



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**

---

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**“Grupo de Servicio Social  
con Apoyo Directo a la  
Sociedad (GSSADS) y su  
caso de estudio con enfoque  
a la Ingeniería Geológica”**

**TESINA**

Que para obtener el título de  
**Ingeniero Geólogo**

**P R E S E N T A**

Uriel Galvan Pineda

**DIRECTOR DE TESINA**

M.I. Gabriel Moreno Pecero



**Ciudad Universitaria, Cd. Mx., 2021**

## INDICE

<b>RESUMEN</b> .....	<b>4</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>5</b>
<b>CAPITULO 1 INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>6</b>
1.1 <i>Objetivos generales</i> .....	6
1.2 <i>Objetivos específicos</i> .....	6
1.3 <i>Definición de servicio social</i> .....	7
1.4 <i>Alcances del servicio social</i> .....	10
<b>CAPITULO 2 GSSADS FI-UNAM</b> .....	<b>14</b>
2.1 <i>Historia</i> .....	14
2.2 <i>¿Quiénes conforman al GSSADS?</i> .....	16
2.3 <i>Funciones del GSSADS</i> .....	18
<b>CAPITULO 3 MI ESTANCIA EN EL GSSADS</b> .....	<b>19</b>
3.1 <i>Introducción</i> .....	19
3.2 <i>Experiencia GSSADS</i> .....	20
3.3 <i>GSSADS. Taludes Magdalena Contreras, CDMX</i> .....	23
3.3.1 <i>Antecedentes</i> .....	23
3.3.2 <i>Objetivo</i> .....	23
3.3.3 <i>Alcances</i> .....	23
3.3.4 <i>Introducción</i> .....	24
3.3.5 <i>Geología Local</i> .....	25
3.3.6 <i>Zonificación Geotécnica</i> .....	26
3.3.7 <i>Talud 1</i> .....	28
3.3.7.1 <i>Recomendaciones y comentarios</i> .....	30
3.3.8 <i>Talud 2</i> .....	31
3.3.8.1 <i>Recomendaciones y comentarios</i> .....	33
3.3.9 <i>Talud 3. Puente</i> .....	34
3.3.9.1 <i>Recomendaciones y comentarios</i> .....	34
<b>CAPITULO 4 CASO DE ESTUDIO</b> .....	<b>36</b>
4.1 <i>Introducción</i> .....	36
4.2 <i>Localización</i> .....	37
4.3 <i>Fisiografía</i> .....	38
4.3.1 <i>Sistema Volcánico Transversal</i> .....	39
4.3.2 <i>Subprovincia de Lagos y Volcanes de Anáhuac</i> .....	39

<i>4.4 Geología Regional del estado de Morelos, MX</i> .....	41
4.4.1 Volcánicas del Mioceno-Plioceno.....	41
4.4.2 Depósitos Continentales del Plioceno .....	42
<i>4.5 Geotecnia</i> .....	44
4.5.2. Recorrido por la comunidad .....	46
4.5.3 Ladera Lomas Lindas .....	51
4.5.4. Recorrido Lomas Lindas.....	53
<i>4.6 Laboratorio</i> .....	58
<b>CAPITULO 5 CONCLUSIONES</b> .....	<b>67</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA</b> .....	<b>74</b>

# Agradecimientos

*HOLA, Soy Uriel Galván y me encuentro en el mes de octubre del año 2020, vaya que año, y han pasado poco más de 6 meses desde que inicié la cuarentena en México, y durante este periodo de tiempo, inicié y termine la tesina, pero no sin antes reflexionar, todo lo que nos trajo el aislamiento social producido por la cuarentena...*

*Y una de esas cosas fue, el agradecimiento, darme cuenta que soy una persona afortunada por contar con las necesidades básicas para llevar una vida plena y contar con los recursos necesarios para acabar mi tesina.*

*Y por eso dedico esta página para agradecer a todos aquellos que confiaron en mí, y también a los que no confiaron, debido a que de todos ellos obtuve el coraje necesario para acabar mi licenciatura en ingeniería geológica, además de no cerrar mis ojos y mi mete, ante el amplio abanico de posibilidades que nos da la vida.*

*Mi agradecimiento es a mis padres (Reyna y Claudio), a mis hermanos (Nayeli, Jesús y Sergio) a mis amigos (Lalo, Saíd, Benavides, Ganado, Sotelo, Mingo, Mirí, Lizhet, Adriana, Karen, Bolo, Christiane y no acabaría de nombrar a todas esas personas importantes en mi vida.),*

*También un gran agradecimiento a mis Profesores (Pecero, Tapia, Ángeles Moreno, Sidonio, schulz, Isabel, Ibarra y tantos profesores más). Agradecido con la UNAM por ser un pilar fundamental en mi desarrollo personal, por todas esas experiencias que me hizo pasar mi Universidad, hoy puedo decir que soy una persona de provecho para mi país y para la humanidad.*

## RESUMEN

En el presente trabajo se da una visión amplia, de uno de los requisitos de los estudiantes universitarios de México, servicio social, una práctica universitaria con la finalidad de retribuir el conocimiento adquirido en las aulas a la sociedad, así como aplicarlo en casos de estudio, en pro de una sociedad mejor.

En la Universidad Nacional Autónoma de México específicamente en la Facultad de Ingeniería, existe un grupo multidisciplinario de servicio social, encargado de elaborar proyectos para comunidades marginadas, llamado Grupo de Servicio Social con Apoyo directo a la Sociedad (GSSADS), en la cual tuve la oportunidad de realizar mi servicio social, y uno de los proyectos más importantes para mí, fue el atender el llamado del municipio de Tetela del Volcán, Mor. En el cual mediante un escrito se nos solicitó la presencia de un equipo multidisciplinario para atender una de las preocupaciones del poblado, que era la de hacer un estudio de mecánica de suelo. Para determinar la capacidad de carga del suelo, ya que durante los sismos del pasado 19 de septiembre de 2017 muchas viviendas del poblado se vieron afectadas estructuralmente, y ante el temor de la población de estar asentados en un terreno poco competente, el gobierno municipal acudió al GSSADS, para obtener una solución a la problemática.

## ABSTRACT

*In this paper, a broad vision is given of one of the requirements of Mexican university students, social service, a university practice in order to give back the knowledge acquired in the classrooms to society, as well as apply it in case studies, in favor of a better society.*

*In the National Autonomous University of Mexico specifically in the Faculty of Engineering, there is a multidisciplinary group of social service, in charge of developing projects for marginalized communities, called Group of Social Service with Direct Support to Society (GSSADS), in which I had the opportunity to carry out my social service, and one of the most important projects for me, was to attend the call of the municipality of Tetela del Volcán Morelos. In which, by means of a letter, we were requested to attend a multidisciplinary team to attend to one of the concerns of the town, which was to do a soil study in Tetela del Volcán, Morelos. To determine the carrying capacity of the soil, since during the earthquakes of September 19, 2017, many houses in the town were structurally affected, and due to the population's fear of being settled on a land with little competence, the municipal government went to the GSSADS, to obtain a solution to the problem.*

## CAPITULO 1 INTRODUCCIÓN

*“ABRAZO LAS NUEVAS Y MEJORES CREENCIAS RESPECTO A MI”  
Anónimo.*

### 1.1 Objetivos generales

- Resaltar la importancia del servicio social como un primer acercamiento al mundo laboral, en los universitarios.
- Proponer una cimentación para el poblado de Tetela del Volcán, Mor.
- Establecer una hipótesis y solución, de lo que ocurre en la ladera de Loma Linda debido a que presenta agrietamientos.

### 1.2 Objetivos específicos

- Obtener muestras inalteradas y alteradas del suelo a diferentes profundidades en tres pozos a cielo abierto con profundidad de 3.0m.
- Hacer las pruebas de laboratorio para definir las propiedades índice y mecánicas de los materiales detectados en los pozos a cielo abierto.
- Realizar las pruebas pertinentes para determinar la capacidad de carga de suelo, en el poblado de Tetela del Volcán, en el estado de Morelos.

### 1.3 Definición de servicio social

La definición de servicio social en México, se puede abordar desde diferentes perspectivas. La Asociación Nacional de Universidades e Instituciones de Educación Superior (ANUIES) destaca la importancia del Servicio Social para las instituciones a partir de indicadores relacionados con la estructura organizacional, recursos humanos y presupuesto asignados, difusión de programas, y normatividad (Mungaray et al., 2002).

Unas de las primeras conceptualizaciones del servicio social universitario, fue dada en la década de los setenta, durante la XIII sesión ordinaria de la Asamblea General de la ANUIES celebrada en Villahermosa, Tabasco (1971), donde se planteó lo siguiente:

Movilizar los recursos del país para establecer un servicio social educativo en el que participen los centros de producción y de servicios y en el que participen también los propios estudiantes. Así, los centros de producción y servicio, colaborarían con la educación con los procesos de aprendizaje de técnicas especializadas y particulares, y los estudiantes colaborarían con los profesores en la enseñanza nacional, dado que se requiere hacer más fluido el tránsito de la pasantía a la obtención del título. En consecuencia, para la presentación del examen recepcional se establecerán diversas acciones que podrán ser equivalentes a la tesis profesional. El servicio social podrá cumplirse en cualquiera de las etapas del nivel de licenciatura e incluirá, entre otras tareas, las educativas.<sup>1</sup>

---

<sup>1</sup> Lourdes Ruíz Lugo, *El Servicio Social en México*, Tomado de Acuerdo y Declaraciones, 1975, ANUIES, 1995, p.19



Pero no es, si no hasta en el año 1974, cuando la ANUIES se da cuenta de la repercusión social e integral generada en los jóvenes universitarios, y quedó asentado en la XV sesión ordinaria de la Asamblea General de la ANUIES celebrada en Veracruz:

El servicio social de estudiantes es parte integral de la formación del futuro profesional y de su currículum académico, es agente de cambio para la comunidad, vincula al estudiante con su medio de trabajo profesional y debe contribuir al desarrollo equilibrado del país. A fin de planear, programar y coordinar las actividades de servicio social.<sup>2</sup>

En este contexto, Se nota la importancia del servicio social, como una herramienta capaz de ayudar a todas las partes, tanto al país, mediante una contribución al desarrollo equilibrado, y así como a los propios estudiantes universitarios, ya que los va vinculando de forma directa con los sectores laborales de su interés.

En 1978 se da una de las primeras definiciones de servicio social por parte de la Comisión Coordinadora del Servicio Social de Estudiantes de las Instituciones de Educación Superior (COSSIES), Comisión que fue creada por el Gobierno Federal por acuerdo presidencial, y la define como:

Un instrumento mediante el cual (los estudiantes) retribuyen a la sociedad parte de los beneficios de la educación que han recibido, a más de la capacitación que en su ejercicio adquieren para el mejor aprovechamiento de los conocimientos adquiridos.<sup>3</sup>

---

<sup>2</sup> Ibid., p.23.

<sup>3</sup> Diario Oficial; acuerdo por el que se crea la Comisión Coordinadora del Servicio Social de Estudiantes de las Instituciones de Educación Superior, el 21 de septiembre de 1978.

Qué se basa en cuatro elementos básicos:

1. Retribuir a la sociedad por los beneficios de la educación recibida.
2. Contribuir al mejoramiento de las condiciones de vida de los sectores sociales menos beneficiados por el desarrollo económico del país.
3. Satisfacer un requisito legal para la obtención del título profesional.
4. Promover la formación del futuro profesional.

Una de las últimas definiciones de la ANUIES, es en el año 2000, aprobado durante la XXX sesión ordinaria de la Asamblea General de la ANUIES, y define:

El servicio social contribuye a la formación a la formación integral del estudiante y permite, al promover el acercamiento activo de las instituciones de educación superior con la sociedad, consolidar la formación académica del estudiante, desarrollar valores, favorecer la inserción al mercado de trabajo y la aplicación de conocimientos científicos, humanísticos, tecnológicos y culturales, a la solución de los problemas actuales del desarrollo. Por otra parte favorece la articulación de esfuerzo de las instituciones educativas y los estudiantes, con el sector gubernamental, productivo y social de las diferentes regiones del país, en programas de responsabilidad compartida. <sup>4</sup>

Es una de las definiciones de servicio social más aceptado, pero en lo particular cada una de las instituciones de educación superior tiene su propia definición, y en ese aspecto, las instituciones deben ser las encargadas de que los alumnos cumplan con el servicio social estipulado.

---

<sup>4</sup> Ma. Dolores Sánchez Soler y Alejandro Mungaray Lagarda, *Problemática del servicio social y propuestas para su mejoramiento*, Colección Documentos, México, ANUIES, 2000, págs., 15 y 16.

#### 1.4 Alcances del servicio social

Los alcances del servicio social corresponden a un supremo interés nacional, ya que la correcta ejecución del servicio social, podrá tener un gran impacto social, económico y personal, en las comunidades beneficiadas, y con el correcto seguimiento por parte de las universidades y de las autoridades correspondientes, se pueden sentar las bases de un mejor desarrollo para el país.

Los mayores alcances del servicio social se pueden obtener de estos rubros:

##### 1.- Comunitario.

El primer y más importante objetivo del servicio social, es retribuir a la sociedad el conocimiento adquirido durante la universidad, es por ello que los alcances primordiales deben ser enfocados en pro de una sociedad mejor, y para que una sociedad logre alcanzar el desarrollo pleno, se debe de mejorar y trabajar con las comunidades más vulnerables, aquellas que no cuenten con la infraestructura y derechos necesarios para llevar una vida plena.

Es por ello, que los alcances más grandes del servicio social, deben ser a las comunidades más vulnerables, y así poder aportar en conjunto con la comunidad, las autoridades correspondientes y los prestadores de servicio social, proyectos de infraestructura, proyectos humanitarios, proyectos económicos y proyectos sociales que sean económicos y factibles.

## 2.- Personal.

Una de las grandes etapas de la vida, y de gran importancia en el desarrollo personal, se gesta durante los años universitarios, esos años en las que se converge con diferentes personas, de distintos niveles socioeconómicos así como culturales, es en la gran diversidad de enfoques e ideas, donde el propio desarrollo tiene un auge importante en la vida del individuo, es por ello que uno de los principales objetivos de las universidades, es fomentar en los alumnos una constante y larga búsqueda del desarrollo propio, y una de las maneras de lograrlo es mediante el servicio social, ya que en ésta, se pone en práctica uno de los pilares fundamentales en el desarrollo personal, que es el ayudar a otros.

El ayudar a las personas, hace que nosotros mismos nos convirtamos en seres más empáticos, con una mejor autopercepción que se ve reflejada en nuestra autoestima, y nos ayuda a mejorar nuestra capacidad de aprendizaje sobre el tema, en este caso ingenieril, además de tener conocimiento de la situaciones por las que pasan las comunidades más vulnerables, y así, en un futuro, poder hacer lo necesario para que se disminuya la brecha de desigualdad, que impera en nuestra sociedad actual.

Se hace notar, que el crecimiento personal no se detiene al concluir la universidad, es un privilegio que continua por el resto de nuestras vidas. Jacques Delors considera cuatro pilares para el desarrollo personal.

**Aprender a conocer**, combinando una cultura general suficientemente amplia con la posibilidad de profundizar los conocimientos en un pequeño número de materias: Lo que supone además: aprender a aprender para poder aprovechar las posibilidades que ofrece la educación a lo largo de la vida.

**Aprende a hacer** a fin de adquirir no solo una calificación profesional, sino, más generalmente una competencia que capacite al individuo para hacer frente a gran número de situaciones y a trabajar en equipo. Pero aprender a hacer en el marco de las distintas experiencias sociales o de trabajo que se ofrecen a los jóvenes y adolescente, bien espontáneamente, o a causa del contexto social o nacional.

**Aprender a vivir juntos** desarrollando la percepción del otro y la percepción de las formas de interdependencia- realizar proyectos comunes y prepararse para tratar los conflictos-respetando los valores del pluralismo, comprensión mutua y paz

**Aprender a ser** para que florezca mejor la propia personalidad y se esté en condiciones de obrar con creciente capacidad de autonomía, de juicio y de responsabilidad personal.<sup>5</sup>

### 3. Profesional

El mayor alcance y/o beneficio es el obtenido en el rubro profesional, es el punto medular de las instituciones de educación superior. Todo el sistema universitario, está o debe de estar enfocado en preparar a sus alumnos y convertirlos en los mejores profesionistas del mundo, y la manera adecuada de prepararlos es de dos formas:

- 1.- Aprendiendo (Teoría)
- 2.- Practicando (práctica)

Conocimiento que se adquiere en las aulas, y un problema muy fuerte que tienen los profesionistas recién egresados de las universidades, es al entrar en el mundo laboral, ya que la mayoría de las empresas, necesitan a profesionistas con experiencia laboral, una forma de solucionarlo, es mediante el servicio social.

En los diferentes tipos de servicio sociales, los alumnos universitarios pueden poner a prueba su conocimiento y su liderazgo, y en muchas ocasiones las empresas toman como experiencia profesional, al servicio social.

---

<sup>5</sup> Jacques Delors, *La educación encierra un tesoro*, Ediciones UNESCO, México 1996, pp.102-104.

#### 4. Institucional.

Los alcances que pueden llegar a las instituciones de educación superior, por medio del servicio social, dependerán de en gran medida de sus directivos, ya que al ser un requisito de titulación, se pueden hacer colaboraciones entre las instituciones de educación superior y las entes privadas o de gobierno, y así proporcionar a los alumnos de experiencia laboral, y las entes privadas como empresas, pueden contar con personal de apoyo que en un futuro podrían ser colaboradores de la empresa, y a su vez dar donativos a las instituciones o apoyos concretos.

De esta forma las instituciones se fortalecen y las empresas van moldeando a los universitarios, en los profesionistas que requiere la industria, sea cual sea el rubro.

## CAPITULO 2 GSSADS FI-UNAM

*“CONECTANDO A LOS QUE NECESITAN AYUDA, CON LOS QUE QUIEREN AYUDAR” Anónimo.*

### 2.1 Historia

El Grupo de Servicio Social con Aplicación Directa a la Sociedad, fue fundado por el M en I Gabriel Moreno Pecero, profesor de la facultad de ingeniería, se puede indicar que nació hace 20 años, en el año 2000, en la entonces división de ingeniería civil, topográfica y geodésica de la facultad de ingeniería en la Universidad Nacional Autónoma de México, ya que existía la necesidad de involucrar a la facultad en proyectos para beneficio de la sociedad mexicana además de dotar a los alumnos de experiencias multidisciplinarias a través de proyectos relacionados a su área de interés, además de ser de suma importancia para el mundo laboral. Al poco tiempo se integraron alumnos y profesores de otras divisiones de la facultad, y al transcurrir el tiempo, de otras facultades de la propia universidad. Ello permite afirmar que es inter y multi-disciplinario.

Y a lo largo de sus casi 20 años de funciones el Grupo de Servicio Social con Aplicación Directa a la Sociedad ha tenido presencia principalmente en 9 estados;

- Puebla
- Morelos
- Oaxaca
- Hidalgo
- San Luis Potosí
- Estado de México
- Guerrero
- Tlaxcala
- Ciudad de México

Algunos de los proyectos elaborados durante el Grupo de Servicio Social con Aplicación Directa a la Sociedad son:

### Tetela del Volcán, Morelos

Se trabajó en la construcción de un baño seco, para de esta manera poder reactivar espacios públicos en desuso, además de introducir los programas de milpa sustentable en la localidad, así como otros programas que beneficiaran a la comunidad de dicho estado.

### Chilapa de Álvarez, Guerrero

En esta localidad se participó activamente en el CONALEP, en donde se colocó un stand sobre carreras de la UNAM, las facultades participantes son FI, FO, ENTS y ENEyO, dándole así a los alumnos una posibilidad de tener una mayor visión de lo que pueden hacer al terminar sus estudios en CONALEP y pensar en una educación superior.

### San Isidro Lagunas, Oaxaca

Se prevé la culminación de los trabajos de mantenimiento en taludes, de la carretera municipal, así como la revisión de un puente metálico, que beneficiara a la población de xatan, También la realización del Jardín Central del poblado de san Isidro Lagunas, Oaxaca.

### Alcaldía Xochimilco, CDMX

Se lleva a cabo obras de captación y almacenamiento de agua de lluvia para uso doméstico, además de la programación anual de stand para generar conciencia sobre el recurso hídrico, en la Alcaldía de Xochimilco.

### Alcaldía Magdalena Contreras, CDMX

Trabajando en conjunto con las autoridades de protección civil de la alcaldía Magdalena Contreras, se han propuesto soluciones a la problemática de los taludes y a su vez dotar de experiencia a los jóvenes pertenecientes al GSSADS y todo aquel con ánimos de aprender.



## 2.2 ¿Quiénes conforman al GSSADS?

En la actualidad el GRUPO DE SERVICIO SOCIAL CON APLICACIÓN DIRECTA A LA SOCIEDAD está constituido por 20 alumnos, 5 profesores y 10 asesores. Los alumnos que realizan trabajo escrito como forma de titulación, en la modalidad de servicio social son 7. Las acciones (proyectos) de Servicio Social anotadas en este informe tienen la pretensión de no olvidar el que cumplan con tener o tender a cumplir con las características de toda obra de ingeniería. Ser económicas, funcionales, seguras, armónicas con el medio ambiente y sustentables.

### PROFESORES

<b>Ing. Mecánico Juan Manuel Castillo. Prof. FI UNAM, División de Ciencias Básicas</b>
--

<b>Ing. Civil Gerardo Medina Espinoza. Prof. FES Aragón.UNAM</b>
--

<b>Dr. en Ing. Arnulfo Ortiz Gómez Prof. FI UNAM, División de Ciencias Básicas</b>
--

<b>Dra. Alma Rosa Padilla. Técnica Investigadora de Ciencias del Mar y Limnología. UNAM</b>
---

<b>M. en I. Gabriel Moreno Pecero. Prof. FI UNAM, División de Ingeniería Civil y Geomática</b>
--

**CONSEJO ASESOR**

<b>Ing. Eduardo León Garza. Empresa Privada</b>
<b>M. en Arq. Henry Cabroler Sanhueza. Prof. Facultad de Arquitectura, UNAM</b>
<b>Ing. Roberto Avelar López. Prof. Facultad de Ingeniería, UNAM</b>
<b>Ing. Juan Manuel Gil Pérez Prof. Facultad de Ingeniería, UNAM</b>
<b>M. en I. Willington Araujo Quimbaya. Empresa Privada</b>
<b>Ing. Mario Guevara Salazar Prof. Facultad de Ingeniería, UNAM</b>
<b>Ing. Julia Vázquez Fuentes Prof. Facultad de Ingeniería, UNAM</b>
<b>Arq. Sandra Ugarte Baylón. Empresa Privada</b>
<b>M. en I. Enrique Elizalde Romero. Prof. Facultad de Ingeniería, UNAM</b>
<b>Ing. Arturo Tapia Crespo. Prof. Facultad de Ingeniería, UNAM</b>

Características de la comunidad para ser atendida con acciones de Servicio Social

- 1.- Escasos recursos económicos de la población y las autoridades.
- 2.- Necesidad de obras que mejoren la calidad de vida de los habitantes.
- 3.- Necesidad de acciones que apoyen el desarrollo cultural y social.

## 2.3 funciones del GSSADS.

La función del Grupo de Servicio Social con Aplicación Directa a la Sociedad es doble:

- a) Apoyar a las comunidades marginadas, entre ellas las indígenas, en acciones que contribuyan a mejorar su calidad de vida.
- b) Apoyar la formación de los próximos profesionales mexicanos a fin de lograr que sean de calidad.

Por medio de los mecanismos propios de los alumnos y profesores:

### Generando ideas creativas

En este grupo multidisciplinario han nacido grandes ideas, con lo cual, al aplicarlas a la sociedad nos han dado grandiosos resultados, elevando así el nivel de calidad de vida de las comunidades visitadas.

### Siendo humanitarios

Como estudiantes de la Universidad Nacional Autónoma de México, no solo somos especialistas en nuestra área de estudio, sino también en dar apoyo a quien más lo necesita y regresar un poco de lo que hace la comunidad por nosotros.

### Aplicando conocimientos

Al ser un grupo multidisciplinario, formado por Ingenieros, Trabajadores Sociales, Arquitectos, Odontólogos y toda persona que quiera vincularse para apoyar, logramos juntar esa amplia gama de conocimientos adquiridos para mejorar el nivel de vida de las comunidades marginadas del país.

## CAPITULO 3 MI ESTANCIA EN EL GSSADS

### *“CONFÍO EN EL PROCESO DE LA VIDA”*

*Anónimo.*

#### 3.1 Introducción.

Uno de los requisitos para titularse en la UNAM es tener liberado el servicio social, una práctica que te acerca al mundo laboral, además de poder retribuir y contribuir con una sociedad mejor, es por ello que me di a la búsqueda de encontrar un servicio social que tuviera las características anteriormente mencionadas, y en mi búsqueda encontré al grupo de servicio social con aplicación directa a la sociedad (GSSADS) el cual es un grupo multidisciplinario encargado de elaborar proyectos para comunidades marginadas, además de contar con asesoría de grandes profesores con amplia experiencia en el ámbito laboral, y de asesores especializados, algunos externos a la UNAM.

En una de las reuniones que se llevan a cabo todos los días jueves en un horario de 2:00pm a 4:00 pm en el edificio CIA, en el anexo de la facultad de Ingeniería CU, se expresaron todos los proyectos que se están llevando a cabo y en los cuales se necesitan alumnos para llevar a cabo las tareas asignadas, y me enteré de varios proyectos relacionados al ámbito Ingenieril.

Y una de las razones por las cuales entre el GSSADS, fue que para llevar a cabo los proyectos era necesario realizar visitas a la zona de estudio o a las comunidades, para detectar las problemáticas desde la vista ingenieril, así como proponer soluciones de acuerdo al entorno, y se realizan en compañía de académicos de la UNAM y asesores externos que aportan gran experiencia a los alumnos, así como a los proyectos.

### 3.2 Experiencia GSSADS

El servicio social tiene un tiempo de duración de 480 hrs. Aproximadamente se cumple en 6 meses, pero debido a que mi experiencia en el GSSADS fue tan gratificante y de gran aprendizaje, yo continúe en el grupo por aproximadamente otros 8 meses pasado mi servicio social, ya que aprendía de cada uno de los participantes del grupo, así como en cada visita a las comunidades y a campo.

Uno de mis primeros proyectos en participar, fue el atender una petición de una comunidad de escasos recursos, ubicada en el poblado de Mitepec, en el estado de Puebla. El cual se le hizo llegar un escrito al grupo del GSSADS, para elaborar un proyecto de alcantarillado en el poblado, y una vez que los pobladores tuvieran el proyecto, poder presentarlo a las autoridades municipales correspondientes de Puebla para determinar las acciones correspondientes.

En cuanto el GSSADS tuvo conocimiento del escrito, se puso en marcha para integrar un grupo multidisciplinario para llevar a cabo el proyecto del alcantarillado en la comunidad de Mitepec Puebla. En la cual se asignaron los días Martes para reunirnos especialmente los integrantes del proyecto y así poder llevar a cabo una visita guiada a la comunidad, previamente elaborado un programa de actividades, que se realizarían llegando a la comunidad, así como del equipo y personal necesario para realizar las tareas requeridas, que en primera instancia consistía en hacer:

**Topografía:** en donde se planeaba pasar el sistema de alcantarillado, y el encargado de dicha labor era el Ing. Guevara profesor de Geomatica en la Facultad de Ingeniería, y también con las participación de varios integrantes del GSSADS, incluyéndome, y algunas personas locales.

**Geología:** determinar la geología local por donde pasaría el alcantarillado, con la finalidad de encontrar posibles familias de fallas, que puedan afectar en un futuro al alcantarillado.

De los tres días de la visita, uno de ellos se destinó para realizar la topografía de la zona, e incluido la utilización de tecnología de punta, en este caso fue un dron con un software especializado, en la cual mediante el vuelo del dron por el poblado, obtuvimos imágenes aéreas, al igual que un estudio topográfico de una extensión mucho mayor, que la realizada por el método tradicional de la estación total, aunque con menos precisión.

Después, con los datos obtenidos el compañero Ángel Eduardo Larrauri elaboró su tesis del sistema alcantarillado de Mitepec, Puebla. Siendo su asesor el Profesor de Hidráulica. M.I. Alexis López Montes, siendo este también colaborador del GSSADS.

Durante este primer proyecto, Aprendí la importancia de colaborar con grupos multidisciplinarios, además de saber expresar de la manera correcta y directa mis ideas, así como hacer las preguntas adecuadas a cada situación y proyecto.

Segunda experiencia GSSADS, en una de las reuniones del grupo GSSADS, se comentó la posibilidad de asistir en grupo a una visita guiada a la Mina Francisco I Madero por parte de la compañía Peñoles, ubicada en el estado de Zacatecas, en el cual se tuvo como objetivo que los alumnos de las diferentes carreras de la UNAM, tuvieran un acercamiento al ámbito minero, y en la visita guiada a la mina, estos expresaran todas sus dudas acerca del mundo laboral minero, así como que, los alumnos aprendieran de expertos en geología y minería y que es lo que se hace en el día a día en la mina, así como conocer cuáles son las capacidades que se deben tener para trabajar en una mina.

En posteriores reuniones se me hizo encargo de llevar la relación de los alumnos y profesores que asistirían, así como de proporcionarle al Ingeniero de Peñoles el número de asistentes, como también de ser el encargado en proporcionar los datos necesarios y entrega de documentos para que el área de transportes de la UNAM por parte de la División de Ingeniería Civil y Geomatica, nos proporcionara el transporte correspondiente a las necesidades de la práctica.

Se contó con la participación de tres profesores, así como la participación de 10 estudiantes de las diferentes ingenierías, Civil, Geología, Geofísica y Minería.

Durante la visita guiada, que siempre se hizo en apego de un itinerario, en la cual el primer día se llegó al hotel colon, cerca del centro de Zacatecas, enseguida nos pusimos en contacto con el Ing. Marco Elías Encargado de pasar por nosotros para llevarnos hasta la mina al siguiente día.

El segundo día nos encontrábamos a las siete de la mañana en la entrada principal de la mina Francisco I Madero de la compañía Peñoles, en espera del Ingeniero encargado de darnos la visita guiada, durante el recorrido se nos explicaron los procesos de la planta de beneficio, así como lo que se extrae y en qué cantidades, un vez llegado al nivel -300, se no hizo una explicación de cómo sacar los parámetros para una prueba RQD, en la cual consistía en marcar en la pared de la mina, una línea de un metro y medio, y dentro de esa línea, marcar de nuevo con pintura, todas las fallas y alineamientos estratigráficos que pasaran por la línea, y contar los espacios entre fallas mayores de 10 cm. y anotarlos. Y con ayuda de la fórmula:

$$RQD = \left( \frac{\textit{suma de fragmentos } > 10\textit{cm}}{\textit{longitud total}} \right) \times 100\%$$

Y dependiendo del % obtenido, se puede clasificar la calidad de la roca.

### 3.3 GSSADS. Taludes Magdalena Contreras, CDMX.

Por: Ing. Mario Galván Tapia

#### 3.3.1 Antecedentes

Debido a las lluvias torrenciales que cada vez azotan con más intensidad al país, y a otros factores como la deforestación y construcción de casa en sitios de alta inestabilidad del suelo, sismos y demás, se necesita el estudio y planificación adecuada de la contención de masas de tierra, especialmente en laderas inestables, es por ello la visita a la delegación, para poder visualizar los taludes con menor factor de seguridad, y poder hacer una contención adecuada de estas masas de tierra, para la prevención de desastres que puedan afectar la integridad física de los habitantes de dicha delegación.

#### 3.3.2 Objetivo

- Hacer un reconocimiento general de la zona con una visita guiada por parte de la autoridad local.
- Ver zonas donde existe un riesgo de inestabilidad en el talud, o bien, haya ocurrido un deslizamiento. Con la finalidad de identificar el comportamiento de los materiales y determinar el mecanismo de falla en los taludes para poder realizar las recomendaciones geotécnicas para su estabilidad.
- Ver taludes que requieren una exploración con mayor detalle, para disminuir la incertidumbre del comportamiento de los materiales y evaluar las condiciones de seguridad.

#### 3.3.3 Alcances

Elaborar un reporte que contenga las conclusiones del comportamiento de los materiales y hacer las recomendaciones pertinentes a cada talud para mejorar las condiciones de seguridad, a partir de la información geotécnica y geológica disponible



que establezca el modelo geotécnico más adecuado para fines de análisis. Dicho trabajo no considera estudios topográficos, ni exploraciones directas, solamente el reconocimiento superficial de las observaciones realizadas el día 18 de Noviembre del 2017.

### 3.3.4 Introducción

El presente reporte describe los trabajos realizados durante la visita de cuatro sitios en la Delegación Magdalena Contreras (Figura 1) el día 18 de noviembre del 2017, así como las conclusiones y recomendaciones derivadas del mismo.

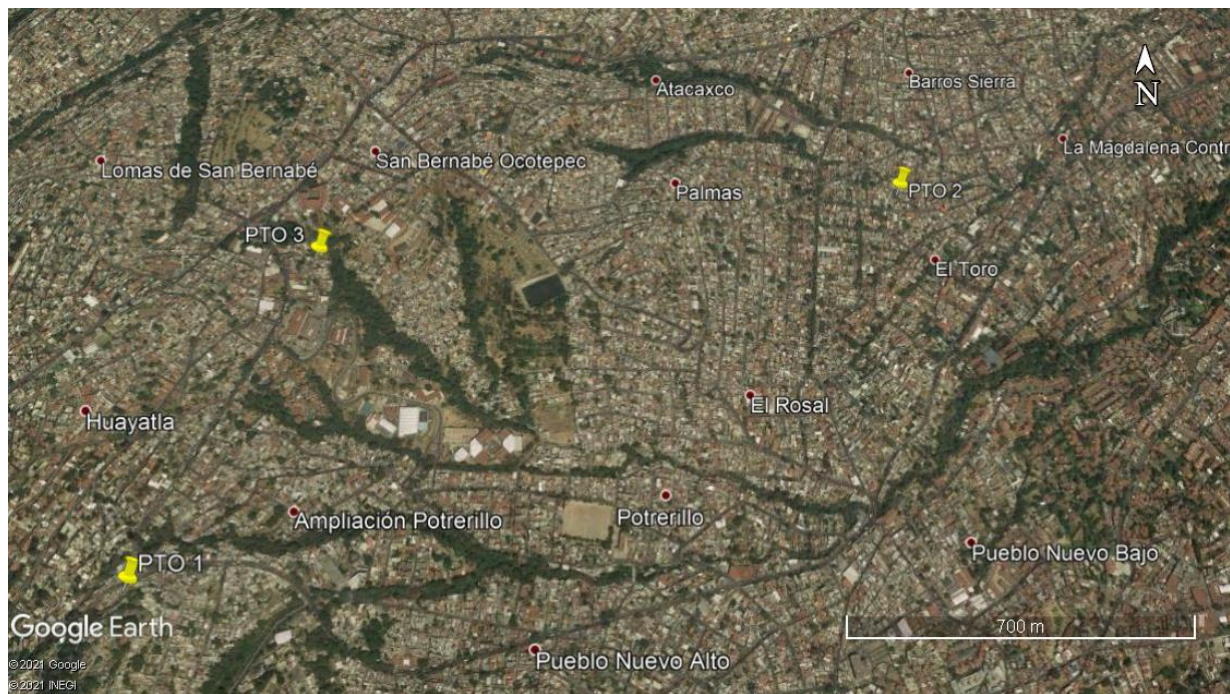


Figura 1. Ubicación de los sitios por colonias en la delegación Magdalena Contreras.

### 3.3.5 Geología Local

Para comprender el origen geológico de los depósitos sobre los que se edificó el poniente sur de la Ciudad de México, en este caso la Delegación Magdalena Contreras (figura 2), es necesario considerar los siguientes tres marcos de referencia: el geológico, el sedimentológico y el vulcanológico.

Desde el punto de vista geológico la Ciudad de México al sur, está formada por erupciones de rocas volcánicas. Al norte a escasos 800 metros de los sitios visitados el Cerro del Judío corresponde a una roca volcánica de composición intermedia, llamadas Andesitas. Respecto al sur, a sólo 3 km, de la zona de estudio se encuentran las rocas basálticas del volcán del Xitle. Al poniente se encuentra la Sierra de las Cruces limita al norte con la Sierra de las Masas e Iglesia Vieja, al sur con el volcán Ajusco, el Nevado de Toluca y la Sierra de Chichinautzin, al este con la Cuenca de México, constituida por rocas de composición dacítica-andesítica.

Ahora bien, el tipo de material, desde el punto de vista sedimentológico, está conformado por arcillas, limos, arenas y gravas, e inclusive bloques. Los materiales gruesos se encontrarán en la parte cercana a las rocas volcánicas antes mencionadas y en la parte más alejada a ellos predominarán los suelos finos. Sin embargo, también en la parte inferior localizada en las barrancas de la zona de estudio, es posible encontrar materiales clásticos derivados de la acción de ríos, arroyos, glaciares y volcanes.

Por último, desde el punto de vista vulcanológico, todo material que existe en la cuenca de la Ciudad de México es directa o indirectamente de origen volcánico, dando origen a tobas en las zonas de Lomas y arcillas en el Lago. Dichos materiales volcánicos piroclásticos corresponden a la Formación Tarango, la cual se caracteriza por presencia de horizontes tobáceos de composición arenosa pumicítica, en los que pueden existir, superficialmente o intercalados, depósitos arenosos en estado suelto o cohesivos relativamente blandos.

Esta Formación es un banco de arena, que se explotó para el sector de la construcción en las décadas de los años 60 y 70 del siglo pasado. Por lo que, en esta zona es frecuente la presencia de oquedades en el suelo, producto de cavernas y túneles antropogénicos para la explotación de arena.

En este caso la zona de estudio corresponde a la parte baja de la ladera oriente de la Sierra de las Cruces muy cerca de las rocas volcánicas del Xitle, donde predominan rocas extrusivas piroclásticas de origen volcánico que agrupan lahares, tobas y/o brechas o aglomerados, pero con lo observado en campo predominan limos y arcillas, así como diferentes proporciones de arenas y fragmentos líticos de diversos tamaños.

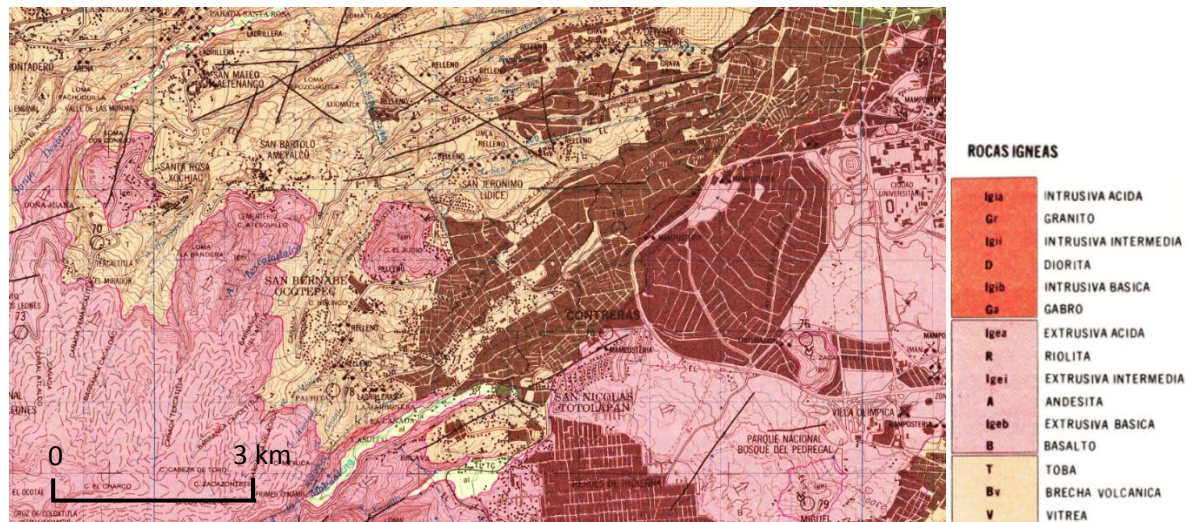


Figura 2. Geología local del área de estudio

### 3.3.6 Zonificación Geotécnica

De acuerdo con los criterios para la Zonificación Geotécnica y considerando lo establecido en el Artículo 170 del Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal y sus Normas Técnicas Complementarias para Diseño y Construcción de Cimentaciones, la zona de estudio se ubica en la denominada Zona I de Lomas.

Zona I (de Lomas). Los materiales que integran ésta zona, forman parte de la secuencia piroclástica conocida como Formación Tarango y alcanza alturas de 2,300 a 2,700 m.s.n.m. conformada por abanicos volcánicos, caracterizados superficialmente por la acumulación de materiales piroclásticos durante su actividad explosiva del Pleistoceno Inferior y que fueron re transportados por agua y hielo en épocas posteriores. En la figura no.3 se muestra la Zonificación Geotécnica de la Ciudad de México y la ubicación exacta de nuestro predio.

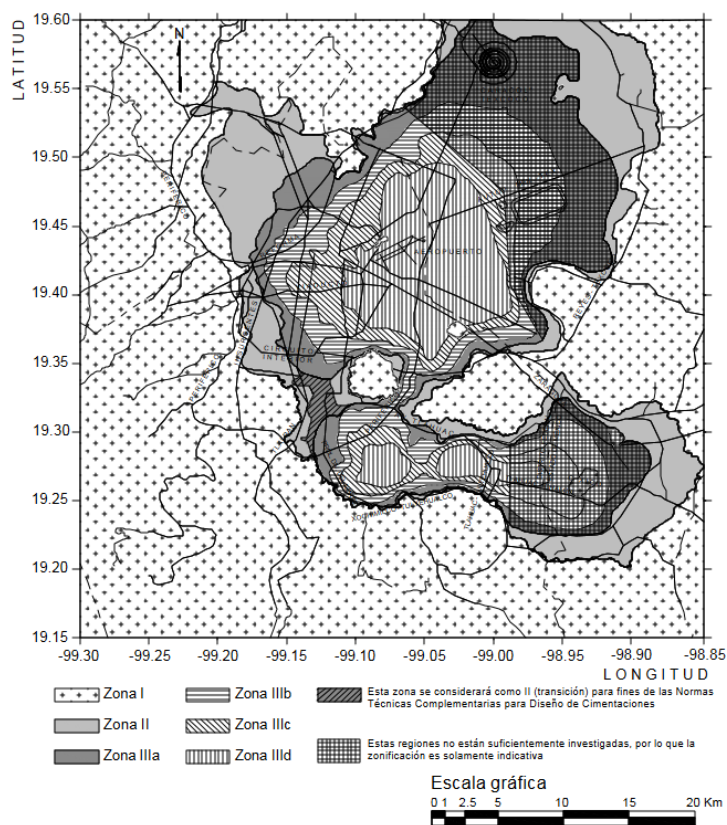


Figura 3. Zonificación Geotécnica de la Ciudad de México.

### 3.3.7 Talud 1

FECHA:	TALUD-MAGDALENA C, CDMX	INSTITUCIÓN:
18.Noviembre.2017	Coordenadas UTM: 14Q 472516, 2134629	UNAM-FI-GSSADS

Al arribo del primer sitio correspondiente al primer talud, de aproximadamente 7 metros de altura y con una longitud de 50 metros, con una inclinación casi de 90°. Posicionándonos frente del talud, de izquierda a derecha en los primeros 15 metros, encontramos una casa de dos niveles que en varias ocasiones es afectada por deslizamientos de volúmenes de suelo (figura 4). Justo donde termina la casa, existe un deslizamiento con una extensión de 15 metros, el cual previamente se trató de impermeabilizar colocando una lona negra (figura 5).

En seguida se pasó a describir el material, que mediante un breve análisis de campo, visual y de tacto, y de acuerdo a su plasticidad, se identificó como una arcilla-limosa de tonalidades café-pardo con escasos tonos claros, y en la parte superficial se pueden encontrar raíces y plantas, dicho material cuando se satura de agua en época de lluvias, o bien por filtraciones de casas en bermas/calles superiores, propicia el deslizamiento de los materiales.



*Figura 4. Talud de 90°, realizado para edificar una casa*



*Figura 5. Talud deslizado, con presencia de árboles caídos*

### 3.3.7.1 Recomendaciones y comentarios

Con base en lo visto al talud, éste representa un riesgo alto en época de lluvias principalmente, se recomienda:

- colocación de un muro de contención a lo largo del talud así como un sistema de drenaje para disminuir la presión ejercida por el agua y así evitar futuros deslizamientos.
- se sugiere que dicho problema debe ser analizado con mayor detalle en toda la ladera, ya que las observaciones corresponden a uno de los tres bermas del talud general, por lo que es importante verificar en cada berma las condiciones de drenaje superficiales para evitar filtraciones de agua sobre este material.
- además de incluir pruebas de laboratorio, como pruebas triaxiales, y contenido de humedad y en base a los resultados, proponer las especificaciones del muro de contención que resista el empuje del suelo y del agua.

## 3.3.8 Talud 2.

FECHA:	TALUD-MAGDALENA C, CDMX	INSTITUCIÓN:
18.Noviembre.2017	Coordenadas UTM: 14Q 472514, 2134626	UNAM-FI-GSSADS

Al arribo del lugar se notó que corresponde a una barranca de 20 metros de altura aproximadamente (figura 6). El talud analizado fue la margen derecha del cauce del arroyo que se forma en época de lluvias. Particularmente, se visitó una casa de tres pisos de altura, que presenta un riesgo alto, debido a la erosión en la parte baja de la cimentación de la casa (figura 7).



Figura 6. Sitio ubicado en una barranca



Figura 7. Casa afectada por los deslizamientos de suelo



Desafortunadamente, no hay acceso para observar la socavación, por lo que, se recurrió a observar un afloramiento adyacente continuo, en donde se observan los siguientes materiales (figura 8); en la parte superior, con 45 cm de espesor, un material arenoso de color pardo claro con frecuentes fragmentos de roca y basura, los cuales corresponden a un relleno local. Debajo de esta, lo constituye un limo arcilloso de color pardo con tono oscuro más compacto.



*Figura 8. Afloramiento aledaño al sitio de estudio.*

### 3.3.8.1 Recomendaciones y comentarios

Con base en las observaciones del suelo, y la ubicación exacta de la casa, se determinaron dos riesgos.

- El primero y más importante es la erosión de la base de la cimentación de las casas desde el arroyo de la barranca, el cual se debe proteger con muros y drenes para permitir el desalojo del agua.
- El segundo es un deslizamiento lento y superficial del talud en general en donde se encuentran diversas casas en un posible riesgo, debido a la pendiente y la permeabilidad de los materiales se puede presentar un deslizamiento lento, el cual ya se observa en algunas bardas y grietas en las obras civiles. Por lo que es muy importante, la instalación de drenes en las paredes de los taludes y canalizar el escurrimiento del agua superficial por la cañería.

### 3.3.9 Talud 3. Puente

FECHA:	TALUD-MAGDALENA C, CDMX	INSTITUCIÓN:
18.Noviembre.2017	Coordenadas UTM: 14Q 472517, 2134630	UNAM-FI-GSSADS

En el talud número 3, debido a las condiciones irregulares del terreno y también a que se encontraba enrejado, no se pudo acceder a pie, por lo cual solo se pudo observar desde un puente peatonal, sobre el cauce de un arroyo, y dicha zona corresponde al flanco derecho del arroyo, que presenta erosión debido a escorrentías de agua debido a lluvias, y a drenajes de las casas aledañas, también a la presencia de basura que se arroja desde las laderas (figura 9). Sin embargo es claro que diversas casa se encuentran en riesgo debido a que se cimentaron en las laderas del arroyo, y con el paso del tiempo estas cimentaciones han quedado expuestas, y representan un grave peligro para los habitantes (figura 10).

Los materiales posiblemente sean arenosos principalmente, de color pardo con tono claro, contienen abundante basura en las laderas y cauce del río.

#### 3.3.9.1 Recomendaciones y comentarios

- Se recomienda evacuar a las personas que habitan las casas con alto riesgo de colapso, y estar monitoreando constantemente los deslizamientos de suelo.
- Canalizar la escorrentía del agua superficial por tubería y no sobre la ladera, ya que la erosión en ella, aumenta el riesgo de un deslizamiento de las casas.
- Respetar los límites de construcción cerca de los cauces de ríos, establecidos por el gobierno de la Ciudad de México.
- Estudio de Mecánica de suelos en el sitio.



*Figura 9. Ladera erosionada con presencia de basura*



*Figura 10. Casas aledañas al río que corren riesgo de colapsar*

## CAPITULO 4 CASO DE ESTUDIO

*“NO ES GRANDE AQUEL QUE NUNCA FALLA, SI NO EL QUE  
NUNCA SE DA POR VENCIDO”  
Anónimo.*

### 4.1 Introducción

Tras los sismos ocurridos el día 7 y 19 de septiembre del 2017, los cuales provocaron severos daños en diversas casas de varias comunidades, entre ellas: Tetela del Volcán, Lomas lindas y Hueyapan, ubicadas en el estado de Morelos. En el proceso de reconstrucción de las viviendas, el Gobierno Municipal de Tetela, solicitó la participación de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional Autónoma de México para analizar el suelo en tres puntos (uno por cada comunidad) y con ello definir los parámetros para el diseño y la construcción de la cimentación de las nuevas casas. Además solicitó revisar las condiciones en que se encuentra una de las laderas de Lomas Lindas, sobre la brecha de terracería se aprecian grietas de diferente longitud y abertura cercana a la corona del hombro que da a la ladera y plantea la inestabilidad de ladera, poniendo en riesgo las viviendas ubicadas en la parte baja.

Las conclusiones que se presenten en este trabajo serán válidas solo para las zonas que se han estudiado puntualmente. Para poder generalizarlas se requiere un estudio detallado de geología, geofísica y mecánica de suelos de toda la zona que permita definir con precisión la distribución de los diversos materiales observados en diferentes puntos de la zona de estudio.

## 4.2 Localización

El municipio de Tetela del Volcán se encuentra ubicado al noreste del estado de Morelos y tiene una extensión territorial de 124.095 Kilómetros cuadrados (figura 11), que representa 1.99% de la extensión territorial del estado. Se localiza geográficamente al norte a una latitud de  $19^{\circ}00'55''$ , al sur a  $18^{\circ}49'14''$ , al este a una longitud de  $98^{\circ}37'58''$  y  $98^{\circ}46'31''$  al oeste, colinda al norte con los municipios de Ecatzingo y Atlautla del Estado de México, al sur con Zacualpan, al este con Tochimilco y Atzitzihuacán del estado de Puebla y al oeste con Ocuituco.

Debido a las diferentes elevaciones que hay en el municipio, se encuentra a una altura promedio de 2,040 metros sobre el nivel del mar (msnm). En otros datos estadísticos, los resultados que arrojaron el conteo de población que el INEGI realizó en el 2010, el número total de personas que habita en el municipio es de 19,135.

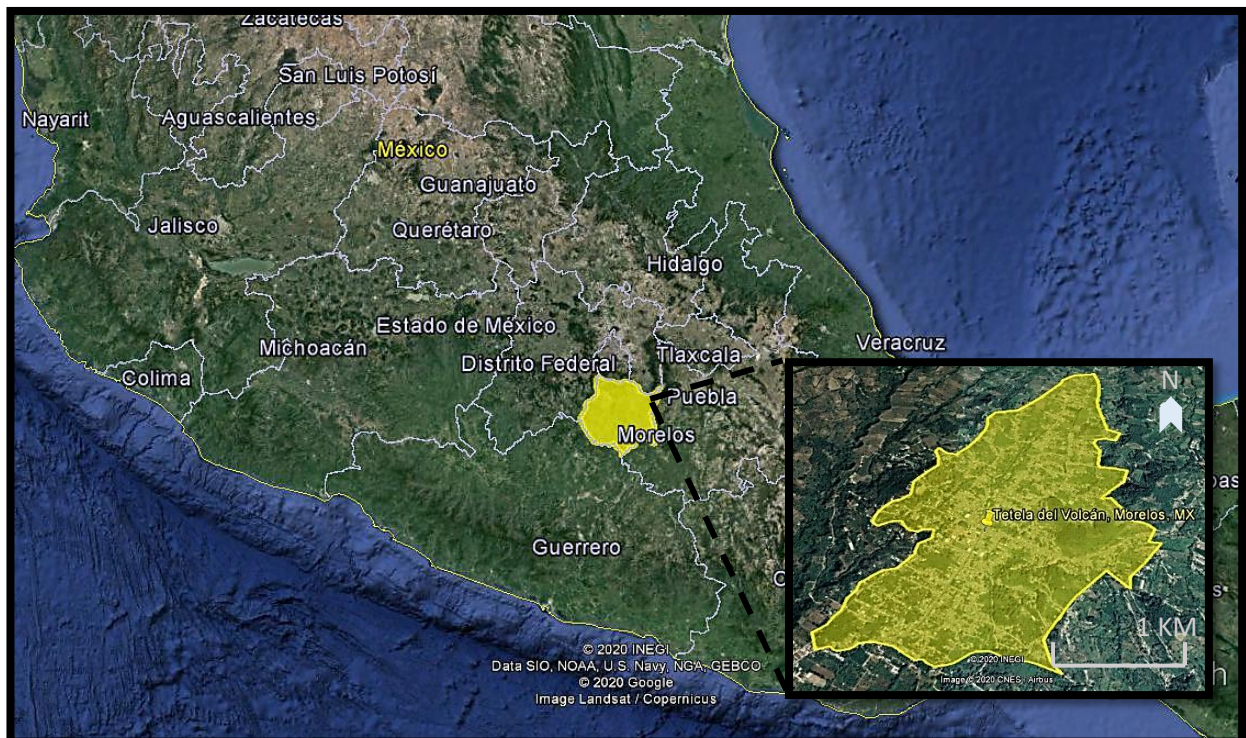


Figura 11. Ubicación del municipio de Tetela del Volcán, Mor. México.

### 4.3 Fisiografía.

El municipio de Tetela del Volcán se encuentra en la Provincia Fisiográfica del Sistema Volcánico Transversal (figura 12), también llamado Eje Neovolcánico Transmexicano o Cinturón Volcánico Mexicano, específicamente en la subprovincia de Lagos y Volcanes de Anáhuac (Correa-Pérez, 1974; CONABIO, 1997; Demant, 1982).

Además podemos encontrar predominantemente las topofomas de Sierras Volcánicas de laderas escarpadas (27.11%), Mesetas basálticas con cañadas (24.7%), Sierra Volcánica con estrato volcanes aislados (22.67%), Lomerío de basalto con cráteres (14.13%) y Lomerío de tobas con cañadas (11.39%)<sup>6</sup>.

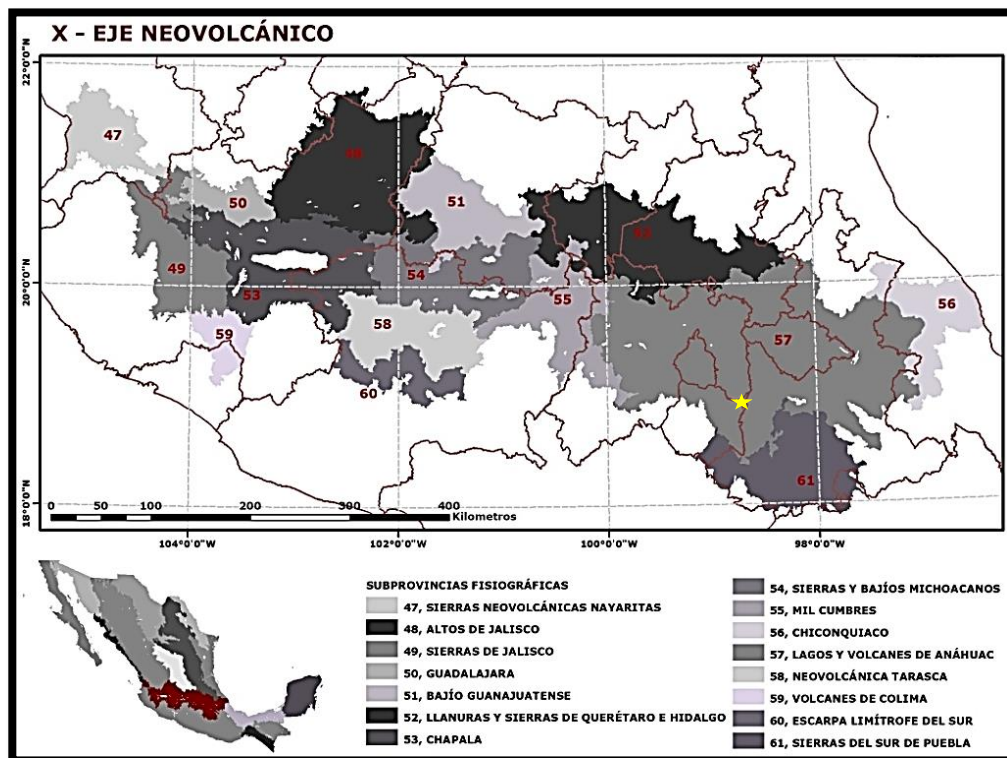


Figura 12. Provincias y subprovincias de México, INEGI, 2009

<sup>6</sup> Prontuario de información geográfica municipal de los Estados Unidos Mexicanos Tetela del Volcán, Morelos, 2009.

#### 4.3.1 Sistema Volcánico Transversal

A diferencia de las rocas de la Plataforma Morelos-Guerrero, el Eje Neovolcánico es de carácter continental formado por material ígneo extrusivo perteneciente al Cenozoico, como ya se había mencionado anteriormente. De acuerdo con las evidencias de los sondeos efectuados en la cuenca de México por Petróleos Mexicanos (1988), el Eje Neovolcánico tiene como basamento las rocas mesozoicas de la Plataforma Morelos-Guerrero y, parcialmente, las rocas Terciarias de la Fm. Balsas.

Ahora bien, los depósitos de rocas relacionados al Eje Neovolcánico, se pueden subdividir en tres tipos diferentes: rocas volcánicas del Mioceno-Plioceno (flujos andesíticos, lahares y arenas), depósitos continentales del Plioceno (depósitos clásticos andesíticos y tobas) y los depósitos de rocas volcánicas del Plioceno-Holoceno (lahares y flujos andesíticos), los cuales se describen en el siguiente capítulo.

#### 4.3.2 Subprovincia de Lagos y Volcanes de Anáhuac.

La Subprovincia Lagos y Volcanes de Anáhuac (figura 13) como su nombre lo indica está integrada por una serie de aparatos volcánicos en alternancia con amplias llanuras, vasos lacustres en su mayoría, y de poniente a oriente se conforman:

**Cuenca de Toluca:** De aproximadamente 2,600msnm, en su posición austral se encuentra ubicado el volcán Zinantécatl (Nevado de Toluca), de 4,660 msnm de altitud.

**Cuenca de México:** una cuenca del tipo endorreica, con vasos lacustres de Zumpango, Xaltoca, Ecatepec, Texcoco, Xochimilco y Chalco que han quedado prácticamente secos y con alto contenido de sales, separados al poniente por la Sierra de las Cruces, al sur por la sierra volcánica del Ajusco, al oriente la sierra Nevada (volcán Popocatépetl, Ixtaccíhuatl ).



**Cuenca de Puebla:** es una llanura aluvial con lomeríos bajos de rocas basálticas en el poniente y de calizas en el noreste, y esta al oeste y al suroeste del volcán la malinche.

**Cuenca Oriental:** se extiende al oriente del volcán la malinche, y queda limitada al Este por Cofre de Perote – Citlaltépetl, donde se ubican los vasos de los lagos Totolcingo y Tepeyahualco.

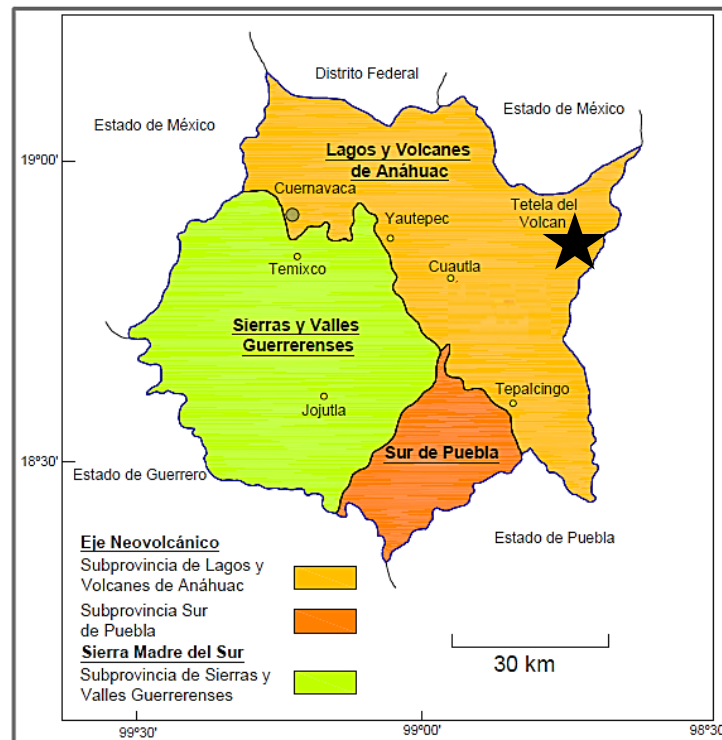


Figura 13. Plano general de la ubicación de las provincias y sub-provincias fisiográficas encontradas dentro del estado de Morelos. Simplificado de: INEGI (1999) Carta Fisiográfica Escala 1:1'000,000.

#### 4.4 Geología Regional del estado de Morelos, MX.

De acuerdo al capítulo anterior el Sistema Volcánico Transmexicano, se pueden subdividir en tres tipos diferentes: rocas volcánicas del Mioceno-Plioceno (flujos andesíticos, lahares y arenas), depósitos continentales del Plioceno (depósitos clásticos andesíticos y tobas) y los depósitos de rocas volcánicas del Plioceno-Holoceno (lahares y flujos andesíticos).

##### 4.4.1 Volcánicas del Mioceno-Plioceno

###### Formación Tepoztlán (Tmt)

Esta formación está compuesta por una secuencia formada por rocas volcanoclasticas de tipo lahares de composición andesítica y lentes interestratificados de arenas y gravas, (Fries, 1960). El espesor original no se puede medir debido a la erosión que ha sufrido. De Cserna y Fries (1981) le infieren una edad del Mioceno en base a sus relaciones estratigráficas. Estas rocas volcánicas sobreyacen en discordancia erosional a las formaciones carbonatadas del Cretácico y subyace de igual forma a la Fm. Zempoala y al Grupo Chichinautzin.

###### Formación Cuayuca (Tmpc)

Esta formación está constituida por tres facies litológicas diferentes, la primera formada por conglomerados, arenas y arcillas; la segunda formada por calizas lacustres, pedernal y marga con limos y arcillas y la última facies formada por depósitos de yeso; probablemente formadas en un ambiente de aguas muy someras, (Fries, 1966). Este mismo autor, menciona que el espesor total de esta formación es variado, pero que se puede estimar un espesor en conjunto aproximado de 600 m. No se han encontrado evidencias fósiles en esta unidad pero se le asigna una edad del Mioceno superior al Plioceno inferior, en base a su correlación estratigráfica; dado que esta formación sobreyace discordantemente al Grupo Ixtlilco y la Fm. Balsas.

#### Formación Zempoala (Tmpz)

Esta formación está compuesta por una secuencia de flujos volcánicos andesíticos interestratificados con material volcanoclastico andesítico, tobas y Lahares, (Fries, 1960). Para esta secuencia volcánica se estima un espesor total de al menos 800m. De Cserna (1981) infiere una edad del Mioceno tardío al Plioceno temprano en base a sus relaciones estratigráficas; y fue depositada discordantemente, por erosión, sobre la Fm. Tepoztlán y subyace al Grupo Chichinautzin.

#### 4.4.2 Depósitos Continentales del Plioceno

##### Formación Cuernavaca (Tpc)

Esta formación está formada por depósitos compuestos por clastos de rocas volcánicas, principalmente de tipo andesítico y tobas interestratificadas, provenientes de las formaciones volcánicas andesíticas, erosionadas, del terciario. El material es inequigranular y su tamaño decrece hacia el sur; y abarca desde la base del Nevado de Toluca hasta la base del volcán Popocatepetl, Fries (1960). Esta secuencia presenta espesores variados debido al tipo de depósito, que van de 200-300m. Fries (1960) y De Cserna y Fries (1981) proponen una edad no más antigua que el Plioceno ni más reciente que el Pleistoceno temprano. Bonet (1971) asigna una edad del Plioceno al encontrar una osamenta de elefante del genero Cuvierius. El depósito de este material es discordante con las demás formaciones de la región y está cubierta por depósitos clásticos continentales de origen volcánico.

##### Formación Tlayecac (Qt)

Esta formación está constituida por extensos lahares (capas masivas de material piroclástico y lodos volcánicos) provenientes del volcán Popocatepetl, en forma de abanicos que se extienden hacia el suroeste, cerca de 40 km, donde el espesor real no se puede medir en la localidad tipo, pero se estiman unos 100 m, (Fries, 1966). Ordaz-Ayala (1977) proponen una edad del Plioceno medio - Pleistoceno medio basándose

únicamente en su posición estratigráfica y comentan que esta formación yace discordantemente sobre la Fm. Cuautla y el Grupo Tepexco, encontrándose interdigitada con la Fm. Popocatépetl y el Grupo Chichinautzin y es cubierta por material reciente.

#### Grupo Chichinautzin (Qch)

Este grupo está compuesto por una secuencia de corrientes de lava basáltica a andesítica intercaladas con material volcanoclastico, proveniente del complejo volcánico alrededor del volcán Chichinautzin, (Fries, 1960), compuesto por más de 150 domos, conos volcánicos y apilamientos sub horizontales de derrames de lava. El espesor máximo registrado, de este grupo, es de 1800 m que corresponde al volcán Chichinautzin. Herrero-Bervera. y Pal (1978) determinan por paleomagnetismo, que este grupo inicio hace 780,000 años y Delgado-Granados et al.(1998) asignan una edad de 2,000 años para la etapa más reciente de este grupo, correspondiente a la secuencia de eventos del volcán Xitle; por lo tanto se puede determinar una de edad del Pleistoceno tardío – Holoceno para este grupo. Estratigráficamente sobreyace en discordancia erosional a la Fm. Cuernavaca y se encuentra cubierta por material clástico reciente, marga y turba, (Fries, 1960).

#### Formación Popocatépetl (Qp)

Está formado por el conjunto de derrames volcánicos de origen dacítico, riodacítico y andesítico provenientes del volcán Popocatépetl y que se interdigita con el Grupo Chichinautzin y con la Fm. Tlayecac, (Fries, 1966). Carrasco-Nunez (1985) proponen una edad del Pleistoceno tardío al Holoceno en base a su relación estratigráfica y el registro de los diferentes eventos volcánicos del volcán Popocatépetl.

## 4.5 Geotecnia

Por: M en I. Sidonio y colaboradores

### **Descripción del proyecto.**

Se divide en dos secciones:

- Cimentación de nuevas casas: Al momento de hacer este informe se desconoce el proyecto arquitectónico estructural y la bajada de cargas (Solicitar a quien corresponda).
- Talud con agrietamientos en la comunidad Lomas Lindas. Se desconoce la topografía detallada, la geología, así como la ubicación de tuberías de riego y de casas habitación en la ladera. (Solicitar a quien corresponda).

#### 4.5.1 Cimentación de casa-habitación

### **Casas habitación:**

El sábado 25 de noviembre se hizo una visita a la comunidad de Tetela del Volcán. El Arq. Enviado por el H. Ayuntamiento de Tetela, guio la visita por diferentes calles, indicando las zonas donde se han demolido viviendas que sufrieron daños irreparables por los sismos. Lo observado permite comentar lo siguiente:

- Las viviendas dañadas estaban construidas con muros de adobe, en general sin columnas o trabes de cerramiento de concreto reforzado, la mayor parte de ellas ya fueron demolidas por lo que no fue posible observar el tipo de daño y la estructuración de las casas.
- Se visitó una casa de dos niveles de altura, construida con muros block (bloques de arena-cemento) y losas planas de concreto reforzado con fisuras inclinadas y en cruz en casi todos los muros pero sin fisuras en la losa del primer piso y de azotea, aunque se observa levantamiento del acabado de en el firme que corresponde al piso de la planta baja. No hay un arreglo sistemático de columnas

y trabes de concreto reforzado que permitan confinar los bloques de mampostería, por lo que se plantea esta situación como hipótesis del origen de los daños observados. La casa no está apuntalada, ha permanecido estable desde el sismo y la opinión del que escribe es que podría rescatarse con un proyecto estructural de refuerzo. Los dueños no han permitido que se demuela, sin embargo se requiere su apuntalamiento a la brevedad tanto en la planta baja como en el primer piso.

- Otras casas distribuidas por las diferentes calles visitadas muestran daños en muros (fisuras diagonales, en cruz y colapso parcial) principalmente donde no hay columnas y trabes de cerramiento, por lo que parece una práctica común de construcción en la zona NO poner dichos elementos estructurales.
- En general las casas que tienen un arreglo de columnas y trabes no presentan daños por el sismo.
- Varias casas están en las laderas de arroyos naturales y por lo tanto están en riesgo independiente de los sismos.

#### 4.5.2. Recorrido por la comunidad

Posterior al recorrido por la comunidad se hizo la inspección visual y la recuperación de muestras de suelo en el pozo a cielo abierto No. 1 (foto 1) realizado en la casa No. 8 de la calle Vicente Guerrero en Tetela del Volcán.

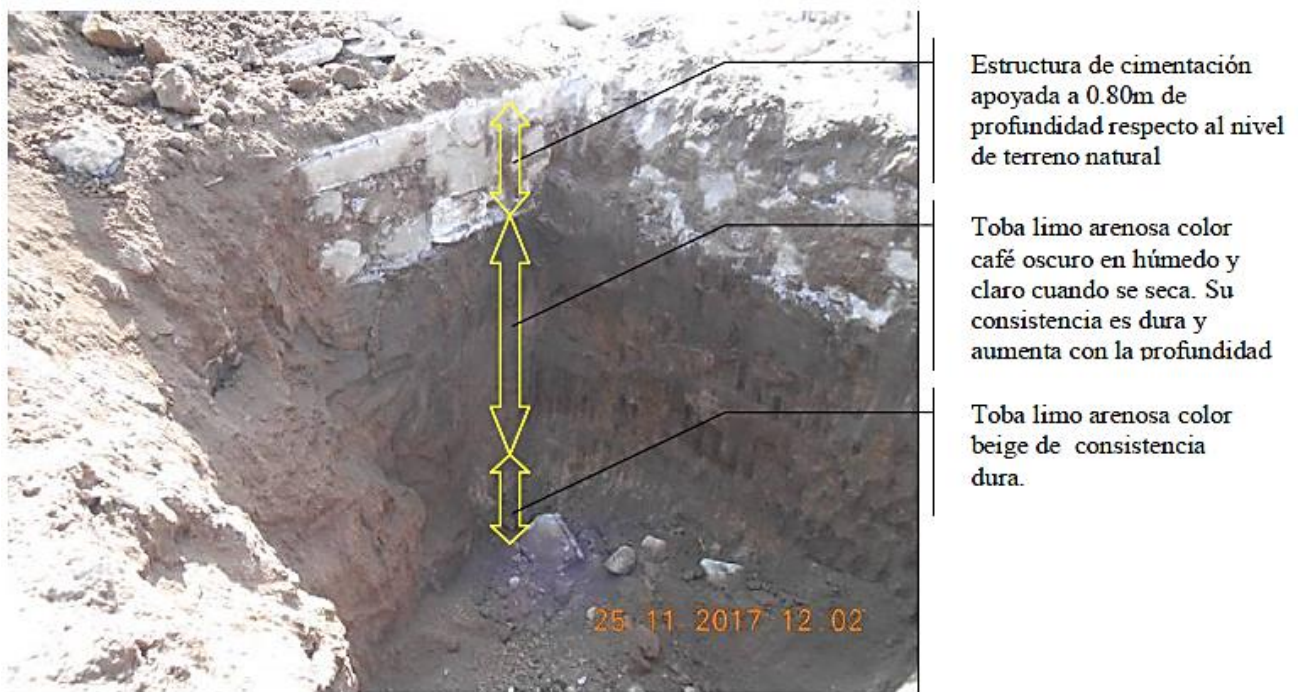


Foto No. 1.- Perfil estratigráfico del pozo a cielo abierto No. 1 (PCA-01).

Las condiciones estratigráficas observadas fueron las siguientes:

- El pozo a cielo abierto se realizó en un lote donde había una casa que fue demolida debido a los daños que sufrió con los sismos (información verbal). La demolición no incluyó la cimentación integrada por una zapata corrida de mampostería (bloques de roca unidos con mortero) con las siguientes dimensiones 0.80m de ancho, 3.0m de largo aproximadamente (siguiendo la configuración de la casa) y 0.80m de profundidad en el desplante respecto al

terreno circundante. La cimentación se observó sin ningún tipo de fisura o asentamiento diferencial que indicara la falla de la misma.

- La cimentación está apoyada en terreno natural identificado preliminarmente como toba limo-arenosa color café oscuro en estado natural pero que al secarse se torna claro, de consistencia dura. El espesor encontrado fue de 90cm. De este material se obtuvo una muestra cúbica que se registró y se protegió adecuadamente para su posterior traslado al laboratorio de mecánica de suelos donde se obtendrán parámetros de resistencia para el diseño de las nuevas cimentaciones.
- Subyaciendo al material anterior, se identificó la misma toba limo-arenosa de color café oscuro de consistencia dura. El espesor identificado es de 0.90m. Se obtuvieron muestras alteradas del mismo.
- En el fondo de la excavación (aproximadamente a 3.0m de profundidad) se observó un limo-arenoso color beige de consistencia dura.

El siguiente punto de muestreo fue ubicado en la calle La Paz sin número en el camino de Tetela a Lomas Lindas; se identificó como pozo a cielo abierto No. 2 (foto 2).

La estratigrafía observada (foto 3) fue prácticamente la misma que se tiene en el PCA-01, según las siguientes fotografías, por lo que ya no se recuperaron muestras inalteradas.





*Foto No. 2 Fotografía del Pozo a Cielo Abierto 2*



*Foto No. 3.- Perfil estratigráfico del pozo a cielo abierto No. 2 (PCA-02). Tanto la estratigrafía como la consistencia son iguales a lo que se observó en el PCA-01*

El tercer punto de muestreo corresponde con el PCA-03 (foto 4) ubicado en la comunidad de Hueyapan en la calle Paseo casi esquina Centenario.

Se observaron las mismas condiciones estratigráficas que en los pozos anteriores tal como se aprecia en la siguiente fotografía:



*Foto No. 4.- Perfil estratigráfico del pozo a cielo abierto No. 3 (PCA-03). Tanto la estratigrafía como la consistencia son iguales a lo que se observó en el PCA-01.*

En la siguiente fotografía (foto 5) se muestra la ubicación relativa de los pozos a cielo abierto, haciendo notar la separación de ellos y la similitud de la estratigrafía en los tres puntos, a saber, tobas limo-arenosas de consistencia dura.

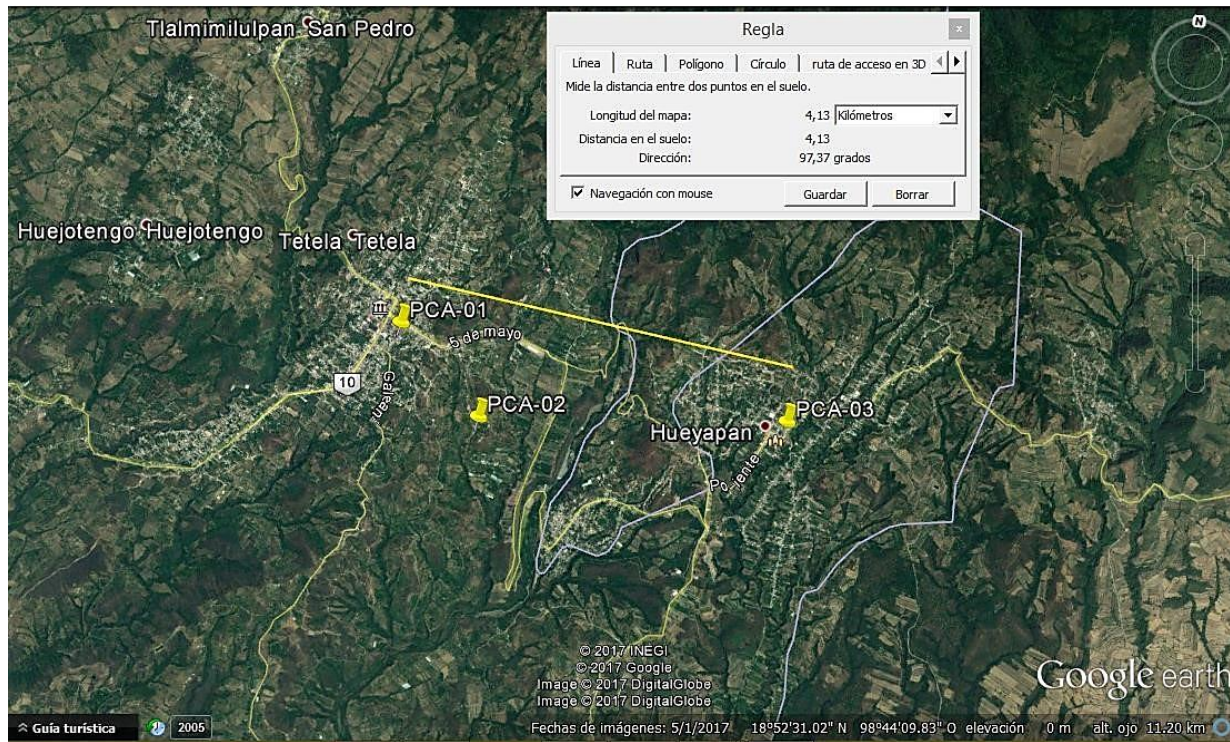


Foto No. 5.- Ubicación relativa de los puntos de exploración y de las comunidades. El PCA-02 se realizó en Lomas Lindas.

#### 4.5.3 Ladera Lomas Lindas

##### **Ladera de la comunidad Lomas lindas:**

El mismo sábado 25 de noviembre se visitó la vialidad que conecta Tetela del Volcán con Lomas lindas, se observaron fisuras en la corona de la vialidad con la longitud y la trayectoria aproximada que se observa en las líneas de color rojo (foto 6).



*Foto No. 6.- Ubicación relativa de las grietas y un deslizamiento observado en el camino de acceso a Lomas Lindas.*

Un perfil topográfico preliminar (obtenido de Google earth) de la ladera con la grieta de mayor longitud se aprecia en la siguiente foto 6. Se puede observar que la mayor pendiente es del orden de 40%. Con esta información se obtuvo una sección transversal perpendicular al eje de la vialidad y se trazó la grieta en el hombro del camino de acceso (foto 7).

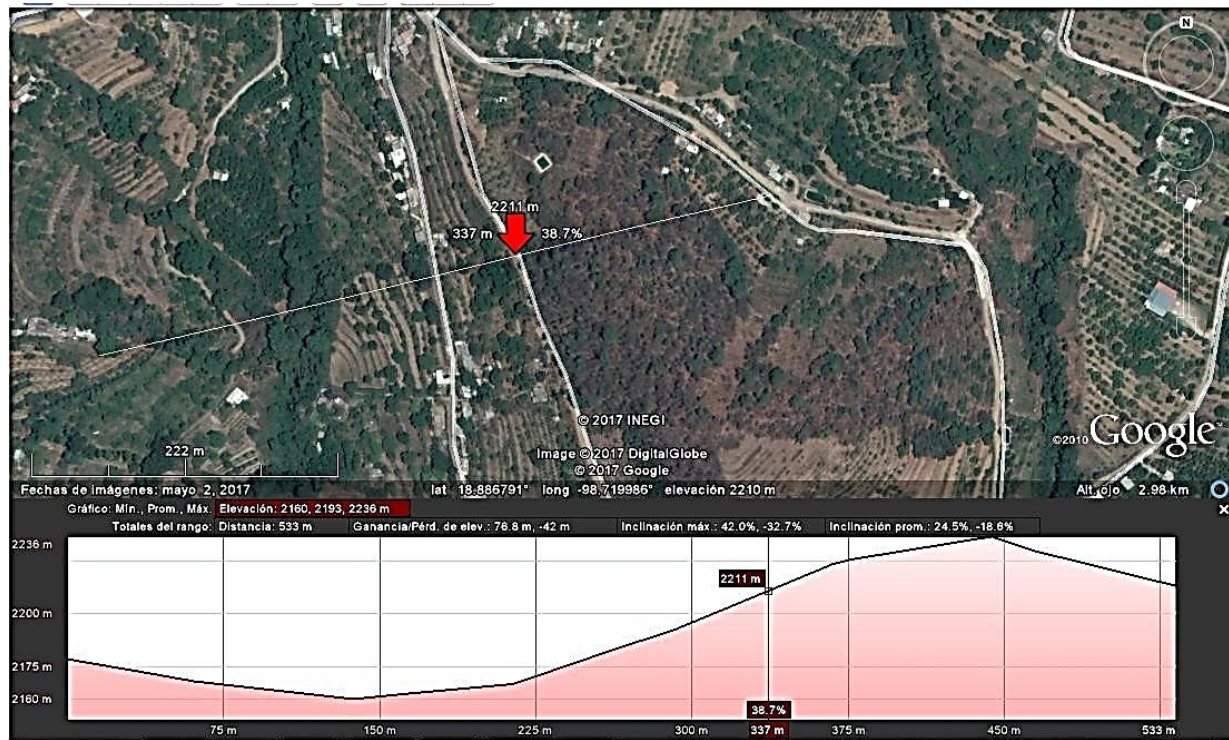


Foto No. 7.- Sección topográfica transversal al camino de acceso a Lomas Lindas. La flecha muestra la ubicación de la zona de grietas en el camino y las condiciones topográficas de la ladera.

#### 4.5.4. Recorrido Lomas Lindas

Al arribo de la ladera de lomas lindas, se le indico al chofer que se detuviera, para realizar el recorrido a pie, y así poder observar de mejor manera el lugar.

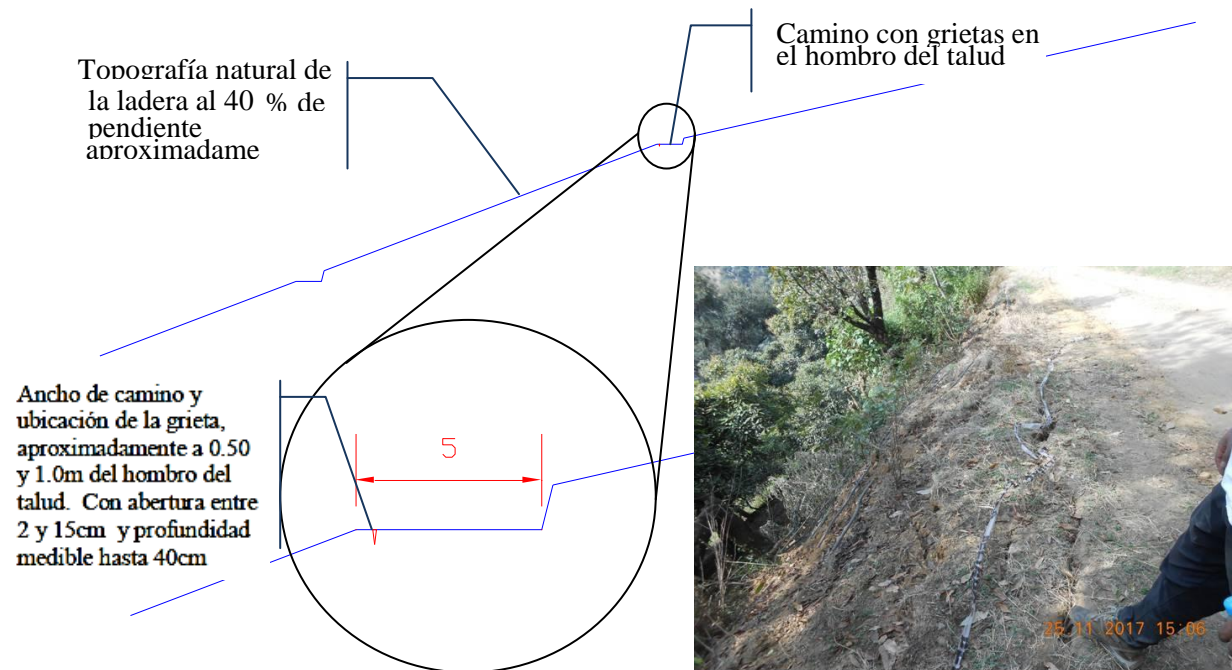


Foto No. 8.- Detalle topográfico de la ladera y las grietas observadas en el camino a Lomas Lindas



Foto No. 9.- Otras vistas de la geometría del camino y la ubicación de las grietas cercanas al hombro del talud. En la foto de la izquierda se observan una gran cantidad de mangueras que conducen agua potable desde depósitos hacia la zona de riego de las parcelas o para suministro de las viviendas ubicadas agua abajo. Se observaron muchas mangueras con fugas de agua así como caídos en el talud de la parte alta del camino, según se aprecia en las siguientes fotografías.



Foto No. 10.- Se observaron muchas mangueras con fugas de agua así como caídos en el talud de la parte alta del camino, según se aprecia en las fotografías.

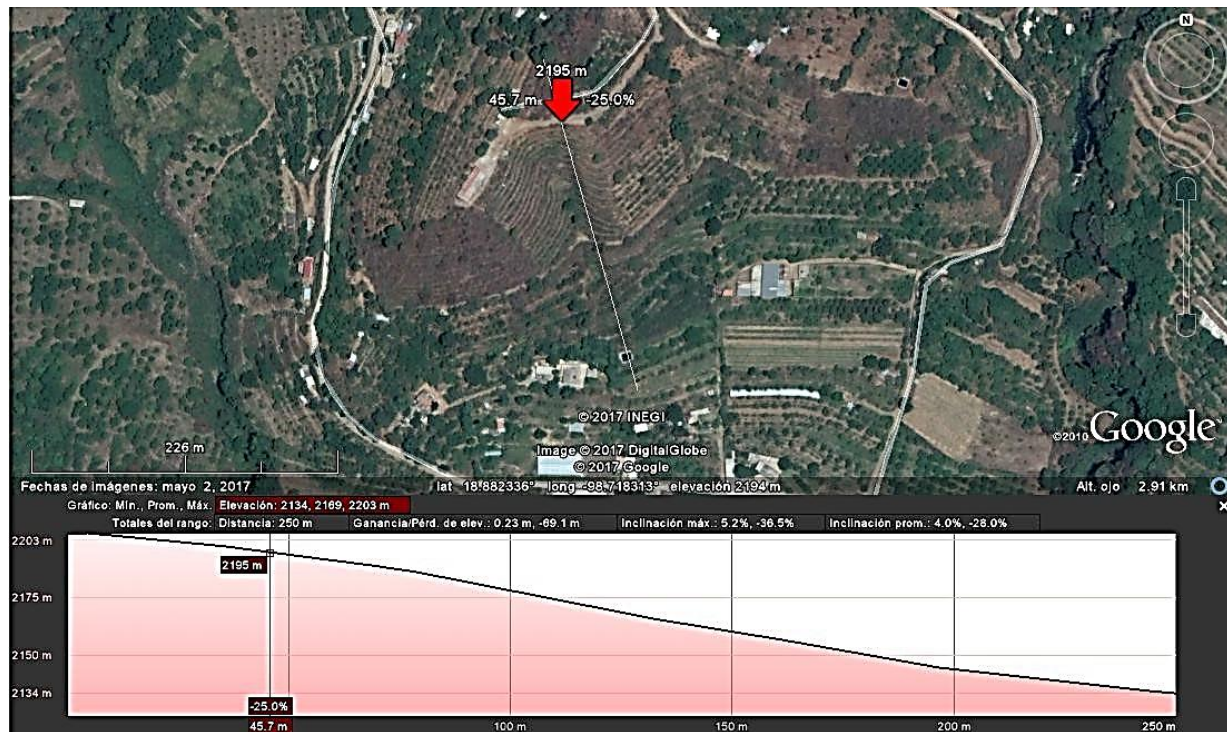


Foto No. 11.- Sección topográfica transversal de la zona donde hubo un deslizamiento. La flecha muestra la ubicación de la ubicación del deslizamiento y la parte de abajo se observa la pendiente del 25% que tiene actualmente la ladera. El deslizamiento de material corresponde exclusivamente al material de corte que se volteo sobre la ladera natural en el proceso de construcción del camino, tal como se aprecia en las siguientes fotografías.





*Foto No. 12.- Deslizamiento de material en una ladera en Lomas Lindas. Se observa que solo se desplazó el material suelto superficial (del orden de 50cm de espesor), que no hay escalones de liga en el terreno natural para recibir el terraplén del camino, que el terreno natural es una toba y que no se desplazó salvo la capa vegetal, no se observaron grietas en el cuerpo del terreno natural. Se concluye que solo se movió el suelo suelto colocado durante la construcción del camino.*



*Foto No. 13.- En esta foto se observa en la parte central un huerto de árboles de aguacate en la ladera. Para poder sembrar los árboles, se han conformado terrazas con sección típica en balcón, es decir, se corta una parte de ladera y el material suelto se deposita en la parte baja para formar escalones con secciones horizontales donde posteriormente se siembran los árboles frutales y se instala un sistema de riego que frecuentemente tiene fugas y satura el terreno provocando deslizamientos locales.*

## 4.6 Laboratorio

Una vez obtenidas las muestras de campo, se hizo el programa de laboratorio el cual tiene como objetivo:

- Clasificación de los materiales de acuerdo al SUCS
- Determinar las propiedades índices de los materiales recolectados en campo
- Determinar la capacidad de carga del suelo.

Para obtener estos parámetros el profesor Moreno Pecero nos encargó a la compañera María Elena y a mí, ser los responsables de llevar a cabo dichas pruebas, en el laboratorio de Mecánica de Suelos de la Facultad de Ingeniería y el encargado de supervisarnos, fue el Maestro en Ingeniería Enrique Elizalde, Jefe del laboratorio de Mecánica de Suelos, y a continuación se muestran los resultados.



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
LABORATORIO DE GEOTÉCNIA FZM



CONTENIDO DE AGUA Y LÍMITES DE CONSISTENCIA

OBRA : UNAM MUESTRA : M-1  
 LOCALIZACIÓN : FACULTAD DE INGENIERÍA DESCRIPCIÓN : LIMO DE ALTA PLASTICIDAD CON  
 SONDEO : PCA-1 RUMOS DÜROS COLOR CAFÉ OSCURO "MI  
 PROFUNDIDAD : 0.80-1.70 FECHA : 30/11/2017

CONTENIDO DE AGUA NATURAL

PRUEBA No	CÁPSULA No	MASA DE LA CÁPSULA $m_{cap}$ g	MASA DE CÁPSULA MAS SUELO HUMEDO $m_{cap} + m_h$ g	MASA DE CÁPSULA MAS SUELO SECO $m_{cap} + m_s$ g	MASA DEL AGUA $m_w$ g	MASA DEL SUELO SECO $m_s$ g	CONTENIDO DE AGUA $w = \frac{m_w}{m_s} \times 100$ %
1	B-1	111.74	237.11	193.71	43.4	81.97	52.95
2	A-4	116.15	235.1	193.98	41.12	77.83	52.83

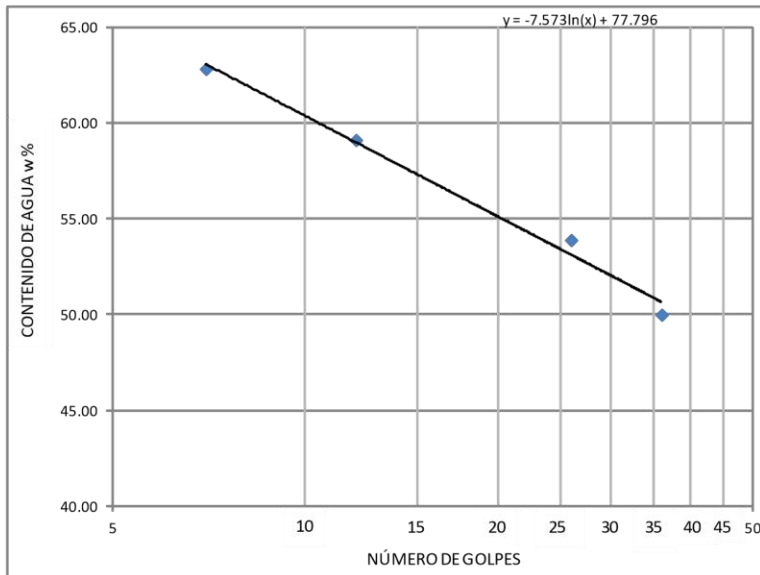
LÍMITE LÍQUIDO

PRUEBA No	No. DE GOLPES			CÁPSULA No	MASA DE LA CÁPSULA	MASA DE CÁPSULA MAS SUELO HUMEDO	MASA DE CÁPSULA MAS SUELO SECO	MASA DEL AGUA	MASA DEL SUELO SECO	CONTENIDO DE AGUA
	1	2	3							
1	37	36	36	X-5	38.06	40.43	39.64	0.79	1.58	50.00
2	25	26	26	C-6	38.14	40.71	39.81	0.9	1.67	53.89
3	11	12	12	C-8	37.99	42.27	40.68	1.59	2.69	59.11
4	6	7	7	B-3	38.25	42.06	40.59	1.47	2.34	62.82

LÍMITE PLÁSTICO

PRUEBA No	CÁPSULA No	MASA DE LA CÁPSULA	MASA DE CÁPSULA MAS SUELO HUMEDO	MASA DE CÁPSULA MAS SUELO SECO	MASA DEL AGUA	MASA DEL SUELO SECO	CONTENIDO DE AGUA
1	W-4	60.76	62.14	61.69	0.45	0.93	48.39
2	V-2	60.78	61.85	61.50	0.35	0.72	48.61
3	W-7	60.2	60.48	60.39	0.09	0.19	47.37

PROMEDIO = 48.12



$w \% = 52.89$

$LL \% = 54.00$

$LP \% = 48.12$

$IP \% = LL-LP = 5.88$

$F_w = \frac{w_2 - w_1}{\log\left(\frac{N_2}{N_1}\right)} = -18.03$

$IL = \frac{w - LP}{IP} = 0.811$

$T_w = \frac{IP}{F_w} = -0.33$

ECUACIONES PARA CLASIFICAR UN SUELO FINO

"A"  $I.P. = 0.73(LL - 20) = 24.82$  %  
 "B"  $L.L. = 50\% > 54.00$  %  
 "U"  $I.P. = 0.90(LL - 8) = 41.40$  %

CLASIFICACIÓN DEL SUCS = MH

OBSERVACIONES = \_\_\_\_\_



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
LABORATORIO DE GEOTÉCNICA FZM



CONTENIDO DE AGUA Y LÍMITES DE CONSISTENCIA

OBRA : UNAM MUESTRA : M-1  
 LOCALIZACIÓN : FACULTAD DE INGENIERÍA DESCRIPCIÓN : LIMO DE ALTA PLASTICIDAD CON  
 SONDEO : PCA - 2 CA ARENA FINA COLOR CAFÉ OSCURO "M"  
 PROFUNDIDAD : 0.20-1.00 FECHA : 04/12/2017

CONTENIDO DE AGUA NATURAL

PRUEBA No	CÁPSULA No	MASA DE LA CÁPSULA $m_{cap}$ g	MASA DE CÁPSULA MAS SUELO HUMEDO $m_{cap} + m_h$ g	MASA DE CÁPSULA MAS SUELO SECO $m_{cap} + m_s$ g	MASA DEL AGUA $m_w$ g	MASA DEL SUELO SECO $m_s$ g	CONTENIDO DE AGUA $w = \frac{m_w}{m_s} * 100$ %
1	F-7	109.91	216.23	184.55	31.68	74.64	42.44
2	A-4	110.12	218.05	186.45	31.6	76.33	41.40

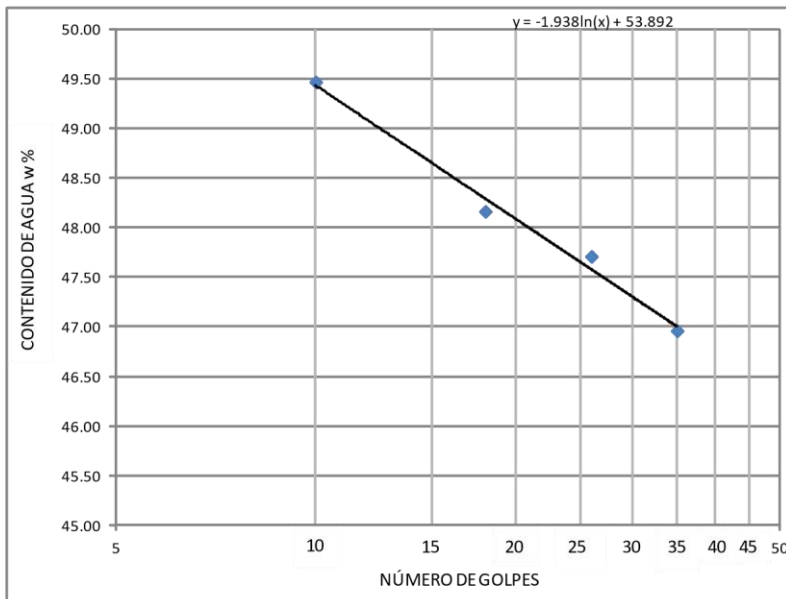
LÍMITE LÍQUIDO

PRUEBA No	No. DE GOLPES			CÁPSULA No	MASA DE LA CÁPSULA	MASA DE CÁPSULA MAS SUELO HUMEDO	MASA DE CÁPSULA MAS SUELO SECO	MASA DEL AGUA	MASA DEL SUELO SECO	CONTENIDO DE AGUA
	1	2	3							
1	34	35	35	X-8	60.56	63.22	62.37	0.85	1.81	46.96
2	25	26	26	A-9	38.34	42.21	40.96	1.25	2.62	47.71
3	17	18	18	X-2	60.38	64.01	62.83	1.18	2.45	48.16
4	9	10	10	U-1	40.18	44.38	42.99	1.39	2.81	49.47

LÍMITE PLÁSTICO

PRUEBA No	CÁPSULA No	MASA DE LA CÁPSULA	MASA DE CÁPSULA MAS SUELO HUMEDO	MASA DE CÁPSULA MAS SUELO SECO	MASA DEL AGUA	MASA DEL SUELO SECO	CONTENIDO DE AGUA
1	Z-4	60.23	61.12	60.91	0.21	0.68	30.88
2	A-1	48.15	48.91	48.53	0.38	0.38	100.00
3	B-7	38.12	39.29	38.99	0.3	0.87	34.48

PROMEDIO = 32.68



$w = 41.92$

$LL\% = 47.71$

$LP\% = 32.68$

$IP\% = LL-LP = 15.03$

$F_w = \frac{w_2 - w_1}{\log\left(\frac{N_2}{N_1}\right)} = -4.60$

$IL = \frac{w - LP}{IP} = 0.615$

$T_w = \frac{IP}{F_w} = -3.26$

ECUACIONES PARA CLASIFICAR UN SUELO FINO

"A"  $I.P. = 0.73(LL - 20) = 20.23\%$

"B"  $L.L. = 50\% > 47.71\%$

"U"  $I.P. = 0.90(LL - 8) = 35.74\%$

CLASIFICACIÓN DEL SUCS = ML

OBSERVACIONES = \_\_\_\_\_



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
LABORATORIO DE GEOTÉCNICA FZM



CONTENIDO DE AGUA Y LÍMITES DE CONSISTENCIA

OBRA : UNAM MUESTRA : M-1  
 LOCALIZACIÓN : FACULTAD DE INGENIERÍA DESCRIPCIÓN : LIMO DE ALTA PLASTICIDAD CON  
 SONDEO : PCA - 3 UNA ARENA MEDIA, COLOR CAFÉ OSCURO  
 PROFUNDIDAD : 0.30-1.20 FECHA : 05/12/2017

CONTENIDO DE AGUA NATURAL

PRUEBA No	CÁPSULA No	MASA DE LA CÁPSULA m <sub>cap</sub> g	MASA DE CÁPSULA MAS SUELO HUMEDO m <sub>cap</sub> + m <sub>h</sub> g	MASA DE CÁPSULA MAS SUELO SECO m <sub>cap</sub> + m <sub>s</sub> g	MASA DEL AGUA m <sub>w</sub> g	MASA DEL SUELO SECO m <sub>s</sub> g	CONTENIDO DE AGUA w = $\frac{m_w}{m_s} * 100$ %
1	E-6	116.54	238.06	209.97	28.09	93.43	30.07
2	A - 4	115.12	231.05	200.03	31.02	84.91	36.53

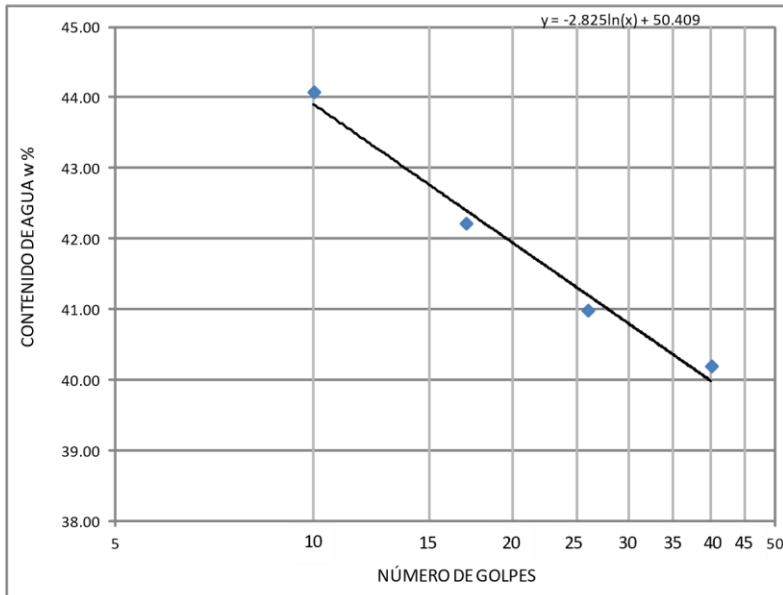
LÍMITE LÍQUIDO

PRUEBA No	No. DE GOLPES			CÁPSULA No	MASA DE LA CÁPSULA	MASA DE CÁPSULA MAS SUELO HUMEDO	MASA DE CÁPSULA MAS SUELO SECO	MASA DEL AGUA	MASA DEL SUELO SECO	CONTENIDO DE AGUA
	1	2	3							
1	39	40	40	B-4	38.07	42.22	41.03	1.19	2.96	40.20
2	27	26	26	B-3	38.24	41.37	40.46	0.91	2.22	40.99
3	16	17	17	C-8	37.98	41.82	40.68	1.14	2.7	42.22
4	9	10	10	C-6	38.13	41.66	40.58	1.08	2.45	44.08

LÍMITE PLÁSTICO

PRUEBA No	CÁPSULA No	MASA DE LA CÁPSULA	MASA DE CÁPSULA MAS SUELO HUMEDO	MASA DE CÁPSULA MAS SUELO SECO	MASA DEL AGUA	MASA DEL SUELO SECO	CONTENIDO DE AGUA
1	Y-0	61.28	62.26	62.06	0.2	0.78	25.64
2	B-1	60.63	61.59	61.39	0.2	0.76	26.32
3	V-5	60.42	61.34	61.16	0.18	0.74	24.32

PROMEDIO = 25.43



w % = 33.30

LL % = 41.20

LP % = 25.43

IP % = LL-LP = 15.77

$F_w = \frac{w_2 - w_1}{\log\left(\frac{N_2}{N_1}\right)} = -6.44$

$IL = \frac{w - LP}{IP} = 0.499$

$T_w = \frac{IP}{F_w} = -2.45$

ECUACIONES PARA CLASIFICAR UN SUELO FINO

"A" I.P. = 0.73(LL - 20) = 15.48 %

"B" L.L. = 50% > 41.20 %

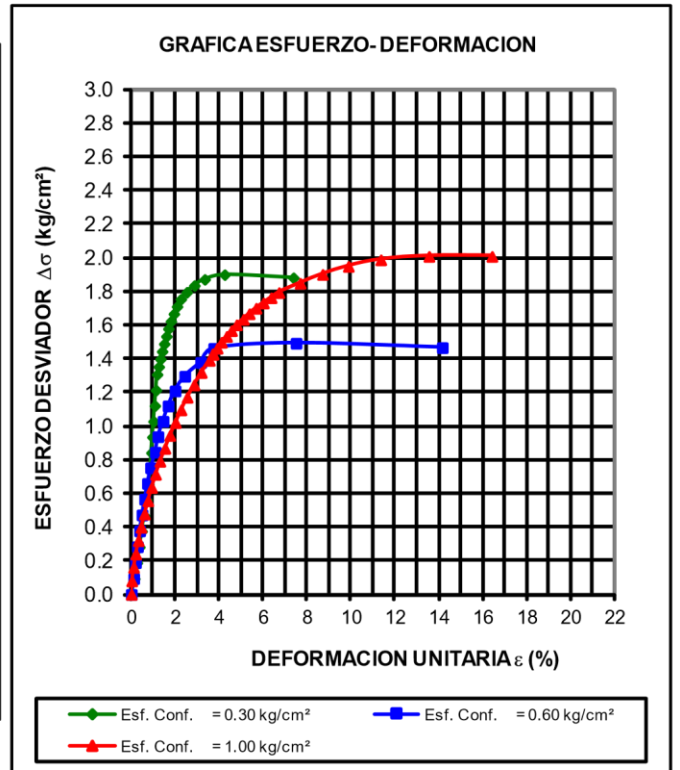
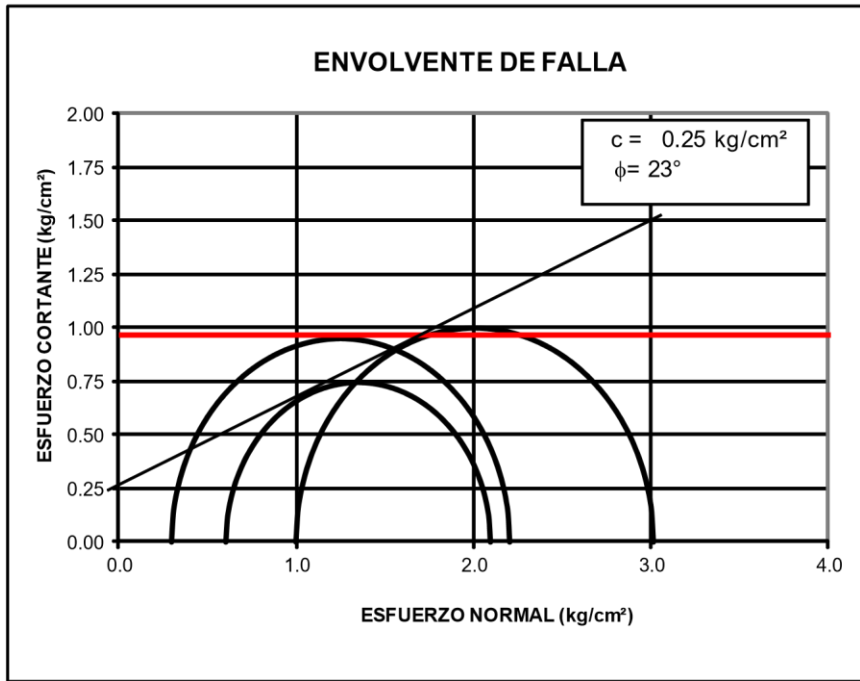
"U" I.P. = 0.90(LL - 8) = 29.88 %

CLASIFICACIÓN DEL SUCS = ML

OBSERVACIONES =

PROYECTO: TETELA DEL VOLCÁN			LOCALIZACIÓN: TETELA DEL VOLCÁN, MORELOS				MUESTRA:	
							FECHA: 30/NOV/2017	
<b>CONTENIDOS DE AGUA</b>								
MUESTRA No.	PROFUNDIDAD (m) DE A	ENSAYE	CAPSULA No.	W <sub>CAPSULA</sub> (g)	W <sub>CAPSULA+SH</sub> (g)	W <sub>CAPSULA+SS</sub> (g)	W (%)	CLASIFICACIÓN
<b>PCA-1</b>								
1	0.80-1.70	LL	B-1	111.74	237.11	193.71	52.9462	LIMO DE ALTA PLASTICIDAD, CON GRUMOS Y PRESENCIA DE RAICES, COLOR CAFÉ OSCURO. MH.
2	1.70-2.60		D-5	116.27	238.06	194.97	54.7522	LIMO CON MUY POCA ARENA FINA, CON GRUMOS DUROS Y PRESENCIA DE RAICES, COLOR CAFÉ OSCURO. MH.
3	2.60-3.20		F-4	117.35	204.92	172.44	58.9581	LIMO CON POCA ARENA MEDIA Y FINA, PRESENCIA DE RAICES, COLOR CAFÉ CLARO. MH.
<b>PCA-2</b>								
1	0.20-1.00	LL	F-7	109.91	216.23	184.55	42.4437	LIMO DE ALTA PLASTICIDAD CON POCA ARENA FINA Y PRESENCIA DE RAICES, COLOR CAFÉ OSCURA. MH.
2	1.00-3.10		Y-7	118.87	227.7	190.41	52.1247	LIMO CON MUY POCA ARENA FINA Y PRESENCIA DE RAICES, COLOR CAFÉ CLARO. MH.
<b>PCA-3</b>								
1	0.30-1.20	LL	E-6	116.54	238.06	209.97	30.0653	LIMO DE ALTA PLASTICIDAD CON POCA ARENA MEDIA Y PRESENCIA DE RAICES, COLOR CAFÉ OSCURO. MH.
2	1.20-3.00		C-3	113.76	222.32	188.29	45.6595	LIMO CON ARENA Y PRESENCIA DE RAICES, COLOR CAFÉ NEGRUSCO. MH.

PRUEBA DE COMPRESION TRIAXIAL RÁPIDA



SUELO PARCIALMENTE SATURADO

PRUEBA	w (%)	e (-)	Gw (%)	g <sub>m</sub> (ton/m <sup>3</sup> )	S <sub>3</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )	D <sub>s</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )
1	55.4	1.84	73.7	1.34	0.30	1.90
2	61.0	2.04	73.1	1.30	0.60	1.49
3	51.3	2.13	58.9	1.18	1.00	2.01

COMPRESIÓN TRIAXIAL TX-UU

PROYECTO: Tetela del Volcán.

UBICACIÓN: Tetela del Volcán, Mor. FECHA: 30/11/2017

SONDEO: PCA - 1

DESCRIPCIÓN:



Cálculo de la capacidad de carga.

Para el análisis se consideró la teoría propuesta por el Dr. Karl Terzagui, considerando un suelo homogéneo con comportamiento cohesivo friccionante, cuyas propiedades mecánicas son las indicadas en la prueba triaxial.

En la siguiente tabla se muestra la capacidad de carga que tiene el terreno de cimentación, para diferentes anchos (B) de zapata apoyadas a 0.80m de profundidad.

ZAPATAS					CORRIDAS		TERZAGUI			
45					(1)	(2)	(3)	(1)*(2)*(3)		
f	g	c	B	Df	c Nc	gDf Nq	0.5* g B Ng	qult	FS	qadm
(°)	t/m3	t/m2	m	m	(ton/m <sup>2</sup> )	(ton/m <sup>2</sup> )	(ton/m <sup>2</sup> )	(ton/m <sup>2</sup> )		(ton/m <sup>2</sup> )
23	1.34	2.5	0.80	0.8	54.4	11.0	4.0	69.3	3.0	23.1
23	1.34	2.5	1.00	0.8	54.4	11.0	5.0	70.3	3.0	23.4
23	1.34	2.5	1.20	0.8	54.4	11.0	6.0	71.3	3.0	23.8
23	1.34	2.5	1.50	0.8	54.4	11.0	7.5	72.8	3.0	24.3
23	1.34	2.5	2.00	0.8	54.4	11.0	10.0	75.3	3.0	25.1

ZAPATAS IASLADAS					
1.3 c Nc	gDf Nq	0.4* g B Ng	qult	FS	qadm
(ton/m <sup>2</sup> )	(ton/m <sup>2</sup> )	(ton/m <sup>2</sup> )	(ton/m <sup>2</sup> )		(ton/m <sup>2</sup> )
70.67	10.97	3.19	84.84	3.0	28.3
70.67	10.97	3.99	85.64	3.0	28.5
70.67	10.97	4.79	86.43	3.0	28.8
70.67	10.97	5.99	87.63	3.0	29.2
70.67	10.97	7.99	89.63	3.0	29.9

En las tablas anteriores:

f = ángulo de fricción interna

g = peso volumétrico natural del suelo

c = Cohesión natural del suelo

$B$  = ancho de la zapata de cimentación

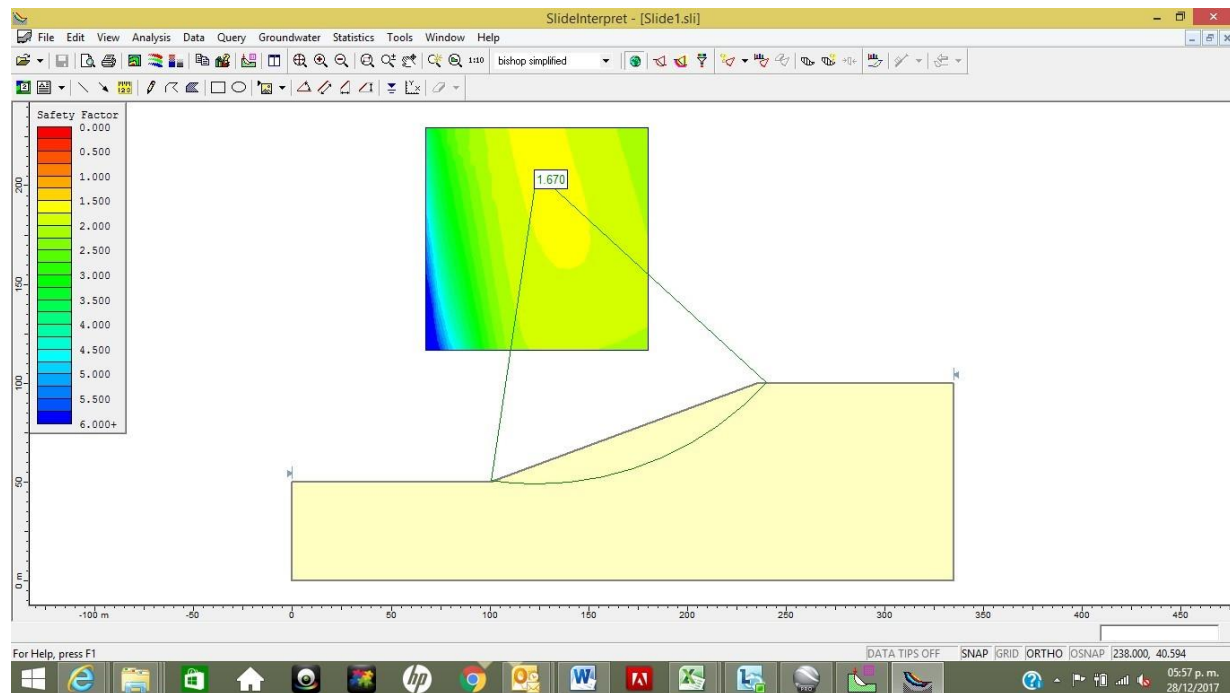
$D_f$  = Profundidad de desplante de la zapata de cimentación

$N_c$ ,  $N_q$  y  $N_g$  = Factores de resistencia que dependen del ángulo de fricción interna y de la geometría de la cimentación.

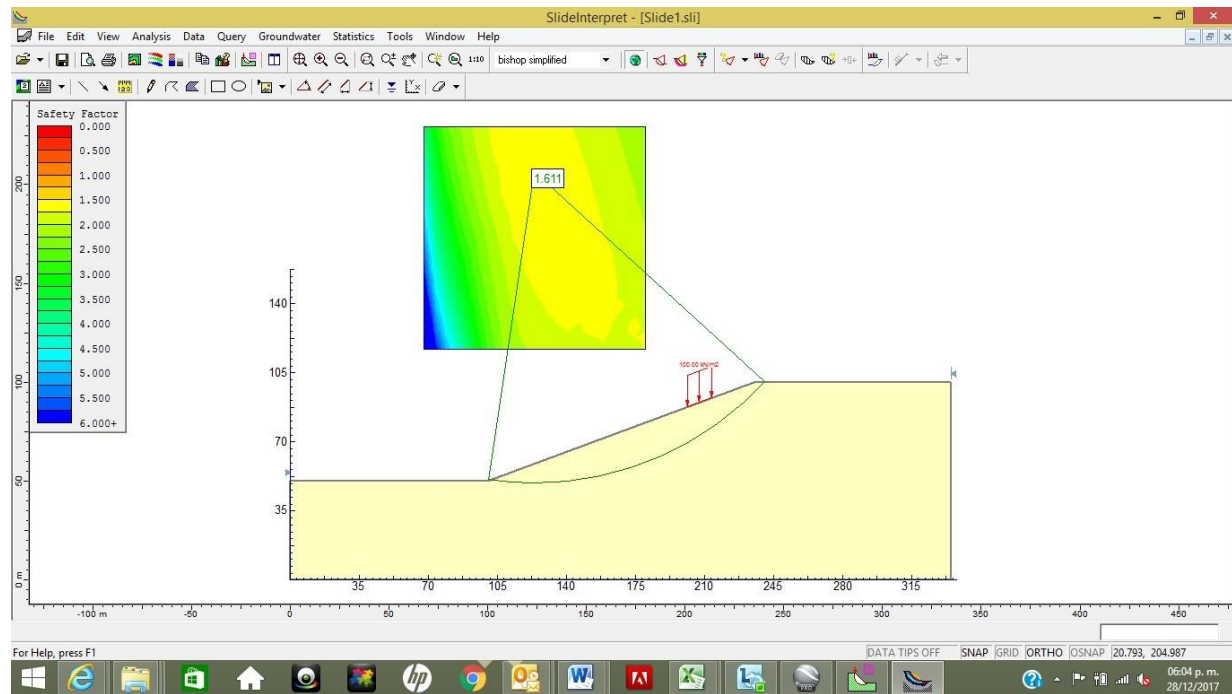
$FS$  = Factor de seguridad

$Q_{amd}$  = Capacidad de carga admisible del terreno de cimentación.

Simulación de la ladera de lomas lindas en programa de slide



screenshot 1 Estabilidad de la ladera Lomas Lindas para una cohesión de  $2.5\text{kg/cm}^2$  y  $23^\circ$  de ángulo de fricción interna



Screenshot 2. Estabilidad de la ladera Lomas Lindas con una sobrecarga de  $10T/m^2$ , que representa el camino con un vehículo.

## CAPITULO 5 CONCLUSIONES

### **Conclusiones y recomendaciones.**

- Es fundamental programar y ejecutar los trabajos necesarios de topografía, geología, geofísica, mecánica de suelos, hidrología e hidráulica para generar un plano de riesgos de las comunidades en cuestión y de ello derivar las zonas en riesgo potencial por deslizamiento de laderas, zonas de rellenos inestables, secciones hidráulicas de arroyos, canalización correcta de redes de agua potable, drenaje sanitario y drenaje pluvial; estos trabajos permitirán definir el crecimiento urbano seguro y ordenado.
- Un levantamiento detallado de todas las viviendas, para identificar aquellas que se construyeron con muros de carga sin confinar con columnas y travesaños de concreto reforzado; estas viviendas están en riesgo ante un nuevo sismo.
- Para el caso específico de la ladera con agrietamientos del camino a Lomas Lindas se solicita realizar a la brevedad los siguientes trabajos:
- Hacer un levantamiento topográfico detallado de toda la ladera. Ubicando redes de drenaje pluvial, sanitario y agua potable; trazo y ubicación de las grietas existentes, secciones transversales de los caminos y ubicación de las fallas de talud observadas a lo largo del camino.
- Un estudio geológico de detalle que permita identificar la distribución en planta de las diferentes unidades geológicas que integran la ladera.
- Un estudio de geofísica con sondeos eléctricos verticales distribuidos en toda la ladera para identificar el perfil geológico detallado por lo menos hasta 100 m de profundidad respecto al nivel de subrasante del camino con grietas. Tendidos de sísmica de refracción transversales al camino para identificar el espesor y la

ubicación de los rellenos no compactados en el hombro del talud y sobre la ladera.

- Un estudio de mecánica de suelos con la ejecución de 4 sondeos de tipo mixto y por lo menos 20 pozos a cielo abierto a 3.0 m de profundidad ubicados estratégicamente según los resultados obtenidos con los estudios de geología y de geofísica.
- Un Down Hole para definir el coeficiente sísmico de la zona y ratificar o rectificar el coeficiente sísmico ahora propuesto para el diseño estructural.
- Un proyecto hidráulico para sustituir las mangueras que distribuyen actualmente agua potable y de riego por un sistema que garantice la hermeticidad y la distribución segura del agua.
- Un proyecto de drenaje pluvial para canalizar adecuadamente los escurrimientos a través de la ladera.

#### **Ladera de Lomas Lindas (camino con agrietamientos):**

Para explicar el origen de los agrietamientos y del deslizamiento de tierra observado en este camino, se plantea la siguiente hipótesis:

El camino de acceso fue construido en una sección en balcón, tal como se indica en la siguiente Foto No. 9. El material que se obtiene del corte se utiliza para conformar el terraplén y formar una sección compuesta. Las propiedades mecánicas del terreno natural permiten los cortes casi verticales en la sección de corte y podrían ser estables en la sección del terraplén si éste se construyen correctamente: con la conformación de escalones de liga en el terreno natural (tobas compactas), se conforma un talud de terraplén adecuado, se compacta y se protege la cara del talud y se construye un sistema de drenaje pluvial para permitir el desalojo del agua sin afectar la estabilidad del terraplén. La hipótesis es que ninguna de estas consideraciones de diseño se ejecutó en la

construcción del camino y por lo tanto el material prácticamente suelto y saturado que corresponde con el área del terraplén tiende a deslizarse como un lodo que arrastra exclusivamente la capa vegetal del terreno natural resistente, tal como se observó en el deslizamiento que se muestra en la foto de la Foto No. 7. Es posible que esta situación se presente frecuentemente, incluso sin la presencia de los sismos.

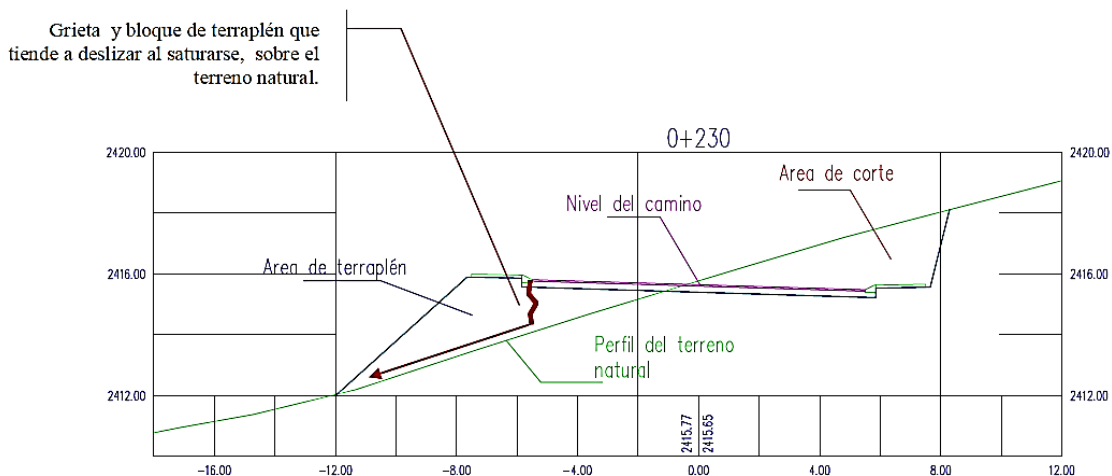


Foto No. 14.- Sección típica (balcón) de construcción del camino y de las terrazas para sembrar los árboles de aguacate y frutales.

Si la hipótesis anterior es correcta, lo que se sugiere hacer de inmediato es: retirar el material correspondiente al área de terraplén en todo el perímetro del camino, para disminuir el riesgo por deslizamiento de lodo que podría afectar a las familias y las casas ubicadas en la parte baja de la ladera donde está construido el camino de acceso. El retiro del material suelto, permitirá a un especialista en mecánica de suelos o un ingeniero geólogo, revisar si las grietas que se observan ahora tienen continuidad en el cuerpo del terreno natural y aceptar o rechazar totalmente esta hipótesis.

- Esta es la misma situación que se tiene para muchas de las terrazas que se construyeron en las laderas para la conformación de las plataformas

horizontales donde se han sembrado árboles de aguacate y que presentan inestabilidad manifestada en agrietamientos y deslizamientos locales de tierra.

- Para aceptar o desechar la hipótesis anterior, además del retiro del material suelo, se sugieren hacer los estudios de geofísica, mecánica de suelos y geología que se indican más adelante.
- De ser cierta la hipótesis anterior, se sugiere reconformar la sección del camino en área de terraplén, tal como se indica en la Foto No. 10. Además de darle mantenimiento a todo el sistema de drenaje pluvial, reparar todas las mangueras que tengan fugas y generar un proyecto de canalización de este sistema de suministro de agua.

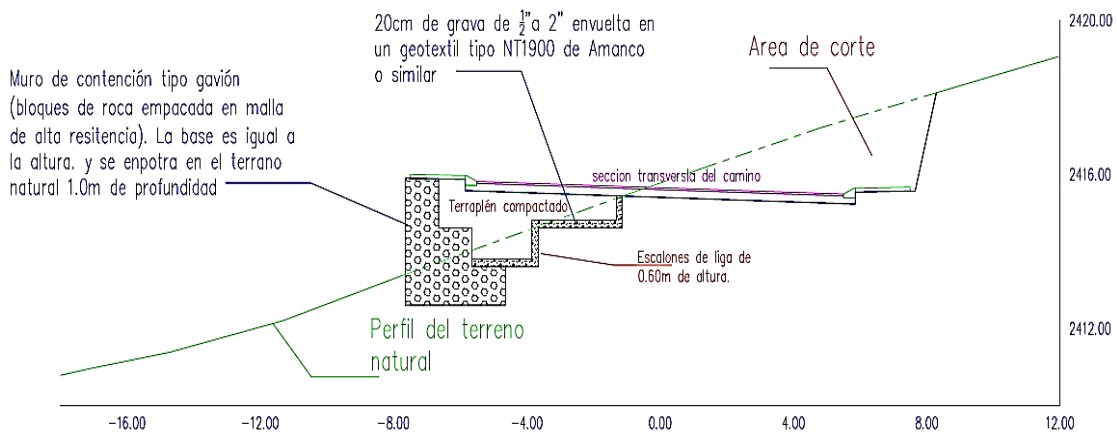


Foto No. 15.- Propuesta de solución para reparar la zona de grietas de los caminos existentes en Lomas Lindas y reducir el riesgo de deslizamiento actual (esta solución depende de la validación de los especialistas en geotecnia y geología, una vez que se retire el material suelto y saturado y se revisen las condiciones del terreno natural).

### **Análisis de la estabilidad de la ladera.**

Los resultados que ahora se presentan son PRELIMINARES y solo podrán considerarse como válidos aplicables a las laderas naturales hasta que se hayan realizado, los estudios de geología de geofísica y de mecánica de suelos que se

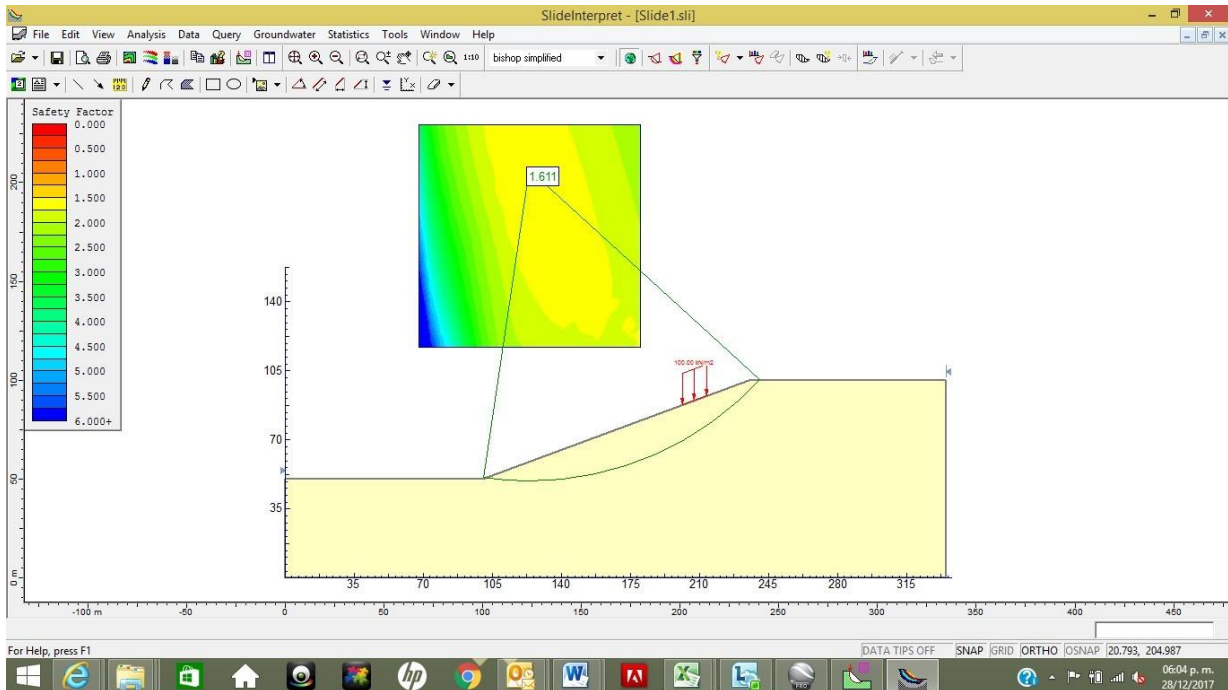
solicitaron en el informe enviado el 25 de noviembre del 2017. Solo se presentan como un ejercicio de revisión considerando:

- Que todo el cuerpo de la ladera está conformado totalmente por los limos arenosos (tobas) que se observaron con la exploración y de los que se obtuvo una muestra cúbica inalterada y por lo tanto son aplicables los resultados de las pruebas de laboratorio obtenidos.
- La inclinación de la ladera corresponde con el valor que se obtuvo con el programa Googleearth; del orden de  $30^\circ$  respecto a la horizontal.
- El camino se simuló con una sobrecarga de  $10T/m^2$  aplicada aproximadamente donde se ubica el camino de acceso a Lomas lindas.

Los resultados son:

- El Factor de seguridad (FS) sin sobrecarga es de 1.67, por lo que se considera estable
- El FS con la sobrecarga se reduce a 1.611 por lo que sigue siendo estable.
- Las Normas proponen como  $FS = 1.50$ . Por lo que en ambos casos la ladera se considera estable
- La superficie de falla es semicircular que inicia aproximadamente a 5m de distancia del hombro de la ladera y se profundiza hasta 15m para salir por el pie del talud. Ninguna de estas características se observó en las fallas existentes en Lomas Lindas.





Screenshot 2. Estabilidad de la ladera Lomas Lindas con una sobrecarga de 10T/m<sup>2</sup>, que representa el camino con un vehículo

Es fundamental hacer los estudios complementarios.

#### Casas habitación:

- Las siguientes recomendaciones aplican para las tres comunidades visitadas y de las que se obtuvieron muestras de suelo: Tetela del Volcán, Lomas Lindas y Hueyapan.
- Las nuevas viviendas de uno y dos niveles de altura pueden cimentarse con zapatas corridas y/o aisladas con profundidad de desplante mínima de 0.80m respecto al nivel de terreno natural, cuidando que en el desplante no existan materiales de relleno o sueltos. Para este proceso es recomendable el visto bueno de un especialista en mecánica de suelos o un ingeniero geólogo. Queda pendiente la determinación de la capacidad de carga y la magnitud de los asentamientos del terreno de cimentación.

- Se requiere que los nuevos proyectos de viviendas cuenten con el diseño estructural correspondiente, incorporando trabes y columnas para el confinamiento de la mampostería.
- En el diseño por sismo se sugiere de manera preliminar considerar un coeficiente sísmico igual a **CS = 0.30** que corresponde con suelo tipo II y zona sísmica B, según el mapa de zonificación sísmica de la Comisión Federal de Electricidad. Es muy posible que este valor sea menor, para cuantificarlo objetivamente se deben hacer los estudios complementarios que se solicitan más adelante.
- Se debe evitar la construcción de nuevas viviendas en las márgenes de los cauces naturales.
- Se debe evitar la construcción sobre materiales de relleno, de basura o materiales no compactados.
- Para la construcción de nuevas viviendas que se ubiquen en las laderas no urbanizadas, se requiere primero del dictamen de un ingeniero geólogo y de un geotecnista, para validar la estabilidad de la misma, Así mismo se debe garantizar que toda la cimentación se apoyará en terreno natural y no una parte en rellenos y la otra en terreno natural.

## BIBLIOGRAFÍA

Álvarez García y Carlos Topete Barrera, *Evaluación de la calidad de la educación superior: indicadores y estrategias para el mejoramiento de su calidad*, Sección Estudios de Posgrado e Investigación (SEPI), Instituto Politécnico Nacional, México, 1997.

Argudín Yolanda, "La educación centrada en competencias", educación superior-sociedad, colección Documentos, ANUIES, México, 1999

Comisión Coordinadora del Servicio Social, UANM, México, 1990.

*Diagnostico Municipal Tetela del Volcán Morelos*. Secretaría de Hacienda, Subsecretaría de Planeación, Dirección General de Información Estratégica. 2015.

INEGI. Continuo Nacional del Conjunto de Datos Geográficos de la Carta Geológica 1:250 000, serie I.

INEGI. *Marco Geoestadístico Municipal 2005, versión 3.1*.

*Manual para la planeación y Evaluación del Servicio Social*, Consejo Regional Centro Sur, ANUIES; México, 2002.

Mendoza, Consultoría Especializada S.C, *Atlas de Riesgos Naturales de Tetela del Volcán, Morelos*, (2012)

Meneses Ernesto, *La Universidad Iberoamericana en el contexto de la educación superior contemporánea*, UIA, México, 1979.

Mungaray, A.et al. (2002). Problemática del servicio social y propuestas para su mejoramiento. México: ANUIES (Colección Documentos).

*Problemática del Servicio Social y Propuestas para su mejoramiento*, Colección Documentos, ANUIES, México 2000.

Rosa Ma. Mayela Limones Muñiz (2006). Tesis: *Propuesta de un modelo para la inserción del servicio social a la currícula: caso universidad intercontinental*.

Secretaría de Hacienda. Dirección General de Información Estratégica. Con datos Marco Geoestadístico, INEGI, 2010.

Secretaría de Hacienda. Dirección General de Información Estratégica. *Con conjunto de datos vectoriales esc. 1:1000 000*, INEGI.

Secretaría de Hacienda. Dirección General de Información Estratégica. Con datos del Programa para el Desarrollo de Zonas Prioritarias 2015, SEDESOL.

*Tetela del Volcán, Morelos Clave geoestadística 17022*, (2009). Prontuario de información geográfica municipal de los Estados Unidos Mexicanos.

Venegas Huerta Francisco Javier, *Reglamentación del Servicio Social al interior de las Instituciones Educativas*, Legislación sobre el servicio social Vol. II, Colección Documentos, ANUIES, México, 1999.