / plafones</td><td>x</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Puertas / mobiliario fijo</td><td>x</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Instalaciones eléctricas</td><td>x</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Instalaciones de gas</td><td>x</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Instalaciones hidrosanitarias</td><td></td><td>x</td><td></td></tr> <tr><td>Aire acondicionado / extracción</td><td>N/A</td><td>N/A</td><td>N/A</td></tr> <tr><td>Cubiertas</td><td>N/A</td><td>N/A</td><td>N/A</td></tr> </tbody> </table>		Ninguno/menor	Moderado	Severo	INSTALACIONES				Recubrimientos / acabados	x		x	Ventanería / vidrios	x			Muros divisorios / tapón	N/A	N/A	N/A	Cielo raso / plafones	x			Puertas / mobiliario fijo	x			Instalaciones eléctricas	x			Instalaciones de gas	x			Instalaciones hidrosanitarias		x		Aire acondicionado / extracción	N/A	N/A	N/A	Cubiertas	N/A	N/A	N/A	
	Ninguno/menor	Moderado	Severo																																														
INSTALACIONES																																																	
Recubrimientos / acabados	x		x																																														
Ventanería / vidrios	x																																																
Muros divisorios / tapón	N/A	N/A	N/A																																														
Cielo raso / plafones	x																																																
Puertas / mobiliario fijo	x																																																
Instalaciones eléctricas	x																																																
Instalaciones de gas	x																																																
Instalaciones hidrosanitarias		x																																															
Aire acondicionado / extracción	N/A	N/A	N/A																																														
Cubiertas	N/A	N/A	N/A																																														

Diagnóstico final

65. Tipo de inspección realizada en el inmueble.

Interna Externa Ambas

66. Diagnóstico de habitabilidad o funcionamiento.

Totalmente funcional
 Parcialmente funcional
 No funcional

67. Recomendaciones de intervención.

Evaluación o dictamen estructural
 Mantenimiento mayor
 Mantenimiento menor
 Otros (especificar): _____

Observaciones adicionales

68. En caso de haber algún comentario adicional del levantamiento, hacerlo en este apartado.

No hay equipo de ventilación pero la altura y el diseño de las losas son suficientes para que se ventile de manera natural, sin embargo alrededor de los locales donde se vende comida se observa cochambre por lo que se recomienda la instalación de extractores.

Se observa humedad y salitre en muros y techos, se recomienda resanar, pintar y buscar la fuente de humedad.

Notamos que se estaba llenando la cisterna con manguera, podría haber problemas con las instalaciones hidráulicas, se recomienda revisar y arreglar este problema.

Instalar extintores de fuego

Ficha de levantamiento en campo para la infraestructura estratégica

Categoría. Infraestructura alimentaria (abastecimiento)



Fecha del levantamiento. 15 de marzo de 20 22

Datos de quien realiza el llenado de información

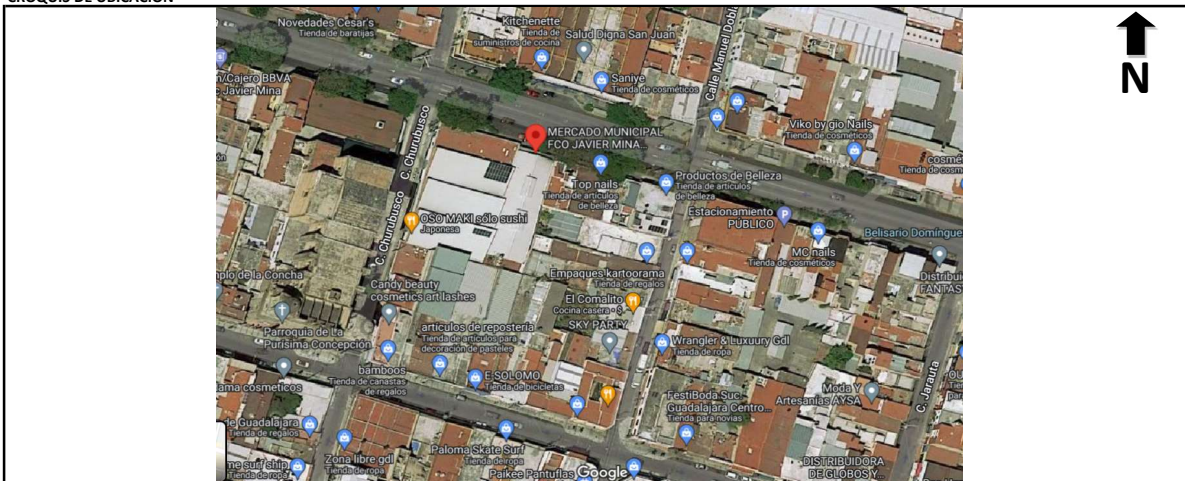
Nombre. LORENA VILLAFÑA ESTARRON, MIRIAM CASTELLANOS CIRSEROS, GRECIA MANZANO ESCOBAR
 Teléfono de contacto. 33 3107 2372 ,46 2129 1731, 33 3359 5752
 Correo electrónico de contacto. IC723941@ITESO. MX / IC721487@ITESO.MX / AR708666@ITESO.MX

Información General

01. Nombre del inmueble. MERCADO MUNICIPAL FCO JAVIER MINA LA CONCHA
 02. Calle. AV. FRANCISCO JAVIER MINA
 03. Número exterior. 526 04. Número interior. N/A
 05. Colonia. SAN JUAN DE DIOS
 06. Código Postal. 44700 07. Municipio. GUADALAJARA 08. Estado. JALISCO
 09. Teléfono. S/D 10. Correo electrónico. S/D
 11. Página web del inmueble. S/D

Coordenadas	12. Latitud	13. Longitud	14. Altitud (msnm)
	20.730395	103.3329527	1555

CROQUIS DE UBICACIÓN



Contacto

Previo al levantamiento, es necesario registrar información sobre el contacto de aquella persona (o representante) encargada de la supervisión del inmueble.

CONTACTO

15. Nombre completo. S/D
 16. Teléfono de contacto. S/D
 17. Correo electrónico. S/D

Información específica y capacidades operativas

19. Año en el que terminó la construcción del inmueble. 1955
 20. Jurisdicción. MUNICIPAL
 21. Organismo o institución que opera el inmueble. DIRECCIÓN DE MERCADOS
 22. Categoría de la instalación, de acuerdo a reglamentación municipal. TERCERA CATEGORÍA
 23. Estado actual de funcionamiento. EN OPERACIÓN
 24. Cantidad total de locales en el inmueble. 78
 25. Año en el que se hizo el último mantenimiento general del inmueble. S/D
 26. Áreas del inmueble que, recientemente (5 años) han sido remodeladas o han recibido mantenimiento. N/A

27. ¿Existen áreas designadas especialmente para la carga y descarga de mercancía?	<input type="checkbox"/>	SÍ	<input checked="" type="checkbox"/>	NO
28. ¿Existen áreas designadas especialmente para el estacionamiento vehicular de particulares?	<input type="checkbox"/>	SÍ	<input checked="" type="checkbox"/>	NO
29. En las inmediaciones de la instalación, ¿existen paradas de transporte público?	<input checked="" type="checkbox"/>	SÍ	<input type="checkbox"/>	NO
30. ¿Existen áreas designadas para el estacionamiento de vehículos no motorizados?	<input checked="" type="checkbox"/>	SÍ	<input type="checkbox"/>	NO

Características físicas

31. Área del predio (m2). 2015 32. Área construida (m2). 2015
 33. Altura promedio de entresijos. 6 34. Altura máxima de la instalación. 8
 35. Cantidad de pisos sobre el terreno. 1 36. Cantidad de niveles subterráneos. 0
 37. Área destinada para carga y descarga de mercancía. N/A
 38. Área destinada para estacionamiento general. N/A
 39. Cantidad de bodegas dentro del inmueble. 10
 40. Cantidad de bodegas en operación. 10
 41. Marcar el recuadro en caso de que en el inmueble de salud existieran los siguientes equipos y sistemas.

¿Existen instalaciones sanitarias en el inmueble?	<input checked="" type="checkbox"/>	SÍ	<input type="checkbox"/>	NO
¿Existen equipos contra incendio ?	<input checked="" type="checkbox"/>	SÍ	<input type="checkbox"/>	NO
¿Existen fuentes alternativas de electricidad (generadores) ?	<input type="checkbox"/>	SÍ	<input checked="" type="checkbox"/>	NO
¿Existen fuentes alternativas de abastecimiento de agua?	<input type="checkbox"/>	SÍ	<input checked="" type="checkbox"/>	NO
¿Existen sistemas de manejo de residuos sólidos urbanos?	<input checked="" type="checkbox"/>	SÍ	<input type="checkbox"/>	NO
¿Existen sistemas de manejo de residuos de manejo especial?	<input type="checkbox"/>	SÍ	<input checked="" type="checkbox"/>	NO
¿Existen sistemas de manejo de residuos peligrosos?	<input type="checkbox"/>	SÍ	<input checked="" type="checkbox"/>	NO
¿Existen equipos adecuados para la ventilación de la instalación?	<input type="checkbox"/>	SÍ	<input checked="" type="checkbox"/>	NO
¿Existen servicios bancarios cercanos al inmueble?	<input checked="" type="checkbox"/>	SÍ	<input type="checkbox"/>	NO

Características estructurales y constructivas

43. Sistema estructural vertical principal

<input type="checkbox"/>	Columnas de concreto
<input type="checkbox"/>	Muros de concreto.
<input checked="" type="checkbox"/>	Columnas de acero.
<input type="checkbox"/>	Mampostería.
<input type="checkbox"/>	Estructura Compuesta.
<input type="checkbox"/>	No se puede identificar a simple vista.
<input type="checkbox"/>	Otro (especificar).

44. Sistema estructural vertical secundario

<input type="checkbox"/>	Columnas de concreto
<input type="checkbox"/>	Muros de concreto.
<input type="checkbox"/>	Columnas de acero.
<input checked="" type="checkbox"/>	Mampostería.
<input type="checkbox"/>	Estructura Compuesta.
<input type="checkbox"/>	No se puede identificar a simple vista.
<input type="checkbox"/>	Otro (especificar).

45. Sistema estructural horizontal (de techo)

<input type="checkbox"/>	Losa de concreto.
<input type="checkbox"/>	Trabes de concreto
<input type="checkbox"/>	Losa de acero.
<input checked="" type="checkbox"/>	Armaduras de acero.
<input type="checkbox"/>	Vigüeta y bovedilla (prefabricados)
<input type="checkbox"/>	Bóveda de cuña
<input type="checkbox"/>	No se puede identificar a simple vista.
<input checked="" type="checkbox"/>	Otro (especificar).

Cubierta: lámina Kr18

46. Sistema de piso

<input type="checkbox"/>	Mosaico
<input checked="" type="checkbox"/>	Cemento
<input type="checkbox"/>	Tierra
<input type="checkbox"/>	Madera
<input type="checkbox"/>	Otro (especificar).

47. Superficie de rodamiento

<input type="checkbox"/>	Pavimento rígido (concreto)
<input checked="" type="checkbox"/>	Pavimento flexible (asfalto)
<input type="checkbox"/>	Renchido
<input type="checkbox"/>	Empedrado
<input type="checkbox"/>	Terracería
<input type="checkbox"/>	Otro (especificar).

48. Geología y tipo de suelo

S/D

50. Existencia de irregularidades geométricas y/o constructivas del inmueble.

NO, SOLO ESTÁ LA DIFERENCIA DE ALTURA EN LA ENTRADA DEL INMUEBLE, PERO

EL ÁREA DE ENTRADA Y LA "PARTE GEENRAL", SON GEOMÉTRICAS EN SÍ.

51. Materiales principales usados en puertas HERRERÍA

52. Materiales principales usados en ventanas HERRERÍA

53. ¿Hay bardas o muros de colindancia en la instalación?

Sí NO

54. Si la respuesta anterior es AFIRMATIVA, especificar su altura.

4 METROS

55. Si la respuesta anterior es AFIRMATIVA, mencionar el material del que está hecha.

MAMPOSTERIA

Evaluación económica

Nota: Los valores pueden ser aproximados, obtenidos a partir de valores paramétricos

57. Valor del terreno S/D

58. Valor de la infraestructura S/D

59. Valor de la edificación S/D

60. Valor del menaje S/D

Evaluación de daños de la infraestructura

61. Evaluación de daños estructurales

	Grado de daño		
	Ninguno/menor	Moderado	Severo
Columnas	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Muros estructurales	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Vigas o trabes	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Nodos (unión viga-columna)	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Daños en losas / sistemas de piso	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Separación de la cimentación	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Inclinación estructural	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Asentamiento diferencial / hundimiento	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

NOTA METODOLÓGICA

1. La metodología se adapta de la Evaluación Rápida de Daños en Edificaciones Dañadas por Sismo, diseñada por Miyamoto International. El propósito es realizar una **valoración rápida de las condiciones visibles de la construcción, determinar su habitabilidad y determinar acciones prioritarias de intervención para atender las patologías detectadas.** La metodología no considera un análisis detallado de materiales ni análisis estructurales, por lo que **bajo ninguna circunstancia sustituye a un peritaje ni a una dictaminación estructural formal.** Por lo tanto, el documento deberá tomarse como referencia para posteriores análisis con un mayor nivel de detalle.

2. El color de la semaforización **indica la relevancia que el nivel de daño del elemento tiene con relación a la integridad estructural de la construcción.** En términos generales, el color verde implica que no se compromete la integridad estructural; el color amarillo implica una condición que no compromete la integridad, pero que requiere una atención detallada; y el color rojo implica que el daño detectado compromete la integridad estructural de la construcción.

62. Evaluación de daños no estructurales

INSTALACIONES	Grado de daño		
	Ninguno/menor	Moderado	Severo
Recubrimientos / acabados	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ventanería / vidrios	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Muros divisorios / tapón	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Cielo raso / plafones	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Puertas / mobiliario fijo	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Instalaciones eléctricas	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Instalaciones de gas	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Instalaciones hidrosanitarias	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Aire acondicionado / extracción	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Cubiertas	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Diagnóstico final

65. Tipo de inspección realizada en el inmueble.

Interna Externa Ambas

66. Diagnóstico de habitabilidad o funcionamiento.

Totalmente funcional
 Parcialmente funcional
 No funcional

67. Recomendaciones de intervención.

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

EN SU TOTAL SE DEDICA A LA PREPARACIÓN DE ALIMENTOS.

Observaciones adicionales

68. En caso de haber algún comentario adicional del levantamiento, hacerlo en este apartado.

LAS INSTALACIONES SE OBSERVAN EN UN BUEN ESTADO, ORGANIZADAS Y CON CONTINUIDAD. A PESAR DE QUE EN LA PARTE INTERIOR EXISTE UN CAMBIO DE ALTURA.

SE PUEDE OBSERVAR CONTINUIDAD ESTRUCTURAL EN LA ZONA DE LA ENTRADA PRINCIPAL COMO EN LA ZONA DE ADENTRO(DONDE EXISTE MAYOR ALTURA), AL IGUAL QUE EN EL MATERIAL (ARMADURAS DE ACERO).

AL NO TENER EXTRACTORES HAY COCHAMBRÉ EN LAS INSTALACIONES SUPERIORES EN DONDE SE USA EL ACEITE EN LOS PUESTOS RESPECTIVOS, SE RECOMIENDA

LA INSTALACIÓN DE CAMPANAS DE EXTRACCIÓN, YA QUE EL MERCADO EN SU TOTAL SE DEDICA A LA PREPARACIÓN DE ALIMENTOS.

PRESTAR ATENCIÓN AL ESTADO DE LA PINTURA, YA QUE HAY ZONAS MPINIMAS DONDE SE OBSERVA UN POCO DAÑADA, NO DEJAR QUE ESTO SE AGRAVE.

Ficha de levantamiento en campo para la infraestructura estratégica

Categoría. Infraestructura alimentaria (abastecimiento)



Fecha del levantamiento. 15 de marzo de 20 22

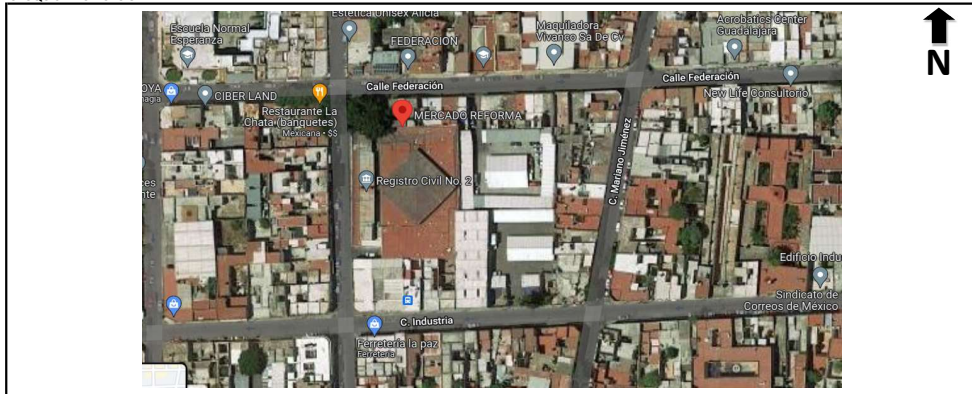
Datos de quien realiza el llenado de información

Nombre. LORENA VILFAFAÑA ESTARRON, MIRIAM CASTELLANOS CIRSEROS, GRECIA MANZANO ESCOBAR
 Teléfono de contacto. 33 3107 2372_46 2129 1731, 33 3359 5752
 Correo electrónico de contacto. IC723941@ITESO.MX / IC721487@ITESO.MX / AR708666@ITESO.MX

Información General			
01. Nombre del inmueble.	<u>MERCADO REFORMA</u>		
02. Calle.	<u>Calle Federación</u>		
03. Número exterior.	<u>256</u>	04. Número interior.	<u>N/A</u>
05. Colonia.	<u>LA PERLA</u>		
06. Código Postal.	<u>44360</u>	07. Municipio.	<u>GUADALAJARA</u>
		08. Estado.	<u>JALISCO</u>
09. Teléfono.	<u>33 3837 4400</u>	10. Correo electrónico.	<u>S/D</u>
11. Página web del inmueble.	<u>S/D</u>		

Coordenadas	12. Latitud	13. Longitud	14. Altitud (msnm)
	<u>20.6790766</u>	<u>-103.3356609</u>	<u>1551</u>

CROQUIS DE UBICACIÓN



Contacto

Previo al levantamiento, es necesario registrar información sobre el contacto de aquella persona (o representante) encargada de la supervisión del inmueble.

CONTACTO

15. Nombre completo. S/D
 16. Teléfono de contacto. S/D
 17. Correo electrónico. S/D

Información específica y capacidades operativas

19. Año en el que terminó la construcción del inmueble. 1967
 20. Jurisdicción. MUNICIPAL
 21. Organismo o institución que opera el inmueble. DIRECCIÓN DE MERCADOS
 22. Categoría de la instalación, de acuerdo a reglamentación municipal. TERCERA CATEGORÍA
 23. Estado actual de funcionamiento. EN OPERACIÓN
 24. Cantidad total de locales en el inmueble. 179
 25. Año en el que se hizo el último mantenimiento general del inmueble. S/D
 26. Áreas del inmueble que, recientemente (5 años) han sido remodeladas o han recibido mantenimiento. N/A

27. ¿Existen áreas designadas especialmente para la carga y descarga de mercancía? SÍ NO
 28. ¿Existen áreas designadas especialmente para el estacionamiento vehicular de particulares? SÍ NO
 29. En las inmediaciones de la instalación, ¿existen paradas de transporte público? SÍ NO
 30. ¿Existen áreas designadas para el estacionamiento de vehículos no motorizados? SÍ NO

Características físicas

31. Área del predio (m2). 2551 32. Área construida (m2). 2486
 33. Altura promedio de entrepisos. 2.5 34. Altura máxima de la instalación. 4
 35. Cantidad de pisos sobre el terreno. 1 36. Cantidad de niveles subterráneos. 0
 37. Área destinada para carga y descarga de mercancía. 65 (CAJÓN AMPLIO DENTRO DE LAS INSTALACIONES)
 38. Área destinada para estacionamiento general. N/A
 39. Cantidad de bodegas dentro del inmueble. N/A
 40. Cantidad de bodegas en operación. N/A
 41. Marcar el recuadro en caso de que en el inmueble de salud existieran los siguientes equipos y sistemas.

¿Existen instalaciones sanitarias en el inmueble? SÍ NO
 ¿Existen equipos contra incendio? SÍ NO
 ¿Existen fuentes alternativas de electricidad (generadores)? SÍ NO
 ¿Existen fuentes alternativas de abastecimiento de agua? SÍ NO
 ¿Existen sistemas de manejo de residuos sólidos urbanos? SÍ NO
 ¿Existen sistemas de manejo de residuos de manejo especial? SÍ NO
 ¿Existen sistemas de manejo de residuos peligrosos? SÍ NO
 ¿Existen equipos adecuados para la ventilación de la instalación? SÍ NO
 ¿Existen servicios bancarios cercanos al inmueble? SÍ NO

Características estructurales y constructivas

<p align="center">43. Sistema estructural vertical principal</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Columnas de concreto. <input type="checkbox"/> Muros de concreto. <input type="checkbox"/> Columnas de acero. <input type="checkbox"/> Mampostería. <input type="checkbox"/> Estructura Compuesta. <input type="checkbox"/> No se puede identificar a simple vista. <input type="checkbox"/> Otro (especificar): _____</p>	<p align="center">44. Sistema estructural vertical secundario</p> <p><input type="checkbox"/> Columnas de concreto. <input type="checkbox"/> Muros de concreto. <input type="checkbox"/> Columnas de acero. <input checked="" type="checkbox"/> Mampostería. <input type="checkbox"/> Estructura Compuesta. <input type="checkbox"/> No se puede identificar a simple vista. <input type="checkbox"/> Otro (especificar): _____</p>
<p align="center">45. Sistema estructural horizontal (de techo)</p> <p><input type="checkbox"/> Losa de concreto. <input checked="" type="checkbox"/> Trabes de concreto. <input type="checkbox"/> Losa de acero. <input type="checkbox"/> Armaduras de acero. <input type="checkbox"/> Vigüeta y bovedilla (prefabricados) <input type="checkbox"/> Bóveda de cuña <input type="checkbox"/> No se puede identificar a simple vista. <input checked="" type="checkbox"/> Otro (especificar): _____ Losa nervada _____</p>	<p align="center">46. Sistema de piso</p> <p><input type="checkbox"/> Mosaico <input checked="" type="checkbox"/> Cemento <input type="checkbox"/> Tierra <input type="checkbox"/> Madera <input type="checkbox"/> Otro (especificar): _____</p>
<p align="center">47. Superficie de rodamiento</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Pavimento rígido (concreto) <input checked="" type="checkbox"/> Pavimento flexible (asfalto) <input type="checkbox"/> Renchido <input type="checkbox"/> Empedrado <input type="checkbox"/> Terracería <input type="checkbox"/> Otro (especificar): _____</p>	<p align="center">48. Geología y tipo de suelo</p> <p>S/D</p>

50. Existencia de irregularidades geométricas y/o constructivas del inmueble. LA LOSA DE AZOTEA ES BASTANTE IRREGULAR YA QUE EN TODO EL INMUEBLE SE TIENE DIFERENCIA DE ALTURAS CON CORTES TRIANGULARES, ADEMÁS DE UNA PIRAMIDA INVERTIDA AL CENTRO DEL INMUEBLE (NO ES ESTRUCTURAL)

51. Materiales principales usados en puertas HERRERÍA

52. Materiales principales usados en ventanas CRISTAL Y HERRERÍA

53. ¿Hay bardas o muros de colindancia en la instalación? SÍ NO

54. Si la respuesta anterior es AFIRMATIVA, especificar su altura. 5 METROS

55. Si la respuesta anterior es AFIRMATIVA, mencionar el material del que está hecha. MAMPOSTERÍA

Evaluación económica

Nota: Los valores pueden ser aproximados, obtenidos a partir de valores paramétricos

57. Valor del terreno S/D

58. Valor de la infraestructura S/D

59. Valor de la edificación S/D

60. Valor del menaje S/D

Evaluación de daños de la infraestructura

<p align="center">61. Evaluación de daños estructurales</p> <table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th></th> <th align="center" colspan="3">Grado de daño</th> </tr> <tr> <th></th> <th align="center">Ninguno/menor</th> <th align="center">Moderado</th> <th align="center">Severo</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Columnas</td> <td align="center">■</td> <td align="center">■ X</td> <td align="center">■</td> </tr> <tr> <td>Muros estructurales</td> <td align="center">■</td> <td align="center">■ X</td> <td align="center">■</td> </tr> <tr> <td>Vigas o trabes</td> <td align="center">■</td> <td align="center">■ X</td> <td align="center">■</td> </tr> <tr> <td>Nodos (unión viga-columna)</td> <td align="center">■</td> <td align="center">■ X</td> <td align="center">■</td> </tr> <tr> <td>Daños en losas / sistemas de piso</td> <td align="center">■</td> <td align="center">■</td> <td align="center">■ X</td> </tr> <tr> <td>Separación de la cimentación</td> <td align="center">■ X</td> <td align="center">■</td> <td align="center">■</td> </tr> <tr> <td>Inclinación estructural</td> <td align="center">■ X</td> <td align="center">■</td> <td align="center">■</td> </tr> <tr> <td>Asentamiento diferencial / hundimiento</td> <td align="center">■ X</td> <td align="center">■</td> <td align="center">■</td> </tr> </tbody> </table>		Grado de daño				Ninguno/menor	Moderado	Severo	Columnas	■	■ X	■	Muros estructurales	■	■ X	■	Vigas o trabes	■	■ X	■	Nodos (unión viga-columna)	■	■ X	■	Daños en losas / sistemas de piso	■	■	■ X	Separación de la cimentación	■ X	■	■	Inclinación estructural	■ X	■	■	Asentamiento diferencial / hundimiento	■ X	■	■	<p align="center">NOTA METODOLÓGICA</p> <p>1. La metodología se adapta de la Evaluación Rápida de Daños en Edificaciones Dañadas por Sismo, diseñada por Miyamoto International. El propósito es realizar una valoración rápida de las condiciones visibles de la construcción, determinar su habitabilidad y determinar acciones prioritarias de intervención para atender las patologías detectadas. La metodología no considera un análisis detallado de materiales ni análisis estructurales, por lo que bajo ninguna circunstancia sustituye a un peritaje ni a una dictaminación estructural formal. Por lo tanto, el documento deberá tomarse como referencia para posteriores análisis con un mayor nivel de detalle.</p> <p>2. El color de la semaforización indica la relevancia que el nivel de daño del elemento tiene con relación a la integridad estructural de la construcción. En términos generales, el color verde implica que no se compromete la integridad estructural; el color amarillo implica una condición que no compromete la integridad, pero que requiere una atención detallada; y el color rojo implica que el daño detectado compromete la integridad estructural de la construcción.</p>											
	Grado de daño																																																			
	Ninguno/menor	Moderado	Severo																																																	
Columnas	■	■ X	■																																																	
Muros estructurales	■	■ X	■																																																	
Vigas o trabes	■	■ X	■																																																	
Nodos (unión viga-columna)	■	■ X	■																																																	
Daños en losas / sistemas de piso	■	■	■ X																																																	
Separación de la cimentación	■ X	■	■																																																	
Inclinación estructural	■ X	■	■																																																	
Asentamiento diferencial / hundimiento	■ X	■	■																																																	
<p align="center">62. Evaluación de daños no estructurales</p> <table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th></th> <th align="center" colspan="3">Grado de daño</th> </tr> <tr> <th></th> <th align="center">Ninguno/menor</th> <th align="center">Moderado</th> <th align="center">Severo</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>INSTALACIONES</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Recubrimientos / acabados</td> <td align="center">■</td> <td align="center">■</td> <td align="center">■ X</td> </tr> <tr> <td>Ventanería / vidrios</td> <td align="center">■</td> <td align="center">■</td> <td align="center">■ X</td> </tr> <tr> <td>Muros divisorios / tapón</td> <td align="center">■</td> <td align="center">■ X</td> <td align="center">■</td> </tr> <tr> <td>Cielo raso / plafones</td> <td align="center">■ N/A</td> <td align="center">■ N/A</td> <td align="center">■ N/A</td> </tr> <tr> <td>Puertas / mobiliario fijo</td> <td align="center">■ X</td> <td align="center">■</td> <td align="center">■</td> </tr> <tr> <td>Instalaciones eléctricas</td> <td align="center">■</td> <td align="center">■</td> <td align="center">■ X</td> </tr> <tr> <td>Instalaciones de gas</td> <td align="center">■</td> <td align="center">■</td> <td align="center">■ X</td> </tr> <tr> <td>Instalaciones hidrosanitarias</td> <td align="center">■</td> <td align="center">■</td> <td align="center">■ X</td> </tr> <tr> <td>Aire acondicionado / extracción</td> <td align="center">■ N/A</td> <td align="center">■ N/A</td> <td align="center">■ N/A</td> </tr> <tr> <td>Cubiertas</td> <td align="center">■</td> <td align="center">■</td> <td align="center">■ N/A</td> </tr> </tbody> </table>		Grado de daño				Ninguno/menor	Moderado	Severo	INSTALACIONES				Recubrimientos / acabados	■	■	■ X	Ventanería / vidrios	■	■	■ X	Muros divisorios / tapón	■	■ X	■	Cielo raso / plafones	■ N/A	■ N/A	■ N/A	Puertas / mobiliario fijo	■ X	■	■	Instalaciones eléctricas	■	■	■ X	Instalaciones de gas	■	■	■ X	Instalaciones hidrosanitarias	■	■	■ X	Aire acondicionado / extracción	■ N/A	■ N/A	■ N/A	Cubiertas	■	■	■ N/A
	Grado de daño																																																			
	Ninguno/menor	Moderado	Severo																																																	
INSTALACIONES																																																				
Recubrimientos / acabados	■	■	■ X																																																	
Ventanería / vidrios	■	■	■ X																																																	
Muros divisorios / tapón	■	■ X	■																																																	
Cielo raso / plafones	■ N/A	■ N/A	■ N/A																																																	
Puertas / mobiliario fijo	■ X	■	■																																																	
Instalaciones eléctricas	■	■	■ X																																																	
Instalaciones de gas	■	■	■ X																																																	
Instalaciones hidrosanitarias	■	■	■ X																																																	
Aire acondicionado / extracción	■ N/A	■ N/A	■ N/A																																																	
Cubiertas	■	■	■ N/A																																																	

Diagnóstico final

65. Tipo de inspección realizada en el inmueble.

Interna Externa Ambas

66. Diagnóstico de habitabilidad o funcionamiento.

Totalmente funcional
 Parcialmente funcional
 No funcional

67. Recomendaciones de intervención.

Evaluación o dictamen estructural
 Mantenimiento mayor
 Mantenimiento menor
 Otros (especificar): _____

Observaciones adicionales

68. En caso de haber algún comentario adicional del levantamiento, hacerlo en este apartado.

EXISTE FILTRACIÓN E INUNDACIÓN DESDE LAS PRIMERAS LLUVIAS.

LAS INSTALACIONES SANITARIAS SON MUY DEFICIENTES, SE RECOMIENDA UN MANTENIMIENTO MAYOR A ELLAS.

EL INMUEBLE NO RECIBE MANTENIMIENTO.

EL ARMADO DE LAS LOSAS ESTÁ EXPUESTO.

PROBLEMA DE HÚMEDAD EN MUROS AL LO LARGO DE SU ALTURA. EN LOSAS Y EN COLUMNAS CON MÁS INCIDENCIA EN LA PARTE SUPERIOR DE LAS MISMAS.

LA ILUMINACIÓN ES INSUFICIENTE, SE RECOMIENDA LA REPOSICIÓN DE LUMINARIAS Y UN MANTENIMIENTO MAYOR A LA RED ELÉCTRICA

SOLO ALREDEDOR DEL 25% DE LOS LOCALES ESTÁ ACTIVOS.

Ficha de levantamiento en campo para la infraestructura estratégica

Categoría. Infraestructura alimentaria (abastecimiento)



Fecha del levantamiento. 15 de marzo de 20 22

Datos de quien realiza el llenado de información

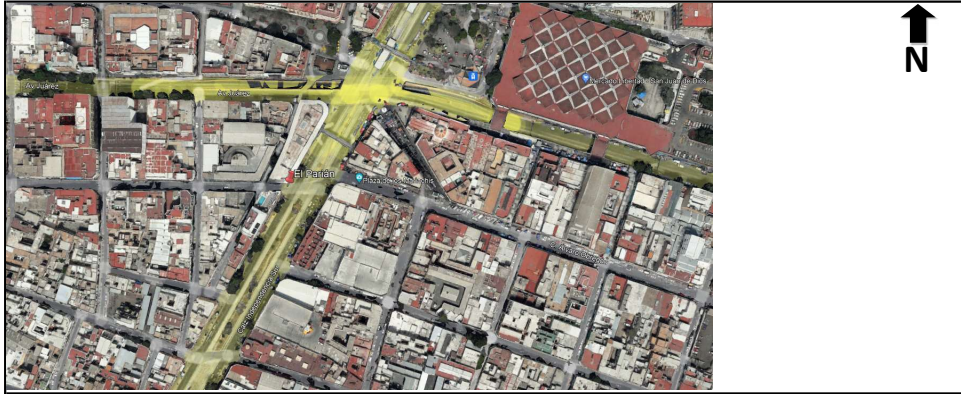
Nombre. LORENA VILLAFANA ESTARRON, MIRIAM CASTELLANOS CIRSEROS, GRECIA MANZANO ESCOBAR
 Teléfono de contacto. 33 3107 2372, 46 2129 1731, 33 3359 5752
 Correo electrónico de contacto. IC723941@ITESO.MX / IC721487@ITESO.MX / AR708666@ITESO.MX

Información General

01. Nombre del inmueble. Centro Comercial del Parián
 02. Calle. Calzada Independencia Sur
 03. Número exterior. S/D 04. Número interior. N/A
 05. Colonia. Zona Centro
 06. Código Postal. 44100 07. Municipio. Guadalajara 08. Estado. Jalisco
 09. Teléfono. S/D 10. Correo electrónico. S/D
 11. Página web del inmueble. S/D

Coordenadas	12. Latitud	13. Longitud	14. Altitud (msnm)
	20.67479	-103.34227	1556

CROQUIS DE UBICACIÓN



Contacto

Previo al levantamiento, es necesario registrar información sobre el contacto de aquella persona (o representante) encargada de la supervisión del inmueble.

CONTACTO

15. Nombre completo. S/D
 16. Teléfono de contacto. S/D
 17. Correo electrónico. S/D

Información específica y capacidades operativas

19. Año en el que terminó la construcción del inmueble. S/D
 20. Jurisdicción. S/D
 21. Organismo o institución que opera el inmueble. S/D
 22. Categoría de la instalación, de acuerdo a reglamentación municipal. S/D
 23. Estado actual de funcionamiento. En operación
 24. Cantidad total de locales en el inmueble. 400+ (ya que en la foto tomada en el último piso se ve que hay un local #400)
 25. Año en el que se hizo el último mantenimiento general del inmueble. S/D
 26. Áreas del inmueble que, recientemente (5 años) han sido remodeladas o han recibido mantenimiento. S/D

27. ¿Existen áreas designadas especialmente para la carga y descarga de mercancía? Sí NO
 28. ¿Existen áreas designadas especialmente para el estacionamiento vehicular de particulares? Sí NO
 29. En las inmediaciones de la instalación, ¿existen paradas de transporte público? Sí NO
 30. ¿Existen áreas designadas para el estacionamiento de vehículos no motorizados? Sí NO

Características físicas

31. Área del predio (m2). 2065 m2 32. Área construida (m2). 8260
 33. Altura promedio de entrepisos. 2.5 m 34. Altura máxima de la instalación. 10
 35. Cantidad de pisos sobre el terreno. 4 36. Cantidad de niveles subterráneos. 0
 37. Área destinada para carga y descarga de mercancía. no
 38. Área destinada para estacionamiento general. sí, está conectado al edificio de enfrente mediante puentes peatonales, y en este edificio hay un estacionamiento vertical.
 39. Cantidad de bodegas dentro del inmueble. S/D
 40. Cantidad de bodegas en operación. S/D
 41. Marcar el recuadro en caso de que en el inmueble de salud existieran los siguientes equipos y sistemas.

¿Existen instalaciones sanitarias en el inmueble? Sí NO
 ¿Existen equipos contra incendio? Sí NO
 ¿Existen fuentes alternativas de electricidad (generadores)? Sí NO
 ¿Existen fuentes alternativas de abastecimiento de agua? Sí NO
 ¿Existen sistemas de manejo de residuos sólidos urbanos? Sí NO
 ¿Existen sistemas de manejo de residuos de manejo especial? Sí NO
 ¿Existen sistemas de manejo de residuos peligrosos? Sí NO
 ¿Existen equipos adecuados para la ventilación de la instalación? Sí NO
 ¿Existen servicios bancarios cercanos al inmueble? Sí NO

Características estructurales y constructivas

43. Sistema estructural vertical principal <input checked="" type="checkbox"/> Columnas de concreto <input type="checkbox"/> Muros de concreto. <input type="checkbox"/> Columnas de acero. <input type="checkbox"/> Mampostería. <input type="checkbox"/> Estructura Compuesta. <input type="checkbox"/> No se puede identificar a simple vista. <input type="checkbox"/> Otro (especificar): _____	44. Sistema estructural vertical secundario <input type="checkbox"/> Columnas de concreto <input type="checkbox"/> Muros de concreto. <input type="checkbox"/> Columnas de acero. <input checked="" type="checkbox"/> Mampostería. <input type="checkbox"/> Estructura Compuesta. <input type="checkbox"/> No se puede identificar a simple vista. <input type="checkbox"/> Otro (especificar): _____
45. Sistema estructural horizontal (de techo) <input type="checkbox"/> Losa de concreto. <input checked="" type="checkbox"/> Trabes de concreto <input type="checkbox"/> Losa de acero. <input type="checkbox"/> Armaduras de acero. <input type="checkbox"/> Vigüeta y bovedilla (prefabricados) <input type="checkbox"/> Bóveda de cuña <input checked="" type="checkbox"/> No se puede identificar a simple vista. <input type="checkbox"/> Otro (especificar): _____	46. Sistema de piso <input checked="" type="checkbox"/> Mosaico <input checked="" type="checkbox"/> Cemento <input type="checkbox"/> Tierra <input type="checkbox"/> Madera <input type="checkbox"/> Otro (especificar): _____
47. Superficie de rodamiento <input checked="" type="checkbox"/> Pavimento rígido (concreto) <input type="checkbox"/> Pavimento flexible (asfalto) <input type="checkbox"/> Renchido <input type="checkbox"/> Empedrado <input type="checkbox"/> Terracería <input type="checkbox"/> Otro (especificar): _____	48. Geología y tipo de suelo <div style="border: 1px solid black; height: 100px; width: 100%; text-align: center; vertical-align: middle;">S/D</div>

50. Existencia de irregularidades geométricas y/o constructivas del inmueble. No

51. Materiales principales usados en puertas herrería

52. Materiales principales usados en ventanas herrería

53. ¿Hay bardas o muros de colindancia en la instalación? Sí NO

54. Si la respuesta anterior es AFIRMATIVA, especificar su altura. N/A

55. Si la respuesta anterior es AFIRMATIVA, mencionar el material del que está hecha. N/A

Evaluación económica

Nota: Los valores pueden ser aproximados, obtenidos a partir de valores paramétricos

57. Valor del terreno S/D

58. Valor de la infraestructura S/D

59. Valor de la edificación S/D

60. Valor del menaje S/D

Evaluación de daños de la infraestructura

61. Evaluación de daños estructurales <table style="width: 100%; text-align: center;"> <tr> <td></td> <td style="color: green;">Ninguno/menor</td> <td style="color: red;">Moderado</td> <td style="color: yellow;">Severo</td> </tr> <tr> <td>Columnas</td> <td style="background-color: green; color: white;">x</td> <td style="background-color: red; color: white;">x</td> <td style="background-color: yellow; color: white;">x</td> </tr> <tr> <td>Muros estructurales</td> <td style="background-color: green; color: white;">x</td> <td style="background-color: red; color: white;">x</td> <td style="background-color: yellow; color: white;">x</td> </tr> <tr> <td>Vigas o trabes</td> <td style="background-color: green; color: white;">x</td> <td style="background-color: red; color: white;">x</td> <td style="background-color: yellow; color: white;">x</td> </tr> <tr> <td>Nodos (unión viga-columna)</td> <td style="background-color: green; color: white;">x</td> <td style="background-color: red; color: white;">x</td> <td style="background-color: yellow; color: white;">x</td> </tr> <tr> <td>Daños en losas / sistemas de piso</td> <td style="background-color: green; color: white;">x</td> <td style="background-color: red; color: white;">x</td> <td style="background-color: yellow; color: white;">x</td> </tr> <tr> <td>Separación de la cimentación</td> <td style="background-color: green; color: white;">x</td> <td style="background-color: red; color: white;">x</td> <td style="background-color: yellow; color: white;">x</td> </tr> <tr> <td>Inclinación estructural</td> <td style="background-color: green; color: white;">x</td> <td style="background-color: red; color: white;">x</td> <td style="background-color: yellow; color: white;">x</td> </tr> <tr> <td>Asentamiento diferencial / hundimiento</td> <td style="background-color: green; color: white;">x</td> <td style="background-color: red; color: white;">x</td> <td style="background-color: yellow; color: white;">x</td> </tr> </table>		Ninguno/menor	Moderado	Severo	Columnas	x	x	x	Muros estructurales	x	x	x	Vigas o trabes	x	x	x	Nodos (unión viga-columna)	x	x	x	Daños en losas / sistemas de piso	x	x	x	Separación de la cimentación	x	x	x	Inclinación estructural	x	x	x	Asentamiento diferencial / hundimiento	x	x	x	NOTA METODOLÓGICA <p>1. La metodología se adapta de la Evaluación Rápida de Daños en Edificaciones Dañadas por Sismo, diseñada por Miyamoto International. El propósito es realizar una valoración rápida de las condiciones visibles de la construcción, determinar su habitabilidad y determinar acciones prioritarias de intervención para atender las patologías detectadas. La metodología no considera un análisis detallado de materiales ni análisis estructurales, por lo que abajo ninguna circunstancia sustituye a un peritaje ni a una dictaminación estructural formal. Por lo tanto, el documento deberá tomarse como referencia para posteriores análisis con un mayor nivel de detalle.</p> <p>2. El color de la semaforización indica la relevancia que el nivel de daño del elemento tiene con relación a la integridad estructural de la construcción. En términos generales, el color verde implica que no se compromete la integridad estructural; el color amarillo implica una condición que no compromete la integridad, pero que requiere una atención detallada; y el color rojo implica que el daño detectado compromete la integridad estructural de la construcción.</p>												
	Ninguno/menor	Moderado	Severo																																														
Columnas	x	x	x																																														
Muros estructurales	x	x	x																																														
Vigas o trabes	x	x	x																																														
Nodos (unión viga-columna)	x	x	x																																														
Daños en losas / sistemas de piso	x	x	x																																														
Separación de la cimentación	x	x	x																																														
Inclinación estructural	x	x	x																																														
Asentamiento diferencial / hundimiento	x	x	x																																														
62. Evaluación de daños no estructurales <table style="width: 100%; text-align: center;"> <tr> <td></td> <td style="color: green;">Ninguno/menor</td> <td style="color: red;">Moderado</td> <td style="color: yellow;">Severo</td> </tr> <tr> <td>INSTALACIONES</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Recubrimientos / acabados</td> <td style="background-color: green; color: white;">x</td> <td style="background-color: red; color: white;">x</td> <td style="background-color: yellow; color: white;">x</td> </tr> <tr> <td>Ventanería / vidrios</td> <td style="background-color: green; color: white;">x</td> <td style="background-color: red; color: white;">x</td> <td style="background-color: yellow; color: white;">x</td> </tr> <tr> <td>Muros divisorios / tapón</td> <td style="background-color: green; color: white;">x</td> <td style="background-color: red; color: white;">x</td> <td style="background-color: yellow; color: white;">x</td> </tr> <tr> <td>Cielo raso / plafones</td> <td style="background-color: green; color: white;">N/A</td> <td style="background-color: red; color: white;">N/A</td> <td style="background-color: yellow; color: white;">N/A</td> </tr> <tr> <td>Puertas / mobiliario fijo</td> <td style="background-color: green; color: white;">x</td> <td style="background-color: red; color: white;">x</td> <td style="background-color: yellow; color: white;">x</td> </tr> <tr> <td>Instalaciones eléctricas</td> <td style="background-color: green; color: white;">x</td> <td style="background-color: red; color: white;">x</td> <td style="background-color: yellow; color: white;">x</td> </tr> <tr> <td>Instalaciones de gas</td> <td style="background-color: green; color: white;">N/A</td> <td style="background-color: red; color: white;">N/A</td> <td style="background-color: yellow; color: white;">N/A</td> </tr> <tr> <td>Instalaciones hidrosanitarias</td> <td style="background-color: green; color: white;">x</td> <td style="background-color: red; color: white;">x</td> <td style="background-color: yellow; color: white;">x</td> </tr> <tr> <td>Aire acondicionado / extracción</td> <td style="background-color: green; color: white;">x</td> <td style="background-color: red; color: white;">x</td> <td style="background-color: yellow; color: white;">x</td> </tr> <tr> <td>Cubiertas</td> <td style="background-color: green; color: white;">x</td> <td style="background-color: red; color: white;">x</td> <td style="background-color: yellow; color: white;">x</td> </tr> </table>		Ninguno/menor	Moderado	Severo	INSTALACIONES				Recubrimientos / acabados	x	x	x	Ventanería / vidrios	x	x	x	Muros divisorios / tapón	x	x	x	Cielo raso / plafones	N/A	N/A	N/A	Puertas / mobiliario fijo	x	x	x	Instalaciones eléctricas	x	x	x	Instalaciones de gas	N/A	N/A	N/A	Instalaciones hidrosanitarias	x	x	x	Aire acondicionado / extracción	x	x	x	Cubiertas	x	x	x	
	Ninguno/menor	Moderado	Severo																																														
INSTALACIONES																																																	
Recubrimientos / acabados	x	x	x																																														
Ventanería / vidrios	x	x	x																																														
Muros divisorios / tapón	x	x	x																																														
Cielo raso / plafones	N/A	N/A	N/A																																														
Puertas / mobiliario fijo	x	x	x																																														
Instalaciones eléctricas	x	x	x																																														
Instalaciones de gas	N/A	N/A	N/A																																														
Instalaciones hidrosanitarias	x	x	x																																														
Aire acondicionado / extracción	x	x	x																																														
Cubiertas	x	x	x																																														

Diagnóstico final

65. Tipo de inspección realizada en el inmueble.
 Interna Externa Ambas

66. Diagnóstico de habitabilidad o funcionamiento.
 Totalmente funcional
 Parcialmente funcional
 No funcional

67. Recomendaciones de intervención.
 Evaluación o dictamen estructural
 Mantenimiento mayor
 Mantenimiento menor
 Otros (especificar): _____

Observaciones adicionales

68. En caso de haber algún comentario adicional del levantamiento, hacerlo en este apartado.

Comentan locatarios que en temporada de lluvia se inunda la Calzada Independencia y se mete el agua a los locales, se recomienda mejorar el sistema de desagüe en la calzada.

Dar mantenimiento a acabados ya que se observa humedad en losas y trabes.

Dar mantenimiento a suelo ya que está roto y puede causar tropiezos.

Visualmente no hay daños estructurales, pero por el tamaño del mercado, la cantidad de entrepisos, y las personas que lo utilizan recomendamos un dictamen estructural.

No hay un sistema para subir las cosas, se observaron personas subiendo mercancía por las escaleras utilizando un diablito, se recomienda instalar un elevador o escaleras de servicio.

Ficha de levantamiento en campo para la infraestructura estratégica

Categoría. Infraestructura alimentaria (abastecimiento)



Fecha del levantamiento. 15 de Marzo de 20 22

Datos de quien realiza el llenado de información

Nombre. Miriam Castellanos Cisneros
 Teléfono de contacto. 3333595752
 Correo electrónico de contacto. ic721487@iteso.mx

Información General

01. Nombre del inmueble. Mercado Eulogio Parra
 02. Calle. Calle Rubi
 03. Número exterior. S/D 04. Número interior. S/D
 05. Colonia. Independencia
 06. Código Postal. 44280 07. Municipio. Guadalajara 08. Estado. Jalisco
 09. Teléfono. S/D 10. Correo electrónico. S/D
 11. Página web del inmueble. S/D

Coordenadas	12. Latitud	13. Longitud	14. Altitud (msnm)
	20.691146	-103.3362846	1547

CROQUIS DE UBICACIÓN

Se deberán plasmar puntos de referencia importantes del inmueble: cruce con vialidades, sitios significativos, etc.



Contacto

Previo al levantamiento, es necesario registrar información sobre el contacto de aquella persona (o representante) encargada de la supervisión del inmueble.

CONTACTO

15. Nombre completo. S/D
 16. Teléfono de contacto. S/D
 17. Correo electrónico. S/D

Información específica y capacidades operativas

19. Año en el que terminó la construcción del inmueble. S/D
 20. Jurisdicción. Gobierno Municipal de Guadalajara
 21. Organismo o institución que opera el inmueble. Dirección de Mercados Municipal
 22. Categoría de la instalación, de acuerdo a reglamentación municipal. Tercera Categoría
 23. Estado actual de funcionamiento. En operación
 24. Cantidad total de locales en el inmueble. Aproximadamente 60-70. Se calculó de esta manera ya que en la parte central del piso superior del mercado no se muestran separaciones entre locales y al no haber personas atendiendo esos espacios no se pudieron definir de manera precisa.
 25. Año en el que se hizo el último mantenimiento general del inmueble. S/D
 26. Áreas del inmueble que, recientemente (5 años) han sido remodeladas o han recibido mantenimiento. S/D

27. ¿Existen áreas designadas especialmente para la carga y descarga de mercancía? SÍ NO
 28. ¿Existen áreas designadas especialmente para el estacionamiento vehicular de particulares? SÍ NO
 29. En las inmediaciones de la instalación, ¿existen paradas de transporte público? SÍ NO
 30. ¿Existen áreas designadas para el estacionamiento de vehículos no motorizados? SÍ NO

Características físicas

31. Área del predio (m2). 1,248.82 m² 32. Área construida (m2). 1,708.15 m²
 33. Altura promedio de entresijos. 2.50 m 34. Altura máxima de la instalación. 10 m
 35. Cantidad de pisos sobre el terreno. 2 36. Cantidad de niveles subterráneos. 1
 37. Área destinada para carga y descarga de mercancía. 115.70 m² (Se encuentra en una de las estructuras menores adicionadas. Se anexa en las fotografías.)
 38. Área destinada para estacionamiento general. 478.18 m²
 39. Cantidad de bodegas dentro del inmueble. 3 (Se encuentran en la misma zona destinada para carga y descarga de mercancía.)
 40. Cantidad de bodegas en operación. 0 (Todas se encuentran vacías y ninguna se muestra en operación)

41. Marcar el recuadro en caso de que en el inmueble de salud existieran los siguientes equipos y sistemas.

¿Existen instalaciones sanitarias en el inmueble? SÍ NO
 ¿Existen equipos contra incendio? SÍ NO
 ¿Existen fuentes alternativas de electricidad (generadores)? SÍ NO
 ¿Existen fuentes alternativas de abastecimiento de agua? SÍ NO
 ¿Existen sistemas de manejo de residuos sólidos urbanos? SÍ NO
 ¿Existen sistemas de manejo de residuos de manejo especial? SÍ NO
 ¿Existen sistemas de manejo de residuos peligrosos? SÍ NO
 ¿Existen equipos adecuados para la ventilación de la instalación? SÍ NO
 ¿Existen servicios bancarios cercanos al inmueble? SÍ NO

Características estructurales y constructivas

43. Sistema estructural vertical principal <input checked="" type="checkbox"/> Columnas de concreto <input type="checkbox"/> Muros de concreto. <input type="checkbox"/> Columnas de acero. <input type="checkbox"/> Mampostería. <input type="checkbox"/> Estructura Compuesta. <input type="checkbox"/> No se puede identificar a simple vista. <input type="checkbox"/> Otro (especificar): _____	44. Sistema estructural vertical secundario <input type="checkbox"/> Columnas de concreto <input type="checkbox"/> Muros de concreto. <input checked="" type="checkbox"/> Columnas de acero. <input checked="" type="checkbox"/> Mampostería. <input type="checkbox"/> Estructura Compuesta. <input type="checkbox"/> No se puede identificar a simple vista. <input type="checkbox"/> Otro (especificar): _____
45. Sistema estructural horizontal (de techo) <input checked="" type="checkbox"/> Losa de concreto. <input type="checkbox"/> Trabes de concreto <input type="checkbox"/> Losa de acero. <input type="checkbox"/> Armaduras de acero. <input type="checkbox"/> Vigüeta y bovedilla (prefabricados) <input type="checkbox"/> Bóveda de cuña <input type="checkbox"/> No se puede identificar a simple vista. <input type="checkbox"/> Otro (especificar): _____	46. Sistema de piso <input type="checkbox"/> Mosaico <input checked="" type="checkbox"/> Cemento <input type="checkbox"/> Tierra <input type="checkbox"/> Madera <input type="checkbox"/> Otro (especificar): _____
47. Superficie de rodamiento <input type="checkbox"/> Pavimento rígido (concreto) <input checked="" type="checkbox"/> Pavimento flexible (asfalto) <input type="checkbox"/> Renchido <input type="checkbox"/> Empedrado <input type="checkbox"/> Terracería <input type="checkbox"/> Otro (especificar): _____	48. Geología y tipo de suelo <i>Si se puede identificar en campo, realizar una breve descripción del suelo</i> <i>De lo contrario, realizar investigación de gabinete.</i> S/D

50. Existencia de irregularidades geométricas y/o constructivas del inmueble. Si, existen muchas irregularidades en la estructura del inmueble.
 Se encuentran muchas estructuras menores adicionadas a la estructura mayor, desde la parte subterránea hasta las dos que se encuentran en la parte derecha.

51. Materiales principales usados en puertas Herrería

52. Materiales principales usados en ventanas Herrería

53. ¿Hay bardas o muros de colindancia en la instalación? Sí NO

54. Si la respuesta anterior es AFIRMATIVA, especificar su altura. 3 m

55. Si la respuesta anterior es AFIRMATIVA, mencionar el material del que está hecha. Mampostería

Evaluación económica

Nota: Los valores pueden ser aproximados, obtenidos a partir de valores paramétricos

57. Valor del terreno S/D

58. Valor de la infraestructura S/D

59. Valor de la edificación S/D

60. Valor del menaje S/D

Evaluación de daños de la infraestructura

61. Evaluación de daños estructurales <table style="width: 100%; text-align: center;"> <tr> <td></td> <td style="color: green;">Ninguno/menor</td> <td style="color: orange;">Moderado</td> <td style="color: red;">Severo</td> </tr> <tr> <td>Columnas</td> <td style="background-color: green; color: white;">X</td> <td style="background-color: orange; color: white;">X</td> <td style="background-color: red; color: white;">X</td> </tr> <tr> <td>Muros estructurales</td> <td style="background-color: green; color: white;">X</td> <td style="background-color: orange; color: white;">X</td> <td style="background-color: red; color: white;">X</td> </tr> <tr> <td>Vigas o trabes</td> <td style="background-color: green; color: white;">X</td> <td style="background-color: orange; color: white;">X</td> <td style="background-color: red; color: white;">X</td> </tr> <tr> <td>Nodos (unión viga-columna)</td> <td style="background-color: green; color: white;">X</td> <td style="background-color: orange; color: white;">X</td> <td style="background-color: red; color: white;">X</td> </tr> <tr> <td>Daños en losas / sistemas de piso</td> <td style="background-color: green; color: white;">X</td> <td style="background-color: orange; color: white;">X</td> <td style="background-color: red; color: white;">X</td> </tr> <tr> <td>Separación de la cimentación</td> <td style="background-color: green; color: white;">X</td> <td style="background-color: orange; color: white;">X</td> <td style="background-color: red; color: white;">X</td> </tr> <tr> <td>Inclinación estructural</td> <td style="background-color: green; color: white;">X</td> <td style="background-color: orange; color: white;">X</td> <td style="background-color: red; color: white;">X</td> </tr> <tr> <td>Asetamiento diferencial / hundimiento</td> <td style="background-color: green; color: white;">X</td> <td style="background-color: orange; color: white;">X</td> <td style="background-color: red; color: white;">X</td> </tr> </table>		Ninguno/menor	Moderado	Severo	Columnas	X	X	X	Muros estructurales	X	X	X	Vigas o trabes	X	X	X	Nodos (unión viga-columna)	X	X	X	Daños en losas / sistemas de piso	X	X	X	Separación de la cimentación	X	X	X	Inclinación estructural	X	X	X	Asetamiento diferencial / hundimiento	X	X	X	NOTA METODOLÓGICA 1. La metodología se adapta de la Evaluación Rápida de Daños en Edificaciones Dañadas por Sismo, diseñada por Miyamoto International. El propósito es realizar una valoración rápida de las condiciones visibles de la construcción, determinar su habitabilidad y determinar acciones prioritarias de intervención para atender las patologías detectadas. La metodología no considera un análisis detallado de materiales ni análisis estructurales, por lo que bajo ninguna circunstancia sustituye a un peritaje ni a una dictaminación estructural formal. Por lo tanto, el documento deberá tomarse como referencia para posteriores análisis con un mayor nivel de detalle. 2. El color de la semaforización indica la relevancia que el nivel de daño del elemento tiene con relación a la integridad estructural de la construcción. En términos generales, el color verde implica que no se compromete la integridad estructural; el color amarillo implica una condición que no compromete la integridad, pero que requiere una atención detallada; y el color rojo implica que el daño detectado compromete la integridad estructural de la construcción.												
	Ninguno/menor	Moderado	Severo																																														
Columnas	X	X	X																																														
Muros estructurales	X	X	X																																														
Vigas o trabes	X	X	X																																														
Nodos (unión viga-columna)	X	X	X																																														
Daños en losas / sistemas de piso	X	X	X																																														
Separación de la cimentación	X	X	X																																														
Inclinación estructural	X	X	X																																														
Asetamiento diferencial / hundimiento	X	X	X																																														
62. Evaluación de daños no estructurales <table style="width: 100%; text-align: center;"> <tr> <td></td> <td style="color: green;">Ninguno/menor</td> <td style="color: orange;">Moderado</td> <td style="color: red;">Severo</td> </tr> <tr> <td>INSTALACIONES</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Recubrimientos / acabados</td> <td style="background-color: green; color: white;">N/A</td> <td style="background-color: orange; color: white;">N/A</td> <td style="background-color: red; color: white;">X</td> </tr> <tr> <td>Ventanería / vidrios</td> <td style="background-color: green; color: white;">N/A</td> <td style="background-color: orange; color: white;">N/A</td> <td style="background-color: red; color: white;">N/A</td> </tr> <tr> <td>Muros divisorios / tapón</td> <td style="background-color: green; color: white;">X</td> <td style="background-color: orange; color: white;">X</td> <td style="background-color: red; color: white;">N/A</td> </tr> <tr> <td>Cielo raso / plafones</td> <td style="background-color: green; color: white;">N/A</td> <td style="background-color: orange; color: white;">N/A</td> <td style="background-color: red; color: white;">N/A</td> </tr> <tr> <td>Puertas / mobiliario fijo</td> <td style="background-color: green; color: white;">X</td> <td style="background-color: orange; color: white;">X</td> <td style="background-color: red; color: white;">X</td> </tr> <tr> <td>Instalaciones eléctricas</td> <td style="background-color: green; color: white;">X</td> <td style="background-color: orange; color: white;">X</td> <td style="background-color: red; color: white;">X</td> </tr> <tr> <td>Instalaciones de gas</td> <td style="background-color: green; color: white;">X</td> <td style="background-color: orange; color: white;">X</td> <td style="background-color: red; color: white;">X</td> </tr> <tr> <td>Instalaciones hidrosanitarias</td> <td style="background-color: green; color: white;">X</td> <td style="background-color: orange; color: white;">X</td> <td style="background-color: red; color: white;">X</td> </tr> <tr> <td>Aire acondicionado / extracción</td> <td style="background-color: green; color: white;">N/A</td> <td style="background-color: orange; color: white;">N/A</td> <td style="background-color: red; color: white;">N/A</td> </tr> <tr> <td>Cubiertas</td> <td style="background-color: green; color: white;">X</td> <td style="background-color: orange; color: white;">X</td> <td style="background-color: red; color: white;">X</td> </tr> </table>		Ninguno/menor	Moderado	Severo	INSTALACIONES				Recubrimientos / acabados	N/A	N/A	X	Ventanería / vidrios	N/A	N/A	N/A	Muros divisorios / tapón	X	X	N/A	Cielo raso / plafones	N/A	N/A	N/A	Puertas / mobiliario fijo	X	X	X	Instalaciones eléctricas	X	X	X	Instalaciones de gas	X	X	X	Instalaciones hidrosanitarias	X	X	X	Aire acondicionado / extracción	N/A	N/A	N/A	Cubiertas	X	X	X	
	Ninguno/menor	Moderado	Severo																																														
INSTALACIONES																																																	
Recubrimientos / acabados	N/A	N/A	X																																														
Ventanería / vidrios	N/A	N/A	N/A																																														
Muros divisorios / tapón	X	X	N/A																																														
Cielo raso / plafones	N/A	N/A	N/A																																														
Puertas / mobiliario fijo	X	X	X																																														
Instalaciones eléctricas	X	X	X																																														
Instalaciones de gas	X	X	X																																														
Instalaciones hidrosanitarias	X	X	X																																														
Aire acondicionado / extracción	N/A	N/A	N/A																																														
Cubiertas	X	X	X																																														

Diagnóstico final

65. Tipo de inspección realizada en el inmueble.
 Interna Externa Ambas

66. Diagnóstico de habitabilidad o funcionamiento.
 Totalmente funcional
 Parcialmente funcional
 No funcional

67. Recomendaciones de intervención.
 Evaluación o dictamen estructural
 Mantenimiento mayor
 Mantenimiento menor
 Otros (especificar): _____

Observaciones adicionales

68. En caso de haber algún comentario adicional del levantamiento, hacerlo en este apartado.

1. Se presentan algunos problemas de humedad en las cubiertas del piso subterráneo, así como en las cubiertas principales de concreto.

2. Hay daños en los muros de mampostería por humedad y salitre. Se ha desprendido el enjarre, dejando expuesto el ladrillo.

3. En general el mercado se ve descuidado y la mayoría de los locales no están en funcionamiento.

4. En las cercanías al mercado, se encuentra un poste al que le faltan algunos tornillos en la base y esto representa un riesgo. Se deben reponer los tornillos y pintar el poste para evitar la corrosión.

5. Debajo de las rampas para subir al mercado, se encuentran muchos desechos, entre ellos escombros.

6. Debido a la parte subterránea del mercado, existe el alto riesgo de inundación de los locales.

7. La fachada del mercado presenta mucho vandalismo y grafitis.

8. Existen daños en los recubrimientos de las losas. Se recomienda aplicar impermeabilizante en las cubiertas y losas de azotea.

Clarify what “Split Carrizo” and “Split otate” mean, it is not clear if this means it is cut by half vertically or if it means something else.

Better explain the angle of the diagonal braces and where are they connected to.

“Walls To create the first side wall panel; lay a 1.7m long and 1.2m long split Otatea bamboo piece on the floor. Attach both together so you have a 2.9m split Otatea bamboo member.” In this part the 1.7m and 1.2m pieces would need to be longer if we need a 2.9m piece, since we need to take into account the (at least) 0.1 m needed at the end of each piece so we can tie the two pieces together.

When you highlight the different types of bamboo in the model take into account the real diameter of the carrizo and the otate

Also, the type of connection shown in the model would not be possible, the representation in your drawings is closer to reality. As a suggestion, the columns could be placed in the middle of two otate pieces from the roof, that way the connection could be stronger, like in this example, where 4 bamboo columns are hugging the beam from the roof.

