

13  
2ej.



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA  
DE MEXICO**



**ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES  
CAMPUS ARAGON**

**"ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS, EN UN  
TERRENO LOCALIZADO EN LA COLONIA "EL SOL"  
EN CIUDAD NEZAHUALCOYOTL, PARA LA  
PROPUESTA DE CIMENTACION DE UNA  
CASA TIPO"**

**T E S I S**

**QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:  
INGENIERO CIVIL  
P R E S E N T A N :  
BRUNO JAVIER FLORES GOMEZ  
GUILLERMO GUERRERO ESCAMIROSA**

**ASESOR DE TESIS: M. EN I. DANIEL VELAZQUEZ VAZQUEZ**



**MEXICO**

**1997**

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.



UNIVERSIDAD NACIONAL  
AUTÓNOMA DE  
MÉXICO

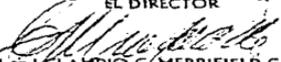
ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES  
ARAGON  
DIRECCION

BRUNO JAVIER FLORES GÓMEZ  
P R E S E N T E .

En contestación a la solicitud de fecha 20 de febrero del año en curso, presentada por Guillermo Guerrero Escamirosa y usted, relativa a la autorización que se les debe conceder para que el señor profesor, M en I. DANIEL VELAZQUEZ VAZQUEZ pueda dirigirse el trabajo de Tesis denominado, "ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS, EN UN TERRENO LOCALIZADO EN LA COLONIA 'EL SOL' EN CIUDAD NEZAHUALCOYOT, PARA LA PROPUESTA DE CIMENTACION DE UNA CASA TIPO", con fundamento en el punto 6 y siguientes, del Reglamento para Exámenes Profesionales en esta Escuela, y toda vez que la documentación presentada por usted reúne los requisitos que establece el precitado Reglamento; me permito comunicarle que ha sido aprobada su solicitud.

Aprovecho la ocasión para reiterarle mi distinguida consideración.

ATENTAMENTE  
"POR MI RAZA HABLARA' EL ESPIRITU"  
San Juan de Aragon, Mexico., 27 de febrero de 1997  
EL DIRECTOR

  
M en I. CLAUDIO C. MERRIFIELD CASTRO

  
c c p Jefe de la Unidad Académica.  
c c p Jefatura de Carrera de Ingeniería Civil.  
c c p Asesor de Tesis.



UNIVERSIDAD NACIONAL  
AUTÓNOMA DE  
MÉXICO

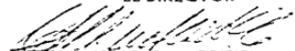
ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES  
ARAGON  
DIRECCION

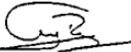
GUILLERMO GUERRERO ESCAMIROSA  
PRESENTE.

En contestación a la solicitud de fecha 20 de febrero del año en curso, presentada por Bruno Javier Flores Gomez y usted, relativa a la autorización que se les debe conceder para que el señor profesor, M en I. DANIEL VELAZQUEZ VAZQUEZ pueda dirigirles el trabajo de Tesis denominado, "ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS, EN UN TERRENO LOCALIZADO EN LA COLONIA 'EL SOL' EN CIUDAD NEZAHUALCOYOT, PARA LA PROPUESTA DE CIMENTACION DE UNA CASA TIPO", con fundamento en el punto 6 y siguientes, del Reglamento para Exámenes Profesionales en esta Escuela, y toda vez que la documentación presentada por usted reúne los requisitos que establece el precitado Reglamento; me permito comunicarle que ha sido aprobada su solicitud.

Aprovecho la ocasion para reiterarle mi distinguida consideracion.

ATENTAMENTE  
"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"  
San Juan de Aragon, Mexico., 27 de febrero de 1997  
EL DIRECTOR

  
M en I CLAUDIO C. MERRIFIELD CASTRO

  
  
c c p Jefe de la Unidad Académica.  
c c p Jefatura de Carrera de Ingeniería Civil.  
c c p Asesor de Tesis.

## **AGRADECIMIENTOS**

### **A DIOS:**

**GRACIAS, POR PERMITIRME  
LLEGAR A UNA DE LAS  
METAS MAS PRECIADAS EN  
LA VIDA DE UN HOMBRE.**

### **A MIS PADRES:**

**PABLO FLORES MORALES  
MARIA GOMEZ BELLO**

**CON ADMIRACION CARIÑO Y  
RESPECTO. POR TODOS LOS  
SACRIFICIOS ENFRENTADOS  
CON CORAJE Y ORGULLO QUE  
HA HECHO POSIBLE ESTE LOGRO.**

### **A MIS HERMANOS:**

**G. PABLO FLORES GOMEZ  
V. NORMA FLORES GOMEZ  
J. CESAR FLORES GOMEZ  
E. BERENICE FLORES GOMEZ**

**POR COMPARTIR CONMIGO  
SU TIEMPO, CARIÑO Y APOYO  
DURANTE TODOS ESTOS AÑOS.**

### **A MI NOVIA:**

**VERONICA ESTRADA HERNANDEZ**

**POR TODO EL AMOR Y APOYO  
BRINDADO.**

**CON TODO EL AGRADECIMIENTO DEL  
MUNDO AL M. EN I. DANIEL VELAZQUEZ VASQUEZ  
POR TODO EL APOYO BRINDADO.**

### **A NUESTROS AMIGOS:**

**POR TODOS ESOS MOMENTOS INOLVIDABLES  
COMPARTIDOS EN EL TRANSCURSO DE  
NUESTRA CARRERA.**

**BRUNO JAVIER FLORES GOMEZ.**

## **AGRADECIMIENTOS**

### **A DIOS:**

**GRACIAS, POR PERMITIRME  
LLEGAR A UNA DE LAS  
METAS MAS PRECIADAS EN  
LA VIDA DE UN HOMBRE.**

### **A MIS PADRES:**

**GUILLERMO GUERRERO GUTIERREZ  
JUANA ESCAMIROSA TINOCO**

**CON ADMIRACION CARIÑO Y  
RESPECTO. POR TODOS LOS  
SACRIFICIOS HECHOS. ENFRENTADOS  
CON CORAJE Y ORGULLO PARA  
DARME UNA FORMACION PROFESIONAL.  
GRACIAS**

### **A MIS HERMANOS:**

**ENRIQUE GUERRERO ESCAMIROSA  
JORGE GUERRERO ESCAMIROSA**

**POR TODO SU APOYO Y CARIÑO  
QUE ME BRINDARON DURANTE  
TODOS ESTOS AÑOS.**

**CON TODO EL AGRADECIMIENTO DEL  
MUNDO AL M. EN J. DANIEL VELAZQUEZ VASQUEZ  
POR TODO EL APOYO BRINDADO.**

### **A NUESTROS AMIGOS:**

**POR LAS COSAS ESPECIALES VIVIDAS DURANTE  
EL TRANSURSO DE NUESTRA CARRERA.**

**GUILLERMO GUERRERO ESCAMIROSA.**

**"ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS EN UN TERRENO LOCALIZADO EN LA COLONIA " EL SOL" EN CIUDAD NEZAHUALCOYOTL, PARA LA PROPUESTA DE CIMENTACION DE UNA CASA TIPO".**

<b>INTRODUCCION</b>	<b>1</b>
<b>I.- GENERALIDADES.</b>	<b>4</b>
I.1.- RESEÑA GEOLOGICA.	
I.2.- DESCRIPCION DE LA ESTRUCTURA POR CONSTRUIR	6
I.3.- TIPOS DE CIMENTACION MAS USUALES.	17
<b>II.- ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS.</b>	
II.1.- METODOS DE EXPLORACION Y MUESTREO RECOMENDADA POR EL REGLAMENTO DE CONSTRUCCIONES DEL DF.	23
II.2.- EXPLORACION Y MUESTREO EFECTUADOS.	25
II.3.- PRUEBAS DE LABORATORIO RECOMENDADAS POR EL REGLAMENTO DE CONSTRUCCIONES DEL D.F.	26
II.4.- PRUEBAS DE LABORATORIO EFECTUADAS Y RESULTADOS OBTENIDOS.	27
<b>III.- INTERPRETACION DE RESULTADOS.</b>	
III.1.- SONDEO EXPLORATORIO A CIELO ABIERTO.	99
III.2.- ESTRATIGRAFIA DE LOS POZOS A CIELO ABIERTO.	99
III.3.- PROPIEDADES INDICE.	107
III.4.- PROPIEDADES MECANICAS.	109
<b>IV.- ALTERNATIVAS DE CIMENTACION.</b>	
IV.1.- CONSIDERACIONES GENERALES PARA LA ALTERNATIVA DE CIMENTACION QUE SE JUZGUE MAS ADECUADA PARA LA ESTRUCTURA PROYECTADA.	110
IV.2.- ESTADO LIMITE DE FALLA EN CONDICIONES ESTATICAS.	112

IV.3.- ESTADO LIMITE DE FALLA EN CONDICIONES DINAMICAS.	114
IV.4.- ESTADO LIMITE DE SERVICIO.	116
IV.5.- TIPOS DE CIMENTACIONES QUE SE PUEDEN EMPLEAR	117
V.- PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO DE LA CIMENTACION.	
V.1.- PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO DE LA CIMENTACION, LIMITACIONES Y ESPECIFICACIONES PARA LAS CONSTRUCCIONES PROYECTADAS.	126
V.2.- COLOCACION DEL MEJORAMIENTO DE SUELO.	129
V.3.- ESPECIFICACIONES DE LOS MATERIALES.	130
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	132
BIBLIOGRAFIA.	133
ANEXOS	134

## **INTRODUCCION**

En la Ingeniería Civil los problemas que involucran al suelo eran resueltos en forma intuitiva, por tanteos o simplemente por experiencias obtenidas en la resolución de problemas aparentemente similares, hasta antes de que aparecieran lo que hoy conocemos como Mecánica de suelos, ya que no existían leyes y parámetros para el diseño de una cimentación. Esto traía riesgos a la seguridad y la economía cuando se encontraba en su etapa funcional la estructura proyectada.

La Mecánica de Suelos propiamente como ciencia en México, se ha venido dando de 30 años atrás a la fecha aproximadamente, en los cuales México se ha desarrollado satisfactoriamente gracias a grandes Ingenieros como Roberto Gayol y José A. Cuevas, quienes fueron los precursores de la Mecánica de suelos en nuestro país.

No podemos descartar que esta disciplina, es todavía un tanto empírica y oscura debida a la complejidad que se da al trabajar con materiales reales y palpables para dar soluciones reales y satisfactorias a los mismos, es por ello que el Ingeniero abocado a esta disciplina tiene que contar con imaginación, conocimiento, experiencia y un buen criterio para poder contrarrestar las hostilidades e incomprensiones, que nos puede dar siempre la Mecánica de Suelos.

Para definir la Mecánica de Suelos tomemos el concepto de Karl Terzaghi, quien nos dice:

"La Mecánica de suelos es la aplicación de las leyes de la Mecánica y la hidráulica a los problemas de la ingeniería que tratan con sedimentos y otras acumulaciones no consolidadas de partículas sólidas, producidas por la desintegración mecánica o descomposición química de las rocas independientemente de que tengan o no contenido de materia orgánica".

A raíz de este concepto la Mecánica de Suelos se fue desarrollando y aumentando el conocimiento empírico de los suelos, perfeccionando cada vez más los resultados de las pruebas de laboratorio, formando técnicas más apropiadas para la extracción de muestras y el manejo adecuado de ellas, estos avances daban más confianza al proyectista en los resultados obtenidos en el laboratorio, sin embargo, no quiere decir que los resultados sean exactos, es ahí donde el Ingeniero debe dar los parámetros que él crea más adecuado, basándose en su conocimiento teórico y experiencia práctica de dicha disciplina, ya que si se carece de uno de ello, es muy posible que la estructura en proyecto no cubra las tres parámetros esenciales de cualquier proyecto, (seguridad, economía y funcionalidad).

La siguiente investigación tiene por objeto mostrar métodos de exploración y muestreo adecuados para el tipo de estructura que se quiere construir y mostrar los resultados de las pruebas de laboratorio efectuadas a las muestras obtenidas de dichos métodos, con ello poder determinar la capacidad de carga y decidir una propuesta de cimentación que cumpla con la seguridad, economía y funcionalidad para la estructura que se desea construir, así como definir el proceso constructivo para la cimentación en cuestión.

Lo anterior se sustenta en las teorías científicas de la Mecánica de Suelos, en un estudio del estado límite de servicio y del estado límite de falla.

Es de gran importancia que los Ingenieros enfocados a esta disciplina, se den cuenta y concienticen la importancia de la Mecánica de Suelos para llevar a cabo cualquier proyecto de la Ingeniería Civil.

El comportamiento real de los suelos por su gran complejidad difiere a lo que teóricamente sería dicho comportamiento. Es por esta razón que el ingeniero deberá utilizar un razonamiento adecuado en base, a sus conocimientos teórico-prácticos para la

**resolución correcta de proyectos y problemas involucrados en esta disciplina.**

## **CAPITULO I GENERALIDADES**

### **1.1 Reseña Geológica.**

Esta reseña Geológica se dirige exclusivamente a la zona tres o zona de lago debido a que el predio en estudio se encuentra ubicado dentro de dicha zona, en el desarrollo de este capítulo, se describirá el proceso de formación de los estratos que forman al subsuelo de este lugar, hasta enfocarnos al estudio de mecánica de suelos realizado para el predio en interés.

#### **Zona de lago.**

La zona de lago conocida y denominada así por corresponder a los terrenos que se formaron sobre el antiguo Lago de Texcoco. Esta conformada básicamente por los siguientes estratos típicos ya conocidos por diversos y cuantiosos estudios de mecánicas de suelos realizados en esta zona, resumiendo y generalizando estos estratos son:

- 1.- Depósitos areno-arcilloso o limosos que a su vez sobre ellos podemos encontrar rellenos artificiales de hasta 10 metros de espesor.
- 2.- Arcillas de origen volcánico, altamente comprensibles con intercalaciones de arena en pequeñas capas o bien en lentes formados por transportación eólica o aluvio lacustrico.
- 3.- La primer capa dura localizada en el orden de 35 metros de profundidad, constituido por materiales arcillo-arenosos o limo arcillosos, con un alto grado de compactación.
- 4.- Arcillas de origen volcánico con alta compresibilidad e intercalaciones y lentes de arena, con una estructuración más

cerrada que la señalada en el segundo estrato, su espesor oscila entre 4 y 14 metros.

5.- Estratos con mayor resistencia alternados de arena con grava y limo o arcilla arenosa intercalados entre sí, estos estratos se encuentran en una profundidad menor a 60 metros y mayor a 40 metros.

Los mantos arcillosos que se encuentran en el área urbana de México, la región estudiada por la Comisión del Lago de Texcoco y el Fondo de los Lagos de Chalco y Xochiimilco, no presentan dificultad mayor para muestrearlos y determinar propiedades mecánicas. El sondeo de penetración estándar resulta valioso, no tanto por la estimación de la resistencia a partir del número de golpes, sino por la identificación de campo, del material en cuestión, en húmedo y en seco, y por la determinación sistemática del contenido de agua natural. Este en los casos como en la ciudad de México, donde existe amplia información experimental, permite estimar valores medios de la resistencia al corte y compresibilidad. Para ello se recomiendan obtener muestras inalteradas con tubos de pared delgada, de 4 a 6 pulgadas de diámetro y someterlas a los ensayos convencionales (compresión simple, consolidación y compresión triaxial UU y CU, además de la determinación de las propiedades índice).

La minerología de las arcillas del Valle de México ha sido estudiada en varias ocasiones. La más reciente concluye en la fracción arcillosa del subsuelo de la Ciudad de México está compuesta por montmorilonita criptocristalina, cristales sin morfología, definida en un sistema con alto contenido de Ca asociado a calcita, clásticos basálticos y algo de cristobalita, con un alto contenido de restos de diatomeas.

En la zona lacustre este manto se encuentra surcado por innumerables grietas rellenas con materiales eólicos y profundidades a 4 metros, por lo que penetran en el estrato subyacente. Únicamente existe relleno en las cercanías del Bordo

de Xochiaca, en la intersección Bordo poniente con el camino Peñón Texcoco y en la Zona del Aeropuerto.

Cabe señalar que la parte oriente del Valle de México, donde aún, quedan vestigios del ex-lago de Texcoco, no ha tenido cargas estructurales considerables y que por este motivo, las propiedades mecánicas de los estratos que constituyen el suelo de este lugar presenten una mayor homogeneidad, que las ya encontradas en donde existieron antiguos monumentos aztecas o coloniales que indujeron a una fuerte preconsolidación en esas zonas.

La reseña geológica antes mencionada nos da una idea general de la estratigrafía de la zona tres del Valle de México. Esta información fue formada por medio de métodos estadísticos de un gran número de sondeos exploratorios realizados por distintos laboratorios de México y otras partes del mundo que se interesan por la complejidad de nuestro suelo para poder llegar a conclusiones que nos ayudan a tomar ciertas decisiones, pero siempre es necesario realizar un estudio específico de la zona en interés ya que el suelo y sus propiedades van evolucionando por muchos factores que intervienen en su interior y exterior, con esto podemos decidir que los resultados obtenidos de un sondeo y sus respectivas pruebas de laboratorio, acompañados de una gran observación nos ayuda a los ingenieros a aplicar las teorías ya existentes y poder asignar los parámetros adecuados para un buen funcionamiento y seguridad de las estructuras por edificar en nuestra zona de estudio.

## **1.2. Descripción de la estructura por construir.**

El estudio de mecánica de suelos realizado en un predio de 60,800 mts. Cuadrados, ubicado en el límite oriente de la Colonia el Sol, del Municipio de Nezahualcoyotl, Estado de México, tiene por objetivo dar alternativas de solución para la edificación de

casas tipo de dos niveles cuya descripción y distribución se muestra a continuación.

La dimensión de cada uno de los terrenos donde se construirá la casa tipo, cuenta con 160 mts. Cuadrados, (20.00 \* 8.00 mts.) de acuerdo a estas dimensiones se diseño el proyecto arquitectónico con las siguiente distribución de espacios.

La casa tipo cuenta con tres plantas:

Planta baja: en ella se tiene un estudio, una sala, una escalera para ascenso a planta alta, un comedor, una cocina, un baño y un vestibulo (plano planta baja).

Planta alta: en esta planta se distribuyeron una recamara principal y tres recamaras adicionales, un baño y su vestibulo (plano planta alta).

Planta azotea: en ella se encuentra el tinaco con una capacidad de 1,100 lts, así como, la bajada de aguas pluviales de acuerdo a la pendientes que se le darán a la loza (plano planta azotea).

Esta vivienda cuneta además con un patio de servicio, dos áreas destinadas para jardines y otra más como garage con capacidad para un vehiculo, tres fachadas, la fachada principal, la fachada posterior, y la fachada exterior. Las dos primeras cuentan con canceleria y la fachada exterior con un saguan y una puerta de herreria, como se muestra en el plano de fachadas.

La estructura se construirá a base, de marcos de carga, muros divisorios y losas planas. Los materiales que se utilizarán son: tabicón ligero para muro, los marcos, losas entre piso y azotea serán de concreto armado, los pisos de loseta vinilica.

Se considera, que esta vivienda cumple con los tres parámetros de diseño primordiales desde el punto de vista de la ingeniería, ya que es segura, funcional y económica. Desde la perspectiva arquitectónica es funcional, ya que los espacios destinados para

cada una de las actividades desarrolladas en ellos son los más adecuados.

Para el calculo de las cargas transmitidas por la estructura al terreno de cimentación, el reglamento de construcción para el D.F. norma las- construcciones a través de lo siguientes artículos debiéndose tomar en cuenta lo siguiente:

- El artículo 196 nos señala que se deben considerar cargas muertas, siendo estas los pesos de todos los elementos constructivos, de los acabados y de todos los elementos que ocupan una posición permanente y tienen un peso que no cambia sustancialmente con el tiempo.

Para la evaluación de las cargas muertas se emplearan las dimensiones especificadas de los elementos constructivos y los pesos de los materiales.

Pesos de los materiales por utilizar:

Concreto reforzado	2400 KG/m <sup>3</sup>
Tabicón ligero	900 KG/m <sup>3</sup>
Mortero de yeso	1500 KG/m <sup>3</sup>
Muro divisorio	40 KG/m <sup>2</sup>
Entortado	1500 KG/m <sup>3</sup>
Impermeabilizante	500 KG/m <sup>3</sup>
Ventanas	20 KG/ml
Losa (Incluyendo acabados)	630 KG/m <sup>2</sup>

- El artículo 198, señala que se deberán considerar las cargas vivas, siendo estas las fuerzas que se producen por el uso y ocupación de las construcciones y que no tienen carácter permanente a menos que se justifiquen.

En la pagina siguiente se indican los valores correspondientes a las cargas transmitidas por cada castillo a la cimentación. Estos castillos presentan una sección de 15x15 cm.

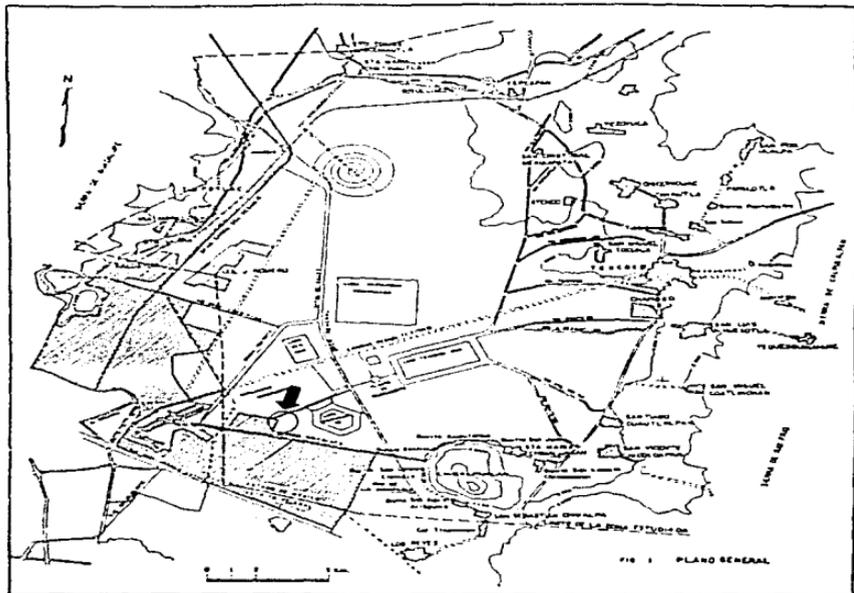
El esfuerzo medio transmitido, (Incluyendo un 10% de la carga total de la estructura para el peso de la cimentación) al nivel de desplante es de:

$$\begin{aligned} W \text{ Estructura} &= 211.00 \text{ Ton} \\ W \text{ Cimentación} &= \frac{51.75 \text{ Ton}}{262.75 \text{ Ton}} \end{aligned}$$

Area de construcción 99.55 m<sup>2</sup>  
262/99.55 = 2.64 Ton/m<sup>2</sup>

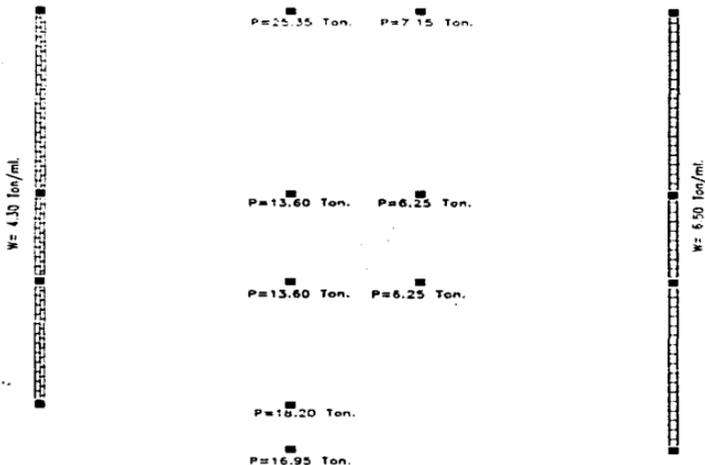
El esfuerzo medio final = 2.64 Ton/m<sup>2</sup>

# CROQUIS DE LOCALIZACION.

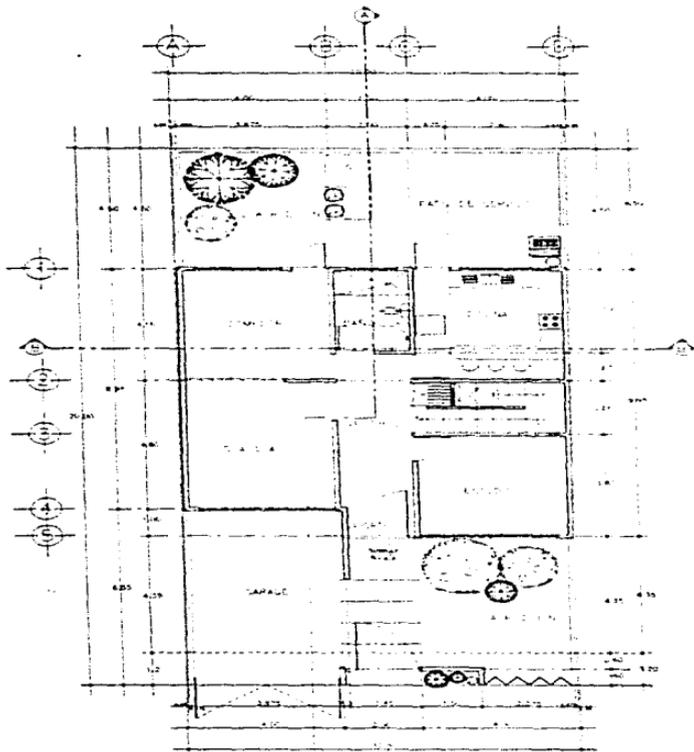


CARGAS MAXIMAS PARA CIMENTACION EN  
TON.

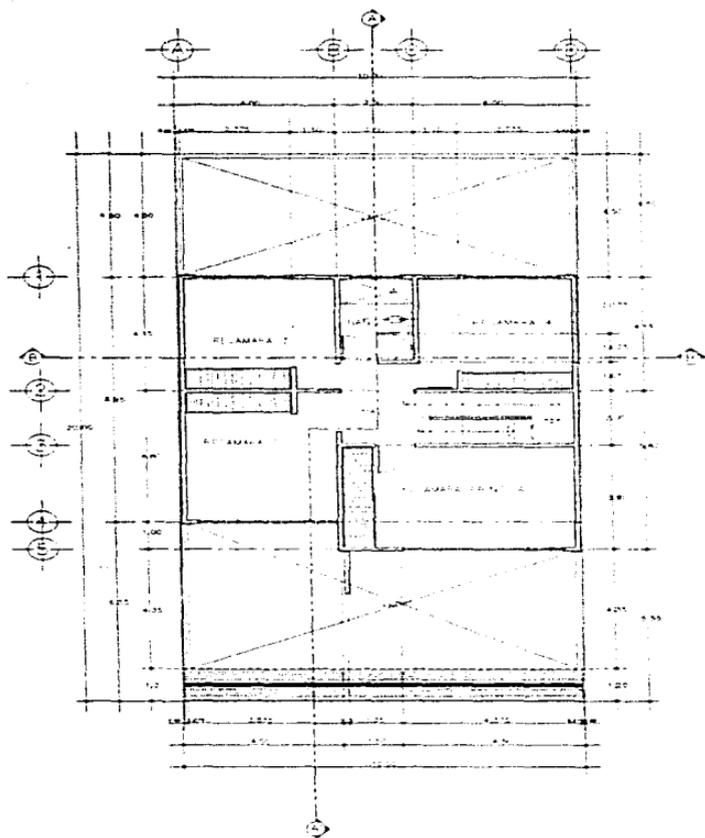
NOTA: SIN FACTOR DE CARGA.  
SUMATORIA DE CARGAS= 211 Ton.



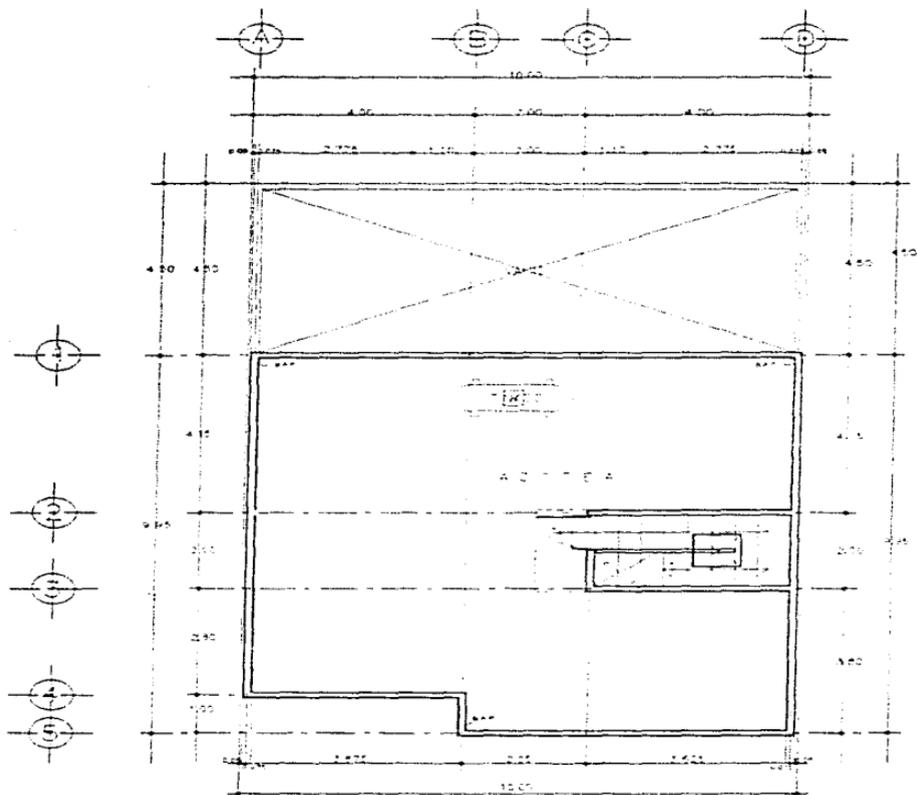
PLANTA LOSA DE CIMENTACION.  
DISTRIBUCION DE CARGAS.



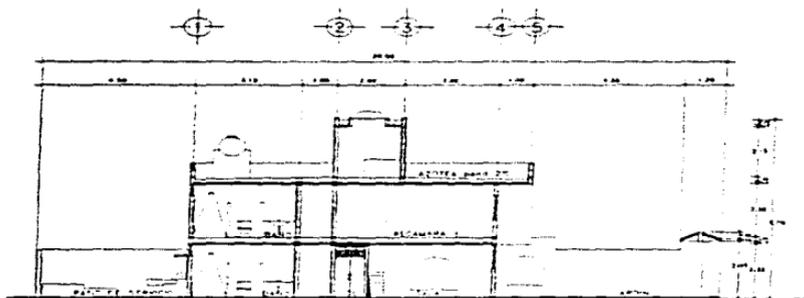
PLANTA BAJA



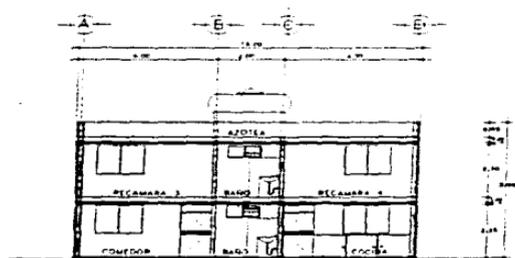
PLANTA ALTA



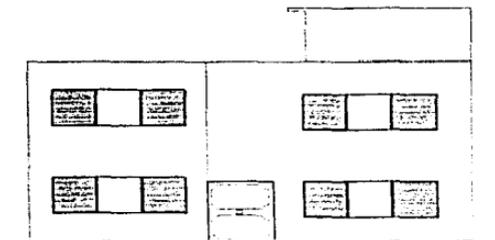
PLANTA AZOTEA.



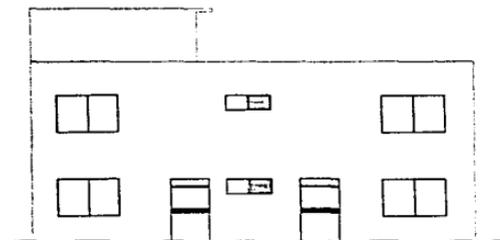
CORTE LONGITUDINAL A-A'



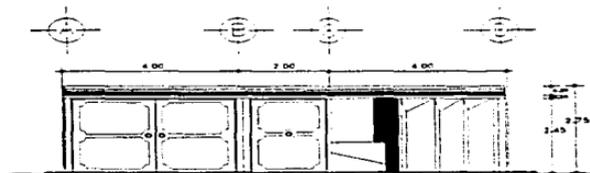
CORTE LONGITUDINAL B-B'



FACHADA PRINCIPAL.



FACHADA POSTERIOR



FACHADA EXTERIOR.

### **1.3. Tipos de Cimentación Más Usuales.**

Los motivos que inducen al diseño de un cimiento son:

- 1.- Transmitir los esfuerzos de la superestructura hasta el suelo; distribuyéndolos de modo que no excedan la capacidad de carga portante del suelo.
- 2.- Ser lo suficientemente resistente para que el cimiento sometido a cargas verticales no fallen por cortante.
- 3.- Por soportar los esfuerzos de flexión que produce la reacción del suelo. Si el cimiento no tiene un gran espesor, será necesario disponer de armaduras en la parte inferior para que estas absorban las tensiones ahí producidas.
- 4.- Evitar que el cimiento quede apoyado una parte sobre suelo blando y otra sobre roca.
- 5.- Soportar la agresión de compuestos que se encuentran en el suelo o en agua contenida en este y si esta existe, soportar la presión producida por ella.

#### **1.3.1. Cimentaciones Superficiales.**

Las cimentaciones superficiales son todas aquellas estructuras que no requieren de una gran profundidad para desplantarse. Se dice que una cimentación es superficial cuando su profundidad de desplante no es mayor a dos veces el ancho de la cimentación. En su conjunto las cimentaciones superficiales se pueden clasificar en zapatas aisladas, zapatas corridas, lozas de cimentación, y cajones de cimentación. Los materiales empleados en la construcción de este tipo de estructuras suelen ser: mampostería, concreto simple y concreto reforzado. Se utilizan

cuando se tienen suelos con buena resistencia al corte y las cargas con aceptables (permisibles) para el suelo del que se trate.

#### Zapatas aisladas.

Es un elemento para reducir la presión de contacto sobre el suelo a la máxima admisible, su forma geométrica por lo general es cuadrada, aunque también pueden ser rectangulares o circulares y casi siempre soportan la descarga de una columna.

Se recomienda utilizar este tipo de cimentaciones en suelos de baja compresibilidad, generalmente están hechos de concreto reforzado, para soportar las reacciones del suelo y la carga que le está siendo transmitida

Cuando la sumatoria de las secciones transversales de las zapatas aisladas sea mayor al 30% del área construida o los asentamientos no sean satisfactorios (mayores a los permisibles), será conveniente utilizar las zapatas corridas.

#### Zapatas corridas.

Es un cimiento continuo que soporta ya sea a un muro de carga o bien a tres o más columnas colocadas en línea recta. Este tipo de cimentación se emplea por los siguientes motivos:

- 1.- Para dar continuidad estructural.
- 2.- Para lograr economía en la construcción.

Cuando los cimientos aislados son grandes y están muy próximos entre si y se encuentran en la misma dirección, se pueden combinar para formar una viga continua de poca altura que ara la misma función y distribuirá mejor los esfuerzos de las zapatas aisladas.

El material más común para la fabricación de este tipo de cimentación es el concreto simple o concreto armado, aunque también es muy común fabricarlos con piedra brasa.

Cuando se tengan zapatas corridas muy anchas debido a la descarga, y el área de la zapatas corridas sea mayor al 50% del área construida o bien, un suelo comprensible con una baja capacidad de carga, se recomienda usar losas o cajones de cimentación.

#### Losas de Cimentación.

Consisten en soportar todo el edificio sobre una losa de concreto armado, extendida en una superficie tal que tomando la carga total que transmite el edificio.

Este tipo de cimentación proporciona la máxima área de cimentación para un espacio determinado y la mínima presión en la cimentación y por lo tanto la máxima seguridad contra la falla del suelo.

Si los estratos comprensibles son de espesores muy pequeños y están situados a una baja profundidad este tipo de cimentación reduce al mínimo los asentamientos; sin embargo, si estos estratos se encuentran a una profundidad considerable los asentamientos que se presenten serán mayores y tal vez rebasen los permisibles.

Las losas de cimentación al igual que las zapatas corridas tiene, la ventaja de salvar pequeñas áreas aisladas de suelo débil.

Un estudio comparativo de los costos indican que cuando los cimientos aislados o zapatas corridas cubren más de la mitad o las dos tercera partes del área del edificio o estructura en cuestión la losa de cimentación suele ser más barata. La cimentación sobre losa se emplea cuando hay que resistir subpresión, por el peso del edificio o estructura sirve para contrarrestarla.

### **I.3.2. Cajones de Cimentación.**

Cuando la capacidad de carga del suelo es muy pequeña y el peso de la estructura importante, puede suceder que el terreno del que disponemos no tenga superficie suficiente como para construir una losa que distribuya la carga; en tal caso es recomendable construir un cajón de cimentación.

Este tipo de estructura puede ser parcial o totalmente compensado según las necesidades y la economía del proyecto, esto se logra al desplantar a una profundidad tal que el peso de suelo excavado sea casi igual al de la estructura, de tal manera que la presión de contacto que transmita la cimentación será nula o baja. Teóricamente los asentamientos no se deben dar, ya que el terreno no recibe una sobre carga en el caso de un cajón totalmente compensado, sin embargo, como el proceso de carga no es simultáneo con el de descarga, resultado de la excavación, tiene lugar expansiones en el fondo de esta.

La compensación se puede dar teóricamente como:

- 1.- Peso de la excavación menor que el peso de la estructura-compensación parcial.
- 2.- Peso de la excavación igual al peso de la estructura-compensada.
- 3.- Peso de la excavación mayor que el peso de la estructura-sobrecompensación.

### **I.1.3. Cimentaciones Profundas.**

Cuando los estratos superiores no tienen la capacidad de carga suficiente para el desplante de una estructura se requiere

entonces disponer de la resistencia de estratos a mayor profundidad por medio de elementos estructurales como pueden ser pilotes, pilas, cilindros, cajones de cimentación.

**Pilotes.**

Son elementos estructurales muy esbeltos con secciones transversales que van de 0.30 a 1.00 metros de diámetro aunque generalmente se utilizan de 0.30 a 0.60 metros.

El material con el que se fabrican usualmente es concreto simple o armado, aunque también hay de madera y acero, por su forma de trabajo los pilotes se clasifican como de punta, de fricción y mixtos.

**Pilotes de Punta.**

Este tipo de cimentación se utiliza cuando se desea transmitir la carga a un estrato más resistente que se encuentra a mayor profundidad para que ahí sea apoyado. De los conocimientos adquiridos (teórico-práctico) en el área de mecánica de suelos se ha demostrado que no se presenta pandeo por falta de confinamiento lateral aún en los pilotes hincados en los suelos más blandos.

Algunos de los problemas más comunes que se presentan en las cimentaciones realizadas con pilotes de punta, se deben que al encontrarse apoyados en un estrato de suelo no consolidable y resistente este permanece fijo con respecto a los suelos blandos que tienden a bajar a lo largo del fuste del pilote, este deslizamiento del suelo blando produce esfuerzos de fricción, estos al ser en sentido descendente, sobrecargan al pilote al adherirse el material de su contorno. El fenómeno mencionado se le denomina fricción negativa. Es sumamente importante tomar en cuenta esta manifestación del suelo debido a que es una de los problemas más comunes de cimentaciones realizadas con este tipo de pilotes hincados sobre depósitos arcillosos, presentándose un proceso de consolidación, pudiendo ser este por efecto de la extracción del agua del subsuelo, o por la aplicación de alguna

carga transmitida al suelo, como puede ser algún tipo de estructura construida sobre este terreno.

#### **Pilotes de Fricción.**

Los pilotes de fricción son aquellos que se encuentran enbebidos totalmente en material blando, de tal forma que su resistencia proviene casi exclusivamente de la adherencia que se produce en el fuste del pilote, en el caso de suelos cohesivos o de la fricción entre suelo y pilote, en el caso de los suelos friccionantes. Al ser hincados, este tipo de pilotes en arcilla blanda se produce un remoldeo disminuyendo su resistencia al esfuerzo cortante por la perturbación de la estructura de las arcillas producido por la hincada de los pilotes.

#### **Pilas.**

Las pilas de cimentación debido a sus dimensiones prohíben su hincada a golpes por lo que se preexcava a mano o con maquinaria especial, son utilizadas para transmitir grandes cargas al terreno y principalmente en terrenos de baja compresibilidad y a grandes profundidades, sus dimensiones varían entre uno y tres metros de diámetro, por o regular son coladas IN-SITU y trabajan por punta.

#### **Cilindros de Cimentación.**

Los cilindros son secciones circulares de concreto reforzado con diámetro generalmente de entre 3 y 6 metros que se construyen huecos; utilizados generalmente sobre suelos que presentan pequeños asentamientos y soportan grandes cargas.

## **CAPITULO II.- ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS**

### **II.1. Métodos de exploración y muestreo recomendados por el Reglamento de Construcción del Distrito Federal.**

El Reglamento de Construcciones clasifica en tres zonas el Valle de México como son:

1. Zona I (zona de lomas).
2. Zona II (zona de transición).
3. Zona III (zona de lago).

Nos enfocaremos a la zona tres debido a que el predio de interés se encuentra ubicado dentro de esta. El Reglamento de Construcciones del Distrito Federal recomienda los siguientes métodos de exploración y muestreo.

\*Limpieza y despalme del predio en interés para posterior detección de rellenos sueltos, grietas, galerías y otras oquedades mediante cualquier procedimiento.

\*Pozos a cielo abierto para determinar la estratigrafía y propiedades de los materiales, posición del NAF y definición de la profundidad de desplante.

\*Recuperación continua de muestras alteradas mediante sondeos de penetración estándar, estos sondeos deberán tener una profundidad mínima, a dos veces el ancho en planta de la estructura excepto cuando el estrato comprensible se encuentre a una profundidad menor, en cuyo caso, se considerará a esta como la profundidad de sondeo.

\*Se recomienda obtener una muestra inalterada a una profundidad de desplante de tres metros y realizar las pruebas de laboratorio adecuadas para obtener su resistencia, propiedades y características del suelo.

Para los estudios de mecánica de suelos realizados para definición de algún tipo de cimentación por lo general se utilizan los siguientes sondeos:

**Métodos de exploración preliminar.**

- Pozos a cielo abierto con muestreo alterado.
- Perforación con posteadora, barrenos helicoidales o métodos similares.
- Método de lavado.
- Método de penetración estándar.
- Método de penetración cónica.
- Perforación en boleos y gravas.

**Métodos de sondeos definitivos.**

- Pozos a cielo abierto con muestreo inalterado.
- Métodos con tubo de pared delgada.
- Método rotatorio para roca.

**Métodos geofísicos.**

- Sísmicos.
- De resistencia eléctrica.
- Magnético y gravimétrico.

**II.1.1 Características estratigráficas y físicas del subsuelo.**

El predio de interés se encuentra situado al Norte de la Ciudad de México, en las zonas aledañas del antiguo Lago de Texcoco y denominada zona tres de acuerdo al Reglamento de Construcción del Distrito Federal.

La topografía de la zona es prácticamente plana, excepto en la colindancia poniente donde se tiene construido un bordo que actualmente aloja un drenaje en proceso de construcción. El panorama de la vegetación se encuentra compuesta en el Ex-Vaso por pastizales halófitos inducidos y naturales. Existen grandes áreas sin cobertura vegetal, con algunas zonas de inundación permanente y otras de régimen estacional de mayor magnitud.

En el Lago de Texcoco que funciona como vaso regulador, descargan rios torrenciales por el este y los rio de aguas negras de los Remedios, la Compañía y Churubusco, de régimen permanente, por el oeste y sur.

De acuerdo con los estudios realizados, las formaciones superiores del subsuelo en la zona del Ex-Vaso de Texcoco, son similares en su origen y propiedades a los que se localizan bajo la Ciudad de México, pudiendo distinguirse las siguientes formaciones:

Superficial, arcillosa superior, capa dura, arcillosa inferior y depósitos profundos.

## **II.2. Exploración y muestreo efectuados.**

Para determinar las características estratigráficas y físicas de los materiales que conforman el subsuelo del sitio de interés se realizó la excavación de siete pozos a cielo abierto a 3.00 metros de profundidad o hasta el contacto con el nivel de aguas freáticas. En los pozos excavados se obtuvieron muestras inalteradas de los materiales representativos y se registro la estratigrafía de las paredes de los pozos mediante técnicas de clasificación de campo.

De los pozos a cielo abierto fueron obtenidas muestras cúbicas inalteradas, las cuales fueron protegidas para evitar la pérdida de

humedad, y enviadas al Campus Aragón para la realización de las pruebas de laboratorio, donde, de dichas pruebas se obtendrán las características anteriormente mencionadas.

Igualmente se obtuvieron muestras alteradas representativas de los materiales que constituyen a los depósitos superficiales del subsuelo, con el objeto de determinar la factibilidad de utilizarlos como relleno o mejorarlos en función de los resultados que arroje las pruebas de laboratorio realizadas.

### **II.3. Pruebas de Laboratorio recomendadas por el Reglamento de Construcciones del Distrito Federal.**

Para la determinación de las propiedades y características físicas del suelo las pruebas de laboratorio que generalmente se realizan son:

- Granulométrica.
- Pruebas índice (determinación de los límites de consistencia)
- Densidad de sólidos.
- Consolidación unidimensional.
- Resistencia al esfuerzo cortante.
- Prueba de comprensión simple.
- Prueba de comprensión triaxial.
- Prueba de compactación.
- Proctor.
- Proctor modificada.

Para una adecuada interpretación de resultados obtenidos en las pruebas de laboratorio realizadas en cualquier estudio de mecánica de suelos es importante que el ingeniero cuente con suficientes conocimientos teórico-prácticos.

#### **II.4. Pruebas de laboratorio efectuadas y resultados obtenidos.**

A las muestras representativas alteradas obtenidas de los depósitos superficiales, una vez identificadas y protegidas correctamente se realizaron las siguientes pruebas de laboratorio.

A) Determinación de las propiedades índice.

A las muestras obtenidas de los pozos a cielo abierto se les realizaron las siguientes pruebas:

- Clasificación visual y al tacto, en húmedo y seco.
- Contenido natural de humedad.
- Pesos volumétricos.
- Límites de Atterberg.
- Densidad de sólidos.

Estas pruebas permiten la identificación y clasificación de los suelos de acuerdo a los criterios establecidos en la mecánica de suelos, como son, el S.U.C.S (Sistema Unificado de Clasificación de Suelos), así como el conocimiento físico del mismo.

Límites de plasticidad y humedad natural.

Dependiendo de las características del suelo que se encuentren en una determinada zona de estudio, se obtendrán los límites líquido y plástico, ya que existen suelos que al ser remoldeados cambiando su contenido de agua adquieren una consistencia característica pudiendo estar en un estado líquido o en un estado plástico. El límite de contracción es importante ya que podremos determinar cambios de volumen en un estado del suelo seco y uno húmedo. El objetivo de la realización de pruebas de laboratorio para la obtención de estas características del suelo son principalmente; la identificación y la clasificación de los

suelos. El límite líquido puede utilizarse para analizar asentamientos cuando se tienen problemas de consolidación.

Para determinar las propiedades anteriores se propuso que el límite líquido se definiera arbitrariamente como el contenido de humedad del cual una masa de suelo húmedo colocado en un recipiente en forma de cápsula de bronce separada en dos por la acción de un ranurador para realizar una ranura patrón, y dejada caer desde una altura de un centímetro, sufra después de dejarla caer 25 veces una falla o cierre de la ranura en una longitud de 12.7 milímetros, para controlar la velocidad de golpeado del recipiente, se debe de rotar la manivela a una velocidad aproximada de 120 golpes por minuto.

El límite plástico se obtendrá de la formación de cilindros de suelo; se efectúa un rolado sobre una placa de vidrio, cuando el cilindro llega a 3 milímetros se doblan y presionan formando una pastilla que vuelve a rolarse hasta que se rompe o se resquebraja pudiendo determinar de esta forma su contenido de agua en este momento conocido, como límite plástico.

#### Determinación del contenido de humedad.

Esta característica del suelo es la determinación de la cantidad de agua contenida en una determinada porción de suelo en términos de su peso seco, definida por:

$$w = \frac{W_w}{W_s} 100$$

Donde:

$W_w$  = peso del agua presente en la masa de suelo.

$W_s$  = Peso de los sólidos en el suelo.

La obtención de los resultados en las pruebas realizadas a las muestras obtenidas se presentan en las tablas siguientes.

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**  
**ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES ARAGON**  
**LABORATORIO DE GEOTECNIA**

**LIMITES DE PLASTICIDAD Y HUMEDAD NATURAL**

Obras	Construcción para una Casa Habitación de dos niveles	Fecha	6 de marzo de 1966
Localización	Calle del Sol, Ciudad Nezahualcoyotl, Estado de México	Estado	Estado Libre Soberano
Construcción	P. 17 X 1	Condición	Condición Cuadrado Regular
Ensayo Num.	1	Nombre	Estado Libre Soberano
Alumbré Num.	1	Condición	Condición Cuadrado Regular
Profundidad	1.8 mts		
Descripción	Determinación de los límites de consistencia en Atterberg		

**LIMITE LIQUIDO**

Prueba Num.	Capacidad Num.	Numero de Golpes	Peso (Gramos) (Seco + Humedo)	Peso (Gramos) (Seco Solo)	Peso de Agua (Humedad)	W (%)	Peso de la Arena (g)	Peso de la Arena (g)	Contenido de Agua (%)
			(W)	(W)	(W)	(W)	(W)	(W)	(W)
1	1	12	76.60	69.57	7.03	9.19	16.47		43.12
2	2	15	69.57	66.32	3.25	4.68	2.20		43.27
3	3	12	68.16	63.65	4.51	6.62	10.48		43.15
<b>Límite líquido=</b>									<b>43.12</b>

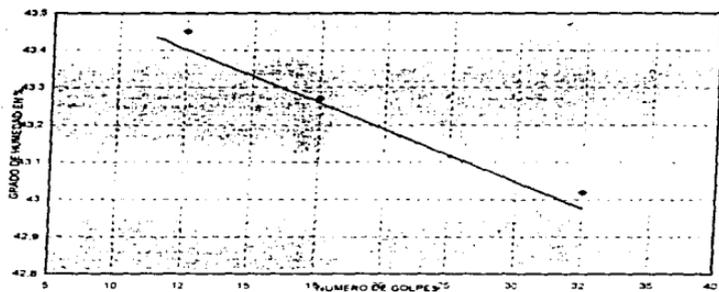
**LIMITE PLASTICO**

1	4		40.54	37.94	2.60	6.44	18.50	6.00	18.20
<b>Límite Plástico=</b>									<b>18.20</b>

**HUMEDAD NATURAL**

1	3		62.18	59.67	2.51	4.04	4.06		6.51
<b>Contenido Natural de Humedad=</b>									<b>6.51</b>

### LIMITE LIQUIDO



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**  
**ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES ARAGÓN**

**LABORATORIO DE GEOTECNIA**

**LIMITES DE PLASTICIDAD Y HUMEDAD NATURAL**

Obra	Construcción para una Casa Habitación de dos niveles	Fecha	6 de marzo de 1966
Localización	Cad. del Sur (Calleidad Nezahualcoyotl) Ed. de México	Operador	Esteban Javier Flores y Gomez
Sondajeo Num.	3, 4, 1	Clasificación	Clasificación Cuaternaria E-3, arena
Empuje Num.	2	Técnico	Esteban Javier Flores y Gomez
Muestra No.	1		Clasificación Cuaternaria E-3, arena
Profundidad	2.4 mts.		
Descripción	Determinación de los límites de consistencia de Atterberg		

**LIMITE LIQUIDO**

Probeta Num.	Capítulo Num.	Numero de golpes	Peso (aproximado) Suelo/Humedad (%)	Peso (aproximado) Suelo Seco (%)	Peso de la parte Humida (%)	peso del agua (%)	Peso del Suelo Seco (%)	Wetness de Agua (%)
1	6	17	53.7 g	51.4%	0.96	52.7%	0.47	103.2%
2	7	14	62.3 g	58.2%	0.62	58.3%	4.9%	82.5%
3	8	14	74.1 g	66.3%	1.47	67.6%	7.0%	102.0%
<b>Límite Líquido=</b>								<b>92.9%</b>

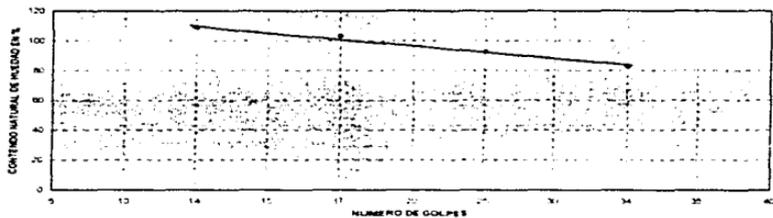
**LIMITE PLASTICO**

1	9		58.721	54.72	11.38	47.34	7.38	54.21
<b>Límite Plástico=</b>								<b>54.21</b>

**HUMEDAD NATURAL**

1	10		88.535	72.81	35.07	53.47	19.34	81.31
<b>Contenido Natural de Humedad=</b>								<b>81.31</b>

LIMITE LIQUIDO



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**  
**ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES ARAGÓN**  
**LABORATORIO DE GEOTECNIA**

**LIMITES DE PLASTICIDAD Y HUMEDAD NATURAL**

Obras	Cimentación para una casa Habitada, con de dos niveles	Técnica	de ensayos de campo
Localización	Calle 41 de Septiembre, Ciudad Nezahualcóyotl, Estado de México	Operador	Esteban Javier Flores Gómez
Sondeo Num.	P. C. A. 1		Coordinador Operativo y Administrativo
Ensayo Num.	1	Analista	Esteban Javier Flores Gómez
Muestra Num.	1		Coordinador Operativo y Administrativo
Profundidad	3.10 mts.		
Descripción	Determinación de los límites de consistencia y de Atterberg		

**LIMITE LIQUIDO**

Prueba Num.	Consul. Num.	Numero de Clapnet	Peso (aproxim.) Suelo Humedo PP	Peso (aproxim.) Suelo Seco SP	Peso del Suelo Humedo SP	Peso de la Agua PP	Peso del Suelo Seco SP	Contenido de Agua, % PP
1	11	23	84.213	72.83	30.81	53.21	19.62	57.50
2	12	31	116.657	84.24	47.28	53.18	30.90	43.09
3	13	13	96.728	72.48	47.51	47.27	30.21	64.85
<b>Límite Líquido=</b>								<b>56.00</b>

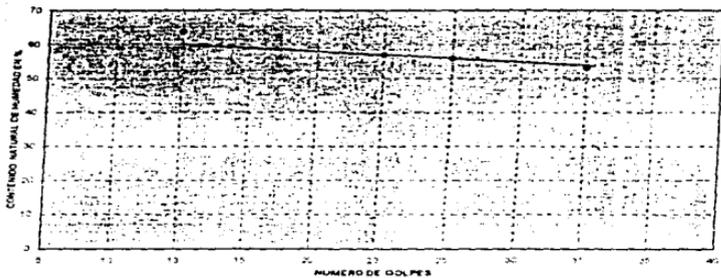
**LIMITE PLASTICO**

1	14		69.912	63.28	22.55	47.36	15.92	41.60
<b>Límite Plástico=</b>								<b>41.60</b>

**HUMEDAD NATURAL**

1	15		98.239	81.25	44.17	53.87	27.38	62.05
<b>Contenido Natural de Humedad=</b>								<b>62.05</b>

LIMITE LIQUIDO



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**  
**ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES ARAGÓN**  
**LABORATORIO DE GEOTECNIA**

**LIMITES DE PLASTICIDAD Y HUMEDAD NATURAL**

Obras:	Construcción para una Casa Habitación de dos niveles	Fecha:	7 de marzo de 1966
Localización:	Cd. el Nido, Ciudad Nezahualcóyotl, Edo. de México	Operador:	Humberto Flores Gómez
Nombre Alumno:	Dr. C. A.	Cooperador:	Guillermo Cuervos I. Acuña
Ensayo Num.:	1	Asesor:	Humberto Flores Gómez
Muestra No.:	1		Guillermo Cuervos I. Acuña
Profundidad:	1.10 mts		
Descripción:	Determinación de los límites de consistencia de Arcillas		

**LÍMITE LÍQUIDO**

Fuente Num.	Cantidad Num.	Número de golpes	Peso Original + Peso Humido gr	Peso Original + Peso Seco gr	Peso de Torno Humido gr	Peso de la Tapa gr	Peso del Jarro Seco gr	Contenido de Agua (%) %
1	20	10	97.147	83.27	41.82	51.81	29.44	47.81
2	10	20	97.532	80.31	41.57	51.28	27.71	62.68
3	10	12	109.463	95.84	46.21	51.28	32.19	74.32
Límite Líquido =								47.50

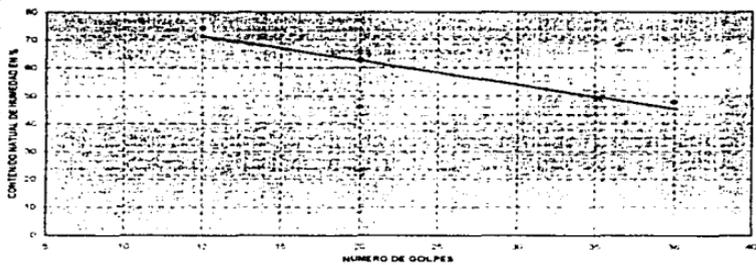
**LÍMITE PLÁSTICO**

1	10		92.132	76.44	44.74	47.18	29.06	54.00
Límite Plástico =								54.00

**HUMEDAD NATURAL**

1	20		63.687	62.36	10.12	51.57	8.79	15.10
Contenido Natural de Humedad =								15.10

LIMITE LIQUIDO



ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES ARAGON  
LABORATORIO DE GEOTECNIA

**LIMITES DE PLASTICIDAD Y HUMEDAD NATURAL**

Objeto:	Completación para una Casa Habitación de dos niveles	Fecha:	7 de marzo de 1976
Localización:	Ciudad de San Salvador, C.A. (Calle de México)	Proyecto:	Hogar Javier Flores Gomez
Sondeo Num:	2	Estado:	Guatemala y Caceres, Guatemala
Muestra Num:	1	Autore:	Hogar Javier Flores Gomez
Profundidad:	2.10 mts	Analisis:	Guatemala y Caceres, Guatemala
Descripción:	Determinación de los límites de consistencia de Atterberg		

**LIMITE LIQUIDO**

Prueba Num.	Unidad Test	Numero de Casos	Pres. Líquida - Suave (Humedad) LF	Pres. Líquida - Dura (Suave) LF	Pres. de Suave Humedad LF	Pres. de Dura Suave LF	Pres. de Suave Dura LF	Pres. de Dura Suave LF	W <sub>L</sub> (%)
1	21	1	92.714	78.42	46.59	52.94	27.48	84.57	
2	21	1	118.578	84.21	51.93	51.93	40.38	70.94	
3	21	1	100.675	71.72	41.74	47.24	27.56	80.37	
<b>Límite Líquido =</b>									<b>76.35</b>

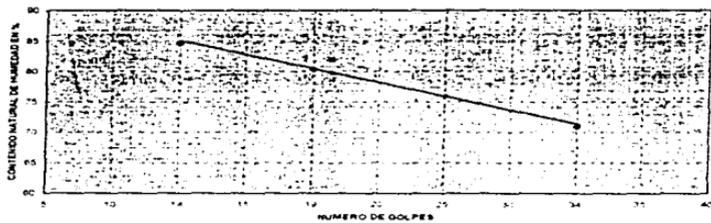
**LIMITE PLASTICO**

Prueba Num.	Unidad Test	Numero de Casos	Pres. Líquida - Suave (Humedad) LF	Pres. Líquida - Dura (Suave) LF	Pres. de Suave Humedad LF	Pres. de Dura Suave LF	Pres. de Suave Dura LF	Pres. de Dura Suave LF	W <sub>P</sub> (%)
1	24	1	114.325	92.41	66.47	47.54	44.57	49.17	
<b>Límite Plástico =</b>									<b>49.17</b>

**HUMEDAD NATURAL**

Prueba Num.	Unidad Test	Numero de Casos	Pres. Líquida - Suave (Humedad) LF	Pres. Líquida - Dura (Suave) LF	Pres. de Suave Humedad LF	Pres. de Dura Suave LF	Pres. de Suave Dura LF	Pres. de Dura Suave LF	W <sub>N</sub> (%)
1	25	1	80.794	76.83	27.52	51.28	23.57	16.75	
<b>Contenido Natural de Humedad =</b>									<b>16.75</b>

LIMITE LIQUIDO



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**  
**ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES ARAGÓN**  
**LABORATORIO DE GEOTECNIA**

**LIMITES DE PLASTICIDAD Y HUMEDAD NATURAL**

Obra	Construcción para una Casa Habitacional de dos niveles	Fecha	7 de marzo de 1966
Localización	Cd. el Sol, Ciudad Nacional, Est. de México	Operador	Humberto Flores Salazar
Sondeo Num.	N.º 1 A 2	Clasificación	Clasificación Cuaternaria No. 2000000
Espeque Num.	1	Localidad	Clasificación Cuaternaria No. 2000000
Muestra No.	1	Clasificación Cuaternaria No. 2000000	
Profundidad	1.20 mts.		
Descripción	Determinación de los límites de consistencia de Arcillas y		

**LIMITE LIQUIDO**

Prueba Num.	Consen. Num.	Numero de Golpes	Pres. Líquida - Número Humectado	Pres. Líquida - Número Seco	Pres. del Suelo - Humectado	Pres. del Suelo - Seco	Pres. del Suelo - Seco	Contenido de Agua (%)
			97	97	97	97	97	%
1	26	22	113.022	84.36	59.67	53.1*	51.01	92.43
2	27	18	131.782	90.44	84.32	47.46	42.98	96.19
3	28	30	120.784	85.91	67.92	43.18	35.78	83.69
<b>Límite Líquido=</b>								<b>90.44</b>

**LIMITE PLASTICO**

1	29		116.035	95.43	61.21	52.81	42.60	48.37
<b>Límite Plástico=</b>								<b>48.37</b>

**HUMEDAD NATURAL**

1	30		105.247	81.44	57.97	47.38	54.06	69.90
<b>Contenido Natural de Humedad=</b>								<b>69.90</b>

LIMITE LIQUIDO



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO**  
**ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES ARAGON**  
**LABORATORIO DE GEOTECNIA**

**LIMITES DE PLASTICIDAD Y HUMEDAD NATURAL**

Obras	Carretera sin pavimentar para zona Urbana Habaguanay de dos niveles	Fecha	8 de marzo de 1968.
Localización	Ciudad de San Cristóbal de las Casas, Chiapas, México	Terreno	Terreno plano
Sondeo Num.	11	Carretera	Carretera a carretera de pavimentación
Ensayo Num.	1	Altura	10 metros
Muestra Num.	1	Carretera	Carretera a carretera de pavimentación
Profundidad	1.70 metros		
Descripción	Determinación de los límites de consistencia de este material		

**LIMITE LIQUIDO**

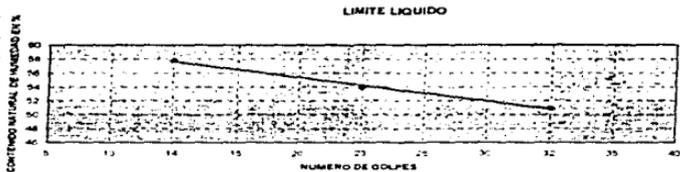
Prueba Num.	Capacidad Num.	Numero de Cargas	Presión Líquida a Suelo Humedo (PS)	Presión Líquida a Suelo Seco (SS)	Presión de Saturación (Humedad)	Presión de la Capa (PS)	Presión del Suelo (SS)	Coeficiente de Retención de Agua (%)
1	11	23	74.211	79.85	41.662	53.22	27.61	51.23
2	12	14	58.763	62.36	44.561	43.66	23.49	52.56
3	13	12	52.762	57.44	46.91	52.78	24.46	50.96
<b>Límite Líquido =</b>								<b>51.14</b>

**LIMITE PLASTICO**

11	14		68.386	64.11	53.35	35.57	10.98	36.94
<b>Límite Plástico =</b>								<b>36.94</b>

**HUMEDAD NATURAL**

11	33		89.688	77.81	32.71	31.36	24.47	46.13
<b>Contenido Natural de Humedad =</b>								<b>46.13</b>



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**  
**ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES ARAGÓN**

**LABORATORIO DE GEOTECNIA**

**LIMITES DE PLASTICIDAD Y HUMEDAD NATURAL**

Otro:	Comenzaron para una Casa Habitación de cinco niveles	Fecha:	8 de marzo de 1966.
Localización:	Cd. el Sol, Ciudad Nezahualcoyotl, E. de México	Operador:	Orlando Jasso Flores (Asesor)
Sondeo Num.:	P. C. A. 3		Orlando Guerrero (Aspirante)
Ensaye Num.:	2	Anal. de:	Orlando Jasso Flores (Aspirante)
Muestra No.:	1		Orlando Guerrero (Aspirante)
Profundidad:	2.43 mts.		
Descripción:	Determinación de los límites de consistencia de Atterberg		

**LIMITE LIQUIDO**

Prueba Num.	Capacidad No. de golpes	Numero de golpes	Presión Líquida (gf/cm <sup>2</sup> )	Presión Líquida (gf/cm <sup>2</sup> )	Presión Líquida (gf/cm <sup>2</sup> )	Presión del Líquido (gf/cm <sup>2</sup> )	Presión del Líquido (gf/cm <sup>2</sup> )	Presión del Líquido (gf/cm <sup>2</sup> )
1	36	14	95.147	72.94	41.81	43.36	23.53	43.44
2	17	18	97.026	72.36	43.48	43.85	23.81	48.45
3	18	13	103.184	82.41	49.94	53.24	29.17	51.22
Límite líquido =								66.73

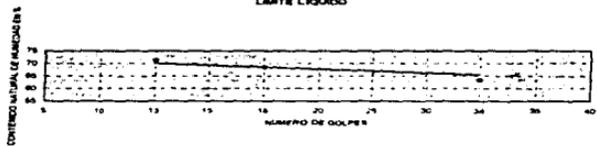
**LIMITE PLASTICO**

1	36		113.628	91.44	100.32	47.38	43.96	50.86
Límite Plástico =								40.86

**HUMEDAD NATURAL**

1	40		81.891	69.85	28.51	33.58	16.47	73.11
Contenido Natural de Humedad =								73.11

LMITE LIQUIDO



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO**  
**ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES ARAGON**  
**LABORATORIO DE GEOTECNIA**

**LIMITES DE PLASTICIDAD Y HUMEDAD NATURAL**

Objeto	Comunicación para una Casa Habitación de dos niveles	Fecha	8 de marzo de 1966
Localización	Cd. El Sol, Ciudad Nezahualcóyotl, Edo. de México	Operador	Diego Javier Flores Gomez
Sondeo Num.	P C A 3		Coordinador y profesor: E. Salazar
Ensayo Num.	1		Operario: Javier Flores Gomez
Muestra No.	1		Coordinador y profesor: E. Salazar
Profundidad	1.00 mts.		
Descripción	Determinación de los límites de consistencia de Arcilla		

**LIMITE LIQUIDO**

Prueba Num.	Contenido Hum.	% Líquido de la Arena	Peso Original + Tubo Humedad gr.	Peso Original + Tubo Seco gr.	Peso de Agua Evaporada gr.	peso de la Arena gr.	Peso de agua Seca gr.	Contenido de Agua en %.
1	41	18	117.747	92.310	25.437	51.37	48.66	65.16
2	42	12	116.678	91.460	25.218	51.94	37.46	67.48
3	43	10	102.621	83.35	19.271	53.22	30.13	61.97
<b>Límite Líquido=</b>								<b>63.18</b>

**LIMITE PLASTICO**

1	44		75.542	67.180	8.362	28.33	4.21	20.15	40.67
<b>Límite Plástico=</b>								<b>40.67</b>	

**HUMEDAD NATURAL**

1	45		90.85	72.44	18.41	51.32	19.12	96.27	
<b>Contenido Natural de Humedad=</b>								<b>96.27</b>	

CONTENIDO NATURAL DE HUMEDAD EN %

LIMITE LIQUIDO



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**  
**ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES ARAGÓN**  
**LABORATORIO DE GEOTECNIA**

**LIMITES DE PLASTICIDAD Y HUMEDAD NATURAL**

Obras	Construcción para una Casa Habitación de 4 dormitorios	Fecha	26 de marzo de 1966
Localización	Cd. el Sol, Ciudad Nezahualcoyotl, Jalisco de México	Proyecto	Hermanos Javier y María Contreras
Sondaje No.	30-17-A		Condición (estado) del material
Emplazamiento			Hermanos Javier y María Contreras
Muestra No.			Condición (estado) del material
Profundidad	1.50 mts.		
Descripción	Terminada en los límites de compactación de Proctor		

**LÍMITE LÍQUIDO**

Problema No.	Capas No.	Número de golpes	Vel. de caída Vel. Horizontal cm	Vel. de caída Vel. Vertical cm	Flujo de arena Humedad %	Vel. de la arena cm	Área de la arena cm <sup>2</sup>	Coeficiente de Aire No. %
1	4a	22	109.48%	87.12	57.24	53.24	46.08	24.50
2	4a	18	117.16%	84.21	64.02	52.16	41.88	22.08
3	4a	12	111.64%	86.18	57.99	49.92	33.43	21.16
<b>Límite Líquido=</b>								<b>55.18</b>

**LÍMITE PLÁSTICO**

1	4a		71.17%	65.48	17.82	53.31	12.11	46.82
<b>Límite Plástico=</b>								<b>46.82</b>

**HUMEDAD NATURAL**

1	5a		83.56%	74.36	37.11	53.45	20.91	44.01
<b>Contenido Natural de Humedad=</b>								<b>44.01</b>

# LIMITE LIQUIDO



**ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES ARAGÓN**  
**LABORATORIO DE GEOTECNIA**

**LIMITES DE PLASTICIDAD Y HUMEDAD NATURAL**

<b>Obras</b>	Construcción para una casa Habitación de dos plantas	<b>Fecha</b>	9 de marzo de 1966
<b>Localización</b>	Col. el Sol, Ciudad Nezahualcóyotl, Edo. de México	<b>Operador</b>	Hugo Javier Flores Coronel
<b>Sondeo Num.</b>	P. C. A. 4	<b>Equipos</b>	Cambray, Caserío y Mecanoma
<b>Ensayo Num.</b>	2	<b>Arriba</b>	Hugo Javier Flores Coronel
<b>Muestra No.</b>	1	<b>Abajo</b>	Guillermo Guerrero Escambray
<b>Profundidad</b>	1.10 mts.		
<b>Descripción</b>	Determinación de los límites de consistencia de Arcieros		

**LIMITE LIQUIDO**

Provee No.	Capas No.	Numero de golpes	Presión Vertical (T) (Tonos Húmedo)	Presión Vertical (T) (Tonos Seco)	Diámetro (mm) Húmedo	Diámetro (mm) Seco	Presión del Líquido (kg/cm <sup>2</sup> )	Presión del Líquido (Tonos)	Velocidad del Agua (cm <sup>2</sup> /seg)
			97	97	97	97			
1	51	10	115.40N	85.48	122.27	53.20	12.18	91.50	
2	52	11	115.40N	85.48	115.68	41.40	28.01	85.40	
3	54	21	123.77N	89.90	122.27	53.39	10.51	92.87	
<b>Límite Líquido=</b>									<b>80.30</b>

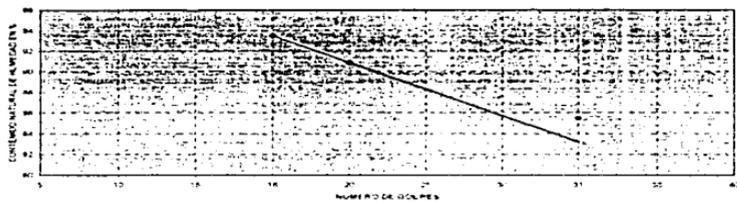
**LIMITE PLASTICO**

11	54		81.110	67.92	11.30	47.82	19.57	77.14	
<b>Límite Plástico=</b>									<b>70.14</b>

**HUMEDAD NATURAL**

11	55		94.433	74.27	47.02	47.41	26.86	75.07	
<b>Contenido Natural de Humedad=</b>									<b>75.07</b>

LMITE LIQUIDO



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO**  
**ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES ARAGON**  
**LABORATORIO DE GEOTECNIA**

**LIMITES DE PLASTICIDAD Y HUMEDAD NATURAL**

Obras	Cimentación para una Casa Habitación de dos niveles	Fecha	10 de marzo de 1966
Localización	Cd. de Sol. Unidad Nacional, Av. 2 de Mayo	Proy. de	Ing. Javier Flores Gomez
Sondaje Num.	N.º 4	Coordinador	Ing. Roberto Escobedo
Ensaye Num.	1	Asesor	Ing. Javier Flores Gomez
Muestra No.	1	Coordinador	Ing. Roberto Escobedo
Profundidad	2.10 mts.		
Descripción	Determinación de los límites de consistencia de Arcillas		

**LIMITE LIQUIDO**

Punto Num.	Velocidad Num.	Numero de Golpes	Presión aplicada (Total + Humedad) (gf)	Presión aplicada (Total + Seco) (gf)	Presión de Saturación (gf)	Velocidad de agua (cm)	Presión del Líquido (gf)	Coeficiente de flujo (cm <sup>2</sup> /seg)
1	59	25	3124.633	304.31	271.15	5.342	31.87	65.28
2	57	18	928.544	87.21	48.34	5.328	27.59	56.18
3	58	22	111.557	58.43	53.32	5.311	14.11	16.46
<b>Límite Líquido =</b>								<b>66.17</b>

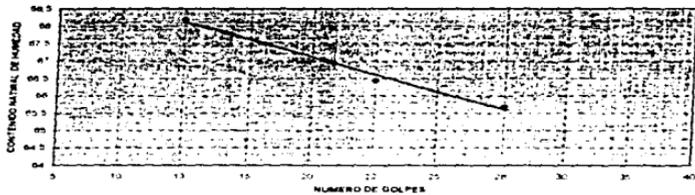
**LIMITE PLASTICO**

1	59		107.408	11.421	5.161	2.179	38.03	40.98
<b>Límite Plástico =</b>								<b>40.98</b>

**HUMEDAD NATURAL**

1	60		76.634	69.36	23.28	53.36	16.07	45.34
<b>Contenido Natural de Humedad =</b>								<b>45.34</b>

LIMITE LIQUIDO



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**  
**ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES ARAGÓN**

**LABORATORIO DE GEOTECNIA**

**LIMITES DE PLASTICIDAD Y HUMEDAD NATURAL**

Obra	Construcción para una Casa Habitación de dos niveles	Fecha	12 de marzo de 1966
Localización	Cd. el Sol, Ciudad Nezahualcóyotl, Estado de México	Operador	Hernán Jasso Flores Gómez
Sondeo Num	C-3-3	Clasificación	Clasificación Geotécnica Escarificada
Emplase Num	2	Operador	Hernán Jasso Flores Gómez
Alcance No	2	Clasificación	Clasificación Geotécnica Escarificada
Profundidad	2.80 mts		
Descripción	Determinación de los límites de consistencia y el contenido de agua		

**LIMITE LIQUIDO**

Prueba No.	Capacidad de Carga	Numero de Cargas	Peso de la muestra (g)	Peso de la muestra (g)	Peso de la muestra (g)	Wt. de agua (g)	Peso de la muestra (g)	Capacidad de Carga (kg)
1	6.1	15	107.72	74.82	49.79	53.22	210.60	112.50
2	6.2	12	122.63	85.41	69.19	53.45	31.96	116.48
3	6.1	15	106.842	79.43	53.72	53.12	26.21	104.97
<b>Límite Líquido =</b>								<b>108.70</b>

**LIMITE PLASTICO**

1	6.1		67.155	61.19	13.42	53.74	7.65	75.30
<b>Límite Plástico =</b>								<b>75.30</b>

**HUMEDAD NATURAL**

1	6.1		102.195	76.34	54.75	47.45	28.94	89.17
<b>Contenido Natural de Humedad =</b>								<b>89.17</b>

LIMITE LIQUIDO



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO**  
**ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES ARAGON**

**LABORATORIO DE GEOTECNIA**

**LIMITES DE PLASTICIDAD Y HUMEDAD NATURAL**

<b>Cobra:</b>	Comunicacion para una Casa Habitacion de dos niveles	<b>Fecha:</b>	11 de marzo de 1966
<b>Localizacion:</b>	Cd. de Sta. Ciudad Nezahualcoyotl, Edo. de Mexico	<b>Arquitecto:</b>	Ing. J. Javier Flores Gomez
<b>Sondeo Num:</b>	P. C. A. 7	<b>Geologo:</b>	Ing. Alberto Cuatrecasas Escamilla
<b>Ensayo Num:</b>	1	<b>Analista:</b>	Ing. J. Javier Flores Gomez
<b>Muestra No:</b>	1	<b>Analisis:</b>	Geotecnico Cuatrecasas Escamilla
<b>Profundidad:</b>	1.90 mts		
<b>Descripción:</b>	Determinacion de los limites de consistencia, c.a. de Atterberg		

**LIMITE LIQUIDO**

Planta No.	Capasa No.	Numero de Casquos	Peso (apenas + Carga Humida) gr	Peso (apenas + Seco, Seco) gr	Peso de Agua Humedad gr	W = (a-b)/c %	Peso del Suelo Seco gr	Contenido de Agua en % Wp
1	66	12	88.052	72.39	15.662	17.67	24.53	46.78
2	67	10	92.821	81.66	11.161	12.02	26.59	39.54
3	68	16	106.415	74.28	32.131	30.21	21.07	43.40
<b>Limite Liquido =</b>								<b>38.54</b>

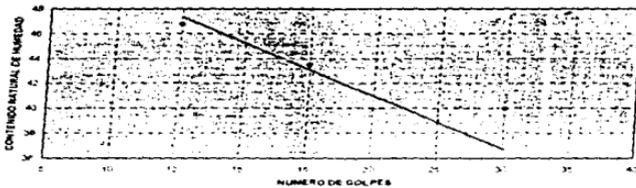
**LIMITE PLASTICO**

11	70		86.986	81.24	5.746	6.61	27.49	20.70
<b>Limite Plastico =</b>								<b>20.76</b>

**HUMEDAD NATURAL**

1	70		81.52	77.41	4.11	5.04	23.89	16.37
<b>Contenido Natural de Humedad =</b>								<b>16.37</b>

LIMITE LIQUIDO



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO**  
**ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES ARAGON**  
**LABORATORIO DE GEOTECNIA**

**LIMITES DE PLASTICIDAD Y HUMEDAD NATURAL**

<b>Obras:</b>	Comunicacion para zona C-200 y Estacionamiento de elevadores	<b>Fecha:</b>	13 de marzo de 1968
<b>Localización:</b>	Ciudad de México, Ciudad Nezahualcóyotl, Edo. de México	<b>Tecnicó:</b>	Hernán Javier Flores Carmona
<b>Sondeo Num:</b>	P. C. A. 6	<b>Asistente:</b>	Guillermo Cuatrecasas Escambrón
<b>Ensayo Num:</b>	2	<b>Muestreo:</b>	Hernán Javier Flores Carmona
<b>Alcántara No:</b>	1		
<b>Profundidad:</b>	1.10 mts		
<b>Descripción:</b>	Determinación de los límites de consistencia y de Atterberg		

**LIMITE LIQUIDO**

Prueba Num.	Capítulo Num.	Número de golpes	Peso de arena + líquido (gms)		Peso de arena + líquido (%)		Peso del líquido (gms)		Líquido de líquido (%)
			g	g	g	g	g	g	
1	71	36	161.2400	83.250	45.36	74.28	31.74	52.36	
2	72	15	89.250	46.16	41.56	48.72	27.88	72.21	
3	73	24	95.263	49.47	41.92	53.36	27.66	54.19	
<b>Límite Líquido=</b>									<b>54.12</b>

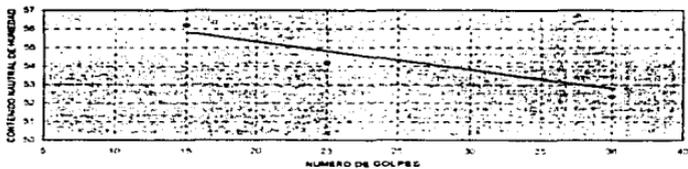
**LIMITE PLASTICO**

11	74		132.985	91.71	49.54	53.45	38.26	29.47	
<b>Límite Plástico=</b>									<b>29.47</b>

**HUMEDAD NATURAL**

11	75		94.550	82.56	41.01	53.34	30.02	36.61	
<b>Contenido Natural de Humedad=</b>									<b>36.61</b>

LIMITE LIQUIDO



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**  
**ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES ARAGÓN**

**LABORATORIO DE GEOTECNIA**

**LIMITES DE PLASTICIDAD Y HUMEDAD NATURAL**

Obras	Construcción para una Casa Habitación de dos niveles	Fecha	14 de marzo de 1966
Localización	Cd. El Sol, Ciudad Nezahualcóyotl, Est. de México	Operario	Francis Javier Flores Casero
Sondeo Num.	P. C. A. 7	Analista	Guillermo J. Guerrero Escamilla
Ensayo Num.	1	Operario	Francis Javier Flores Casero
Muestra No.	1	Analista	Guillermo J. Guerrero Escamilla
Profundidad	0.70 mts		
Descripción	Determinación de los límites de consistencia de Arcilla		

**LIMITE LIQUIDO**

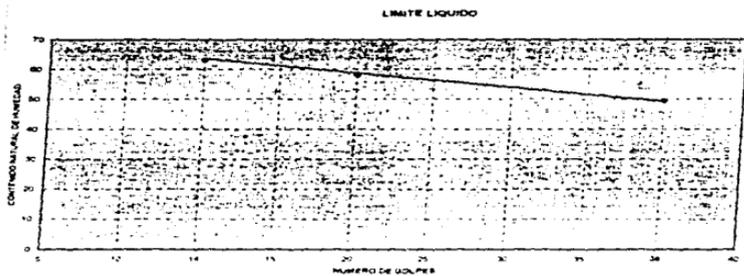
Prueba No.	Capacidad No.	Numero de golpes	Peso + agua + Tubo Humido gr	Peso Capota + Suelo seco gr	Peso de Suelo + Humido gr	W <sub>L</sub> de la prueba	Peso del tubo gr	Contenido de Agua (% %)
1	76	14	98.965	81.32	45.65	53.35	27.97	65.21
2	77	20	100.965	83.37	46.70	54.21	30.16	68.14
3	78	38	101.281	87.45	59.91	47.37	40.05	49.42
Límite líquido =								55.22

**LIMITE PLASTICO**

1	76		18.127	63.27	14.751	53.451	9.821	49.17
Límite plástico =								50.17

**HUMEDAD NATURAL**

1	80		71.184	67.46	12.82	53.56	14.10	40.60
Contenido Natural de Humedad =								40.60



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO**  
**ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES ARAGON**  
**LABORATORIO DE GEOTECNIA**

**LIMITES DE PLASTICIDAD Y HUMEDAD NATURAL**

Obra	Construcción para una Casa Habitacional de 4 cuartos	Fecha	14 de marzo de 1966
Localización	Cof. el Sur, Ciudad Neofitelmexicana, F. de M. Toluca	Operador	Hernán J. Flores Gómez
Sondeo Num.	17 - A - 2		
Emplazo Num.	2		
Muestra No.	1		
Profundidad	2.00 mts.		
Descripción	Determinación de los límites de consistencia de Atterberg		

**LIMITE LIQUIDO**

Prueba Num.	Capacidad Num.	Número de Golpes	Pres. Líquida - Suav. (H. g/cm <sup>2</sup> )	Pres. Líquida - Suav. (N/cm <sup>2</sup> )	Pres. de Satur. Humed.	Pres. de la Capota Suav.	Pres. del Suav. Suav.	Contenido de Agua (%)
			LF	LF	LF	LF	LF	%
1	K1	12	114.637	91.11	61.28	53.30	37.95	61.47
2	K2	36	102.177	80.19	48.50	53.22	32.98	48.40
3	K3	25	98.147	77.48	44.10	43.76	26.73	54.70
<b>Límite Líquido=</b>								<b>53.09</b>

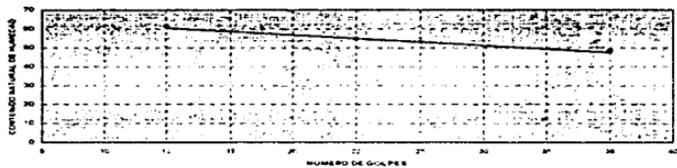
**LIMITE PLASTICO**

1	K4		75.137	69.12	21.46	53.60	14.46	48.53
<b>Límite Plástico=</b>								<b>48.73</b>

**HUMEDAD NATURAL**

1	K5		80.018	72.25	39.54	47.38	24.87	38.97
<b>Contenido Natural de Humedad=</b>								<b>58.97</b>

LIMITE LIQUIDO



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**  
**ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES ARAGÓN**

**LABORATORIO DE GEOTECNIA**

**LIMITES DE PLASTICIDAD Y HUMEDAD NATURAL**

Obras	Investigación para una Casa Habitación de 4 dormitorios	Fecha	14 de marzo de 1966
Localización	Cd. El Sol, Ciudad Nezahualcóyotl, Edo. de México	Operador	Ing. Juan Flores Cordero
Señales Num.	1, 2, 3, 4	Cooperador	Ing. Juan Flores Cordero
Ensayo Num.	1	Operador	Ing. Juan Flores Cordero
Muestra Num.	1	Cooperador	Ing. Juan Flores Cordero
Profundidad	1.80 mts.		
Descripción	Determinación de los límites de consistencia de Arcilla		

**LIMITE LIQUIDO**

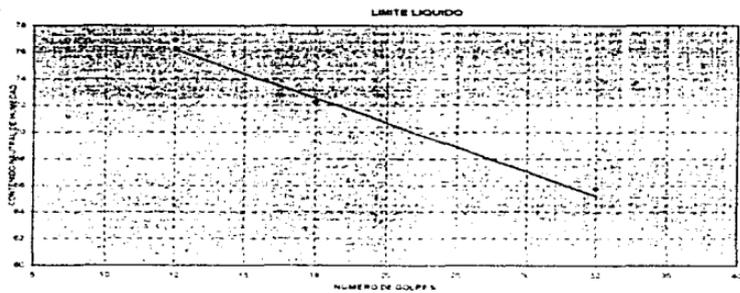
Prueba Num.	Capacidad Num.	Número de golpes	Presión Líquida		Presión de Tacto		Presión de Líquido		Presión de Líquido Según ASTM	Contenido de Agua (%)
			100	200	100	200	100	200		
1	RS	16	1,724.97	81.52	49.04	43.48	28.42	28.42	72.25	
2	RS	12	95.14	74.74	42.15	33.25	27.12	27.12	65.56	
3	RS	12	85.74	71.81	37.15	33.74	28.64	28.64	70.91	
<b>Límite Líquido =</b>									<b>66.90</b>	

**LIMITE PLASTICO**

1	RS		21.954	85.12	18.59	53.39	31.76	21.52	
<b>Límite Plástico =</b>									<b>21.52</b>

**HUMEDAD NATURAL**

1	RS		113.962	88.74	69.81	53.13	35.59	70.87	
<b>Contenido Natural de Humedad =</b>									<b>70.87</b>





UNAM  
ENEP ARAGON  
LABORATORIO DE GEOTECNIA  
DENSIDAD DE SOLIDOS

Procedencia: Col. El Sol. Cd. Nezahualcóyotl				Identificación de Lab:			
Banco:		Peso: PCA-1		Profundidad: 2.8 - 3.0 m			
Muestra 4		Est:		Fecha: Marzo de 1996			
MATERIAL < QUE LA MALLA No. 4				MAT. > QUE LA MALLA No. 4			
Prueba No.	1					Peso grava hum.	
Matraz No.	7					Peso grava seca	
$W_{matraz\ BF}$	741.40					P. agua absorbida	
Temperatura	36.8					Vol. desalojado	
$W_{matraz}$	581.28					% de absorcion	
$W_{matraz}$	287.40					Vol. real de solidos	
$W_{en}$	187.50					Densidad de masa Sm	
$W_s = W_{matraz} - W_{en}$	99.90					Densidad de solidos Ss	2.511
$W_s + W_{matraz} - W_{matraz}$	39.78						
Ss	2.511						

$W_{m1}$  = Peso del matraz antes de agregar los solidos.  
 $W_{matraz}$  = Peso del matraz despues de agregar los solidos.  
 $W_{matraz}$  = Peso del matraz + agua a  $t^0$ .  
 $W_{matraz}$  = Peso del matraz + agua a  $t^0$  (de la curva de calibracion).  
 $W_s$  = Peso del suelo seco.  
 $Ss = \text{Densidad de solidos} = W_s / (W_s + W_{matraz} - W_{matraz})$ .

Observaciones:

Operador: B. J. F. G.                      Calculo: G. G. E.                      Fecha: Marzo '96

## B) Determinación de las propiedades mecánicas

A las muestras cúbicas inalteradas obtenidas mediante el sondeo de los pozos a cielo abierto se le realizaron las siguientes pruebas de laboratorio:

- Compresión Triaxial rápida
- Consolidación Unidimensional.

La prueba de compresión Triaxial rápida se realizó en la cámara de compresión Triaxial, en la que se regulan tanto los esfuerzos normales, el grado de saturación, el grado de consolidación y la velocidad de deformación en una dirección.

En esta prueba se obtienen los parámetros de cohesión del material y el ángulo de fricción interno y con base a esos datos se puede obtener la resistencia al esfuerzo cortante del terreno mediante la siguiente fórmula, propuesta por Coulomb.

$$S = C + N \tan \phi$$

Donde:

S = Resistencia al esfuerzo cortante.

C = Cohesión.

N = Esfuerzo Normal.

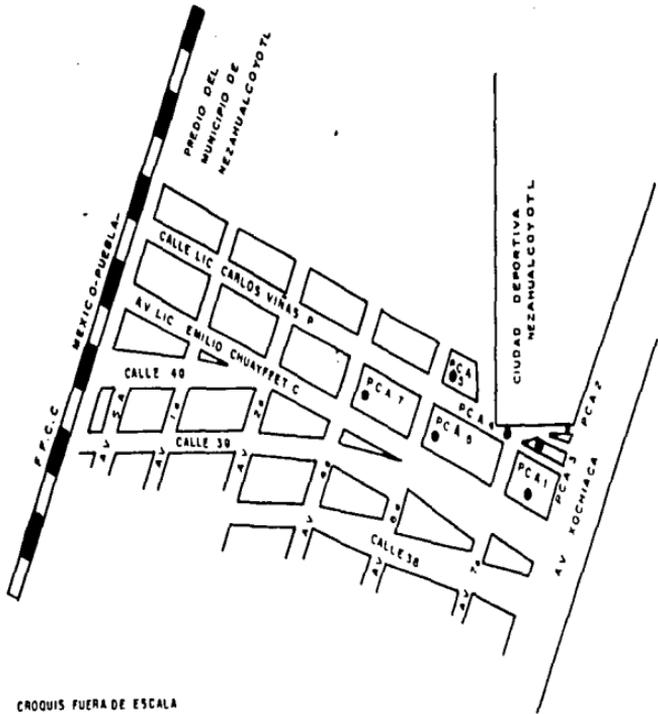
$\phi$  = Ángulo de fricción interna.

Para suelos puramente cohesivos la expresión de Coulomb se reduce a :

$$S = C$$

Los resultados obtenidos de estas pruebas se muestran en las siguientes tablas y gráficas.

PREDOS EN LA COLONIA "EL SOL"  
CD NEZAMALCOYOTL EDO MEX.



# U. N. A. M.

## ENEP CAMPUS ARAGON.

LABORATORIO DE GEOTECNIA.

COMPRESION TRIAXIAL RAPIDA.

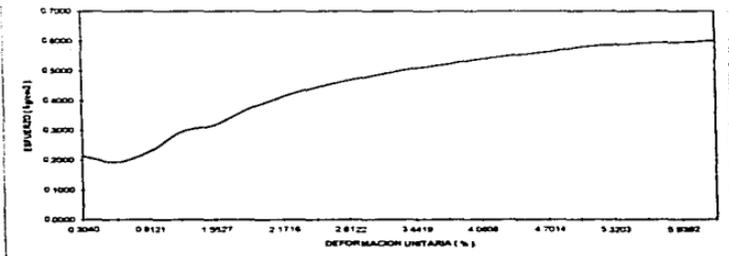
OBRA:	COL. EL SOL	FECHA:	8 DE MAR DEL 66
LOCALIZACION:	CD NEZA	OPERADOR:	U. G. E.
SONDIDO No.:	HCA-1	PROF:	2.80 m
MUESTRA No.:	1	CUESTA:	1/2 m

**MEDIDAS DE LA MUESTRA**

D <sub>av</sub>	3.75	cm	A <sub>av</sub>	11 0447 cm <sup>2</sup>	W <sub>v</sub>	162.10 gr	
D <sub>op</sub>	3.83	cm	A <sub>co</sub>	11 5209 cm <sup>2</sup>	V <sub>v</sub>	105.1005 cm <sup>3</sup>	
D <sub>in</sub>	3.8	cm	A <sub>in</sub>	11 3411 cm <sup>2</sup>	n	1.56 (av <sub>v</sub> ) <sup>3</sup>	
H <sub>av</sub>	9.21	cm	A <sub>vm</sub>	(A <sub>v</sub> -4A <sub>c</sub> -A <sub>v</sub> ) <sub>v</sub>	11 4118	cm <sup>2</sup>	0.25 kg/cm <sup>2</sup>

TIEMPO	ECT ANILL	CARGA	LEN MICRO	DEF TOT	DEF UNIT	1. DEF	UNI AREA CORR	ESP	DES V
0:00			0.46						
0:20	50 0000	2.4566	0.74	0.28	0.0030	0.9970	11.4463		0.2146
0:40	48 0000	2.2761	1.04	0.58	0.0063	0.9937	11.4039		0.1938
1:00	90 5000	2.6382	1.36	0.84	0.0091	0.9909	11.5166		0.2291
1:20	83 5000	3.3865	1.65	1.19	0.0129	0.9871	11.5610		0.2938
1:40	92 3000	3.8887	1.89	1.43	0.0155	0.9845	11.5918		0.3180
2:00	112 0000	4.3362	2.17	1.71	0.0186	0.9814	11.6219		0.3729
2:20	126 5000	4.8142	2.46	2.00	0.0217	0.9783	11.6649		0.4127
2:40	138 0000	5.1934	2.76	2.30	0.0250	0.9750	11.7039		0.4437
3:00	147 0000	5.4901	3.05	2.59	0.0281	0.9719	11.7418		0.4676
3:20	155 0000	5.7539	3.35	2.89	0.0314	0.9688	11.7813		0.4884
3:40	162 5000	6.0012	3.63	3.17	0.0344	0.9656	11.8184		0.5078
4:00	168 2000	6.1891	3.90	3.44	0.0374	0.9629	11.8544		0.5231
4:20	175 0000	6.4133	4.20	3.74	0.0406	0.9594	11.8946		0.5392
4:40	180 3000	6.5880	4.48	4.02	0.0436	0.9564	11.9324		0.5521
5:00	185 0000	6.7430	4.75	4.33	0.0470	0.9530	11.9746		0.5631
5:20	191 5000	6.9573	5.09	4.63	0.0503	0.9497	12.0159		0.5790
5:40	195 0000	7.0727	5.36	4.90	0.0532	0.9460	12.0578		0.5868
6:00	198 0000	7.1716	5.64	5.20	0.0565	0.9425	12.0947		0.5930
6:20	200 0000	7.2375	5.93	5.47	0.0594	0.9406	12.1322		0.5966
6:40	202 5000	7.3200	6.22	5.76	0.0625	0.9375	12.1729		0.6013

GRAFICA ESFUERZO-DEFORMACION



**U. N. A. M.**  
**ENEP CAMPUS ARAGON.**  
 LABORATORIO DE GEOTECNIA.  
 COMPRESION TRIAXIAL RAPIDA.

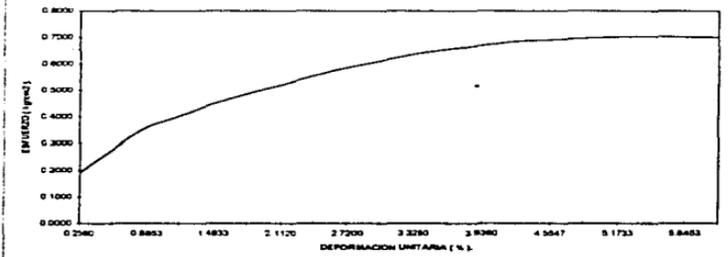
OBRA:	COL EL SOL	FECHA:	5 DE MAR DEL 95
LOCALIZACION:	OP. N. 2 A	OPERADOR:	C. C. F.
SONDIDO No:	PCA 1	PROF:	2.70 m
MUESTRA No:	1	CALCULO:	1/2

**MEDIDAS DE LA MUESTRA**

Des:	3.855	cm	A <sub>50</sub> :	11.6718	cm <sup>2</sup>	V <sub>50</sub> :	173.99	gr	
Des:	3.935	cm	A <sub>45</sub> :	12.1613	cm <sup>2</sup>	V <sub>45</sub> :	111.5947	cm <sup>3</sup>	
Des:	3.78	cm	A <sub>40</sub> :	11.3036	cm <sup>2</sup>	V <sub>40</sub> :	156	mm <sup>3</sup>	
Des:	9.375	cm	A <sub>25</sub> :	(A <sub>50</sub> +4A <sub>45</sub> +A <sub>40</sub> )/6	11.9034	cm <sup>2</sup>	n <sub>1</sub> :	0.50	kg/cm <sup>3</sup>

TIEMPO	ECT ANILL	CARGA	LEC. MCMO	DEF. TOT	DEF. UNIT	1. DEF. UNIF	AREA CORR	ESP. DEB.
0:00			0.21					
0:20	50.0000	2.2920	0.45	0.24	0.0028	0.5974	11.9340	0.1921
0:40	81.5000	3.3300	0.74	0.53	0.0057	0.9943	11.9711	0.2782
1:00	113.0000	4.3650	1.04	0.83	0.0089	0.9911	12.0097	0.3611
1:20	128.0000	4.8637	1.34	1.13	0.0121	0.9879	12.0486	0.4037
1:40	145.5000	5.4407	1.61	1.40	0.0149	0.9851	12.0839	0.4502
2:00	156.5000	5.9023	1.91	1.70	0.0181	0.9819	12.1232	0.4866
2:20	172.5000	6.3309	2.19	1.98	0.0211	0.9789	12.1622	0.5206
2:40	186.0000	6.7760	2.48	2.27	0.0242	0.9758	12.1989	0.5555
3:00	198.5000	7.1581	2.78	2.55	0.0272	0.9728	12.2362	0.5874
3:20	208.1000	7.5048	3.05	2.84	0.0303	0.9697	12.2753	0.6114
3:40	218.5000	7.8475	3.33	3.12	0.0333	0.9667	12.3132	0.6373
4:00	228.2000	8.1014	3.61	3.40	0.0363	0.9637	12.3513	0.6556
4:20	232.3000	8.3025	3.90	3.69	0.0394	0.9606	12.3911	0.6700
4:40	236.0000	8.5234	4.18	3.97	0.0423	0.9577	12.4298	0.6857
5:00	242.0000	8.8223	4.48	4.27	0.0456	0.9545	12.4714	0.6914
5:20	245.1000	8.7245	4.75	4.54	0.0484	0.9516	12.5092	0.6974
5:40	248.0000	8.8201	5.06	4.85	0.0517	0.9483	12.5528	0.7076
6:00	249.5000	8.8668	5.36	5.15	0.0549	0.9451	12.5953	0.7042
6:20	250.0000	8.8660	5.66	5.48	0.0585	0.9415	12.6424	0.7029
6:40	250.0000	8.8660	5.9	5.69	0.0607	0.9393	12.6725	0.7032

GRAFICA ESFUERZO-DEFORMACION



# U. N. A. M.

## ENEP CAMPUS ARAGON.

LABORATORIO DE GEOTECNIA.  
COMPRESION TRIAXIAL RAPIDA.

OBRA:  
LOCALIZACION:  
SONDEO No:  
MUESTRA No:

COL DEL SOL:  
DIR. MESA:  
PCA: 1 - 1 - 1

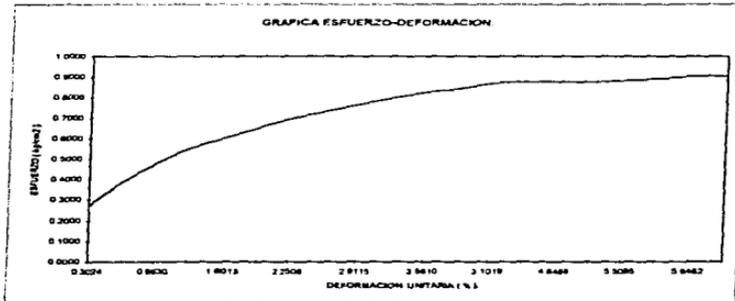
FECHA: 8 DE MARZ DEL 95  
OPERADOR: G. D. E.  
PROF: 7.80 m  
CALCULO: I. V. C.

**MEDIDAS DE LA MUESTRA**

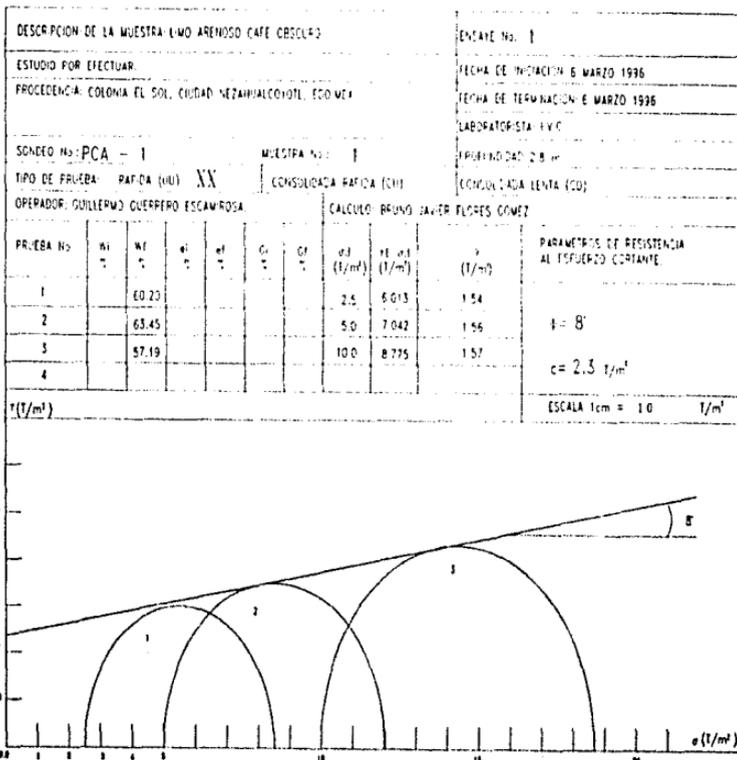
Des	3.94	cm	As <sup>m</sup>	12 1922	cm <sup>2</sup>	W <sup>m</sup>	172.59	gr
Des	3.98	cm	As <sup>m</sup>	12 2163	cm <sup>2</sup>	W <sup>m</sup>	108.70	cm <sup>3</sup>
Des	3.95	cm	As <sup>m</sup>	12 2542	cm <sup>2</sup>	r	1.57	kg/cm <sup>3</sup>
H <sup>m</sup>	8.93	cm	Ar <sup>m</sup> (As+4Ac+Ar)S <sup>m</sup>	12 2853	cm <sup>2</sup>	n <sup>1</sup>	1.00	kg/cm <sup>2</sup>

TIEMPO	ECT. ANILL	CARGA	LEC. MICRO	DEP. TOT.	DEP. UNIT.	T. DEP.	UNI. AREA CORR.	ESP.	DESV.
0:00			0.02						
0:20	82 30000	3 3570	0.29	0.27	0.0030	0.9970	12 3028	0.2724	
0:40	125 60000	4 7848	0.58	0.56	0.0063	0.9937	12 3028	0.3870	
1:00	159 50000	5 9023	0.88	0.86	0.0096	0.9904	12 4048	0.4758	
1:20	189 30000	6 8848	1.17	1.15	0.0129	0.9871	12 4456	0.5522	
1:40	209 50000	7 5508	1.45	1.43	0.0162	0.9840	12 4852	0.6046	
2:00	228 20000	8 1873	1.74	1.72	0.0193	0.9807	12 5266	0.6520	
2:20	248 00000	8 7542	2.03	2.01	0.0225	0.9775	12 5682	0.6965	
2:40	260 50000	9 2322	2.33	2.31	0.0258	0.9741	12 6115	0.7320	
3:00	274 50000	9 6938	2.62	2.60	0.0291	0.9709	12 6537	0.7661	
3:20	287 50000	10 1224	2.92	2.90	0.0325	0.9675	12 6977	0.7972	
3:40	299 20000	10 5082	3.20	3.18	0.0358	0.9644	12 7389	0.8246	
4:00	307 00000	10 7853	3.48	3.46	0.0387	0.9613	12 7805	0.8423	
4:20	315 00000	11 0291	3.79	3.77	0.0410	0.9590	12 8786	0.8696	
4:40	323 00000	11 2679	4.07	4.05	0.0454	0.9566	12 8668	0.8775	
5:00	324 00000	11 3258	4.35	4.33	0.0485	0.9515	12 8113	0.8772	
5:20	324 50000	11 3473	4.65	4.63	0.0518	0.9482	12 9571	0.8754	

GRAFICA ESFUERZO-DEFORMACION



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO  
ENEP CAMPUS ARAGON  
CIRCULOS DE MOHR COMPRESION TRIAXIAL



# U. N. A. M.

## ENEP CAMPUS ARAGON.

LABORATORIO DE GEOTECNIA.

COMPRESION TRIAXIAL RAPIDA.

OBRA: \_\_\_\_\_  
 LOCALIZACION: \_\_\_\_\_  
 SONDEO No: \_\_\_\_\_  
 MUESTRA No: \_\_\_\_\_

COL. EL SOL \_\_\_\_\_  
 CO. NEZA \_\_\_\_\_  
 PCA: 2 \_\_\_\_\_

FECHA: \_\_\_\_\_  
 OPERADOR: \_\_\_\_\_  
 PROF: \_\_\_\_\_  
 CALCULO: \_\_\_\_\_

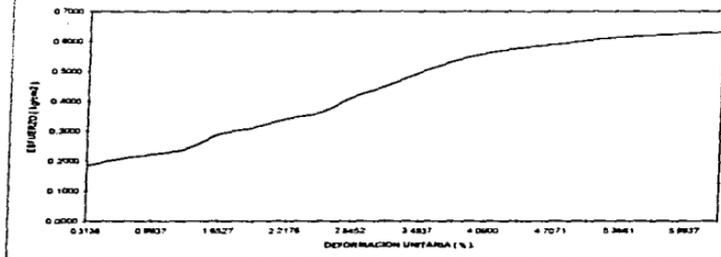
J. DE MAR DEL MAR \_\_\_\_\_  
 U.C.E \_\_\_\_\_  
 2.90 m \_\_\_\_\_  
 U.C. \_\_\_\_\_

### MEDIDAS DE LA MUESTRA

Dim	3 8116	cm	Ase	11 4103	cm <sup>2</sup>	V <sub>in</sub>	165 36	gr
Dim	3 8081	cm	Ac-	11 3697	cm <sup>2</sup>	V <sub>h</sub>	106 79	cm <sup>3</sup>
Dim	3 7947	cm	Am	11 3097	cm <sup>2</sup>	+	1 52	kg/cm <sup>3</sup>
H <sub>med</sub>	9 56	cm	Am	(A <sub>g</sub> +4A <sub>c</sub> +A <sub>v</sub> )/6	11 3798	cm <sup>2</sup>	n <sub>1</sub>	0 29

TIEMPO	LECT ANIL	CARGA	LEC MICRO	DEF TOT	DEF UNIT	1. DEF UNIT	AREA CORR	ESP	DES V
0:00			0 38						
0:20	44 4800	2 1100	0 68	0 30	0 0031	0 9099	11 4156	0 1848	
0:40	52 8300	2 3853	1 00	0 64	0 0067	0 9933	11 4565	0 2082	
1:00	58 3600	2 5677	1 33	0 95	0 0099	0 9901	11 4962	0 2236	
1:20	65 0200	2 7872	1 60	1 22	0 0128	0 9872	11 5269	0 2418	
1:40	82 8900	3 3784	1 96	1 58	0 0165	0 9835	11 5710	0 2918	
2:00	90 3400	3 8270	2 21	1 83	0 0191	0 9809	11 6019	0 3122	
2:20	101 4000	3 9867	2 50	2 12	0 0222	0 9778	11 6379	0 3426	
2:40	109 3000	4 2472	2 80	2 42	0 0253	0 9747	11 6753	0 3636	
3:00	128 2000	4 8703	3 10	2 72	0 0285	0 9715	11 7131	0 4156	
3:20	142 4000	5 3385	3 41	3 03	0 0317	0 9683	11 7523	0 4442	
3:40	156 0000	5 8858	3 72	3 34	0 0349	0 9651	11 7918	0 4991	
4:00	172 8000	6 3408	4 00	3 62	0 0378	0 9621	11 8277	0 5361	
4:20	182 5000	6 6606	4 29	3 91	0 0409	0 9591	11 8651	0 5614	
4:40	199 3000	6 8914	4 62	4 24	0 0444	0 9556	11 9079	0 5787	
5:00	194 4000	7 0529	4 88	4 50	0 0471	0 9526	11 9419	0 5904	
5:20	200 3000	7 2414	5 21	4 83	0 0505	0 9495	11 9855	0 6047	
5:40	204 6000	7 3892	5 51	5 13	0 0537	0 9463	12 0251	0 6145	
6:00	207 8000	7 4947	5 79	5 41	0 0566	0 9434	12 0624	0 6213	
6:20	210 7000	7 5603	6 11	5 73	0 0596	0 9401	12 1054	0 6270	
6:40	212 6000	7 6530	6 38	6 00	0 0628	0 9372	12 1418	0 6303	
7:00	214 6000	7 7255	6 68	6 30	0 0654	0 9341	12 1826	0 6341	

GRAFICA ESFUERZO-DEFORMACION



**U. N. A. M.**  
**ENEP CAMPUS ARAGON.**  
 LABORATORIO DE GEOTECNIA.

COMPRESION TRIAXIAL RAPIDA.

OBRA \_\_\_\_\_  
 LOCALIZACION \_\_\_\_\_  
 SONDED No. \_\_\_\_\_  
 MUESTRA No. \_\_\_\_\_

COL. EL SOL \_\_\_\_\_  
 C.D. TITZA \_\_\_\_\_  
 TCA-2 \_\_\_\_\_

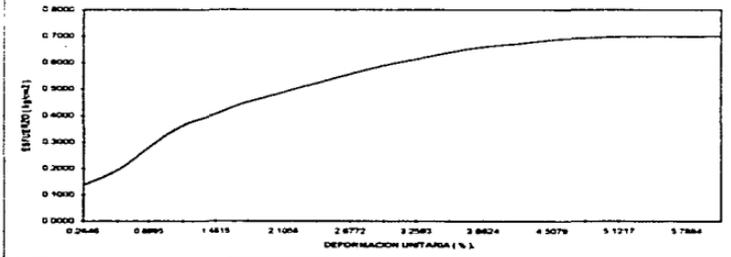
FECHA 7 DE MAR DEL 96 \_\_\_\_\_  
 OPERADOR C.G.E \_\_\_\_\_  
 PROF. 2.90 m \_\_\_\_\_  
 CALCULO I.V. \_\_\_\_\_

MEDIDAS DE LA MUESTRA

Des= 3.865 cm      Aa= 11.7325 cm<sup>2</sup>      Ww= 171.90 gr  
 Dm= 3.923 cm      Ac= 12.0877 cm<sup>2</sup>      Wv= 112.35 cm<sup>3</sup>  
 Dm= 3.785 cm      Ap= 11.2518 cm<sup>2</sup>      " = 1.53 kgr/cm<sup>3</sup>  
 Hm= 9.45 cm      Area (Aa+Ac+Ap)/3= 11.8892 cm<sup>2</sup>      " = 0.80 kg/cm<sup>3</sup>

TIEMPO	PCT ANIL	CARGA	LEC MICHO	DEF. TOT	DEF. UNIT	T. DEF. UNB	AREA CORR.	ES.	DESV.
0:00			0.5039						
0:20	30.0000	1.8326	0.7800	0.2500	0.0026	0.9974	11.9207	0.1370	
0:40	60.0000	7.3217	1.0800	0.5600	0.0058	0.9942	11.9588	0.1941	
1:00	90.0000	2.3653	1.3800	0.8500	0.0090	0.9910	11.9971	0.2601	
1:20	112.9000	4.3856	1.6700	1.1400	0.0121	0.9879	12.0344	0.3628	
1:40	128.9000	4.8934	1.9300	1.4000	0.0148	0.9852	12.0680	0.4055	
2:00	146.4000	5.4703	2.2400	1.7100	0.0181	0.9819	12.1083	0.4518	
2:20	160.4000	5.9319	2.5200	1.9900	0.0211	0.9789	12.1450	0.4884	
2:40	173.4000	6.3666	2.7900	2.2800	0.0239	0.9761	12.1805	0.5222	
3:00	186.9000	6.8056	3.0600	2.5300	0.0268	0.9732	12.2163	0.5571	
3:20	198.4000	7.2178	3.3600	2.8300	0.0299	0.9701	12.2562	0.5889	
3:40	209.0000	7.5343	3.6100	3.0800	0.0326	0.9674	12.2898	0.6131	
4:00	219.4000	7.8772	3.8800	3.3500	0.0354	0.9649	12.3262	0.6381	
4:20	227.7000	8.1508	4.1800	3.6500	0.0385	0.9614	12.3669	0.6581	
4:40	233.2000	8.3321	4.4900	3.9600	0.0419	0.9581	12.4302	0.6714	
5:00	238.9000	8.5830	4.7900	4.2600	0.0451	0.9549	12.4505	0.6870	
5:20	243.9000	8.8570	5.0600	4.5300	0.0479	0.9521	12.4878	0.6978	
5:40	245.9000	8.7959	5.3700	4.8400	0.0512	0.9488	12.5310	0.6983	
6:00	247.0000	8.7811	5.6700	5.1400	0.0544	0.9455	12.5711	0.6986	
6:20	248.0000	8.9201	6.0000	5.4700	0.0579	0.9421	12.6197	0.6989	
6:40	249.5000	8.8596	6.2200	5.6900	0.0602	0.9396	12.6509	0.7011	

GRAFICA ESFUERZO-DEFORMACION



**U. N. A. M.**  
**ENEP CAMPUS ARAGON.**  
 LABORATORIO DE GEOTECNIA  
 COMPRESION TRIAXIAL RAPIDA.

OBRA.  
 LOCALIZACION  
 SONDEO No.  
 MUESTRA No.

COL. EL SOL  
 CD. NEZA  
 TCSA - 2  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

FECHA \_\_\_\_\_  
 OPERADOR G. G. E.  
 PROF. \_\_\_\_\_  
 CALCULO T. V. C.

1 DE MAR DEL 95

G. G. E.

2.50 m

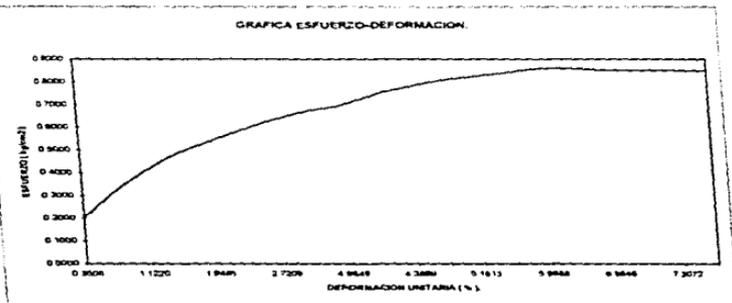
T. V. C.

**MEDIDAS DE LA MUESTRA**

Des = 3.818	cm	As =	11.4368	cm <sup>2</sup>	V =	129.84	gr
D = 3.883	cm	Ac =	11.8392	cm <sup>2</sup>	V <sub>1</sub> =	83.83	cm <sup>3</sup>
D <sub>1</sub> = 3.858	cm	A <sub>1</sub> =	11.7507	cm <sup>2</sup>	γ =	1.55	ton/cm <sup>3</sup>
H <sub>med</sub> = 7.13	cm	A <sub>med</sub> = (A <sub>1</sub> + 4A <sub>2</sub> + A <sub>3</sub> ) / 6	11.7574	cm <sup>2</sup>	γ <sub>1</sub> =	1.00	kg/cm <sup>3</sup>

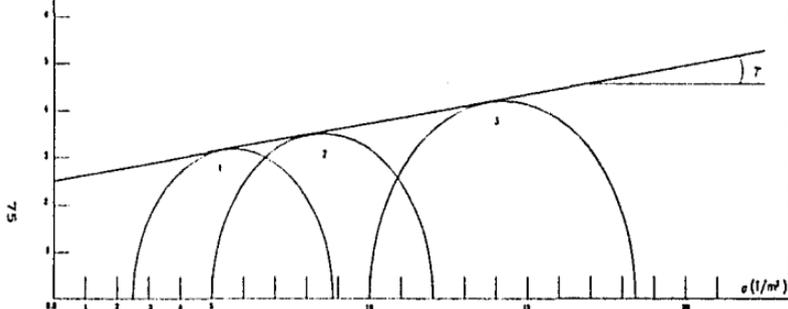
TIEMPO	LECT. ANILL.	CARGA	LEC. MICRO	DEF. TOT.	DEF. UNIT.	ε <sub>1</sub>	DEF. UNIT.	AREA CORR.	ESP.	DESV.
0:00			0.1500							
0:20	83.8000	2.4068	0.9700	0.2500	0.0035	0.0069	11.7988	0.2036		
0:40	95.8000	3.7955	0.8400	0.5200	0.0073	0.0073	11.8438	0.3205		
1:00	129.8000	4.9132	0.9200	0.8000	0.0112	0.0088	11.8608	0.4132		
1:20	158.0000	5.8528	1.2000	1.0500	0.0158	0.0088	11.8418	0.4901		
1:40	178.3000	6.5221	1.5100	1.3600	0.0195	0.0095	11.9012	0.5436		
2:00	188.7000	7.1287	1.7800	1.6500	0.0233	0.0187	12.0377	0.5922		
2:20	218.7000	7.7159	2.0500	1.9400	0.0272	0.0178	12.0862	0.6384		
2:40	229.0000	8.1937	2.3700	2.2500	0.0316	0.0188	12.1405	0.6749		
3:00	243.0000	8.6553	3.9800	3.5400	0.0496	0.0504	12.2776	0.6966		
3:20	258.0000	9.1468	2.9900	2.8400	0.0385	0.0602	12.2451	0.7471		
3:40	271.0000	9.5784	3.2500	3.1300	0.0439	0.0551	12.2972	0.7789		
4:00	283.0000	9.9741	3.5200	3.4000	0.0477	0.0523	12.3481	0.8076		
4:20	290.0000	10.2048	3.8000	3.6800	0.0516	0.0484	12.3973	0.8232		
4:40	298.0000	10.4689	4.1100	3.9400	0.0560	0.0440	12.4544	0.8406		
5:00	306.2000	10.7360	4.3600	4.2700	0.0599	0.0401	12.5064	0.8503		
5:20	309.7000	10.7364	4.5000	4.3800	0.0614	0.0388	12.5269	0.8586		
5:40	307.0000	10.7553	5.1000	4.8400	0.0648	0.0302	12.6403	0.8513		

GRAFICA ESFUERZO-DEFORMACION.



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO  
ENEP CAMPUS ARAGON  
CIRCULOS DE MOHR COMPRESION TRIAXIAL

DESCRIPCION DE LA MUESTRA: LIMO ARENOSO CAFE OSCURO						ENSAYE No. 1					
ESTUDIO POR EFECTUAR:						FECHA DE INICIACION 7 MARZO 1996					
PROCEDENCIA: COLONIA EL SOL, CIUDAD NEZAHUALCOYOTL, EDO. MEX.						FECHA DE TERMINACION 7 MARZO 1996					
						LABORATORISTA: IYC					
SONDEO No: PCA-2			MUESTRA No: 1			PROFUNDIDAD: 2.9 m.			CONSOLIDADA LENTA (CL)		
TIPO DE PRUEBA: RAPIDA (UU) XX						CONSOLIDADA RAPIDA (CR)					
OPERADOR: GUILLERMO GUERRERO ESCAMIROSA						CALCULO: BRINDO JAVIER FLORES GOMEZ					
PRUEBA No.	wl %	w <sub>p</sub> %	e <sub>l</sub> %	e <sub>p</sub> %	G <sub>s</sub> %	G <sub>w</sub> %	$\sigma_1$ (1/m <sup>2</sup> )	$\sigma_3$ (1/m <sup>2</sup> )	$\gamma$ (1/m)	PARAMETROS DE RESISTENCIA AL ESFUERZO CORTANTE  $\phi = 7^\circ$  $c = 2.5 \text{ 1/m}^2$	
1		59.30					2.5	6.341	1.52		
2		60.10					5.0	7.011	1.53		
3		58.9					10.0	8.287	1.55		
4											
$\tau$ (1/m <sup>2</sup> )										ESCALA 1cm = 10 1/m <sup>2</sup>	



# U. N. A. M. ENEP CAMPUS ARAGON.

LABORATORIO DE GEOTECNIA.

COMPRESION TRIAXIAL RAPIDA.

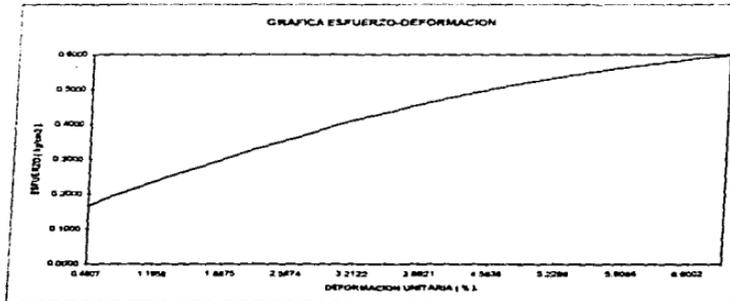
OBRA	COL. EL. SOL.	FECHA	R. DE MAJ. DEL. DE
LOCALIZACION	CD. NEZA	OPERADOR	11. J. G.
SONDIO No.	PCA-3	PROF.	2.65 m
MUESTRA No.	1	CALCULO	CG. 2.

**MEDIDAS DE LA MUESTRA**

Das	3.83	cm	As*	11 5209 cm <sup>2</sup>	W <sub>m</sub>	151.56 gr
D <sub>av</sub>	3.778	cm	Acv	11 2121 cm <sup>2</sup>	V <sub>m</sub>	95.9241 cm <sup>3</sup>
D <sub>av</sub>	3.78	cm	A <sub>av</sub>	11 1036 cm <sup>2</sup>	γ	1.58 ton/m <sup>3</sup>
H <sub>av</sub>	8.53	cm	A <sub>av</sub> (A <sub>av</sub> -4Ac <sub>v</sub> -4V <sub>av</sub> )	11 2455 cm <sup>2</sup>	n <sub>1</sub>	0.25 kg/cm <sup>2</sup>

TIEMPO	ECT. ANILL.	CARGA	LEC. MICRO	DEF. TOT.	DEF. UNIT.	1. DEF. UNIT.	AREA CORR.	ESP. DE SV.
0:20	37.8000	1.8832	0.86	0.41	0.0048	0.9652	11.2968	0.1667
0:40	50.7000	2.3151	0.86	0.73	0.0083	0.9917	11.3399	0.2042
1:00	62.7000	2.7108	1.27	1.02	0.0120	0.9880	11.3816	0.2382
1:20	74.8000	3.0833	1.57	1.32	0.0155	0.9845	11.4223	0.2706
1:40	85.1000	3.4493	1.86	1.61	0.0189	0.9811	11.4618	0.3009
2:00	96.1000	3.8120	2.13	1.88	0.0229	0.9780	11.4989	0.3314
2:20	108.2000	4.1450	2.44	2.19	0.0257	0.9743	11.5418	0.3581
2:40	118.7000	4.4811	2.71	2.46	0.0286	0.9712	11.5794	0.3879
3:00	128.8000	4.8274	2.98	2.74	0.0321	0.9679	11.6187	0.4156
3:20	134.9000	5.0612	3.26	3.01	0.0353	0.9647	11.6568	0.4368
3:40	144.4000	5.4044	3.57	3.32	0.0389	0.9611	11.7009	0.4619
4:00	152.5000	5.6715	3.85	3.60	0.0422	0.9578	11.7410	0.4830
4:20	160.0000	5.9187	4.16	3.91	0.0458	0.9542	11.7857	0.5022
4:40	167.1000	6.1528	4.49	4.21	0.0494	0.9506	11.8283	0.5201
5:00	173.8000	6.3671	4.71	4.46	0.0523	0.9477	11.8659	0.5369
5:20	179.8000	6.5715	4.98	4.73	0.0555	0.9445	11.9057	0.5520
5:40	185.2000	6.7495	5.29	5.04	0.0591	0.9409	11.9513	0.5647
6:00	190.4000	6.9210	5.56	5.33	0.0625	0.9375	11.9956	0.5770
6:20	195.5000	7.0925	5.88	5.63	0.0660	0.9340	12.0402	0.5891
6:40	199.5000	7.2231	6.18	5.93	0.0695	0.9305	12.0857	0.5975

**GRAFICA ESFUERZO-DEFORMACION**



# U. N. A. M.

## ENEP CAMPUS ARAGON.

LABORATORIO DE GEOTECNIA.

COMPRESION TRIAXIAL RAPIDA.

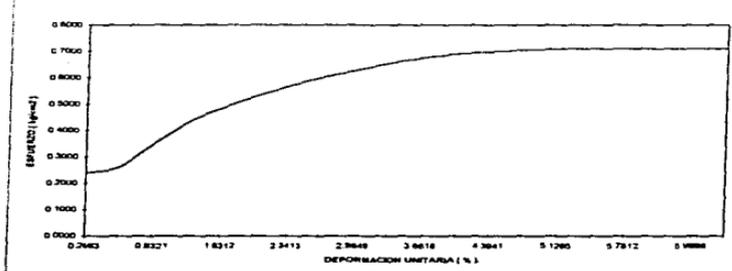
OBRA:	COL. EL SOL	FECHA	8 DE MAR DEL 54
LOCALIZACION:	CO NEZA	OPR RADIOD:	EL J. P. L.
SERIEO No:	PCA-3	PRECP:	7.65 cm
MUESTRA No:	T	CALCULO:	L. G. E.

**MEDIDAS DE LA MUESTRA**

Des	3.828	cm	Aa=	11 5089 cm <sup>2</sup>	VH=	165.15 gr
Dm	3.888	cm	Ac=	11 7372 cm <sup>2</sup>	VH=	104.8568 cm <sup>3</sup>
Dm	3.802	cm	Au=	11 3531 cm <sup>2</sup>	VH=	1 575 Norm <sup>3</sup>
Hmm	8.012	cm	Avm= (Aa+Ac+Au)/3=	11.8351 cm <sup>2</sup>	VH=	0.50 kg/cm <sup>3</sup>

TIEMPO	ECT. ANILL.	CARGA	LEC. MICRO	DEF. TOT.	DEF. UNIT.	T. DEF.	UNI. AREA CORR.	EST.	DESV.
0:00			0.4700						
0:20	86.0000	2.7866	0.7100	0.2400	0.0077	0.9673	11.9662		0.2389
0:40	73.7000	3.0734	1.0100	0.5400	0.0060	0.9940	11.7052		0.2629
1:00	109.9000	4.1219	1.3100	0.8400	0.0093	0.9607	11.7446		0.3516
1:20	136.0000	5.1275	1.6200	1.1500	0.0128	0.9872	11.7856		0.4351
1:40	154.5000	5.7374	1.9400	1.4700	0.0163	0.9837	11.8280		0.4851
2:00	171.8000	6.3078	2.2900	1.8200	0.0200	0.9768	11.8749		0.5312
2:20	185.8000	6.7884	2.5900	2.1100	0.0234	0.9766	11.9140		0.5682
2:40	198.3000	7.1815	2.8900	2.3900	0.0265	0.9735	11.9521		0.6009
3:00	209.3000	7.5442	3.1900	2.6900	0.0298	0.9702	11.9911		0.6296
3:20	219.7000	7.8870	3.4700	3.0000	0.0333	0.9687	12.0358		0.6553
3:40	228.7000	8.1873	3.7700	3.3000	0.0366	0.9634	12.0771		0.6782
4:00	234.7000	8.3816	4.0600	3.6200	0.0400	0.9598	12.1200		0.6914
4:20	236.5000	8.5099	4.3300	3.9500	0.0439	0.9561	12.1699		0.6990
4:40	241.7000	8.6124	4.7400	4.2700	0.0474	0.9528	12.2138		0.7051
4:50	244.7000	8.7113	5.0900	4.6200	0.0513	0.9487	12.2538		0.7103
5:00	245.8000	8.7476	5.4000	4.9300	0.0547	0.9453	12.3084		0.7107
5:40	246.7000	8.7772	5.6800	5.2100	0.0578	0.9422	12.3490		0.7108
6:00	246.9000	8.7834	5.7500	5.2800	0.0586	0.9414	12.3592		0.7107
6:20	247.1000	8.7904	5.8500	5.3900	0.0597	0.9403	12.3738		0.7104
6:40	247.5000	8.7970	5.9700	5.5000	0.0610	0.9390	12.3913		0.7099

GRAFICA ESFUERZO-DEFORMACION.



**U. N. A. M.**  
**ENEP CAMPUS ARAGON.**  
 LABORATORIO DE GEOTECNIA.

**COMPRESION TRIAXIAL RAPIDA**

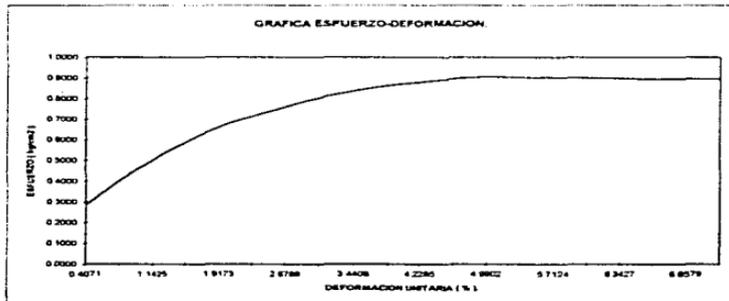
OBRA	COL. EL SOL	FECHA	8 DE MAR DE 1966
LOCALIZACION	CD NEZA	OPERADOR	B. J. P. S.
SONDADO No.	PCA - 3	PRINCIP	7.65 m
MUESTRA No.	1	CALCULO	C. G. C.

**MEDIDAS DE LA MUESTRA**

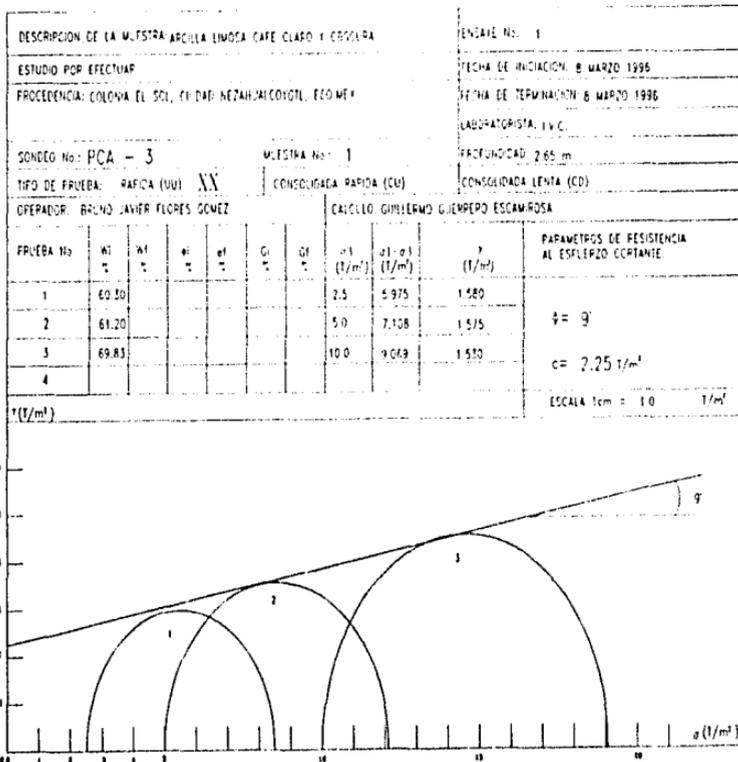
D <sub>cm</sub>	3 906	cm	Aa*	11 9827	cm <sup>2</sup>	W <sub>h</sub>	142 31 gr
D <sub>cm</sub>	3 941	cm	Ac*	12 1991	cm <sup>2</sup>	W <sub>h</sub>	93 018 cm <sup>3</sup>
D <sub>cm</sub>	3 991	cm	Am	12 5099	cm <sup>2</sup>	n <sub>1</sub>	1.53 kg/cm <sup>3</sup>
H <sub>mm</sub>	7 815	cm	Av <sub>h</sub> (Aa+4Ac+Av) <sub>h</sub>	12 2148	cm <sup>2</sup>	n <sub>1</sub>	1.00 kg/cm <sup>3</sup>

TIEMPO	ECT. ANIL	CARGA	LEG. MICRO	DEF. TOT.	DEF. UNIT.	T. DEF. UNIT.	AREA CORR.	ESP.	DESV.
0:00			1 1500						
0:20	86 3000	3 4889	1 4600	0 3100	0 0041	0 9959	12 2647	0 2845	
0:40	131 3000	4 8725	1 7500	0 6000	0 0079	0 9921	12 3118	0 4039	
1:00	168 3000	6 2758	2 0200	0 8700	0 0114	0 9886	12 3560	0 5238	
1:20	202 3000	7 3134	2 3300	1 1800	0 0155	0 9845	12 4071	0 5895	
1:40	231 2000	8 2662	2 6100	1 4900	0 0197	0 9806	12 4526	0 6630	
2:00	251 4000	8 9322	2 8600	1 7300	0 0227	0 9773	12 4988	0 7146	
2:20	270 4000	9 5586	3 1900	2 0400	0 0268	0 9732	12 5510	0 7816	
2:40	281 9000	10 1256	3 4900	2 3400	0 0307	0 9693	12 6020	0 8043	
3:00	301 9000	10 5872	3 7700	2 6200	0 0346	0 9656	12 6500	0 8377	
3:20	313 6000	10 9829	4 0800	2 9300	0 0385	0 9615	12 7036	0 8944	
3:40	321 1000	11 2302	4 3700	3 2000	0 0423	0 9577	12 7541	0 8805	
4:00	329 1000	11 4840	4 8500	3 5000	0 0460	0 9540	12 8033	0 8971	
4:20	334 1000	11 6568	4 9500	3 8000	0 0499	0 9501	12 8464	0 9060	
4:40	334 6000	11 8753	5 2500	4 1000	0 0538	0 9462	12 9099	0 9044	
5:00	335 2000	11 6951	5 5000	4 2400	0 0571	0 9429	12 9548	0 8223	
5:20	335 6000	11 7063	5 7300	4 5800	0 0611	0 9399	12 9965	0 9009	
5:40	335 8000	11 7140	5 9800	4 8300	0 0634	0 9361	13 0420	0 9982	

**GRAFICA ESFUERZO-DEFORMACION.**



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO  
ENEP CAMPUS ARAGON  
CIRCULOS DE MOHR COMPRESION TRIAXIAL



ESTA TERCERA PÁGINA DEBE SALIR DE LA BIBLIOTECA

# U. N. A. M. ENEP CAMPUS ARAGON.

LABORATORIO DE GEOTECNIA.

COMPRESION TRIAXIAL RAPIDA.

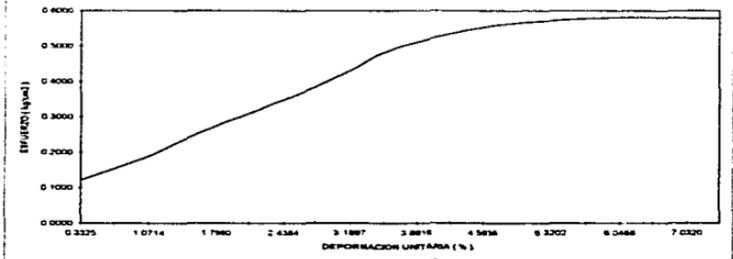
OBRA:	COL. EL SOL	FECHA:	9 DE MAR DEL 95
LOCALIZACION:	CD NEZA	OPERADOR:	R. J. G.
SONDIDO No:	INCA 4	PHOT:	2.80 m
MUESTRA No:	T	CALCULO:	G. C. E.

### MEDIDAS DE LA MUESTRA

D <sub>ex</sub>	3 777	cm	A <sub>ex</sub>	11 2043	cm <sup>2</sup>	W <sub>ex</sub>	140	gr
D <sub>in</sub>	3 784	cm	A <sub>in</sub>	11 2458	cm <sup>2</sup>	V <sub>in</sub>	90	9318
D <sub>av</sub>	3 743	cm	A <sub>av</sub>	11 0035	cm <sup>2</sup>		1	25
H <sub>in</sub>	8 12	cm	A <sub>in</sub>	(A <sub>g</sub> -4A <sub>c</sub> -A <sub>u</sub> )/π	11 1985	cm <sup>2</sup>	n <sub>3</sub>	0
								25
								kg/cm <sup>2</sup>

TIEMPO	ECT ANILL	CARGA	LEC. MICRO	DEF. TOT.	DEF. UNIT.	1-D <sub>ex</sub> /D <sub>in</sub>	UNI. AREA	COMPR.	E <sub>g</sub> DESV.
0:00			0.93						
0:20	21 8000	3487.3	1.20	0.277	0.0033	0.9697	11 2309	0.1212	
0:40	32 8000	11 2240	1.49	0.567	0.0069	0.9931	11 2743	0.1530	
1:00	45 3000	2 1371	1.80	0.87	0.0107	0.9893	11 3198	0.1848	
1:20	81 3000	2 8646	2.10	1.17	0.0144	0.9956	11 3622	0.2345	
1:40	75 4000	3 1295	2.39	1.46	0.0182	0.9820	11 4039	0.2744	
2:00	87 5000	3 5416	2.64	1.71	0.0211	0.9789	11 4394	0.3096	
2:20	102 1000	4 0068	2.91	1.98	0.0244	0.9756	11 4784	0.3493	
2:40	114 7000	4 4253	3.23	2.29	0.0282	0.9718	11 5235	0.3840	
3:00	131 7000	4 6857	3.52	2.59	0.0319	0.9681	11 5675	0.4310	
3:20	150 2000	5 5696	3.81	2.88	0.0355	0.9645	11 6103	0.4820	
3:40	161 2000	5 5683	4.09	3.16	0.0389	0.9611	11 6520	0.5114	
4:00	170 1000	6 2517	4.39	3.46	0.0426	0.9574	11 6969	0.5345	
4:20	177 5000	6 4957	4.66	3.73	0.0459	0.9541	11 7377	0.5534	
4:40	182 3000	6 6540	4.94	4.01	0.0484	0.9505	11 7803	0.5685	
5:00	185 8000	6 7654	5.25	4.32	0.0512	0.9468	11 8218	0.5723	
5:20	188 7000	6 8650	5.57	4.64	0.0541	0.9429	11 8722	0.5780	
5:40	190 7000	6 8309	5.84	4.91	0.0565	0.9395	11 9182	0.5815	
6:00	191 8000	6 9072	6.22	5.29	0.0651	0.9349	11 9789	0.5816	
6:20	192 2000	6 9824	6.64	5.71	0.0703	0.9297	12 0455	0.5795	
6:40	192 7000	6 9969	6.9	6.07	0.0735	0.9255	12 0872	0.5788	

GRAFICA ESPUEZO-DEFORMACION.



**U. N. A. M.**  
**ENEP CAMPUS ARAGON.**  
 LABORATORIO DE GEOTECNIA.

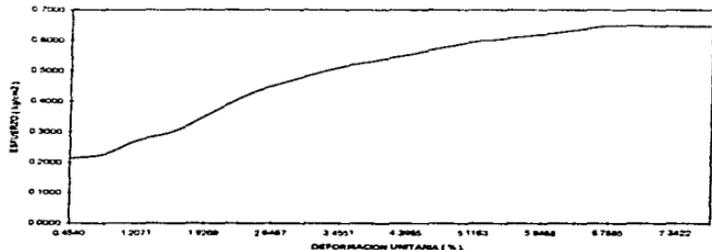
COMPRESION TRIAXIAL RAPIDA.

OBRA	COL. EL SOL	FECHA	9 DE MAR DE 196
LOCALIZACION	CD NEZA	OPERADOR	B. J. F. G.
SONDRO No.	PCA - 4	PROF.	2.80 m.
MUESTRA No.	1	CALCULO	G. G. E.

<b>MEDIDAS DE LA MUESTRA</b>				
Des	3.87	cm	A <sub>av</sub> = 10.7347 cm <sup>2</sup>	V <sub>av</sub> = 150.8296 gr
Des	3.71	cm	A <sub>cs</sub> = 10.8103 cm <sup>2</sup>	V <sub>cs</sub> = 97.1804 cm <sup>3</sup>
Des	3.873	cm	A <sub>un</sub> = 10.5658 cm <sup>2</sup>	V <sub>un</sub> = 1.55 (norm <sup>3</sup> )
Med	9.03	cm	A <sub>med</sub> = (A <sub>av</sub> + A <sub>cs</sub> + A <sub>un</sub> ) / 3 = 10.762	m <sup>3</sup> = 0.50 (norm <sup>3</sup> )

TIEMPO	ECT. ANILL.	CARGA	LEC. MICRO.	DEP. TOT.	DEL. UNIT.	1. DEL. UNF.	ANLA. CORR.	ESP. DE SV.	
	0'00"		0.1200						
	0'20"	50.0000	2.2920	0.5300	0.4100	0.0045	0.9955	10.8111	0.2120
	0'40"	55.4000	2.4701	0.9100	0.7900	0.0087	0.9913	10.8570	0.2275
	1'00"	70.5000	2.9848	1.2100	1.0900	0.0121	0.9879	10.8935	0.2721
	1'20"	79.4000	3.2614	1.4600	1.3400	0.0148	0.9852	10.9241	0.2985
	1'40"	87.4000	3.8548	1.8600	1.7400	0.0193	0.9807	10.9734	0.3513
	2'00"	119.4000	4.5142	2.1800	2.0400	0.0228	0.9774	11.0107	0.4100
	2'20"	131.7000	4.9857	2.5100	2.3900	0.0265	0.9735	11.0566	0.4510
	2'40"	143.4000	5.3714	2.8900	2.7600	0.0306	0.9694	11.1013	0.4839
	3'00"	154.1000	5.7242	3.2400	3.1200	0.0346	0.9654	11.1472	0.5135
	3'20"	161.8000	5.9715	3.6400	3.5200	0.0390	0.9610	11.1965	0.5332
	3'40"	169.4000	6.2287	4.0900	3.9700	0.0440	0.9560	11.2509	0.5533
	4'00"	177.9000	6.5089	4.4400	4.3200	0.0478	0.9527	11.3027	0.5759
	4'20"	185.4000	6.7562	4.7400	4.6200	0.0512	0.9488	11.3423	0.5967
	4'40"	190.5000	6.9276	5.1900	5.0700	0.0561	0.9437	11.4222	0.6076
	5'00"	195.6000	7.2925	5.4800	5.3700	0.0595	0.9405	11.4425	0.6169
	5'20"	201.6000	7.2903	5.9300	5.8100	0.0643	0.9357	11.5021	0.6338
	5'40"	207.4000	7.4815	6.2500	6.1300	0.0679	0.9321	11.5458	0.6480
	6'00"	207.6000	7.4680	6.4500	6.3300	0.0705	0.9299	11.5733	0.6476
	6'20"	208.4000	7.5145	6.7500	6.6300	0.0734	0.9266	11.6148	0.6470
	6'40"	208.7000	7.5244	6.9500	6.8300	0.0765	0.9244	11.6426	0.6463

GRAFICA ESFUERZO-DEFORMACION



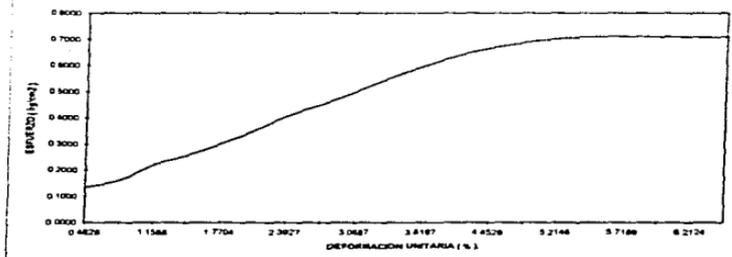
**U. N. A. M.**  
**ENEP CAMPUS ARAGON.**  
 LABORATORIO DE GEOTECNIA.  
 COMPRESION TRIAXIAL RAPIDA.

OBRA:	COL. EL SOL	FECHA:	9 DE MARZO DE 1969
LOCALIZACION:	CD. INF. A.	OPERADOR:	R. J. G.
SONDEO No:	PCA - 4	PROF:	2.80 m
MUESTRA No:	1	CALCULO:	C. G. E.

<b>MEDIDAS DE LA MUESTRA.</b>					
Des:	3.831	cm	A <sub>av</sub> =	11.5269	cm <sup>2</sup>
D <sub>av</sub> :	3.801	cm	A <sub>cc</sub> =	11.9520	cm <sup>2</sup>
D <sub>av</sub> :	3.778	cm	A <sub>u</sub> =	11.1983	cm <sup>2</sup>
H <sub>av</sub> :	9.32	cm	A <sub>area</sub> (A <sub>av</sub> + 4A <sub>cc</sub> + A <sub>u</sub> ) / 6 =	11.7555	cm <sup>2</sup>
					V <sub>av</sub> = 172.01 gr
					V <sub>av</sub> = 109.5613 cm <sup>3</sup>
					V <sub>av</sub> = 1.57 ton/cm <sup>3</sup>
					V <sub>av</sub> = 1.00 kg/cm <sup>3</sup>

TIEMPO	ECT. ANILL.	CARGA	LEC. SANGHO	DEL. TOT.	DEL. UNIT.	T. DEF.	UN. ANIL.	ANIL. CORR.	ESP. DE SV.
0:00			0.1700						
0:20	28 5000	1.5832	0.6200	0.4500	0.0648	0.9952	11.8125		0.1340
0:40	38 9000	1.9281	0.9200	0.7500	0.0660	0.9920	11.8509		0.1625
1:00	40 0000	2.8217	1.2500	1.0800	0.0118	0.9884	11.8833		0.2204
1:20	73 0000	3.0504	1.5400	1.3700	0.0147	0.9853	11.9309		0.2557
1:40	89 8000	3.8042	1.8200	1.6500	0.0177	0.9823	11.9874		0.3012
2:00	107 8000	4.2010	2.1300	1.9600	0.0210	0.9790	12.0380		0.3498
2:20	129 0000	4.8967	2.4000	2.2300	0.0239	0.9761	12.0437		0.4066
2:40	148 4000	5.4703	2.7200	2.5500	0.0274	0.9729	12.0862		0.4526
3:00	164 7000	6.0737	3.0300	2.8600	0.0307	0.9693	12.1277		0.5008
3:20	184 7000	6.7188	3.3800	3.2100	0.0344	0.9656	12.1748		0.5517
3:40	202 2000	7.3101	3.7300	3.5600	0.0382	0.9618	12.2224		0.5981
4:00	217 7000	7.8211	4.0300	3.8600	0.0414	0.9586	12.2634		0.6378
4:20	229 7000	8.2187	4.3200	4.1500	0.0445	0.9555	12.3033		0.6678
4:40	238 7000	8.5135	4.6200	4.5000	0.0483	0.9517	12.3519		0.6892
5:00	244 7000	8.7113	5.0300	4.8600	0.0521	0.9479	12.4022		0.7024
5:20	248 7000	8.8432	5.2700	5.1000	0.0547	0.9453	12.4360		0.7111
5:40	249 2000	8.8597	5.5000	5.3300	0.0572	0.9428	12.4666		0.7106
6:00	249 8000	8.8821	5.7200	5.5500	0.0595	0.9405	12.4999		0.7108
6:20	250 5000	8.9025	5.9600	5.7900	0.0621	0.9379	12.5342		0.7103
6:40	250 3000	8.8969	6.0700	5.8800	0.0644	0.9360	12.5471		0.7096

**GRAFICA ESFUERZO-DEFORMACION.**



# UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

## ENEP CAMPUS ARAGON

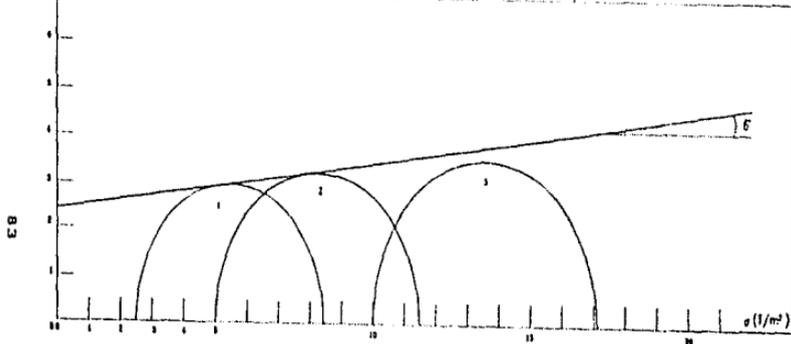
### CIRCULOS DE MOHR COMPRESION TRIAXIAL

DESCRIPCION DE LA MUESTRA: ARCILLA LAMSA GRIS OSCURO					ENCASE No. 1				
ESTUDIO POR EFECTUAR:					FECHA DE INICIACION: 11 MARZO 1996				
PRECEDENCIA: COLONIA EL SOL, CIUDAD NEZAHUALCOYOTL, EDO. MEX.					FECHA DE TERMINACION: 11 DE MARZO DE 1996				
SONDEO No.: PCA-4					MUESTRA No.: 1				
TIPO DE PRUEBA: RAPIDA (DU) XX					CONSOLIDADA RAPIDA (CR)				
OPERADOR: BRUNO JAVIER FLERES GOMEZ					CALCULO: GONZALEZ GUERRERO ESCAMBRISA				
PROFUNDIDAD: 2.8 m					CONSOLIDADA LENTA (CL)				

PRUEBA No.	$\sigma_1$ ( $1/m^2$ )	$\sigma_3$ ( $1/m^2$ )	$\sigma_1 - \sigma_3$ ( $1/m^2$ )	$\sigma_1 + \sigma_3$ ( $1/m^2$ )	$\tau$ ( $1/m^2$ )	PARAMETROS DE RESISTENCIA AL ESFUERZO CORTANTE
1	69.30			2.50	5.295	$\phi = 6^\circ$ $c = 2.40 \text{ } 1/m^2$
2	65.45			5.00	6.480	
3	63.26			10.00	7.111	
4						

$\tau$  ( $1/m^2$ )

ESCALA 1cm = 10  $1/m^2$



# U. N. A. M.

## ENEP CAMPUS ARAGON.

LABORATORIO DE GEOTECNIA  
COMPRESION TRIAXIAL RAPIDA

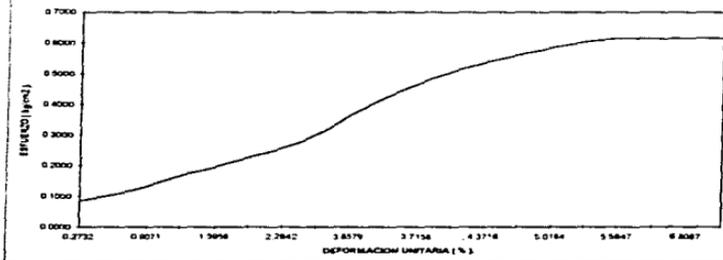
OBRA:	COL. EL SOL	FECHA:	12 DE MAR DEL 96
LOCALIZACION:	CD NEZA	OPERADOR:	R J F G
SONDIDO No:	PCA - 5	PROF:	2.50 m
MUESTRA No:	1	CALCULO:	G G T

### MEDIDAS DE LA MUESTRA

Des	3.91	cm	As*	12 0072	cm <sup>2</sup>	Ww	177 9102	gr
Dm	3.98	cm	Ac*	12 3163	cm <sup>2</sup>	Vt*	111 1938	cm <sup>3</sup>
Dn	3.85	cm	Au*	11 8418	cm <sup>2</sup>	Vc	1 90	litros/m <sup>3</sup>
Hmed	8.15	cm	Arms (As+Ac+Au)w	12 1523	cm <sup>2</sup>	e1 -	0.25	litros/cm <sup>3</sup>

TIEMPO (SEG)	ECT. ANILL	CARGA	LEC. MICRO	DEF. TOT	DEF. UNIT.	1. DEF. UNI	AREA CORR.	ESP. DESV.
07:00	12 0000	1 0362	0 60	0 25	0 0027	0 9973	12 1856	0 0853
07:40	19 7000	1 2930	0 88	0 53	0 0058	0 9942	12 2231	0 1050
10:00	29 4000	1 6293	1 18	0 83	0 0091	0 9909	12 2435	0 1126
12:00	42 8000	2 0580	1 49	1 14	0 0125	0 9875	12 3056	0 1672
14:00	53 8000	2 4206	1 81	1 46	0 0160	0 9840	12 3493	0 1960
2:00	65 8000	2 8183	2 12	1 77	0 0193	0 9807	12 3920	0 2273
2:20	77 8000	3 2119	2 44	2 09	0 0228	0 9772	12 4364	0 2583
2:40	95 3000	3 7856	2 78	2 43	0 0266	0 9734	12 4838	0 3032
3:00	120 3000	4 5999	3 46	3 53	0 0386	0 9614	12 6389	0 3639
3:20	141 3000	5 3022	3 40	3 05	0 0333	0 9667	12 5713	0 4218
3:40	159 7000	5 9088	3 75	3 40	0 0372	0 9628	12 6213	0 4682
4:00	175 3000	6 4232	4 07	3 72	0 0407	0 9593	12 6673	0 5071
4:20	187 7000	6 8320	4 35	4 00	0 0437	0 9563	12 7078	0 5376
4:40	197 8000	7 1683	4 63	4 28	0 0468	0 9532	12 7496	0 5623
5:00	207 8000	7 4987	4 94	4 59	0 0502	0 9498	12 7941	0 5858
5:20	215 7000	7 7552	5 18	4 83	0 0528	0 9472	12 8295	0 6045
5:40	220 4000	7 9101	5 46	5 11	0 0553	0 9442	12 8711	0 6196
6:00	222 0000	7 9629	6 12	5 77	0 0631	0 9369	12 9702	0 6136
6:20	224 0000	8 0288	6 58	6 23	0 0681	0 9319	13 0402	0 6157
6:40	224 5000	8 0453	6 75	6 40	0 0699	0 9301	13 0962	0 6157

GRAFICA ESFUERZO-DEFORMACION.



**U. N. A. M.**  
**ENEP CAMPUS ARAGON.**  
 LABORATORIO DE GEOTECNIA.

**COMPRESION TRIAXIAL RAPIDA**

OBRA:  
 LOCALIZACION:  
 SONDEO No:  
 MUESTRA No:

COL. PL. SOL.  
 CD. REZA  
 PCA - 5  
 T

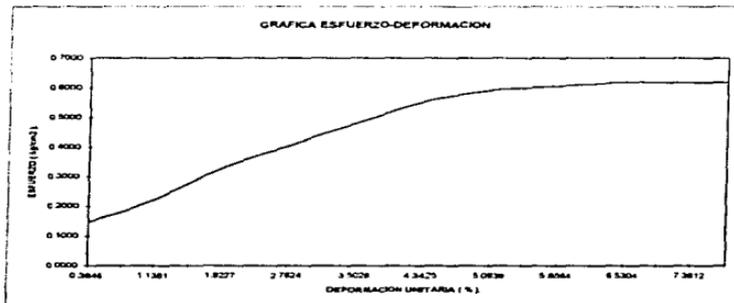
FECHA: 12 DE MAR DEL 98  
 OPERADOR: H. J. G.  
 PROF: 2.50 m  
 CALCULO: G. G. E.

**MEDIDAS DE LA MUESTRA.**

Des= 3.83 cm      As= 11.5209 cm<sup>2</sup>      W= 167.742 gr  
 Dm= 3.8 cm      Ap= 11.3611 cm<sup>2</sup>      V= 103.5442 cm<sup>3</sup>  
 Dn= 3.87 cm      Am= 11.7828 cm<sup>2</sup>       $\gamma = 1.82 \text{ ton/cm}^3$   
 Hm= 9.05 cm      Ar= (As+Ap+Am)/3= 11.4414 cm<sup>2</sup>      n = 0.50 kg/cm<sup>3</sup>

TIEMPO	ECT. ANILL	CARGA	LEC. MCHNO	DEL. TOT	DEF. UNIT	T. DEF	UNI. AREA	COEFF. R.P.	DESV.
0:00"			0.3800						
0:20"	32.0000	1.6886	0.7100	0.3300	0.0036	0.3964	11.4833	0.1479	
0:40"	43.0000	2.0909	1.0300	0.6500	0.0072	0.6928	11.5242	0.1814	
1:00"	58.7000	2.5789	1.4100	1.0300	0.0114	0.9886	11.5731	0.2228	
1:20"	78.5000	3.2317	1.8500	1.4700	0.0162	0.9838	11.6303	0.2779	
1:40"	98.3000	3.8180	2.1200	1.7400	0.0192	0.9808	11.6657	0.3273	
2:00"	111.8000	4.3329	2.4500	2.0700	0.0229	0.9771	11.7092	0.3700	
2:20"	124.7000	4.7384	2.8800	2.5000	0.0278	0.9724	11.7664	0.4027	
2:40"	139.4000	5.2395	3.1800	2.8000	0.0309	0.9691	11.8097	0.4428	
3:00"	153.7000	5.7110	3.5500	3.1700	0.0350	0.9650	11.8597	0.4817	
3:20"	187.5000	6.1660	3.9600	3.5800	0.0398	0.9604	11.9128	0.5178	
3:40"	181.1000	6.6144	4.3100	3.9300	0.0434	0.9566	11.9608	0.5530	
4:00"	190.3000	6.9177	4.6600	4.2800	0.0473	0.9527	12.0094	0.5760	
4:20"	196.8000	7.1320	4.9900	4.6100	0.0509	0.9491	12.0555	0.5916	
4:40"	200.8000	7.2573	5.3300	4.9500	0.0547	0.9453	12.1034	0.5996	
5:00"	203.8000	7.3628	5.6800	5.3000	0.0586	0.9414	12.1531	0.6058	
5:20"	207.1000	7.4716	5.9700	5.6400	0.0618	0.9382	12.1946	0.6127	
5:40"	210.3000	7.5771	6.2900	5.9100	0.0653	0.9347	12.2408	0.6190	
6:00"	211.5000	7.6167	6.6200	6.4400	0.0712	0.9288	12.3176	0.6183	

**GRAFICA ESFUERZO-DEFORMACION**



**U. N. A. M.**  
**INTEC CAMPUS ARAGON.**  
LABORATORIO DE GEOTECNIA.

**COMPRESION TRIAXIAL RAPIDA.**

OBRA:  
LOCALIZACION:  
SONDEO No:  
MUESTRA No:

COL DEL SOL:  
C/D NEZA:  
C/A: 3  
T

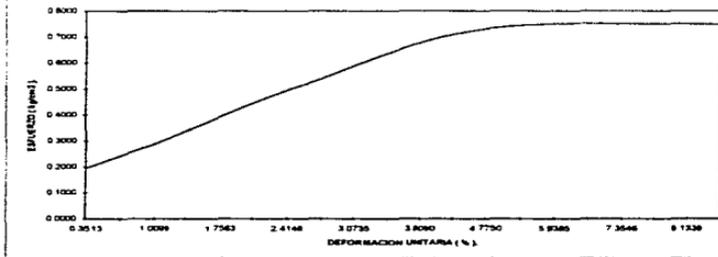
FECHA: 17 DE MAR DEL 86  
OPERADOR: N. J. G.  
RHCOP: 7.40 m  
CALCULO: G. G. I.

**MEDIDAS DE LA MUESTRA.**

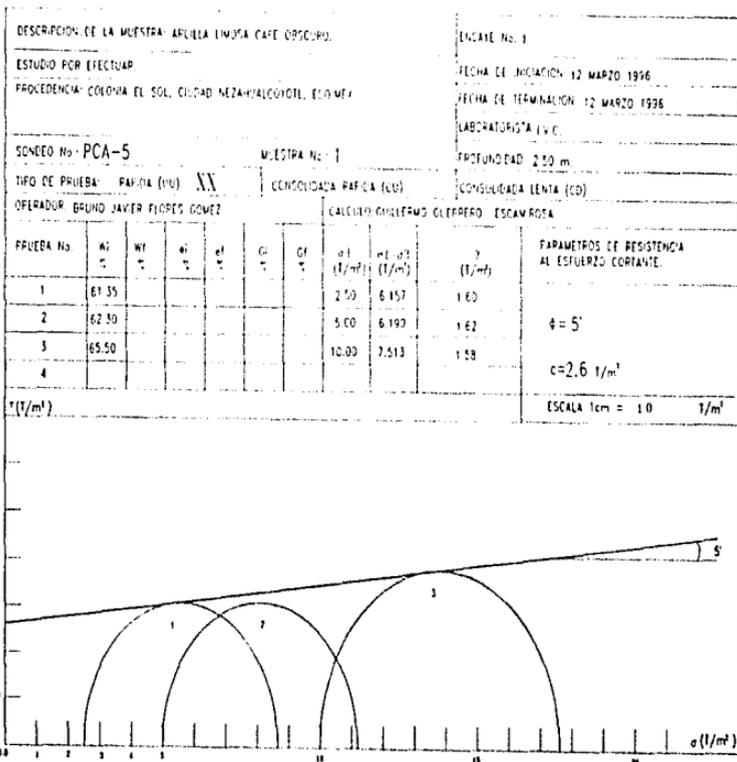
D<sub>av</sub>= 3.79 cm      A<sub>av</sub>= 11.2815 cm<sup>2</sup>      W= 183.54 gr  
D<sub>em</sub>= 3.82 cm      A<sub>em</sub>= 11.4628 cm<sup>2</sup>      W<sub>h</sub>= 103.5039 cm<sup>3</sup>  
D<sub>em</sub>= 3.75 cm      A<sub>em</sub>= 11.0447 cm<sup>2</sup>      W<sub>h</sub>= 1.58 mm/cm<sup>3</sup>  
H<sub>em</sub>= 9.11 cm      A<sub>em</sub>=(A<sub>av</sub>+4A<sub>em</sub>+A<sub>em</sub>)/6= 11.3616 cm<sup>2</sup>      n<sub>1</sub>= 1.00 kg/cm<sup>3</sup>

TIEMPO	ECT ANIL	CARGA	L.L.C	MICRO	DEF. TOT	DEF. UNIT	1 - DEF. UNIT	AREA CORR	ESP. DEV.
0:00		0.2500							
0:20	46.0000	2.2281	0.5700	0.3200	0.0035	0.9965	11.4018	0.1950	
0:40	65.2000	7.7832	0.8500	0.6400	0.0070	0.9930	11.4420	0.2441	
1:00	80.8000	3.3075	1.1700	0.9200	0.0101	0.9899	11.4775	0.2882	
1:20	98.2000	3.8812	1.5200	1.2700	0.0139	0.9861	11.5272	0.3368	
1:40	118.5000	4.5505	1.8500	1.6000	0.0178	0.9824	11.5647	0.3935	
2:00	136.8000	5.1538	2.1600	1.9100	0.0210	0.9790	11.6049	0.4441	
2:20	156.5000	5.7204	2.4500	2.2000	0.0241	0.9759	11.6428	0.4956	
2:40	171.6000	6.3512	2.7300	2.4800	0.0272	0.9728	11.6796	0.5395	
3:00	189.8000	6.9012	3.0500	2.8000	0.0307	0.9693	11.7219	0.5887	
3:20	207.8000	7.4881	3.4000	3.1500	0.0346	0.9654	11.7685	0.6363	
3:40	22.3.3000	8.0367	3.7200	3.4700	0.0381	0.9619	11.8115	0.6778	
4:00	235.4000	8.4047	4.1200	3.8700	0.0425	0.9575	11.8517	0.7063	
4:20	244.8000	8.7179	4.6000	4.3500	0.0477	0.9523	11.9313	0.7307	
4:40	251.4000	8.9325	5.0700	4.8200	0.0529	0.9471	11.9963	0.7446	
5:00	250.5000	9.0974	5.5600	5.4100	0.0584	0.9409	12.0789	0.7507	
5:20	258.0000	9.1498	6.3600	6.1100	0.0671	0.9329	12.1764	0.7513	
5:40	259.7000	9.2058	6.9400	6.7000	0.0736	0.9265	12.2635	0.7507	
6:00	261.2000	9.2553	7.4500	7.2000	0.0780	0.9210	12.3399	0.7500	

**GRAFICA ESFUERZO-DEFORMACION**



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO  
ENEP CAMPUS ARAGON  
CIRCULOS DE MOHR COMPRESION TRIAXIAL



# U. N. A. M.

## ENH CAMPUS ARAGON.

LABORATORIO DE GEOTECNIA.

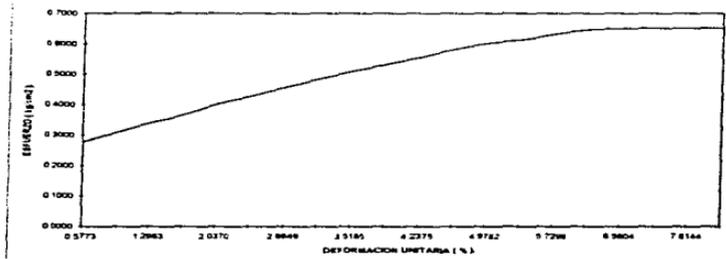
COMPRESION TRIAXIAL RAPIDA.

OBRA	COL. EL SOL	FECHA	LD DE MAR DEL UR
LOCALIZACION	CD. NEZA	OPERADOR	EL G E
SONDEO No	FCA. 6	PROF.	2.80 m
MUESTRA No	T	CALCULO	S. J. G.

MEDIDAS DE LA MUESTRA				
Dia	3.785	cm	A <sub>50</sub> = 11.2518 cm <sup>2</sup>	V <sub>50</sub> = 162.80 gr
Don	3.811	cm	A <sub>40</sub> = 11.4009 cm <sup>2</sup>	V <sub>40</sub> = 105.0224 cm <sup>3</sup>
De	3.875	cm	A <sub>30</sub> = 11.7932 cm <sup>2</sup>	r = 1.55 ton/cm <sup>3</sup>
Hem	9.18	cm	A <sub>me</sub> (A <sub>50</sub> +4A <sub>40</sub> +A <sub>30</sub> ) = 11.4414 cm <sup>2</sup>	r = 0.25 g/cm <sup>3</sup>

TIEMPO	ECT. ANILL.	CARGA	LEC. MICRO	DEF. TOT.	D <sub>1</sub>	UNIT.	σ <sub>1</sub>	DEP. UNIA	AREA CORR.	ESP.	DES.V.
0:00			0.270								
0:20	77.3000	3.1951	0.750	0.53	0.0058	0.9642	11.5078	0.3774			
0:40	88.8000	3.5713	1.070	0.85	0.0093	0.9607	11.5483	0.3692			
1:00	100.2000	3.9471	1.410	1.19	0.0130	0.9670	11.5917	0.3406			
1:20	115.0000	4.2702	1.780	1.56	0.0170	0.9630	11.6397	0.3669			
1:40	122.5000	4.6624	2.090	1.87	0.0204	0.9796	11.6793	0.4009			
2:00	132.8000	5.0220	2.520	2.30	0.0251	0.9749	11.7354	0.4276			
2:20	143.9000	5.3879	2.850	2.63	0.0286	0.9714	11.7789	0.4574			
2:40	154.3000	5.7308	3.130	2.91	0.0317	0.9683	11.8160	0.4850			
3:00	164.1000	6.0538	3.450	3.23	0.0352	0.9643	11.8586	0.5105			
3:20	172.7000	6.3375	3.830	3.81	0.0393	0.9607	11.9097	0.5321			
3:40	181.9000	6.6404	4.110	3.89	0.0424	0.9578	11.9477	0.5558			
4:00	192.0000	6.9738	4.390	4.17	0.0454	0.9546	11.9859	0.5819			
4:20	200.1000	7.2408	4.760	4.57	0.0488	0.9502	12.0408	0.6014			
4:40	209.4000	7.4156	5.070	4.85	0.0528	0.9472	12.0796	0.6136			
5:00	213.3000	7.6780	5.480	5.26	0.0573	0.9427	12.1368	0.6325			
5:20	218.6000	7.8838	5.870	5.65	0.0615	0.9385	12.1818	0.6466			
5:40	222.2000	7.9895	6.270	6.05	0.0659	0.9341	12.2466	0.6506			
6:00	224.4000	8.0420	6.880	6.64	0.0723	0.9277	12.3335	0.6520			
6:20	225.3000	8.0712	7.210	6.95	0.0761	0.9235	12.3864	0.6518			
6:40	226.1000	8.0981	7.510	7.29	0.0784	0.9206	12.4264	0.6516			

GRAFICA ESFUERZO-DEFORMACION



**U. N. A. M.**  
**ENEP CAMPUS ARAGON.**  
 LABORATORIO DE GEOTECNIA.

**COMPRESION TRIAXIAL RAPIDA.**

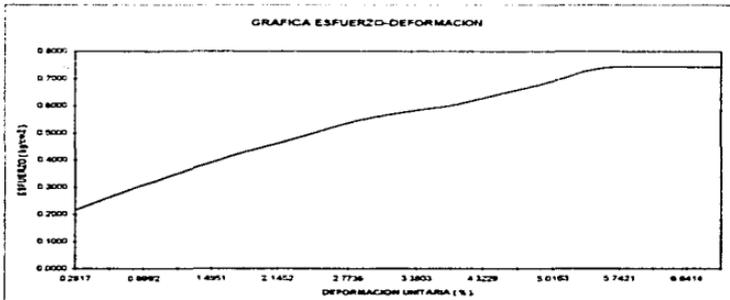
OBRA:	COL EL BCL	FFCHA	13 DE MAR DE 1968
LOCALIZACION:	CD NIZA	OPR RADON	G.E.P.
SONDADO No:	PCA 5	PROF	2.80 cm
MUESTRA No:	1	CALCULO	B.2.57

**MEDIDAS DE LA MUESTRA**

D <sub>ext</sub>	3.782	cm	A <sub>ex</sub>	11.2340	cm <sup>2</sup>	W <sub>o</sub>	187.80	gr
D <sub>int</sub>	3.913	cm	A <sub>in</sub>	12.0257	cm <sup>2</sup>	W <sub>1</sub>	108.9568	cm <sup>3</sup>
D <sub>av</sub>	3.825	cm	A <sub>av</sub>	11.6406	cm <sup>2</sup>	γ	1.54	ton/cm <sup>3</sup>
H <sub>av</sub>	9.23	cm	A <sub>mv</sub> (A <sub>av</sub> +4A <sub>c</sub> +A <sub>v</sub> ) <sup>3</sup>	11.8046	cm <sup>2</sup>	n <sub>1</sub>	0.50	kg/cm <sup>2</sup>

TIEMPO	ECT ANILL	CARGA	LEO	MILIMO	DEL. 101	DEL. UPE1	1 - DEL. UPE2	AREA CORR.	ESP. DESV.
0:00			0.25	0.51	0.26	0.0028	0.9972	11.8379	0.2150
0:20	58.0000	2.5558	0.79	0.54	0.0068	0.9931	11.8741	0.2630	
0:40	75.2000	3.1229	0.79	0.54	0.0090	0.9910	11.9117	0.3078	
1:00	91.7000	3.6669	0.68	0.83	0.0124	0.9876	11.9522	0.3504	
1:20	107.5000	4.1878	1.39	1.14	0.0150	0.9850	11.9838	0.3910	
1:40	122.6000	4.6857	1.63	1.38	0.0184	0.9819	12.0201	0.4286	
2:00	136.8000	5.1536	1.95	1.70	0.0215	0.9785	12.0634	0.4606	
2:20	149.1000	5.5584	2.23	1.98	0.0249	0.9751	12.1063	0.4968	
2:40	164.0000	6.0508	2.59	2.30	0.0277	0.9723	12.1413	0.5372	
3:00	178.3000	6.5221	2.81	2.56	0.0308	0.9692	12.1793	0.5639	
3:20	188.9000	6.9683	3.09	2.84	0.0338	0.9662	12.2176	0.5838	
3:40	196.9000	7.1325	3.17	3.17	0.0316	0.9624	12.2657	0.6011	
4:00	204.1000	7.3727	3.72	3.47	0.0432	0.9568	12.3380	0.6275	
4:20	215.3000	7.7420	4.24	3.99	0.0467	0.9533	12.3828	0.6582	
4:40	227.7000	8.1508	4.76	4.11	0.0502	0.9486	12.4280	0.6919	
5:00	241.0000	8.5893	4.86	4.63	0.0521	0.9456	12.4678	0.7267	
5:20	255.3000	9.0608	5.16	4.91	0.0574	0.9426	12.5237	0.7435	
5:40	265.9000	9.3114	5.55	5.36	0.0609	0.9391	12.5700	0.7434	
6:00	261.9000	9.3443	5.87	5.82	0.0629	0.9361	12.6444	0.7432	
6:20	265.5000	9.3971	6.38	6.13	0.0644	0.9337	12.6641	0.7427	
6:40	246.2000	8.4202	6.65	6.45	0.0693	0.9307			

**GRAFICA ESFUERZO-DEFORMACION**



**U. N. A. M.**  
**ENEP CAMPUS ARAGON.**  
 LABORATORIO DE GEOTECNIA.

COMPRESION TRIAXIAL RAPIDA.

OBRA:  
 LOCALIZACION:  
 SONDEO No.:  
 MUESTRA No.

COL. EL SOL  
 CD. NEZA  
 PCA - 6  
 1

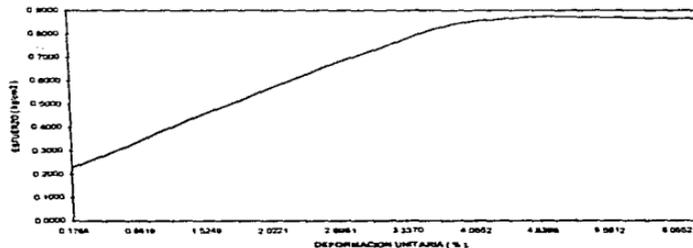
FECHA: 13 DE MAR DEL 89  
 OPERADOR: G. G. F.  
 PROF: 2.80 m  
 CALCULO: B. J. G.

**MEDIDAS DE LA MUESTRA**

D <sub>1</sub> = 3.92	cm	A <sub>1</sub> = 12 088	cm <sup>2</sup>	V <sub>1</sub> =	198 02	gr
D <sub>2</sub> = 3.87	cm	A <sub>2</sub> = 11 762	cm <sup>2</sup>	V <sub>2</sub> =	107 8508	cm <sup>3</sup>
D <sub>3</sub> = 3.95	cm	A <sub>3</sub> = 12 244	cm <sup>2</sup>	V <sub>3</sub> =	1 57 80	cm <sup>3</sup>
P <sub>1</sub> = 8.05	cm	A <sub>m</sub> = (A <sub>1</sub> +A <sub>2</sub> +A <sub>3</sub> )/3	11 8957	cm <sup>2</sup>	n <sub>1</sub> =	1 00 kg/cm <sup>2</sup>

TIEMPO	ECT. ANAL.	CARGA	LEC. MICRO	DEP. TOT.	DR. UNIT.	DR. UN. ANI. A	COM. ES.	DESV.
0:00			0 1500					
0:20	83 7000	2 7437	0 3100	0 1600	0 0018	0 9662	11 9168	0 2300
0:40	82 0000	3 3471	0 5600	0 4100	0 0045	0 9955	11 9448	0 2801
1:00	103 5000	4 8556	0 9300	0 7800	0 0089	0 9914	11 9691	0 3380
1:20	125 8000	4 7845	1 2100	1 0650	0 0117	0 9883	12 0387	0 3983
1:40	147 7000	5 5132	1 5300	1 3800	0 0152	0 9848	12 0799	0 4564
2:00	187 0000	6 1495	1 7800	1 6300	0 0180	0 9820	12 1139	0 5078
2:20	188 7000	6 8650	1 8600	1 8300	0 0202	0 9788	12 1432	0 5654
2:40	208 5000	7 5178	2 2500	2 1000	0 0232	0 9768	12 1783	0 6173
3:00	230 3000	8 2365	2 5900	2 4400	0 0270	0 9730	12 2253	0 6737
3:20	248 8000	8 8465	2 8800	2 7300	0 0307	0 9698	12 2657	0 7212
3:40	268 4000	9 4927	3 1700	3 0200	0 0334	0 9669	12 3094	0 7714
4:00	288 1000	10 1422	3 4300	3 2800	0 0362	0 9638	12 3431	0 8217
4:20	301 3000	10 5774	3 8200	3 6700	0 0406	0 9594	12 3885	0 8531
4:40	308 5000	10 7488	4 2700	4 0700	0 0450	0 9552	12 4559	0 8630
5:00	311 4000	10 8104	4 5300	4 3800	0 0484	0 9516	12 5007	0 8728
5:20	312 7000	10 8533	4 8700	4 7200	0 0527	0 9478	12 5543	0 8726
5:40	313 1000	10 8664	5 2100	5 0600	0 0559	0 9441	12 6022	0 8701

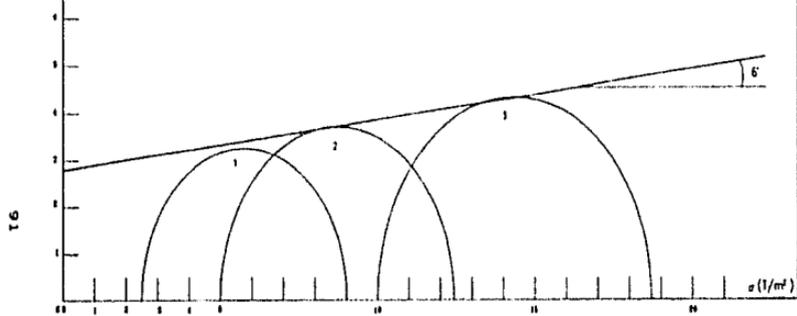
GRAFICA ESFUERZO-DEFORMACION.



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO  
ENEP CAMPUS ARAGON  
CIRCULOS DE MOHR COMPRESION TRIAXIAL

DESCRIPCION DE LA MUESTRA: LMO ARENOSO CAFE OSCURO						ENCARE No. 1					
ESTUDIO POR EFECTUAR:						FECHA DE INICIACION 13 MARZO 1996					
PROCEDENCIA: COLONA EL SOL, CIUDAD NEZAHUALCOYOTL, EDOMEX						FECHA DE TERMINACION 13 DE MARZO 1996					
SONDEO No.: PCA-6						MUESTRA No.: 1					
TIPO DE PRUEBA: RAPIDA (BU) XX						CONSOLIDACION RAPIDA (CR)					
OPERADOR: GUILLERMO GUERRERO ESCAMBRIZA						CALCULO: BRIND JAVIER FLORES SEMEZ					
PROFUNDIDAD: 2.80 M.						CONSOLIDACION LENTA (CL)					

PRUEBA No.	Wt %	Wt %	e <sub>i</sub> %	e <sub>f</sub> %	C <sub>i</sub> %	G <sub>i</sub> %	σ <sub>1</sub> (T/m <sup>2</sup> )	σ <sub>3</sub> (T/m <sup>2</sup> )	γ (T/m)	PARAMETROS DE RESISTENCIA AL ESFUERZO CORTANTE.  φ = 6°  c = 2.8 T/m <sup>2</sup>  ESCALA 1cm = 10 T/m <sup>2</sup>
1	65.85						2.50	6.520	1.55	
2	68.12						5.03	7.435	1.54	
3	65.56						10.03	8.728	1.57	
4										



**U. N. A. M.**  
**ENEP CAMPUS ARAGON.**  
LABORATORIO DE GEOTECNIA.

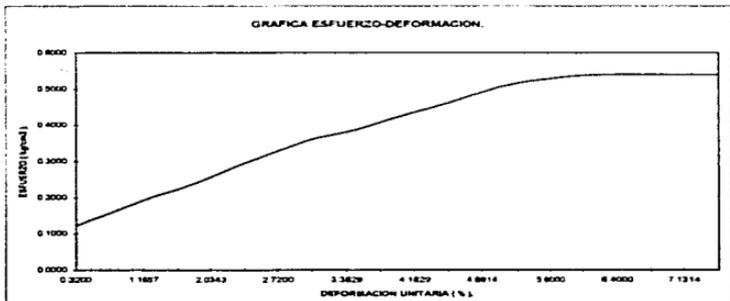
**COMPRESION TRIAXIAL RAPIDA.**

OBRA:	COL EL SOL	FECHA:	14 DE MAR DE 1965
LOCALIZACION:	CD. NEZA	OPERADOR:	W. J. C.
BONEDO No:	DOA-7	PROF:	2.70 m
MUESTRA No:	1	CALCULO:	C.G.T.

**MEJEDAS DE LA MUESTRA.**

De=	3.913	cm	As=	12.0257	cm <sup>2</sup>	W=	154.14	gr
De=	3.892	cm	Ac=	11.8989	cm <sup>2</sup>	W=	104.5450	cm <sup>3</sup>
De=	3.821	cm	Au=	12.0749	cm <sup>2</sup>	v =	1.57	ton/cm <sup>3</sup>
H=H	8.75	cm	Am= (As+Ac+Au)/3=	11.948	cm <sup>2</sup>	γ =	0.25	kg/cm <sup>2</sup>

TEMPO	ECT. ANILL	CARGA	LEC. MICRO	DEP. TOT	DEP. UNIT	L. DR. P.	UNI. ANE. A	COHM. ESP.	DESV.
0:00				0.17					
0:20	25.0000	1.4678	0.45	0.58	0.0032	0.9968	11.8864	0.1225	
0:40	37.6000	1.8632	0.87	0.70	0.0080	0.9920	12.0444	0.1564	
1:00	51.1000	2.3283	1.19	1.02	0.0117	0.9883	12.0889	0.1924	
1:20	62.9000	2.7042	1.52	1.35	0.0154	0.9846	12.1302	0.2228	
1:40	75.1000	3.1148	1.95	1.78	0.0203	0.9797	12.1981	0.2558	
2:00	89.8000	3.6042	2.18	2.01	0.0230	0.9770	12.2289	0.2947	
2:20	102.8000	4.0263	2.56	2.38	0.0272	0.9728	12.2821	0.3278	
2:40	119.8000	4.4815	2.91	2.74	0.0313	0.9687	12.3342	0.3617	
3:00	123.6000	4.7185	3.13	2.96	0.0338	0.9662	12.3663	0.3816	
3:20	134.0000	5.0815	3.49	3.32	0.0379	0.9621	12.4192	0.4076	
3:40	145.3000	5.4341	3.83	3.68	0.0418	0.9582	12.4696	0.4356	
4:00	155.7000	5.7770	4.09	3.92	0.0448	0.9562	12.5084	0.4618	
4:20	167.4000	6.1627	4.45	4.28	0.0489	0.9511	12.5625	0.4900	
4:40	178.0000	6.5122	4.83	4.66	0.0533	0.9467	12.6203	0.5186	
5:00	183.6000	6.6668	5.07	4.90	0.0560	0.9440	12.6568	0.5291	
5:20	187.8000	6.8353	5.39	5.22	0.0597	0.9403	12.7060	0.5380	
5:40	189.6000	6.8947	5.77	5.60	0.0640	0.9360	12.7650	0.5401	
6:00	190.5000	6.9243	6.06	5.88	0.0672	0.9328	12.8058	0.5406	
6:20	191.1000	6.9441	6.41	6.24	0.0713	0.9287	12.8655	0.5319	



# U. N. A. M.

## ENEP CAMPUS ARAGON.

LABORATORIO DE GEOTECNIA.

COMPRESION TRIAXIAL RAPIDA.

OBRA:  
LOCALIZACION:  
SONDEO No:  
MUESTRA No:

COL. EL SOL  
CD. NEZA  
PCA: 7

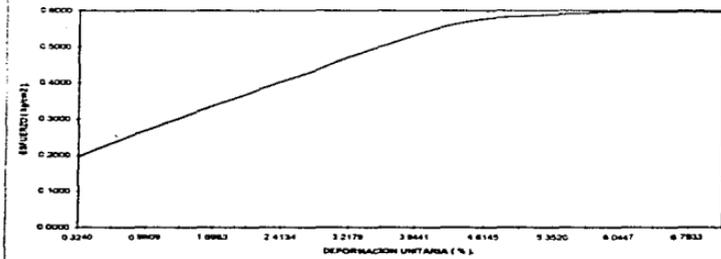
FECHA: 14 DE MAR DEL 96  
OPERADOR: H J E  
PROF: 2.70 m  
CALCULO: G. C. F.

**MEDIDAS DE LA MUESTRA**

D <sub>ext</sub> = 3.85	cm	A <sub>st</sub> = 11 8418	cm <sup>2</sup>	W = 156 901	gr
D <sub>int</sub> = 3.787	cm	A <sub>ct</sub> = 11 3232	cm <sup>2</sup>	W <sub>h</sub> = 102 501	gr (M <sub>s</sub> )
D <sub>an</sub> = 3.873	cm	A <sub>un</sub> = 11 3811	cm <sup>2</sup>	W <sub>l</sub> = 1 58	kg (M <sub>s</sub> )
H <sub>ext</sub> = 8.95	cm	A <sub>mt</sub> = (A <sub>st</sub> + A <sub>ct</sub> + A <sub>un</sub> )	11 4526	cm <sup>2</sup>	n <sub>1</sub> = 0.50

TIEMPO	ECT ANILL	CARGA	LEC MICRO	DEF TOT	DEF UNIT	V. DEF	UNI AREA CORR	ESP	DES V
			0.33						
0:20	48 3000	2 2360	0.61	0.29	0 0032	0 9968	11 4888	0	1946
0:40	81 9000	2 6844	0.95	0.83	0 0070	0 9930	11 5338	0	2327
1:00	74 7000	3 1064	1.18	0.86	0 0096	0 9904	11 5637	0	2706
1:20	87 1000	3 5152	1.50	1.18	0 0132	0 9868	11 6056	0	3029
1:40	99 8000	3 9274	1.84	1.52	0 0170	0 9830	11 6509	0	3371
2:00	113 3000	4 3121	2.19	1.85	0 0207	0 9793	11 6943	0	3668
2:20	124 1000	4 7351	2.48	2.16	0 0241	0 9759	11 7358	0	4035
2:40	136 3000	5 1374	2.80	2.54	0 0284	0 9716	11 7871	0	4358
3:00	149 7000	5 5791	3.20	2.88	0 0322	0 9678	11 8334	0	4715
3:20	161 4000	5 9649	3.53	3.21	0 0356	0 9641	11 8788	0	5022
3:40	173 3000	6 3572	3.85	3.53	0 0384	0 9606	11 9279	0	5332
4:00	183 7000	6 7001	4.13	3.81	0 0426	0 9574	11 9819	0	5601
4:20	190 9000	6 9375	4.45	4.13	0 0461	0 9539	12 0266	0	5778
4:40	194 1000	7 0430	4.78	4.46	0 0488	0 9502	12 0732	0	5843
5:00	196 7000	7 1287	5.11	4.78	0 0535	0 9465	12 1002	0	5891
5:20	199 0000	7 2046	5.42	5.10	0 0570	0 9430	12 1446	0	5932
5:40	201 5000	7 2870	5.73	5.41	0 0604	0 9399	12 1894	0	5978
6:00	202 4000	7 3167	6.14	5.82	0 0650	0 9350	12 2491	0	5973
6:20	202 9000	7 3332	6.4	6 08	0 0678	0 9321	12 2873	0	5968
6:40	203 2000	7 3430	6.67	6 35	0 0709	0 9291	12 3272	0	5957

GRAFICA ESFUERZO-DEFORMACION



**U. N. A. M.**  
**ENEP CAMPUS ARAGON.**  
 LABORATORIO DE GEOTECNIA.

**COMPRESION TRIAXIAL RAPIDA.**

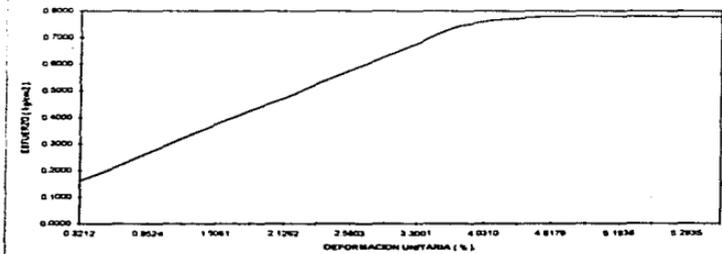
OBRA	COL. EL SOL	FECHA	14 DE MAR DEL 61
LOCALIZACION	COT. TERCIA	OPERADOR	II J. G.
SONDENO No	PCA-7	PROF.	3.0 m.
MUESTRA No	I	CALCULO	G.G.E.

**MEDIDAS DE LA MUESTRA**

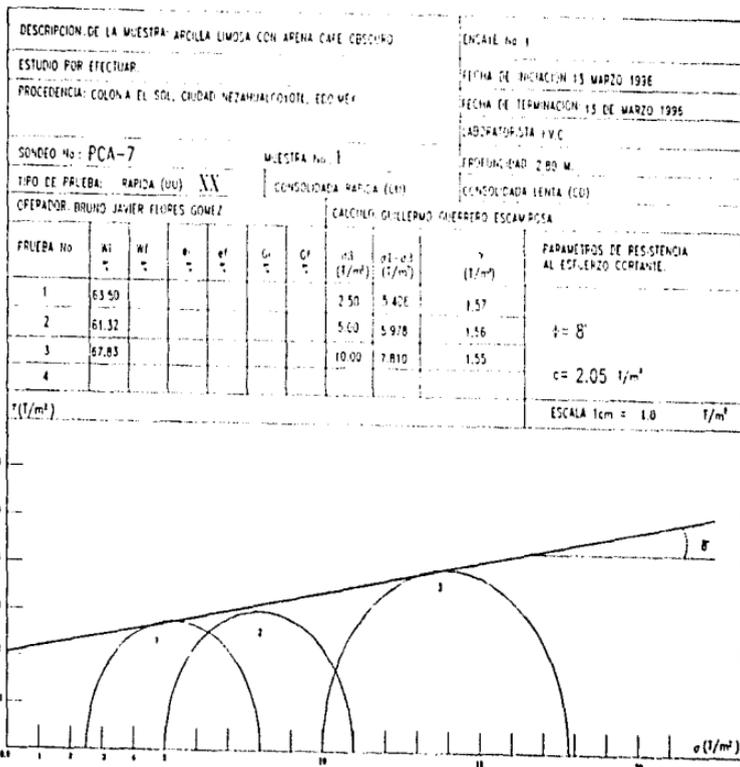
Dim	3.873	cm	As	11 7811 cm <sup>2</sup>	W <sub>w</sub>	161.49 gr
Dim	3.812	cm	Ac	11 4128 cm <sup>2</sup>	V <sub>w</sub>	104.1854 cm <sup>3</sup>
Dim	3.875	cm	Am	11 7932 cm <sup>2</sup>	γ <sub>s</sub>	1.55 tgr/m <sup>3</sup>
Dim	9.03	cm	Am <sub>o</sub> (As+Ac+Aj)×6	11 5377	cm <sup>2</sup>	1.00 tgr/cm <sup>2</sup>

TIEMPO	ECT. ANIL.	CARGA	LEC. MCHHO.	DEF. TOS	DEF. UNIT.	T. DEF. UNIT.	AREA CORR.	ESP. DEF. V
0:00			0.8500					
0:20	37.0000	1.8834	1.4400	0.2600	0.0032	0.9958	11.5749	0.1816
0:40	55.3000	2.4669	1.3500	0.5000	0.0055	0.9945	11.6019	0.2126
1:00	75.4000	3.1295	1.7100	0.8600	0.0095	0.9905	11.6486	0.2687
1:20	95.0000	3.7757	1.8600	1.1300	0.0125	0.9875	11.6839	0.3232
1:40	113.7000	4.3622	2.2100	1.3600	0.0151	0.9849	11.7181	0.3750
2:00	132.6000	5.0154	2.4700	1.6200	0.0179	0.9821	11.7485	0.4269
2:20	148.9000	5.5857	2.7700	1.9200	0.0213	0.9787	11.7683	0.4738
2:40	168.2000	6.2221	2.9700	2.1700	0.0238	0.9765	11.8151	0.5266
3:00	188.1000	6.8452	3.1800	2.3300	0.0258	0.9742	11.8433	0.5780
3:20	208.8000	7.4617	3.4500	2.6000	0.0288	0.9712	11.8798	0.6281
3:40	228.3000	8.1047	3.8300	2.9600	0.0320	0.9670	11.9319	0.6793
4:00	247.7000	8.8102	4.1700	3.3200	0.0368	0.9632	11.9781	0.7356
4:20	257.9000	9.1465	4.4900	3.6400	0.0403	0.9597	12.0223	0.7608
4:40	263.2000	9.3212	4.7900	3.8900	0.0430	0.9570	12.0567	0.7732
5:00	268.4000	9.4287	5.0700	4.1700	0.0462	0.9538	12.0963	0.7793
5:20	268.5000	9.4633	5.1600	4.3100	0.0477	0.9523	12.1160	0.7810
5:40	268.5200	9.4894	5.1400	4.6100	0.0519	0.9481	12.1608	0.7768

**GRAFICA ESFUERZO-DEFORMACION.**



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO  
ENEP CAMPUS ARAGON  
CIRCULOS DE MOHR COMPRESION TRIAXIAL



## CONSOLIDACION UNIDIMENSIONAL

En la prueba de consolidación Unidimensional se determinan características importantes del suelo, como son: la deformación del suelo bajo cierta carga y el tiempo en que ocurre, por otro lado también se obtiene la rotación del vacío del terreno, el conocimiento de esta característica es muy importante en el diseño de cimentaciones, debido a que permite calcular los asentamientos que sufrirá la estructura.

Se conoce como consolidación Unidimensional ya que el anillo que confina la muestra de suelo no permite flujo o movimiento de agua en un sentido lateral, de esta prueba todo el flujo de agua y el movimiento del suelo sucede en la dirección vertical. En el terreno ocurre algo de movimiento lateral del suelo.

La prueba de consolidación Unidimensional en laboratorio se realiza sobre una muestra de suelo que tiene entre 20 y 40 mm. De espesor localizada en un anillo de metal confinante de diámetro entre 45 y 113mm. Lo mas comunmente utilizado son diámetros de 63 y 113 mm. El aparato puede tener anillos de tipo fijo o flotante. Si se mantienen todas las variables iguales, y en vista que los defectos de la preparación de la muestra son iguales independientemente del tamaño de la muestra, es posible esperar que las muestras más grandes den porcentajes mayores de confiabilidad. De cualquier forma el diámetro del anillo debería ser en lo menos 6mm menor que el diámetro de la muestra del tubo respectivamente y la relación diámetro/altura  $> 2.5$  cm.

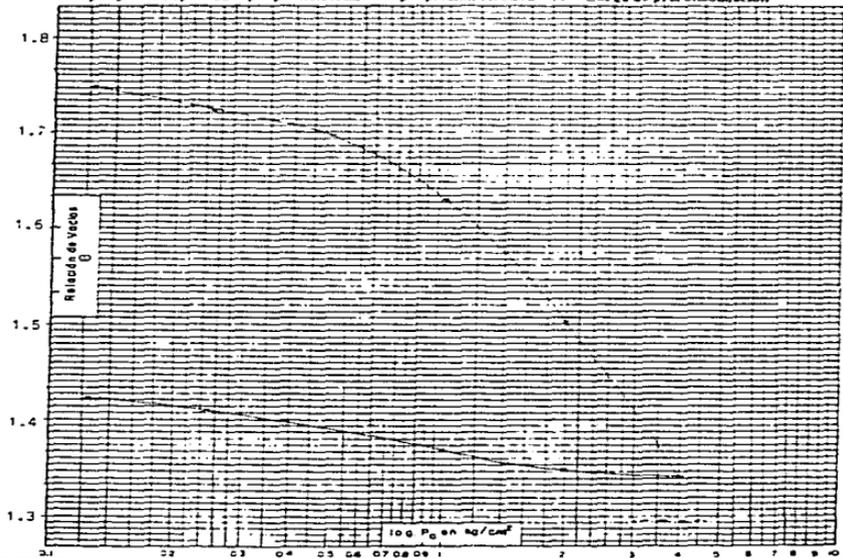
Los resultados obtenidos de estas pruebas se muestran en las siguientes gráficas:



UNAM  
ENEP ARAGON  
LABORATORIO DE GEOTECNIA

PRUEBA DE CONSOLIDACION

Obra N° \_\_\_\_\_ Sondeo PCA - 1 Localización Col. El Sol, Cd. Nezahualcóyotl.  
 Símbolo Muestra Profundidad (cm)  $w$  (%)  $e_n$   $S_r$  (%)  $p$  ( $\text{kg/cm}^2$ )  $p$  ( $\text{kg/cm}^2$ )  $P_c$  ( $\text{kg/cm}^2$ )  
 z 2.8-3.0  $w$  1.878  $P_c$  1.14  
 p = presión aplicada p = presión total p = presión efectiva P<sub>c</sub> = Carga de preconsolidación

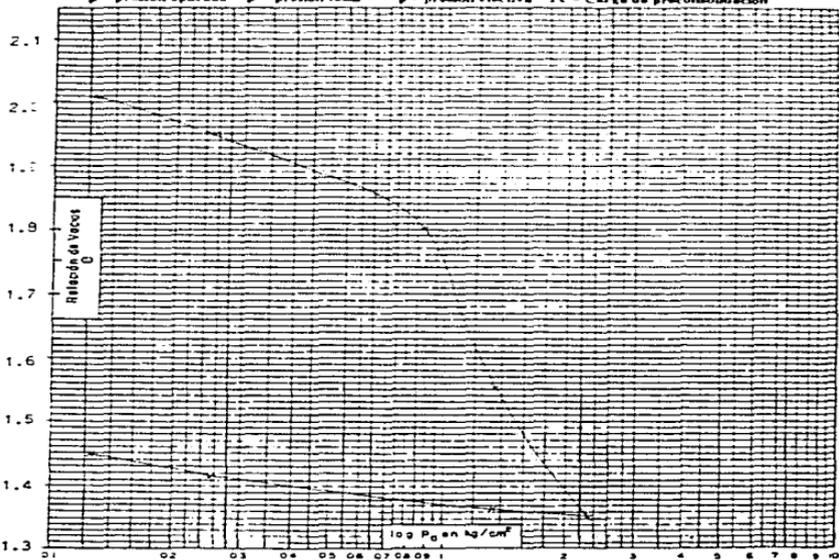




UNAM  
ENEP ARAGON  
LABORATORIO DE GEOTECNIA

PRUEBA DE CONSOLIDACION

Obra N° \_\_\_\_\_ Sondro PCA-1 Localizacion Col. El Col. Cu. Anahuac Coyotl  
 Simbolo 4 Muestra 2.8-3.0 Profundidad (m) 2.059  
 $w$  (%) \_\_\_\_\_  $w_p$  (%) \_\_\_\_\_  $S_r$  (%) \_\_\_\_\_  
 $p$  (kg/cm<sup>2</sup>) \_\_\_\_\_  $p$  (kg/cm<sup>2</sup>) \_\_\_\_\_  $P_c$  (kg/cm<sup>2</sup>) \_\_\_\_\_  
 $p$  = presion aplicada     $p$  = presion total     $p$  = presion efectiva     $P_c$  = Carga de preconsolidacion



## **CAPITULO III INTERPRETACION DE LOS RESULTADOS**

### **III.1 SONDEO EXPLORATORIO A CIELO ABIERTO**

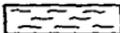
El predio en estudio presenta una capa de relleno con un espesor promedio de 2.0 m formado principalmente por cascajo y materiales sintético (hule, tela, plástico) contenidos en arena fina, todo compactado y con aumento en la proporción de material fino a mayor profundidad. El primer estrato de anillo del lugar fue localizado a 2.80 m de profundidad media después de eliminar el espesor de relleno.

### **III.2 ESTRATIGRAFIA DE LOS POZOS A CIELO ABIERTO.**

La estratigrafía de los pozos a cielo abierto realizados para el estudio de mecánica de suelos efectuados para la obtención de las características del suelo del predio en estudio se presenta en las siguientes tablas.

**LABORATORIO DE GEOTECNIA  
REGISTRO DE POZOS A CIELO ABIERTO**

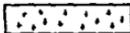
**EMBOLOLOGIA**



Limo



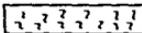
Arena



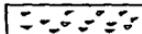
Grava



Arena



Material Orgánico



Grava

FCA 7

Prof. (mts.)	Estrografía	Descripción	Clasificación SUC'S
0.0		Arena fina a gruesa con tenores de calcio como material de relleno	MU
0.1			
0.2			
0.3			
0.4			
0.5			
0.6			
0.7			
0.8			
0.9			
1.0		Limo arenoso con cara y gris oscuros con fragmentos de pedregales de roca y fragmentos esféricos como relleno	MU
1.1			
1.2			
1.3			
1.4			
1.5			
1.6			
1.7			
1.8			
1.9			
2.0			
2.1		Limo arenoso de tonos los oscuros de consistencia plástica y muy fuerte	CH
2.2			
2.3			
2.4			
2.5			
2.6			
2.7			
2.8			
2.9			
3.0			
3.1			
3.2			

LABORATORIO DE GEOTECNIA  
REGISTRO DE POZOS A CIELO ABIERTO

SIMBOLOGIA



Lente



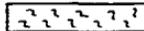
Arcilla



Arena



Grava



Material Cohesion



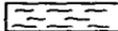
Grava

P. C. A. 8

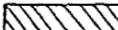
Prof. (mts.)	Observaciones	Descripción	Clasificación SUCS
0.0		Material de relleno compactado altamente cementado arena fina y con algunos trozos de madera. El material fino disminuye en proporción de los 1.42 mts. de profundidad en adelante.	CL
0.1			
0.2			
0.3			
0.4			
0.5			
0.6			
0.7			
0.8			
0.9			
1.0			
1.1			
1.2			
1.3			
1.4			
1.5			
1.6			
1.7			
1.8			
1.9			
2.0		Arcilla arenosa color negro fácilmente separable en porciones desiguales con la presión de la mano. Presentan fuerte olor si están húmedas.	CE
2.1			
2.2			
2.3			
2.4			
2.5			
2.6			
2.7			
2.8			
2.9			
3.0			
3.1			
3.2			

LABORATORIO DE GEOTECNIA  
REGISTRO DE POZOS A CIELO ABIERTO

SIMBOLOGIA



Lirio



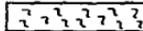
Arena



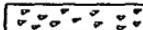
Manto



Arena



Material Orgánico



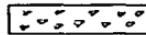
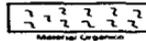
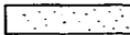
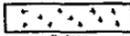
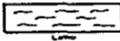
Lirio

P.C.A. 3

Profundidad (m)	Descripción de la muestra	Observaciones	Clasificación
0.0			
0.1		Materia estructural por giras	Ors
0.2		Arena y beta, malamente	
0.3		Compactada debajo de la sala	
0.4		Preparación del material: lomo	
0.5		Tubo manométrico. Sacado la	
0.6		frase de la parte del suelo ...	
0.7		Sapiente a 101	
0.8		A partir de los 0.80 metros	
0.9			
1.0			
1.1			
1.2			
1.3			
1.4			
1.5			
1.6			
1.7			
1.8			
1.9			
2.0			
2.1		Lirio de color café oscuro-	Ors
2.2		negro claramente definidos.	
2.3		Presencia esporádica de arena	
2.4		fieta en forma de entes que	
2.5		presentan puntas de degradad	
2.6		Au corte, con la presión de la	
2.7		mano	
2.8			
2.9			
3.0			
3.1			
3.2			

**LABORATORIO DE GEOTECNIA  
REGISTRO DE POZOS A CIELO ABIERTO**

**SIMBOLOGIA**

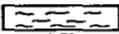


P. C.A. 4

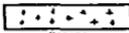
Profundidad (m)	Estratigrafía	Descripción	Observaciones
0.0			
0.1			
0.2			
0.3			
0.4			
0.5			
0.6			
0.7			
0.8			
0.9			
1.0			
1.1			
1.2			
1.3			
1.4			
1.5			
1.6			
1.7			
1.8			
1.9			
2.0			
2.1			
2.2			
2.3			
2.4			
2.5			
2.6			
2.7			
2.8			
2.9			
3.0			
3.1			
3.2			

LABORATORIO DE GEOTECNIA  
REGISTRO DE POZOS A CIELO ABIERTO

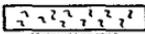
SIMBOLOGIA



Limo



Arena



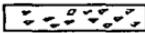
Material Orgánico



Arcilla



Arena



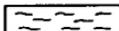
Grava

P.C.A. 3

Profundidad (m)	Descripción	Observaciones	Clasificación
0.0			OH
0.1			
0.2			
0.3			
0.4			
0.5			
0.6			
0.7			
0.8			
0.9			
1.0			
1.1			
1.2			
1.3			
1.4			
1.5			
1.6			
1.7			
1.8			
1.9			OH
2.0			
2.1			
2.2			
2.3			
2.4			
2.5			OH-CH
2.6			
2.7			
2.8			
2.9			
3.0			
3.1			
3.2			

**LABORATORIO DE GEOTECNIA  
REGISTRO DE POZOS A CIELO ABIERTO**

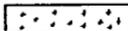
**SIMBOLOGIA**



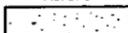
Limo



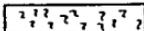
Arcilla



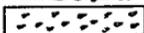
Relleno



Arena



Material Orgánico



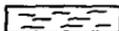
Grava

P.C.A. 2

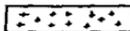
Prof. (mts.)	Estratigrafía	Descripción	Clasificación SUCS
0.0 0.1 0.2 0.3 0.4 0.5 0.6 0.7 0.8 0.9 1.0 1.1		Material de relleno formado por fragmentos de concretos y materiales sintéticos compactados en arena fina	MH
1.2 1.3 1.4 1.5 1.6 1.7 1.8 1.9 2.0 2.1		Limo arenoso de color café oscuro y con olor con una franja de arcilla gris, a 1.60 metros de profundidad e 8 cm de espesor	OH
2.2 2.3 2.4 2.5 2.6 2.7 2.8 2.9 3.0 3.1 3.2		Limo con poca cantidad de arena y con alguna raíces	MH

LABORATORIO DE GEOTECNIA  
REGISTRO DE POZOS A CIELO ABIERTO

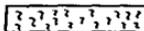
SMG/OLOGIA



Limo



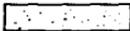
Piedra



Material Orgánico



Arena



Grava



Grueso

P.C.A. 1

Prof. (m)	Stratigrama	Descripción	Clasificación SUCS
0.0			
0.1			
0.2			
0.3			
0.4			
0.5			
0.6			
0.7			
0.8			
0.9			
1.0			
1.1			
1.2			
1.3			
1.4			
1.5			
1.6			
1.7			
1.8			
1.9			
2.0			
2.1			
2.2			
2.3			
2.4			
2.5			
2.6			
2.7			
2.8			
2.9			
3.0			

31

### III.3 PROPIEDADES INDICE

#### LIMITES DE ATTERBERG Y CONTENIDO NATURAL DE HUMEDAD.

Las propiedades indice de los siete pozos a cielo abierto realizados para el estudio de mecánica de suelos realizado.

##### P.C.A 1

PROFUNDIDAD (m)	LIMITE LIQUIDO (%)	LIMITE PLASTICO (%)	CONTENIDO DE LA HUMEDAD (%)	INDICE DE PLASTICIDAD (%)
1.85	43.12	16.2	61.91	24.92
2.55	92.8	54.21	81.31	38.59
3.1	56	41.66	62.05	14.34

##### P.C.A 2

PROFUNDIDAD (m)	LIMITE LIQUIDO (%)	LIMITE PLASTICO (%)	CONTENIDO DE LA HUMEDAD (%)	INDICE DE PLASTICIDAD (%)
1.1	57.7	54	15.1	3.7
2.1	76.35	49.17	16.75	27.18
3.2	90.44	48.37	69.9	47.07

##### P.C.A 3

PROFUNDIDAD (m)	LIMITE LIQUIDO (%)	LIMITE PLASTICO (%)	CONTENIDO DE LA HUMEDAD (%)	INDICE DE PLASTICIDAD (%)
1.7	53.14	36.94	45.13	16.2
2.3	66.73	50.86	73.11	15.87
3	63.14	40.47	96.27	22.67

##### P.C.A 4

PROFUNDIDAD (m)	LIMITE LIQUIDO (%)	LIMITE PLASTICO (%)	CONTENIDO DE LA HUMEDAD (%)	INDICE DE PLASTICIDAD (%)
1.9	55.18	46.82	44.01	8.36
3.1	88.3	70.14	75.07	18.16

P.C.A 5

PROFUNDIDAD (m)	LIMITE LIQUIDO (%)	LIMITE PLASTICO (%)	CONTENIDO DE LA HUMEDAD (%)	INDICE DE PLASTICIDAD (%)
2.1	66.17	40.98	45.34	25.14
2.8	108.7	75.36	89.17	33.34

P.C.A 6

PROFUNDIDAD (m)	LIMITE LIQUIDO (%)	LIMITE PLASTICO (%)	CONTENIDO DE LA HUMEDAD (%)	INDICE DE PLASTICIDAD (%)
1.95	38.94	20.76	10.37	18.18
3.1	54.14	29.77	36.61	24.37

P.C.A. 7

PROFUNDIDAD (m)	LIMITE LIQUIDO (%)	LIMITE PLASTICO (%)	CONTENIDO DE LA HUMEDAD (%)	INDICE DE PLASTICIDAD (%)
0.7	52.22	50.17	40.8	2.05
2	53.09	48.53	58.97	4.56
3	68.4	21.52	70.87	47.38

El resultado obtenido del ensayo densidad de sólidos de la muestra inalterada extraída a una profundidad de 3.0 m resulto ser de  $S_s = 2.511$ .

En base a los resultados obtenidos se puede concluir que tanto el limite líquido como el limite plástico se encuentran en una media con respecto al contenido de humedad, por lo que se deberán considerar estos efectos para el diseño de una cimentación adecuada.

### **III.4 PROPIEDADES MECANICAS**

Los resultados obtenidos de las pruebas de compresión Triaxial rápida, realizadas a las muestras de suelo obtenidas del sondeo a los pozos a cielo abierto, se obtuvo una resistencia de 2.40 Ton/m<sup>2</sup> y una cohesión de  $C = 2.40$  Ton/m<sup>2</sup>

## **CAPITULO IV. ALTERNATIVAS DE CIMENTACIÓN**

### **VI.1. Consideraciones generales para la alternativa de cimentación que se juzgue más adecuada para la estructura proyectada.**

Las implicaciones de las condiciones de la zona en cualquier estructura que se proyecte construir resultan complejas, debido a como se menciono anteriormente, la zona de interés es parcialmente virgen, con suelos altamente comprensibles y con baja resistencia al esfuerzo cortante; de mayor espesor que en la zona metropolitana, aunado con el poco espesor, o ausencia de la formación superficial y la capa dura, y tomando en cuenta que, las condiciones del subsuelo del Lago de Texcoco son más deformables que el de la Ciudad de México.

Debe de tenerse en cuenta que, de acuerdo a las condiciones del terreno actual se requiere construir una plataforma de materiales (con las especificaciones que posteriormente se mencionaran), que rebase el tirante del nivel de agua freáticas, y sobre el que se construirán las cimentaciones de las estructuras ligeras que se proyecte construir. Tomando en cuenta las características estratigráficas y físicas del subsuelo obtenidas de los trabajos realizados en el estudio de mecánica de suelos, así como de la correlación de los datos obtenidos de sondeos cercanos realizados para otros estudios, se estimo que los asentamientos máximos total y diferencial producidos únicamente por la sobrecarga del terraplen que se requieren construir resultaron del orden de 0.04 y 0.41 metros respectivamente, en el transcurso de cuatro años. Cabe señalar que de acuerdo a investigaciones realizadas, la influencia de una malla de polyester colocada entre el terraplén y el terreno de cimentación, con el objeto de reducir los asentamientos de la superficie del terraplén y su penetración en el terreno de cimentación, se obtuvo que los movimientos

resultantes son semejantes a los de un terraplén sin malla y por lo que no es necesario la colocación de malla.

Considerando lo anteriormente expuesto, la alternativa de cimentación que se juzga más adecuada es a base de losa de cimentación apoyada sobre un plataforma de material de relleno controlado y seleccionado, lo anterior, como ya se menciona, es debido a la alta compresibilidad de la parte superior de la formación arcillosa superior y el poco espesor o ausencia de un manto superficial más resistente, que los movimientos diferenciales sean más desfavorables para cimentaciones superficiales a base de zapatas corridas o aisladas, por lo que el empleo de materiales ligeros y losas de cimentación son recomendables para estaturas de dos niveles en este tipo de terrenos, en el caso de que se deseen construir estructuras de tres o más niveles en esta área, se deberá efectuar un estudio de mecánica de suelos más detallado, para analizar las condiciones reales del subsuelo que subyacen a las estructuras mayores de dos niveles y de esta forma determinar el tipo de cimentación más adecuado que pueda ser somera (cajón de cimentación) o cimentaciones profundas (pilotes), ya que para construcciones pesadas no es posible transmitir la descarga a las formaciones superficiales, en virtud de la magnitud de los asentamientos que se presentarían, por lo que es aconsejable compensar total o parcialmente el peso de la obra o bien transmitir a estratos menos comprensibles mediante pilotes de fricción .

Tomando en cuenta las características estratigráficas y físicas del subsuelo, resultado del estudio realizado, y en particular la existencia de materiales arcillosos muy comprensibles y baja resistencia, sobre las cuales se colocará una plataforma de materiales (cascajo y producto de excavaciones) que deberán ser controlados en cuanto a su constitución y colocación como posteriormente se especificará; que permita tener el piso de las estructuras que se proyecten construir por encima del nivel de aguas freáticas que actualmente aflora a la superficie del terreno, se juzga que para estructura de dos niveles la alternativa de

cimentación con traves invertidas, que a su vez constituirá el piso de la plata baja, que se apoyará sobre la plataforma de materiales mejorado (con las especificaciones que posteriormente se mencionará), que sustituirá parcialmente, los primeros 50 centímetros de los materiales de relleno colocados previamente. Los materiales mejorados serán de bajo peso volumétrico, el espesor de la plataforma de materiales mejorados se constituirán hacia los extremos con un espesor menor que en la parte central, para disminuir los hundimientos diferenciales. Se recomienda que los materiales mejorados este constituidos por una mezcla de tezontle-tepetate en porción, 70-30% respectivamente o algún otra mezcla de materiales ligeros que den un equivalente a lo recomendado.

Con objeto de dar rigidez a la losa de cimentación y disminuir los asentamientos diferenciales, considerando además que esta será el piso de la planta baja, el diseño estructura deberá considerar un espesor mínimo de la losa de 12.0 centímetros, con armado a base de doble parilla de acero estructural convencional, con contratraves de 40.0 centímetros.

#### **IV.2 Estado limite de falla en condiciones estáticas.**

De acuerdo al criterio establecido por el Reglamento de Construcciones, una cimentación será más segura ante el estado límite de falla en condiciones estáticas, si cumple con la siguiente desigualdad:

$$\sum Q F_c < R$$

Donde:

$\sum Q$ : combinación de cargas permanentes (incluye el peso de la cimentación) más cargas vivas con intensidad máxima.

$F_c$ : factor de carga, igual 1.40.

**R:** capacidad de carga de cimentación afectada del factor de resistencia correspondiente.

La capacidad de carga de la losa de cimentación se calculó considerando que los materiales del subsuelo afectados por la superficie potencial de falla, son predominantemente cohesivos, y aplicando el criterio de Skempton, dado por la siguiente expresión:

$$Cf = [ c Nc FR + g Df ] Al$$

Donde:

**Cf:** capacidad de carga admisible de losa de cimentación, en ton/m<sup>2</sup>.

**C:** cohesión media a lo largo de la superficie potencial de falla. En ton/m<sup>2</sup>.

**Nc:** coeficiente de capacidad de carga, adimensional, dado por la siguiente ecuación:

$$Nc : 5.14 (1 + 0.25 Df/B + 0.25 B/L)$$

Donde:

**Df:** profundidad de desplante de la losa de cimentación en ton/m<sup>2</sup>.

**B:** ancho de la losa de cimentación, en metros.

**L:** longitud de la losa de cimentación, en metros.

**FR:** factor de resistencia, adimensional e igual a 0.7.

**g:** peso volumétrico del suelo arriba del nivel de desplante, en ton/m<sup>2</sup>.

**Df:** profundidad de desplante de la cimentación, en metros.

**Al:** área de la losa de cimentación, en m<sup>2</sup>.

Considerando una cohesión de 1.5 ton/m<sup>2</sup>, la capacidad de carga al principio del sistema suelo-losa resulta admisible.

La desigualdad se satisface con un factor de 1.6 el cual resulta admisible.

#### **IV.3. Estado límite de Falla en condiciones dinámicas.**

Una cimentación será segura ante el estado límite de falla en condiciones dinámicas si la capacidad de carga neta de suelo afectada por el factor de carga correspondiente y la fuerza de inercia que obra en la zona de falla potencial del suelo que subyace al cimiento, es mayor a la acción de las cargas gravitacionales y las debidas al sismo, lo cual puede verificarse a través de la siguiente desigualdad:

$$F_c W_t - W_c < FR \cdot A R \cdot q_l (1 - 0.12 F_{ca} \cdot b_y / FRC)$$

Donde:

**F<sub>c</sub>:** factor de carga, igual a 1.1

**W<sub>t</sub>:** carga total de la estructura en condición analizada.

**W<sub>c</sub>:** diferencia entre el peso del suelo desplazado por la construcción de la plataforma de apoyo de la losa de cimentación y el peso de los materiales de bajo peso volumétrico que constituyen la plataforma.

**FR:** factor de resistencia, igual 0.7

**AR:** área reducida de la losa de cimentación para tomar en cuenta el momento de volteo, para lo cual se reduce su ancho en  $2e$  y teniendo como resultado:

$$AR = (B - 2e) L$$

**e:** excentricidad dada por:

$$e = M_s / W_t$$

**M<sub>s</sub>:** momento de volteo, obtenido en forma aproximada con la siguiente expresión:

$$M = 0.6667 H_t W_t C / Q$$

**Donde:**

**H<sub>t</sub>:** altura de la estructura.

**W<sub>t</sub>:** peso total de la estructura.

**C:** coeficiente de diseño sísmico.

**Q:** factor de comportamiento sísmico.

**q<sub>l</sub>:** capacidad de carga neta de la losa de cimentación, igual a:

$$q_l = c N_c$$

**En la cual:**

**c:** cohesión del material de apoyo, en ton/m<sup>2</sup>.

**N<sub>c</sub>:** coeficiente de capacidad de carga, adimensional.

**a<sub>0</sub>:** aceleración horizontal máxima del terreno, según el Reglamento de Construcciones pertenece a una zona de lago, a

la que corresponde un valor de 0.40, este deberá afectarse por un factor de ductibilidad.

b: mínimo de ( d, 1.2h, 20m )

Donde:

d: ancho del área reducida de la losa de cimentación.

h: peso volumétrico medio del suelo desde el nivel de desplante hasta una profundidad b abajo de él.

#### **IV. 4. Estado límite de servicio.**

Los movimientos verticales que sufrirá la estructura respecto al terreno circundante, se deberá a los hundimientos provocados por la consolidación de los depósitos arcillosos debido al incremento de presión neta transmitida al subsuelo.

a) Para estimar los asentamientos que sufrirán las estructuras a largo plazo se considero un incremento de presión neta de 1.5 ton/m<sup>2</sup>, obteniendo como la diferencia de las cargas permanentes (incluye el peso de la cimentación) más cargas vivas con intensidad media y la resultante por la descarga de los materiales excavados para alojar la plataforma y su construcción posterior con materiales de bajo peso volumétrico.

En el análisis se empleó un programa de computadora que determina la distribución de esfuerzos en el suelo según la teoría de Boussinesq y en base a los asentamientos, tomando en cuenta las presiones efectivas actuales del subsuelo y las curvas de compresibilidad de los estratos arcillosos superficial afectados por la sobre carga aplicada. Se obtuvieron asentamientos máximos de 7.0 centímetros; considerando la cimentación flexible, los cuales resultan admisibles.

#### IV.5 TIPOS DE CIMENTACIONES QUE SE PUEDEN EMPLEAR

Con base a los resultados obtenidos de las pruebas de mecánica de suelos realizadas se propone una losa de cimentación dado que es la alternativa más adecuada para estos tipos de terreno.

A continuación se presenta el análisis para los tipos de cimentación que se pueden emplear y fundamentar que la propuesta más factible es la casa de cimentación.

##### ZAPATAS CORRIDAS

Utilizando la teoría de SKEMPTON ya que es la más conveniente para el tipo de terreno que tenemos y sus propiedades nos dicen que es un suelo altamente compresible, tenemos los siguientes datos para el análisis de la cimentación.

##### CAPACIDAD DE CARGA

Nota: Los valores que se utilizaran son los promedios de las cohesiones, fricciones y pesos volumétricos de todos los pozos estudiados.

$$C = 2.41 \text{ T/M}^2$$

$$O = 7^\circ$$

$$H = 1.56 \text{ T/M}^3$$

$$Q = 2.11 \text{ Ton. Sin factor de carga.}$$

$$F_c = 1.4$$

$$F_s = 3$$

$$q_f = C_n c + H_d f \quad q_{adm} = C_n c / F_s + H_d f$$

$$F_r = 0.70 \text{ Por ser zona del lago.}$$

$$D_f = 1.5 \text{ m}$$

$$D/B = 1.5/1.2 = 1.25$$

$$B = 1.2 \text{ m}$$

Interpolando

1.0            6.4  
1.25          X  
1.6            6.8  
0.6    -    0.40  
0.25    -    X

$$X = 0.17$$

$$6.4 + 0.17 = 6.57$$

$$N_c = 6.57$$

D/B	N <sub>c</sub>	
	CIRCULAR	CORRIDA
0	6.2	5.14
0.25	6.7	5.6
0.6	7.1	5.9
0.75	7.4	6.2
1.0	7.7	6.4
1.6	8.1	6.8
2.0	8.4	7.0
2.5	8.6	7.2
3.0	8.8	7.4
4.0	9.0	7.5
>4.0	9.0	7.5

### CALCULO DEL CENTRO GEOMETRICO

	x	Y	A	MX	MY
FIG 1	2	5.48	35.80	71.60	196.18
FIG 2	7	4.98	59.71	417.90	297.31
SUMA			95.50	489.50	493.49

$$Y = 493.49/95.50 = 5.17 \text{ m}$$

$$X = 489.50/95.50 = 5.13 \text{ m}$$

$$CG = (5.13, 5.17)$$

### CALCULO DEL CENTRO DE CARGA

X (m)	EQ (Ton)	MX (Ton-m)
0	38.49	0
4.00	87.70	350.80
6.00	19.65	117.90
10.00	<u>64.68</u>	<u>646.80</u>
SUMA	210.52	1115.50

$$X = 1115.50/210.52 = 5.30 \text{ m.}$$

Y (m)	EQ (Ton)	MX (Ton-m)
0	16.95	0
1.00	18.20	18.20
3.80	19.85	75.43
4.98	64.68	322.11
5.48	38.49	210.93
5.80	19.85	115.13
9.95	<u>32.50</u>	<u>323.38</u>
SUMA	210.52	1065.18

$$Y = 1065.18/210.52 = 5.06 \text{ m}$$

$$\begin{aligned}C.C. &= (5.30, 5.06) \\C_x &= 5.30 - 5.13 = 0.17 \text{ m} \\C_y &= 5.17 - 5.06 = 0.11 \text{ m}\end{aligned}$$

$$C = \sqrt{(0.17)^2 + (0.11)^2}$$

$$C = 0.20$$

$$\begin{aligned}q_c &= (2.41)(6.57) + (1.56)(1.5) \\q_c &= 15.83 + 2.34 = 18.17 \text{ T/m}^2\end{aligned}$$

$$q_{adm} = Cnc/3 + HDF$$

$$q_{adm} = 2.41(6.57) / 3 + 1.56(1.5) = \boxed{7.62 \text{ T/M}^2}$$

#### ESFUERZO MEDIO DE LA ESTRUCTURA

$$= 211 \times 1.4 / 95.50 = 3.09 \text{ Ton/m}^2$$

Considerando el eje B tenemos:

$$\text{AREA TRIBUTARIA} = 13.71 + 21.15 = 34.86 \text{ m}^2$$

$$\text{CARGA TRASMITIDA} = 3.09 \times 34.86 = 107.72 \text{ Ton.}$$

#### CAPACIDAD DE CARGA DE LA ZAPATA

Analizando la zapata sobre el eje B tenemos:

$$\text{ancho} = 1.2 \text{ m}$$

$$\text{Longitud} = 9.95 \text{ m}$$

$$A = 1.2 \times 9.95 = 11.94 \text{ m}^2$$

$$q_{adm} \times \text{área} = 7.62 \times 11.94 = 90.98 \text{ Ton} < 107.72 \text{ Ton}$$

Por lo tanto no pasa por capacidad de carga y se propone otro tipo de cimentación.

#### LOSA DE CIMENTACION

#### CAPACIDAD DE CARGA.

$$Df = 0.0 \text{ m}$$

$$B = 9.95 \text{ m}$$

$$qf = Cnc + HDF$$

$$L = 10.0 \text{ m}$$

$$qadf = CNc/Fs + HDF$$

Donde  $qf$  = Capacidad de carga ultima del terreno.

$Qadm$  = Capacidad de carga admisible.

$C$  = Cohesión.

$Nc$  = Factor de carga.

$Df$  = Profundidad de desplante.

$Fs$  = Factor de seguridad.

$D/B = 0/9.95 = 0$  Donde  $Nc = 6.2$  Se considera una zapata cuadrada

$$qf = (2.41)(6.2) + (1.56 \times 0)$$

$$qf = 14.94 \text{ Ton/m}^2.$$

$$qadm = 2.41(6.2)/3 + (1.56 \times 0)$$

$$qadm = 4.98 \text{ Ton/m}^2$$

$$\text{ESFUERZO MEDIO} = 3.09 \text{ Ton/m}^2$$

$$\text{Carga transmitida} = 3.09 \times 10 \times 9.95 = 307.46 \text{ Ton.}$$

Por lo tanto pasa por capacidad de carga. Procedemos a analizar los estados limite de falla en condiciones estáticas y dinámicas.

estado limite de falla en condiciones estáticas

$$F_c = 1.4$$

$$\sum Q F_c/A \leq R$$

$$R = C N_c F_R + P_v$$

$$\begin{aligned}
 Q F_c/A &= 2.11 \times 1.4/99.50 = 2.97 \text{ Ton/m}^2 \\
 N_c &= 5.14 \quad 1+0.25 \text{ B/L} + 0.25 \text{ DF/B} \\
 N_c &= 5.14 \quad 1+0.25 \quad 9.95/10.0 + 0.25 \quad 0/9.95 \\
 N_c &= 6.42 \\
 R &= 2.41 (6.42) (0.7) + (0 \cdot 1.56) \\
 R &= 10.83 \text{ Ton/m}^2 \\
 2.97 &< 10.83 \quad \text{O.K.}
 \end{aligned}$$

Estado limite de falla en condiciones dinámicas.

$$\begin{aligned}
 F_c &= 211 \text{ Ton} \\
 W_c &= \gamma D_f A = 0 \\
 FR &= 0.7
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 AR &= (B - 2c) \cdot L = (9.95 - 2 (0.20)) \cdot 10 = 95.50 \text{ m}^2 \\
 QL &= C N_c = 2.41 (6.42) = 15.47 \text{ T/m}^2 \\
 g^o &= 0.3/3 = 0.1
 \end{aligned}$$

$$b = \text{Minimo de } (d, 1.2 h, 20\text{m})$$

$$d = 9.95 - 2 (0.20) = 9.55 \text{ m}$$

$$1.2h = 1.2 (7.7) = 9.24 \text{ m}$$

$$b = 9.24 \text{ m}$$

$$W_t F_c - W_c = 2.11 (1.1) - 0 = 232.10 \text{ Ton.}$$

$$\begin{aligned}
 FR AR q_l (1 - 0.12 F_c q_o b_r / FR C) \\
 0.7 \cdot 95.50 \cdot 15.47 [1 - (0.12 \cdot 1.1 \cdot 0.1 \cdot 9.24 \cdot 1.56) / (0.7 \cdot 2.41)] \\
 = 1034.17 \cdot 0.89 = 920.41 \text{ Ton} \\
 232.10 \text{ Ton} < 920.41 \text{ Ton} \quad \text{O.K.}
 \end{aligned}$$

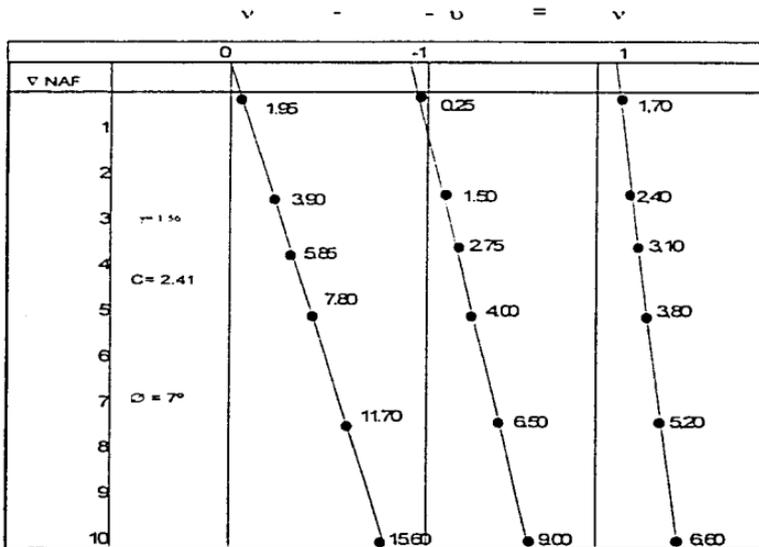
Estado limite de servicio

Se analizaran los asentamientos solo considerando el primer estrato de arcilla que se encontró a una profundidad promedio de 2.75m de profundidad.

Se tomaran las características generales que se utilizaron en el subcapitulo IV.5 para el análisis de la capacidad de carga, el análisis se hará en un punto lateral y al centro de la estructura a profundidades de 2.5 , 5 y 10m.

Como el nivel freático se encontró a una profundidad de 2.8m se elaborara la gráfica de esfuerzos efectivos. Como se muestra a continuación.

### DISTRIBUCION DE ESFUERZOS



Calculo de los esfuerzos producidos por la estructura y de los asentamientos en los distintos puntos.

$$\Delta H = (\Delta e / H_e) H$$

Donde:

H = Espesor del estrato.

$\Delta e$  = Incremento en la relación de vacíos.

$$e1 - e2$$

$$e = e1$$

$$V_z = W \cdot W_0$$

$$W = (211/99.50) = 2.12 \text{ Ton/m}^2$$

Punto 1.

Eje A      X = 10.00m,      y = 9.95m

ESTRATO	Z	m	n	W <sub>0</sub>	V <sub>z</sub>	V	e1	V+V <sub>z</sub>	e2	$\Delta e$	$\Delta H$
0-2.5	1.25	8	7.96	0.25	0.053	0.17	1.982	0.223	1.965	0.017	0.014
2.5-5	3.75	2.67	2.65	0.242	0.051	0.31	1.929	0.361	1.914	0.015	0.013
5-10	7.5	1.33	1.33	0.206	0.044	0.52	1.878	0.564	1.87	0.0008	<u>0.019</u>
											0.041

Al centro    X = 5.00m,      y = 9.95m

ESTRATO	Z	m	n	W <sub>0</sub>	V <sub>z</sub>	V	e1	V+V <sub>z</sub>	e2	$\Delta e$	$\Delta H$
0-2.5	1.25	4.00	7.96	0.25	0.053	0.17	1.982	0.223	1.965	0.017	0.014
2.5-5	3.75	1.33	2.65	0.223	0.047	0.31	1.929	0.357	1.917	0.012	0.010
5-10	7.5	0.67	1.33	0.167	0.035	0.52	1.878	0.555	1.869	0.009	<u>0.016</u>
											0.040

Como los asentamientos por consolidación dan un valor mucho menor que 30cm en los dos puntos analizados y la diferencia entre ambos es casi nula entonces se puede decir que no existirán asentamientos diferenciales, por lo tanto si pasa el estado limite de servicio.

## **CAPITULO V. PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO DE LA CIMENTACIÓN.**

### **V.1 PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO DE LA CIMENTACION, LIMITACIONES Y ESPECIFICACIONES PARA LAS CONSTRUCCIONES PROYECTADAS.**

#### **Excavación.**

- 1) La excavación podrá realizarse en una sola etapa, dejando taludes verticales.**
- 2) Las excavaciones se podran realizar utilizando maquinaria hasta 0.25 metros arriba del nivel de apoyo de la plataforma, esta última capa se excavará a mano para evitar la alteración del material de apoyo.**
- 3) Cuando se alcance la máxima profundidad de excavación, se deberá de afinar el fondo, lo cual implica retirar todo el material suelto producto de la excavación.**
- 4) Durante el proceso de la excavación se deberán de cuidar los siguientes aspectos:**
  - Cuando el material de relleno se encuentra en un estado muy suelto, las paredes de excavación deberán protegerse con un repellado de mortero de cemento de 2.5 centímetros de espesor aplicados sobre una malla tipo gallinero anclada a la pared de excavación.**
  - Cuando se detecten cimentaciones antiguas dentro del área de excavación, estos se deberán de extraer en su totalidad.**

Es necesario que a los trabajos de mejoramiento para la constitución de una plataforma de materiales mejorados sobre los que se construirán las cimentaciones de las estructuras de dos niveles que se proyectan construir, se termina el sistema de drenaje que se encuentra en proceso de construcción, ya que actualmente, la planta de bombeo de aguas negras que se encuentra sobre la Av. Bordo de Xochiaca, descarga en la mayor parte del predio de interés, provocando con ello una área de inundación permanente que incrementará su tirante y volumen en época de lluvias. Además es recomendable canalizar toda el agua descargada en el área de interés a través del sistema de drenaje construido para tal propósito, y con ello facilitar incluso la colocación de una cama de materiales granulares y el despalle del suelo vegetal para que posteriormente se construya una plataforma de materiales controlados y seleccionados sobre los que se construirá. Es importante sobresaltar que bajo ninguna circunstancia se aceptará dejar o colocar en los materiales mejorados basura (plásticos, llantas, residuos orgánicos, laminas, etc.) o algún material orgánico (troncos, madera, vegetación, pasto, lodos arcillosos, etc.) ya que efectuaran lo contrario se tendrán problemas de asentamientos a corto y largo plazo.

Para poder realizar la construcción de estructuras en esta zona se requerirá de la construcción de una plataforma de materiales controlados y seleccionados, con el siguiente procedimiento:

Inicialmente se retirará hasta donde sea posible la vegetación superficial y la basura existente en el lugar.

Posteriormente se colocará una cámara de materiales granulares, con un espesor tal que rebase el tirante del nivel de aguas freáticas. El tamaño máximo recomendable de los materiales granulares es de 6 pulgadas por lo que podrá utilizarse parte de los materiales del lugar seleccionados con el diámetro antes recomendado, no es recomendable utilizar bloques de concretos o roca, mayores a 6 pulgadas, ya que su acomodo no será homogéneo al momento de su extendido y compactación.

Se podrá colocar esta capa de materiales granulares como se vaya avanzando su colocación.

Este estrato granular (sin finos), además de ser una plataforma de sustento a los materiales de rellenos controlados y seleccionados que se colocarán por encima de ellos, serviría de cama filtrante para el agua freática del lugar que se encuentra en forma permanente. Es recomendable que el espesor de estos materiales granulares sea mayor cuando menos en un metro al tirante actual del nivel freático (época de estiaje), ya que en épocas de lluvias el tirante del nivel freático tiende a subir.

Una vez colocado el estrato granular se procederá a colocar una mezcla de tepetate, gravas y arena con la granulometría que se especifica en la figura siguiente, compactándola al 90% de su peso volumétrico seco máximo, en capas máximas de 20 centímetros y contenido de agua óptimo.

En el caso de utilizar material producto de acarrees de cascajo, deberá mezclarse 50% de materiales granulares y 50% de materiales finos, en forma uniforme y homogénea. Con el objeto de reducir su plasticidad, se recomienda incorporar a esta mezcla cal en un 4% en peso, es decir, dos bultos de 25 kilogramos de cal por cada metro cubico de material mezclados previamente, uniforme y homogéneamente.

Una vez mezclados con cal se procederá a colocar estos materiales en capas de 20 centímetros al 90% de su peso volumétrico seco máximo y con humedad óptima, determinado previamente por un laboratorio de mecánica de suelo. Deberá tenerse presente que el último metro antes de llegar al lecho inferior de la losa de cimentación, el grado de compactación recomendable es de 95% de su P.V.S.M. las partículas de materiales granulares deberán tener un diámetro máximo de 4 pulgadas, en caso de tener diámetros mayores deberán fragmentarse.

## **V.2. Colocación del mejoramiento de suelo.**

- a) La plataforma de apoyo de la losa de cimentación se construirá con una mezcla de tezontle-tepetate en una porción-70-30%, debiendo revolverse hasta tener una mezcla homogénea.
- b) La mezcla tezontle-tepetate se colocará en capas de 20 centímetros en estado suelto, compactándose cada capa con rodillo vibratorio o su equivalente, hasta lograr una compactación del 95% ( $\pm$  2% ) de la prueba porter estándar, según su peso volumétrico seco máximo.
- c) La incorporación del agua a la mezcla tezontle-tepetate se realizará en forma uniforme mediante la aspersión, utilizando botes perforados, bajo la siguiente secuela:
- Extender el material en una área suficiente de trabajo, con una altura máxima de 20 centímetros.
  - Agregar el porcentaje óptimo de aguas con los botes regado en todo el material extendido, sin llegar al saturamiento, es decir, que absorba el material toda el agua y no forme espejos.
  - Traspalear hasta lograr homogeneidad del material, no deberá permitirse que el material presente contaminaciones y terrones del mismo material en tal caso se eliminarán.
  - Finalmente se podrá colocar el material en su correspondiente tramo, en capas de 20 centímetros y efectuar su compactación.
- h) Se recomienda llevar un control del número de pasadas del rodillo vibratorio a una capa, así como del volumen de agua

incorporada, de tal manera que comparado con el porcentaje obtenido, se puede deducir aproximadamente, cuando una capa tiene cierto grado de compactación.

- i) Las capas a compactar no deberán ser mayores de 20 centímetros ni menores de 10 centímetros.
- j) Es frecuente que en los sitios cercanos a las colindancias el rodillo no pueda abarcar estas áreas, por lo que se deberá completar su compactación con bailarinas.
- k) En esta capa de 50 centímetros de mejoramiento de materiales ligeros, no deberá emplearse material producto de la excavación como relleno bajo áreas de construcción.
- l) Una vez que la plataforma alcance el nivel del lecho inferior de la losa de cimentación se excavarán las cepas que alojarán las contratrabes, se instalará el acero de refuerzo y se colocará la losa de cimentación.

### V.3. Especificaciones de los materiales.

- a) Los materiales de préstamo deberán ser analizados por el laboratorio antes del ser realizados, para evitar el levantamiento de rellenos ya colocados.
- b) El tepetate que se emplee para construir los rellenos ligeros a base, de tepetate-tezontle deberá satisfacer las siguientes especificaciones:

Límite líquido	40% máx. (tolerancia + 5%)
Índice plástico	15% máx. (tolerancia + 5%)
Contracción lineal	05% máx. (tolerancia + 2%)
Valor relativo de soporte	15% máx. (tolerancia + 5%)

- g) Durante la construcción de rellenos controlados a base de tepetate se deberá verificar que cada alcance el grado de compactación especificado con una tolerancia de  $\pm 2\%$ . La verificación será mediante la ejecución de calas de  $10 \times 10 \times 10$  centímetros, para determinar el peso volumétrico seco en el sitio las cuales se harán por cada capa de área compactada.
- h) El tezontle deberá ser de consistencia no deleznable, bien graduado con tamaño de partícula máximo de 1 1/2 pulgadas.

## **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.**

El estudio de mecánica de suelos que se realizó en la colonia el Sol, del municipio de Ciudad Nezahualcoyotl, Estado de México, dio los parámetros de resistencia y deformabilidad del primer estrato de arcilla del lugar localizado a 2.80 metros de profundidad media después de eliminar el espesor de relleno (2 metros).

Dichos parámetros establecieron el procedimiento constructivo mencionado anteriormente, donde es necesario primero que nada canalizar toda el agua negra estancada en la zona que desemboca en Ciudad Nezahualcoyotl, hacia el lugar de interés por lo que será necesario entubar estas aguas para que de esta manera se garantice la seguridad de las viviendas en proyecto y optimice el procedimiento constructivo de las viviendas. Cabe señalar que el material de relleno a emplearse para estabilizar esta zona deberá estar exento de material orgánico (basura).

Este relleno deberá tener un control de calidad respetando lo especificado en el presente estudio.

De acuerdo a los resultados obtenidos se podrán construir viviendas de dos niveles con el proceso constructivo establecido.

Deberá supervisarse el relleno, tanto la colocación como la correcta construcción de las cimentaciones por un especialista en el área de Geotecnia y cimentaciones.

Los parámetros obtenidos por los ensayos efectuados, indican que sólo se podrán construir viviendas de dos niveles debido a la poca resistencia del suelo (primer estrato de arcilla).

Si se desean construir estructuras o viviendas de más niveles deberá realizarse un estudio de mecánica de suelos detallado para obtener las propiedades de los estratos subsecuentes al ya obtenido, y de acuerdo al proyecto de interés.

## BIBLIOGRAFIA

**\*Cimentaciones.**

A.L. LITTLE 1965 (Londres Inglaterra)  
Compañía Editorial Continental.

**\*Cimientos.**

V.C LAUDER 1997. (Barcelona España)  
Editorial Blume.

**\*El Subsuelo de la Cuenca del Valle de México  
y su Relación con la Ingeniería de Cimentaciones  
a Cinco años del sismo. México 1990.**  
Sociedad mexicana de suelos.  
Editores: Efrain Ovando Shelley  
Francisco González Valencia.

**\*"El subsuelo y la Ingeniería de Cimentaciones en  
el Area Urbana del valle de México".**  
Simposio 10 Marzo de 1978.  
Sociedad Mexicana de Mecánica de suelos.

**\*"Manual de Laboratorio De Suelos en Ingeniería Civil".**  
Joseph E. Bowles.  
MC Graw -hill (1981).

**\*Construcción Especializada en Geotecnia**  
Ing. Antonio Blanco Amador  
Ana Reyes Sánchez.  
Francisco González Valencia.  
Sociedad de mecánica de suelos México 1989.

**\*El subsuelo de la Ciudad de México.**  
Autor: Raúl J. Marsal y Marcos Mazari  
F:I: UNAM. México 1969 Tomos I y II.

**\*Mecánica del Ingeniero civil**  
**Frederick S. Merrit Tercera Edición 1992.**  
**Tomos III y IV.**

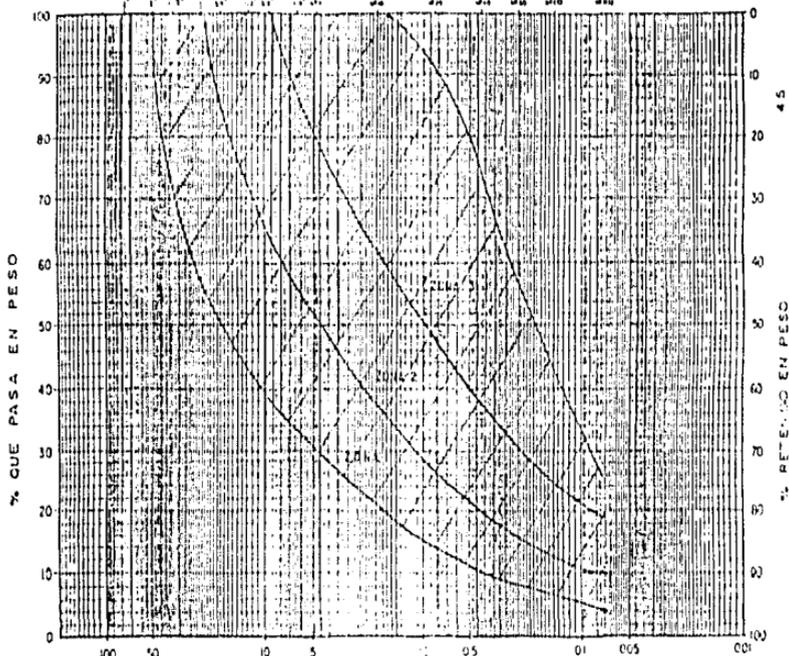
**\*Mecánica de suelos.**  
**Juárez Badillo y Rico Rodríguez.**  
**Segunda Edición 1992.**  
**Tomos I y II.**

## **ANEXOS**

**En las gráficas siguientes se presenta la estratigrafía de la zona en estudio, así como especificaciones para relleno, y resultados (Propiedades índice y propiedades mecánicas) de sondeos realizados en esta zona.**



MAILLA U.S. ESTANDAR



TAMANO DEL GRANO EN µm

MIN	GRASA		LEÑA			LIMO o ARCILLA
	GRUESA	FINA	GRUESA	MODERADA	FINA	

PROPORCIÓN ALTA	PROPORCIÓN MEDIA	PROPORCIÓN BAJA	SÍMBOLO	D <sub>10</sub>	D <sub>30</sub>	D <sub>50</sub>	C <sub>u</sub>	C <sub>l</sub>	U <sub>c</sub>	Grava	arenas	finos	limo y arcilla	GRUPO SACS
mm	mm	mm		mm	mm	mm				%	%	%	%	

ZONAS 1, 2 Y 3 ESPECIFICACIONES PARA RELLEND

ANÁLISIS DE MECÁNICA DE SUELOS  
 EN LOS SIGUIENTES GRUPOS CARACTERÍSTICOS PARA EL LLEND

GRUPO: \_\_\_\_\_

LOCALIZACIÓN: \_\_\_\_\_

SECRET: \_\_\_\_\_



