

*UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE
MÉXICO
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ARAGÓN*

“ALTERNATIVA DE CIMENTACIÓN Y PROCESO
CONSTRUCTIVO DE UN CENTRO COMERCIAL QUE SE
PROYECTA CONSTRUIR EN LA CALLE PONIENTE #430
EN LA COLONIA INDUSTRIAL VALLEJO, EN LA
DELEGACIÓN AZCAPOTZALCO, MEXICO D.F.”

TESIS

PARA OBTENER EL TÍTULO DE
INGENIERO CIVIL

PRESENTA
SOSA RIVERA OCTAVIO

UNAM

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

ASESOR: ING. GABRIEL ÁLVAREZ BAUTISTA

MEXICO, D.F. 2014



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



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.



AGRADECIMIENTOS

A mis padres.

María y Vicente.

Por haberme inculcado valores desde mi niñez que hasta ahora me ayudado a ser una mejor persona, sus grandes sacrificios, apoyo incondicional en todo momento son unas de las pocas palabras que pueden describir todo el apoyo hacia a mí, por todo gracias papás.

A mis hermanos.

Elizabeth y Orlando.

Por ser unos grandes hermanos, por su apoyo en todo momento, por la convivencia que siempre hemos tenido y compartir metas y logros, siempre unidos en todo momento. Gracias.

A mi asesor de Tesis.

Ing. Gabriel Alvarez Bautista.

Sus grandes enseñanzas en los salones de clase me han llevado a querer hacer este trabajo, su valioso tiempo, experiencia y conocimientos en el área son algunas de las palabras que pueden describir al gran ingeniero y que son motivos para hacer público este trabajo.

A mis amigos.

Eduardo, Ricardo, Alfonso, Abel, José Juan, que sin duda alguna estimo y aprecio, ellos estuvieron conmigo en todo momento, su ayuda incondicional ya sea en la escuela hasta en mi vida personal es algo que siempre les agradeceré a cada uno. ¡Gracias Amigos!

A la UNAM, máxima casa de estudios.

Que sin duda alguna ha sido uno de mis más grandes logros, y que a lo largo de mi estancia en la FES Aragón estudiando la licenciatura me han brindado gran apoyo y grandes conocimientos para lograr mis objetivos.



*Al Programa Universitario de la Diversidad Cultural
y la Interculturalidad*

Por la ayuda que me han ofrecido al pertenecer al grupo de becarios indígenas, ya que siempre me han apoyado y motivado para culminar mis estudios de licenciatura y gracias a ello hoy puedo ver los resultados.

A mi tutora de beca.

Karina Pérez

Por haberme ayudado en todo momento durante mi estancia como becario, su comprensión, su amistad, gracias por todo.



Índice

INTRODUCCIÓN ----- 6

1. ANTECEDENTES----- 11

 1.1 Localización ----- 11

 1.2 Descripción del proyecto----- 11

 1.3 Colindancias ----- 17

 1.4 Topografía ----- 20

 1.5 Características superficiales del terreno de interés ----- 23

2. EXPLORACIÓN DEL SUBSUELO----- 26

 2.1 Pozos a cielo abierto----- 27

 2.2 Sondeos con equipo mecánico----- 42

 2.2.1 Método de penetración estándar ----- 43

 2.2.2. Muestreo con tubo de pared delgada. ----- 45

3. ENSAYES DE LABORATORIO----- 71

 3.1 Muestras alteradas ----- 71

 3.2 Muestras inalteradas ----- 71

4. DESCRIPCIÓN ESTRATIGRAFICA DEL SUBSUELO ----- 75

 4.1 Características estratigráficas y físicas del subsuelo ----- 76

 4.2 Sismicidad ----- 83

5. ANÁLISIS DE CIMENTACIÓN ----- 86

5.1 Elección de la alternativa de cimentación ----- 87

5.2 Solución de cimentación ----- 88

 5.2.1 Capacidad de carga. ----- 88

 5.2.2 Análisis de asentamientos. ----- 89

 5.2.3 Solicitación inducida por sismo. ----- 90

 5.2.4 Tensiones inducidas por sismo. ----- 91

 5.2.5 Cortante inducido por sismo. ----- 91

 5.2.6 Implicaciones estructurales. ----- 92

5.3 Revisión según el Reglamento de Construcciones para el D.F. ----- 94

 5.3.1 Capacidad de carga ----- 95

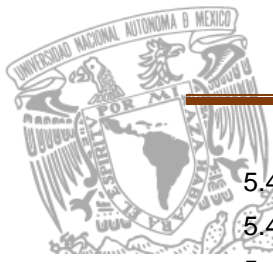
 5.3.2 Dimensionamiento de las pilas ----- 97

 5.3.3 Estado límite de servicio----- 97

5.4 Diseño de la excavación y protección a colindancias. ----- 98

 5.4.1 Revisión general por el fondo. ----- 98

 5.4.2 Revisión del fondo de la excavación debida a flotación ----- 98



5.4.3 Estabilidad de taludes de las bermas. ----- 99

5.4.4 Expansiones durante la excavación. ----- 99

5.4.5 Alternativas de excavación.----- 100

5.5 Interacción suelo-estructura y espectro de diseño. ----- 100

5.6 Espectro de interacción propuesto. ----- 101

6. PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO Y PROTECCION A COLINDANCIAS ----- 105

6.1 Alternativa general del proceso constructivo. ----- 105

6.1.1 Proceso Constructivo ----- 105

6.1.2 Construcción de pilas, núcleo central con ataque posterior de colindancias con troquelamiento a muro Milán perimetral.----- 105

6.1.3 Diseño del troquelamiento. ----- 106

6.2 Proceso constructivo para pilas. ----- 106

6.3 Sistema de retención ----- 107

6.4 Proceso de construcción de muro Milán. ----- 109

6.4.1 Muros guía (pre trinchera) o Brocales.----- 109

6.4.2 Fluido para excavación (Lodo bentonítico).----- 109

6.4.3 Selección del equipo de perforación.----- 109

6.4.4 Perforación o excavación de zanjas. ----- 110

6.4.5 Colocación del armado. ----- 110

6.4.6 Maniobras de izaje: ----- 110

6.4.7 Centrado del acero de refuerzo. ----- 110

6.4.8 Juntas. ----- 112

6.4.9 Machihembrado contra infiltraciones. ----- 112

6.5 Sistema de bombeo ----- 112

6.6 Excavaciones ----- 115

6.7 Protección a colindancias----- 115

6.8 Rellenos----- 117

6.9 Instrumentacion ----- 118

6.9.1 Referencias superficiales.----- 118

6.9.2 Criterios de instalación. ----- 119

6.9.3 Procedimiento de medición. ----- 119

7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES ----- 121



Introducción

La cimentación es la parte estructural del edificio, encargada de transmitir las cargas al terreno en forma distribuida. Su finalidad es sustentar las estructuras garantizando la estabilidad y evitando daños a los materiales estructurales y no estructurales, los parámetros que debemos tomar en cuenta para poder elegir el tipo de cimentación será de acuerdo al tipo de estructura de la que se trate (A o B), el uso, el número de niveles, pero parte importante de esta elección es también el suelo donde se va a desplantar, por lo tanto será el aspecto más importante a tomar en cuenta para la elección de la cimentación.

Para todo este proceso, habrá que tomar en cuenta las características físicas y mecánicas del lugar de desplante, lo cual nos lleva a realizar estudios minuciosos que nos permitan conocer todos los aspectos para poder tomar una decisión sobre el tipo y la alternativa de cimentación que tendrá la estructura.

La importancia del conocimiento de los caracteres propios del suelo se pone de manifiesto desde el momento de la propia ejecución de la obra por su influencia sobre la seguridad de los trabajadores en la realización de excavaciones y movimientos de tierras así como en la de los elementos auxiliares de la construcción: cimbras, pozos y zanjas de cimentación líneas enterradas, etc.

Una cimentación inadecuada para el tipo de terreno, mal diseñada o calculada se traduce en la posibilidad de que tanto el propio edificio como las estructuras colindantes sufran asientos diferenciales con el consiguiente deterioro de los mismos pudiendo llegar incluso al colapso.

En el presente trabajo se hablara del estudio geotécnico donde se proyecta la construcción de un centro comercial, el cual contempla la siguiente información necesaria para llegar a la alternativa de cimentación y proceso constructivo.

1.- ANTECEDENTES. En este capítulo encontraremos la localización e información básica del predio analizado, así como su topografía con ayuda del anteproyecto.

2.- EXPLORACIÓN DEL SUBSUELO. Se dan a conocer datos de los tipos de sondeos realizados, clases de muestras de suelo para definir los perfiles estratigráficos.

3.- ENSAYES DE LABORATORIO. Se explica las propiedades índice y mecánicas de las pruebas realizadas a las muestras Alteradas e Inalteradas, para efectos de análisis de cimentación.

4.- DESCRIPCIÓN ESTRATIGRÁFICA DEL SUBSUELO. Reconocimiento del suelo de acuerdo con las muestras que se obtuvieron en la exploración, con todas las sutilezas que ello comporta; aspecto visual, color, consistencia, estructura, espesor



de las capas, inclinación, estratificación, nivel freático, etc. Y así clasificarlo mediante el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS).

5.- ANÁLISIS DE CIMENTACIÓN. Análisis de la alternativa de cimentación para el centro comercial así como la revisión de los parámetros de Reglamento de Construcción del Distrito Federal y sus Normas Técnicas Complementarias (NTC).

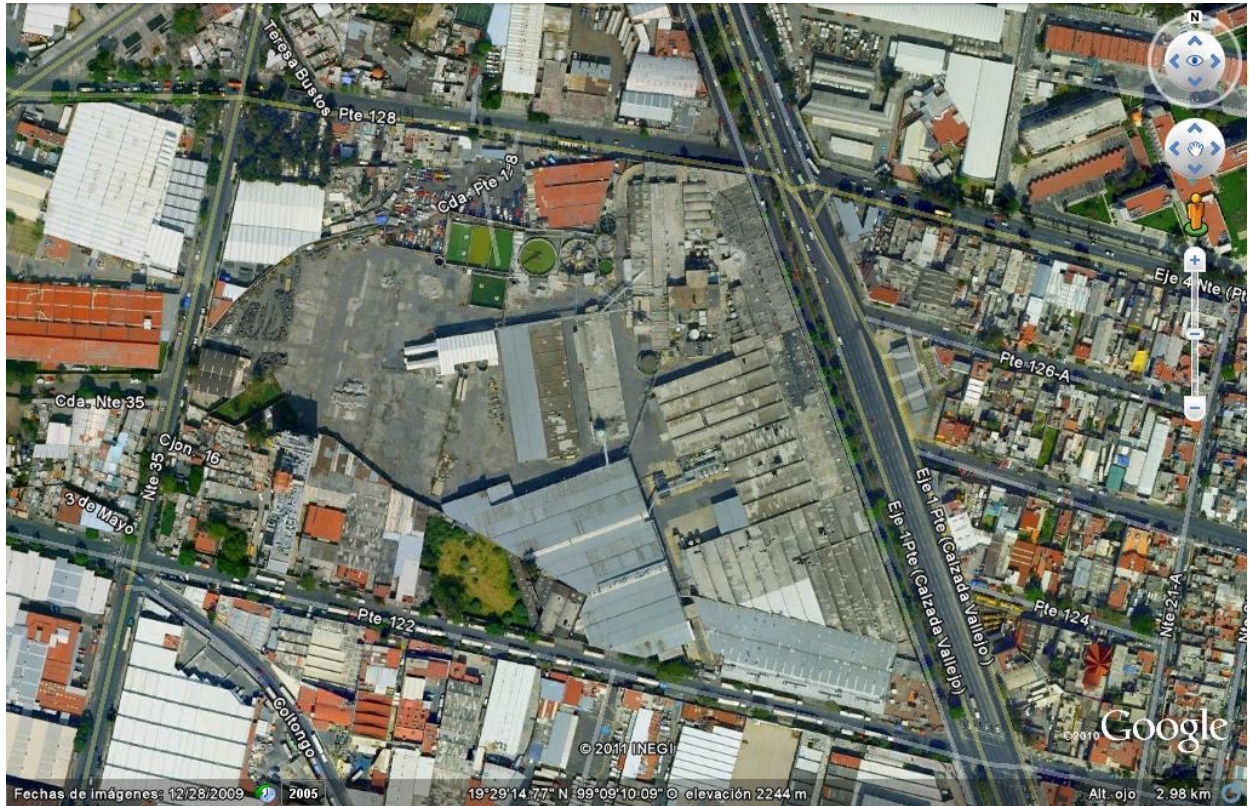
6.- PROCESO CONSTRUCTIVO Y PROTECCION A COLINDANCIAS. Apartado donde se explica la metodología que se utilizara para la construcción de la cimentación así como la diferente instrumentación a utilizar.



**ALTERNATIVA DE CIMENTACIÓN Y PROCESO
CONSTRUCTIVO DE UN CENTRO COMERCIAL
QUE SE PROYECTA CONSTRUIR EN LA
CALLE PONIENTE #430 EN LA COLONIA
INDUSTRIAL VALLEJO, EN LA DELEGACIÓN
AZCAPOTZALCO, MEXICO D.F.**



ANTECEDENTES



VISTA AÉREA DEL PREDIO DE INTERÉS



FOTOGRAFIA 1.- ACCESO AL PREDIO DE INTERÉS POR AVENIDA NORTE 35



FOTOGRAFIA 2.- ACCESO AL PREDIO DE INTERES POR CALLE PONIENTE 122



1. ANTECEDENTES

1.1 Localización

Se presenta el siguiente Estudio de Mecánica de Suelos en un predio ubicado en las esquinas que forman la calle de Poniente 122 #430, La Avenida Norte 35, La Calle de Poniente 128 y la Avenida Calzada Vallejo. En la Colonia Industrial Vallejo, en la Delegación Azcapotzalco, en México D.F. con una superficie de aproximadamente 101,087.090m², donde se proyecta la construcción de un **Centro Comercial** Denominado “**PASEO VALLEJO**”. La localización del sitio de interés se indica en la figura 1.



FIGURA No.- 1 LOCALIZACION DEL SITIO DE INTERÉS

1.2 Descripción del proyecto

El proyecto del Centro Comercial que estará constituido por dos sótanos para estacionamiento, posteriormente a nivel de piso terminado por estructuras de un nivel con doble altura destinadas para un Walmart, un Costco, cinemas, restaurantes, bancos, oficinas, áreas verdes y en el área restante se tendrá estacionamientos superficiales y un patio de maniobras que dará servicio al Centro Comercial.



ALTERNATIVA DE CIMENTACIÓN Y PROCESO CONSTRUCTIVO

La construcción de la estructura principal de tipo Industrial será de un nivel a doble altura, con columnas de acero y techo de armaduras de acero recubiertas con lámina pinto engargolada. El sembrado general de las estructuras proyectadas se presenta en las figuras 2 a 8 .y en las figuras 9 a 11 los cortes esquemáticos.

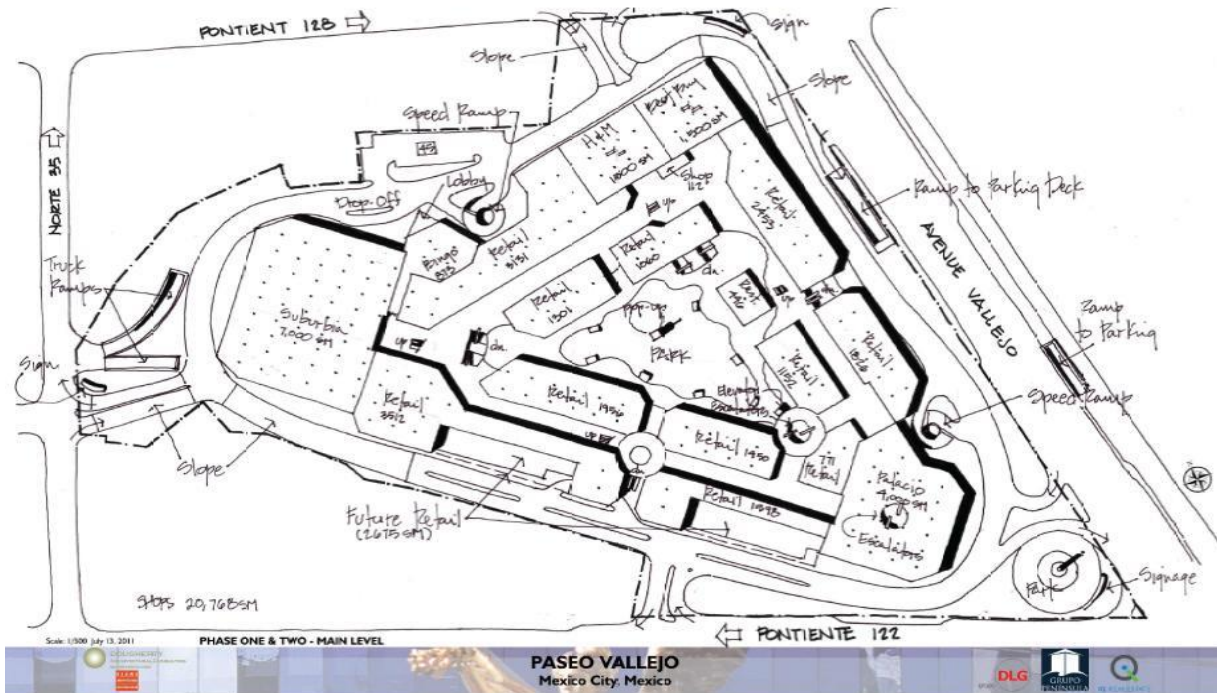


FIGURA No.- 2 SEMBRADO DE LAS ESTRUCTURAS DE INTERES

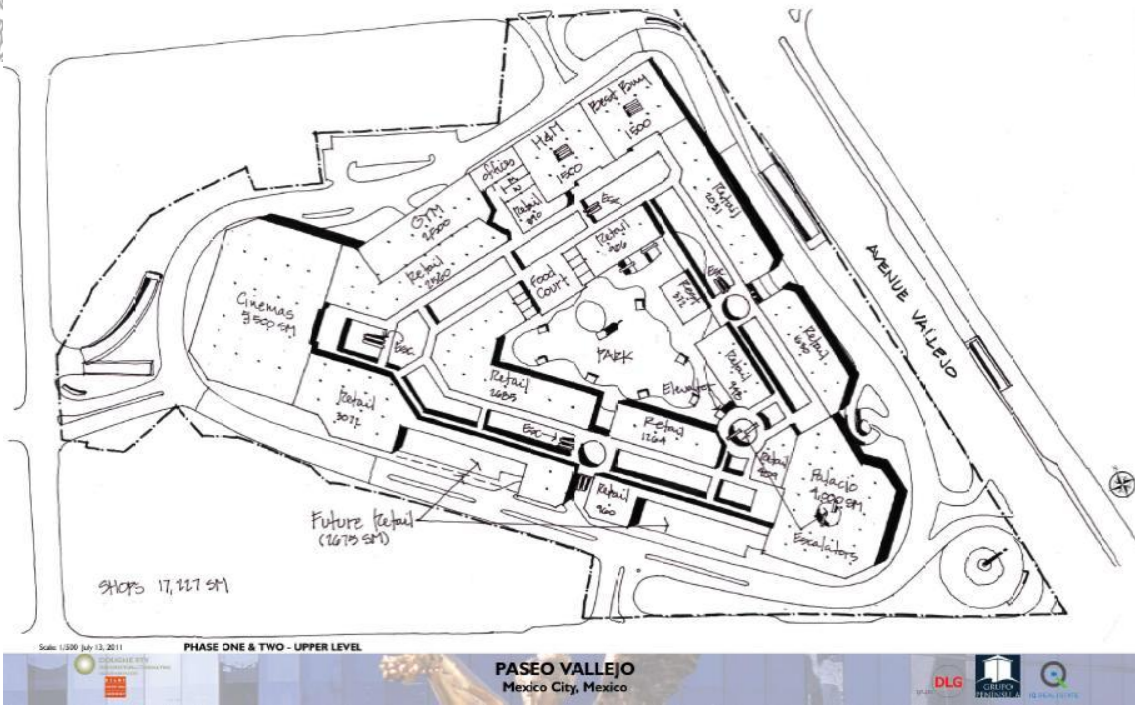


FIGURA No.- 3 SEMBRADO DE LAS ESTRUCTURAS DE INTERES

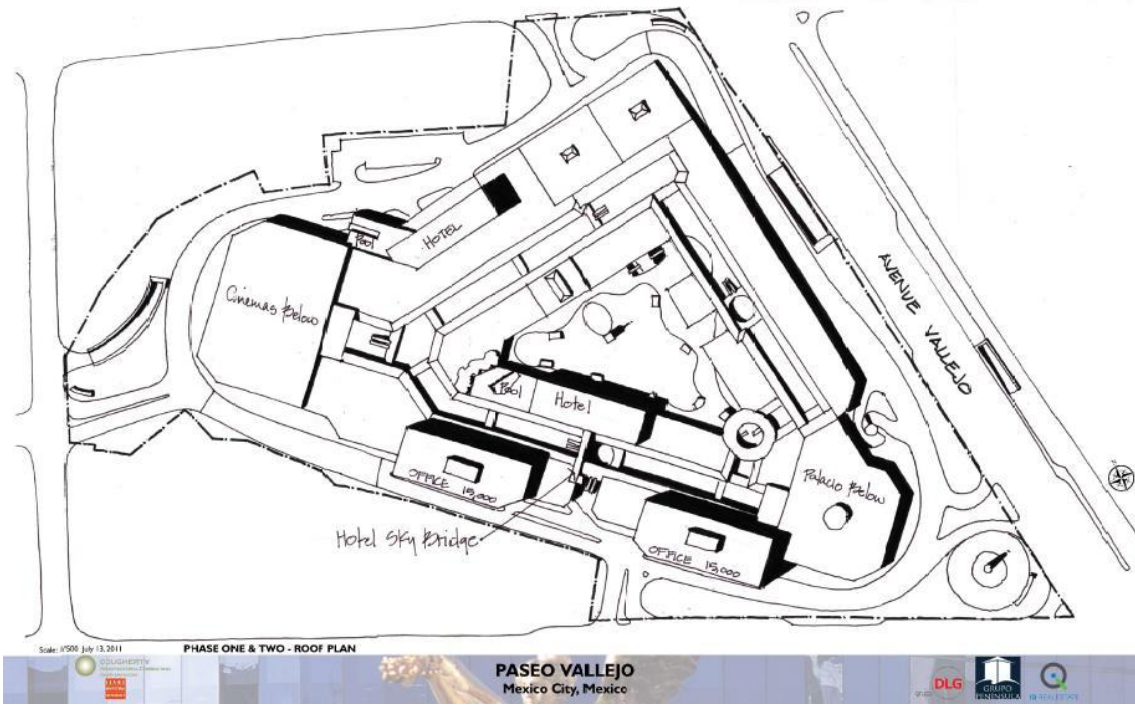


FIGURA No.- 4 SEMBRADO DE LAS ESTRUCTURAS DE INTERES

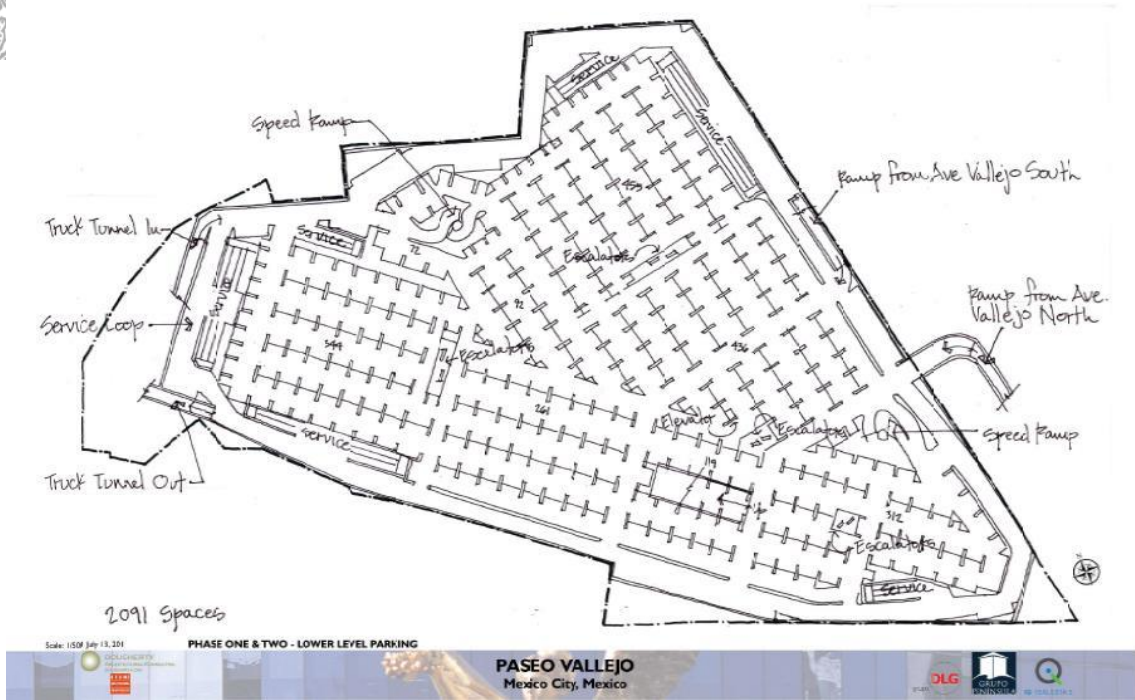


FIGURA No.- 5 SEMBRADO DE LAS ESTRUCTURAS DE INTERES

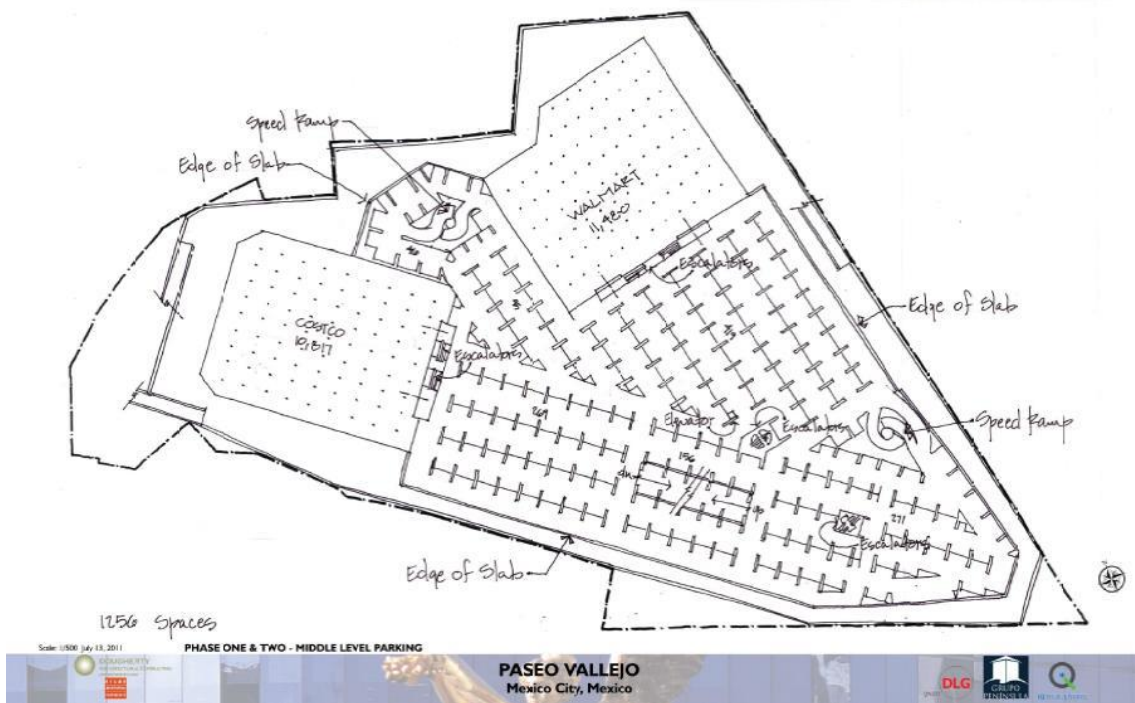


FIGURA No.- 6 SEMBRADO DE LAS ESTRUCTURAS DE INTERES

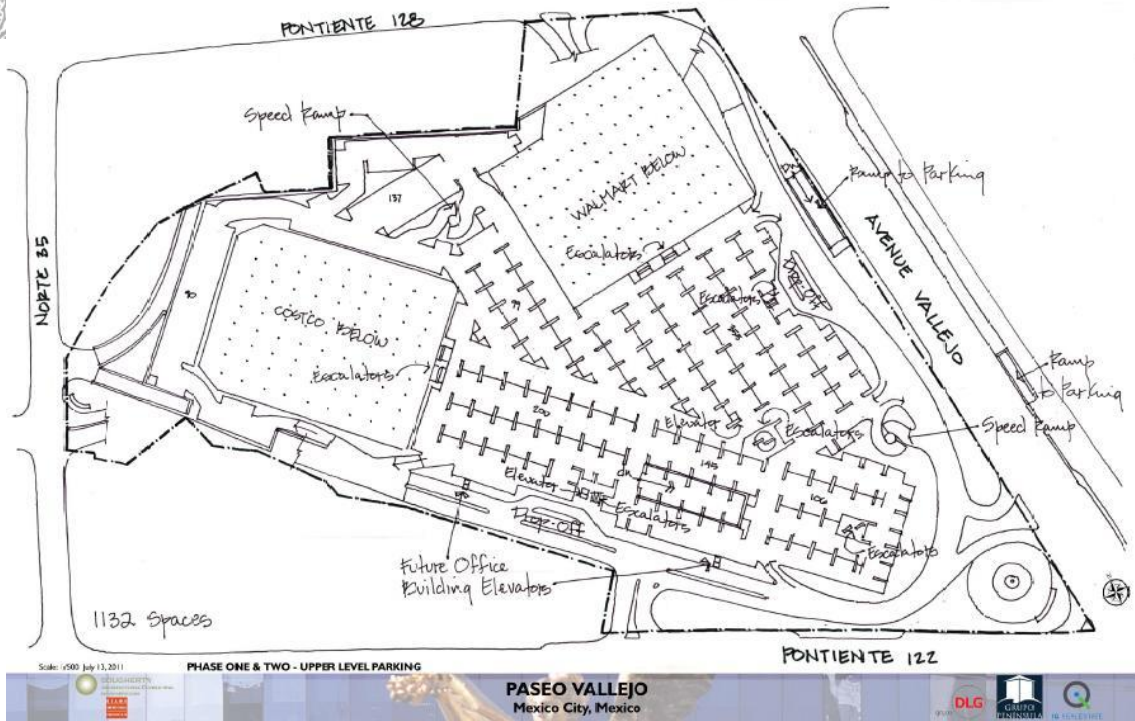


FIGURA No.- 7 SEMBRADO DE LAS ESTRUCTURAS DE INTERES

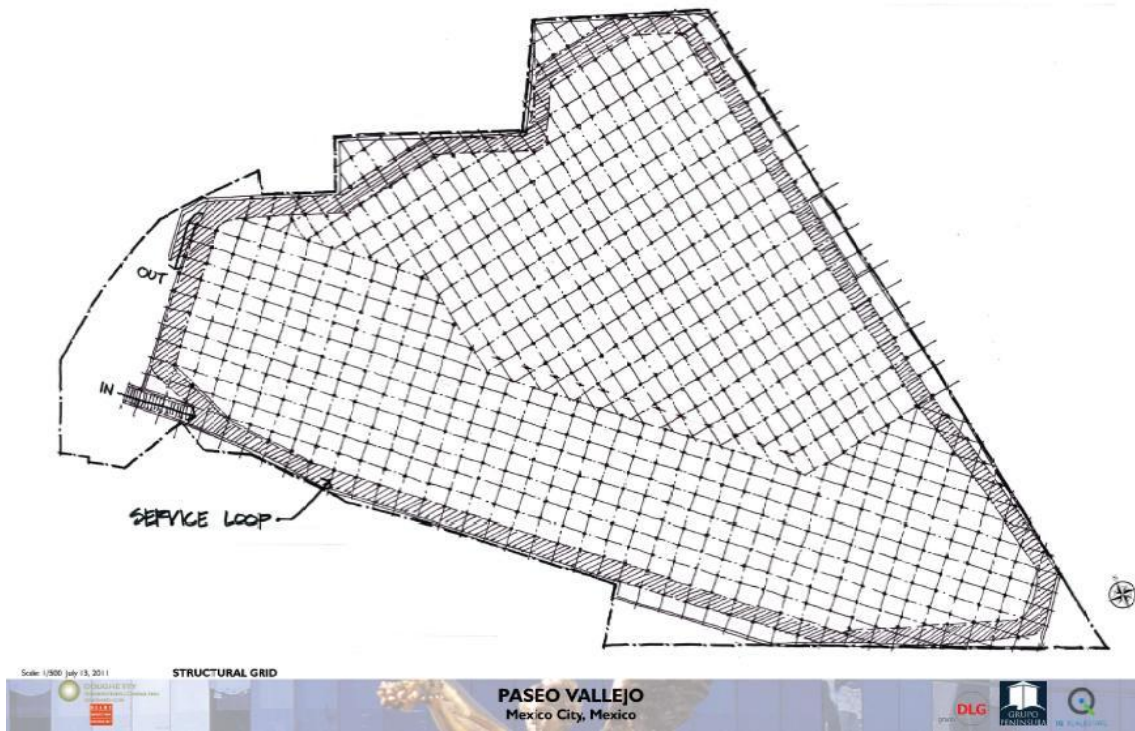


FIGURA No.- 8 SEMBRADO DE LAS ESTRUCTURAS DE INTERES



1.3 Colindancias

Las colindancias del terreno son las siguientes:

Hacia el Norte Colinda con la Avenida Poniente 128, con la Calle cerrada Poniente 128 y con una nave industrial.



FOTOGRAFIA COLINDANCIA NORTE CALLE PONIENTE 128 Y NAVE INDUSTRIAL

Al Sur colinda con la Calle de Poniente 122 donde está el acceso principal que es el número 430.



FOTOGRAFIA COLINDANCIA SUR (CALLE PONIENTE 122)

Hacia el Poniente tenemos la colindancia con el acceso de la Avenida Norte 35 y el callejón 16 que cuenta con casas habitacionales de planta baja y un nivel.



FOTOGRAFIA COLINDANCIA PONIENTE (AVENIDA NORTE 35)

Al Oriente se tiene como colindancia la calle Avenida Calzada Vallejo.



FOTOGRAFIA COLINDANCIA ORIENTE (CALZADA VALLEJO)



En la figura 12 se presenta un plano donde se muestra las Colindancias actuales del predio de interés.



FIGURA No.- 12 COLINDANCIAS DEL PREDIO DE INTERES



1.4 Topografía

El sitio analizado presenta una topografía plana con un desnivel hacia el poniente del orden de 0.80 m donde funcionaba como patio de maniobras, actualmente existen estructuras de tipo Naves industriales que eran empleadas para la producción de cartón, además se encuentra una Planta de Tratamiento de aguas Residuales, así como cuartos de máquinas y un cuarto eléctrico en figura 13 se muestra el levantamiento topográfico de construcciones existentes y en la figura 14 se muestra la topografía del sitio de interés.

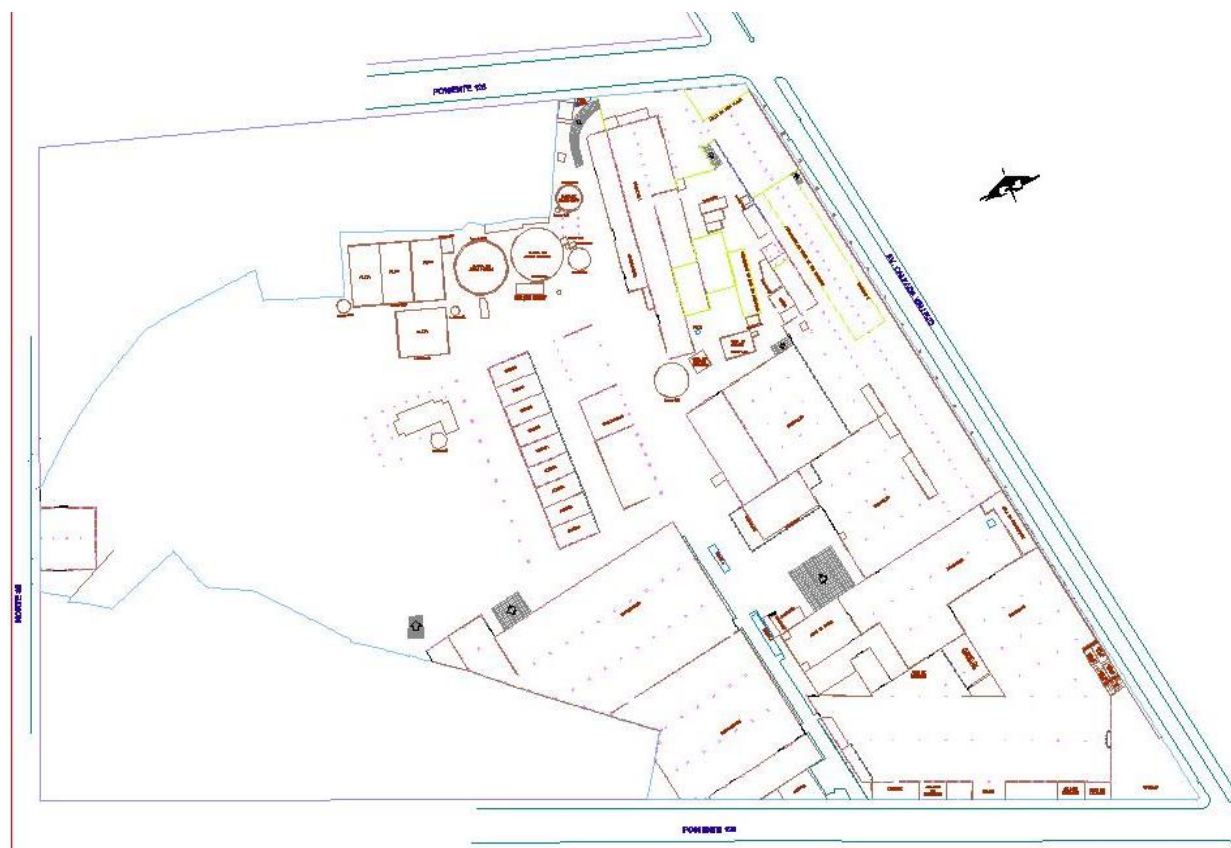


FIGURA No.- 13 LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO DE CONSTRUCCIONES EXISTENTES

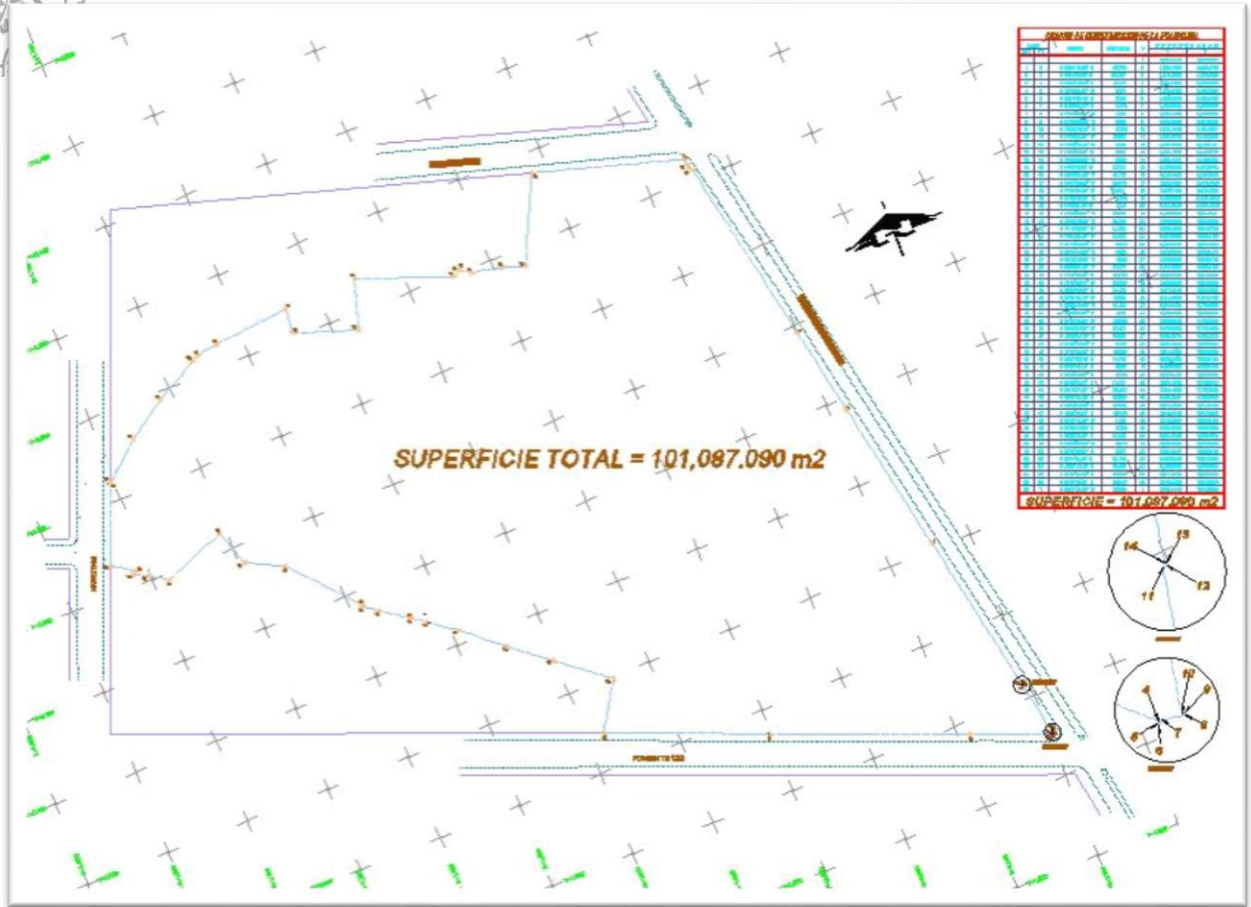
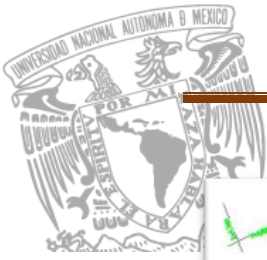


FIGURA No.- 14 TOPOGRAFIA DEL SITIO DE INTERES



ALTERNATIVA DE CIMENTACIÓN Y PROCESO CONSTRUCTIVO



FOTOGRAFÍAS PANORÁMICAS DEL PREDIO DE INTERÉS



1.5 Características superficiales del terreno de interés

Se presenta una zonificación de los rellenos superficiales existentes dentro del predio de interés y que fueron detectados mediante la exploración realizada con los pozos a cielo abierto excavados que más adelante se describen.



En la figura 15 se indica una zonificación de rellenos existentes con espesores variables entre 0.55 y 3.20 m del predio de interés y los cuales tienen características heterogéneas en cuanto a su constitución, plasticidad y consistencia.



ZONIFICACIÓN DE RELLENOS

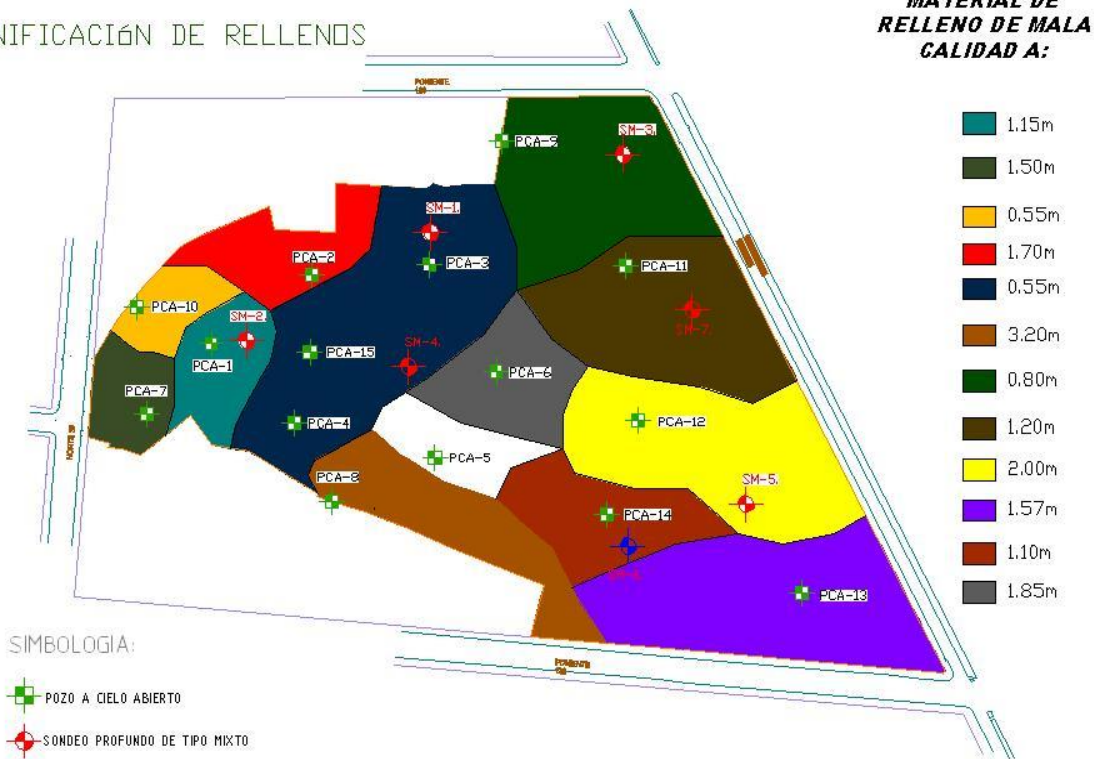


FIGURA No.- 15 PLANO CON ZONIFICACION DE RELLENOS DE MALA CALIDAD

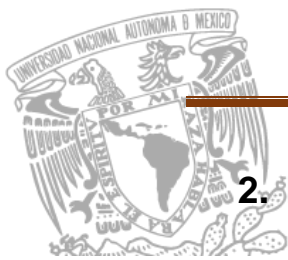
En base a todo lo antes mencionado y a las características observadas en el terreno en la fecha en que se realizó la exploración, será necesario efectuar un despalme inicial con respecto a la avenida Calzada Vallejo con de 30 cm mínimo en todo el terreno para retirar la capa de suelo vegetal, excepto en las zonas indicadas en la figura 5, donde se retirarán todos los materiales de relleno con espesor medio de 1.0 m y posteriormente ser restituidos por materiales controlados de banco.



EXPLORACIÓN DEL SUBSUELO



SONDEOS TIPO MIXTO Y POZOS A CIELO ABIERTO REALIZADOS EN EL SITIO



2. EXPLORACIÓN DEL SUBSUELO

De acuerdo a los requerimientos del proyecto, tomando en cuenta la magnitud del área y con el objeto de conocer las características estratigráficas y físicas del subsuelo hasta la profundidad en que son significativos los esfuerzos producidos por las cargas que transmitirán las estructuras que se proyectan construir se realizó la siguiente exploración:

Se efectuaron 7 sondeos profundos de tipo mixto de los cuales 3 se efectuaron a 30 m de profundidad cada uno, dos a 25 m y dos a 12 m de profundidad con maquinaria rotatoria Long Year 34, empleando el muestreador de penetración estándar, el muestreo inalterado con la herramienta Shelby.

Se excavaron 15 pozos a cielo abierto a 2.10 m de profundidad obteniendo muestras cúbicas inalteradas y muestras representativas alteradas cada 50 cm o cada cambio de estrato y determinando la estratigrafía en las paredes de los pozos mediante técnicas de campo.

Los trabajos en campo fueron supervisados y coordinados por un ingeniero especialista en Mecánica de Suelos. El muestreo y la exploración establecida anteriormente se realizó tomando en cuenta la magnitud del área que se proyecta construir y en función de las experiencias adquiridas en zonas cercanas a la de interés, en las cuales se han manifestado problemas tales como: comportamiento y apariencia de las estructuras ya construidas (como consecuencia de la erraticidad que presentan los depósitos superficiales en sus primeros diez metros), en cuanto a sus propiedades mecánicas (es decir resistencia y deformabilidad), de los materiales de rellenos que existen.



EJECUCION DE SONDEO PROFUNDO Y OBTENCION DE MUESTRAS.



2.1 Pozos a cielo abierto

En la figura 16 se presenta la ubicación de los pozos realizados dentro del terreno. Y los perfiles estratigráficos de cada uno de los pozos excavados se indican en las figuras 17 a 31, donde se plasman los resultados de las pruebas de laboratorio realizadas en las muestras obtenidas.

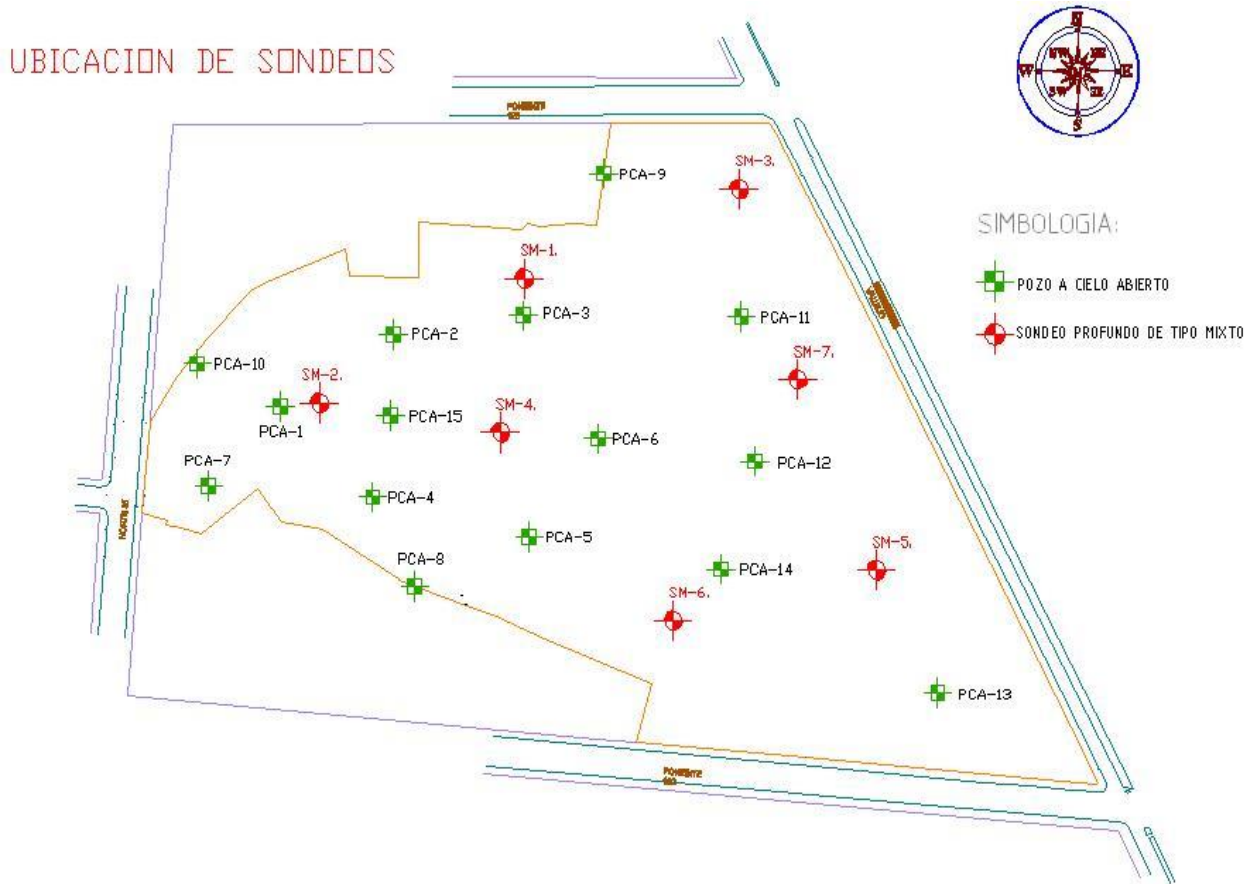


FIGURA No.- 16 LOCALIZACION DE LOS SONDEOS REALIZADOS EN EL PREDIO



ALTERNATIVA DE CIMENTACIÓN Y PROCESO CONSTRUCTIVO


 UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO Facultad de Estudios Superiores Aragón Ingeniería Civil		Obra: PASEO VALLEJO. Localización: PONIENTE 122 #430 COL. INDUSTRIAL VALLEJO		Tipo c No. de			
Profundidad (m)	Descripción Estratigráfica	Perfil Estratigráfico	Grupo S.U.C.S.	W (%)	LL (%)	LP (%)	IP (%)
0,00	CARPETA ASFALTICA.						
	GRAVAS EMPACADAS DE ARENA LIMOSA CAFE CLARO.			6.69			
0,20	LIMO CON POCA ARENA FINA CAFE Y GRUMOS DEL MISMO.			30.25			
0,40			RELLENO.				
0,60	ARCILLA LIMOSA GRIS CON POCA ARENA FINA, PEDACERIA DE PLASTICOS, CONCRETO Y ALAMBRES.						
0,80							
1,00				34.94			
1,20							
1,40	LIMO GRIS OSCURO CON PEQUEÑAS OQUEDADES DE CONSISTENCIA MEDIA (MATERIAL NATURAL).						
1,60							
1,80							
2,00			OH-MH *	47.61	51.70	30.36	21.34

FIGURA No.- 17 PERFIL ESTRATIGRAFICO DEL PCA – 1





ALTERNATIVA DE CIMENTACIÓN Y PROCESO CONSTRUCTIVO


 UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO Facultad de Estudios Superiores Aragón Ingeniería Civil		Obra: PASEO VALLEJO. Localización: PONIENTE 122 #430 COL. INDUSTRIAL VALLEJO		Tipo c No. de			
Profundidad (m)	Descripción Estratigráfica	Perfil Estratigráfico	Grupo S.U.C.S.	W (%)	LL (%)	LP (%)	IP (%)
0,00	CARPETA ASFALTICA.						
0,20	GRAVAS EMPACADAS DE ARENA LIMOSA CAFE CLARO.		RELLENO.	6.14			
	LIMO CON POCA ARENA FINA CAFE Y GRUMOS DEL MISMO.			36.02			
0,40							
0,60			TUBO DE DRENAJE.				
0,80							
1,00	LIMO POCO ARCILLOSO GRIS OSCURO CON ESCASA ARENA, PLASTICOS Y TABIQUE ROJO MUY AISLADOS.		RELLENO.				
1,20							
1,40							
1,60					58.12		
1,80	LIMO GRIS CON PEQUEÑAS OQUEDADES DE CONSISTENCIA BLANDA.		OH-MH *	73.65	90.90	43.38	47.52
2,00							

FIGURA No.- 18 PERFIL ESTRATIGRAFICO DEL PCA – 2





ALTERNATIVA DE CIMENTACIÓN Y PROCESO CONSTRUCTIVO







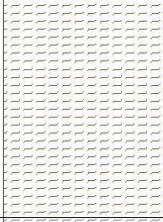

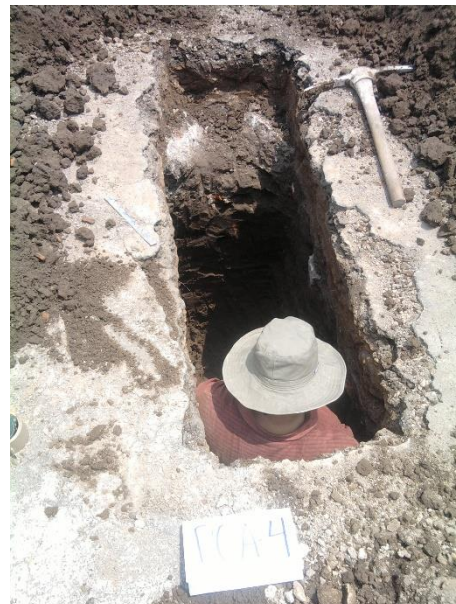
 UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO Facultad de Estudios Superiores Aragón Ingeniería Civil		Obra: PASEO VALLEJO. Localización: PONIENTE 122 #430 COL. INDUSTRIAL VALLEJO		Tipo c No. de			
Profundidad (m)	Descripción Estratigráfica	Perfil Estratigráfico	Grupo S.U.C.S.	W (%)	LL (%)	LP (%)	IP (%)
0,00	CARPETA ASFALTICA.		RELLENO.				
0,20	ARENA POCO LIMOSA CAFE CLARO CON GRAVAS.						
0,40	LIMO CAFE CON Poca ARENA FINA Y GRUMOS DEL MISMO.			38.83			
0,60	LIMO CON Poca ARCILLA GRIS OSCURO, PEDACERIA DE PLASTICOS, VIDRIOS Y TABIQUE ROJO.			41.39			
0,80	ARENA GRUESA PUMITICA CAFE CLARO POCO LIMOSA Y GRAVAS DEL MISMO.		50.35				
1,00	LIMO CAFE GRISACEO OSCURO CON PEQUEÑAS OQUEDADES.						
1,20				38.90			
1,40							
1,60	LIMO GRIS CLARO CON PEQUEÑAS OQUEDADES.						
1,80			OH-MH *	78.11	89.20	41.38	47.82
2,00							

FIGURA No.- 19 PERFIL ESTRATIGRAFICO DEL PCA – 3



Profundidad (m)	Descripción Estratigráfica	Perfil Estratigráfico	Grupo S.U.C.S.	W (%)	LL (%)	LP (%)	IP (%)
0,00	CARPETA ASFALTICA.						
0,20	LIMO ARENOSO CAFE CLARO CON GRAVILLAS Y GRAVAS.		RELLENO.	20.47			
0,40	LIMO POCO ARCILLOSO GRIS OSCURO CON POCA ARENA, PEDACERIA DE CONCRETO, TABIQUE ROJO Y PLASTICOS.			54.89			
0,60	LIMO POCO ARCILLOSO GRIS OSCURO CON ESCASA ARENA FINA Y PEDACERIA DE TEPALCATES.			55.39			
0,80							
1,00							
1,20							
1,40							
1,60					*	84.37	
1,80							
2,00			*	74.49			
2,20							

FIGURA No.-20 PERFIL ESTRATIGRAFICO DEL PCA – 4





ALTERNATIVA DE CIMENTACIÓN Y PROCESO CONSTRUCTIVO


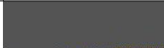


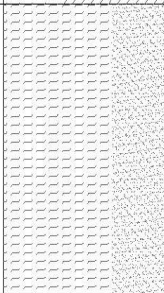
 UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO Facultad de Estudios Superiores Aragón Ingeniería Civil		Obra: PASEO VALLEJO. Localización: PONIENTE 122 #430 COL. INDUSTRIAL VALLEJO		Tipo c No. de			
Profundidad (m)	Descripción Estratigráfica	Perfil Estratigráfico	Grupo S.U.C.S.	W (%)	LL (%)	LP (%)	IP (%)
0,00	CARPETA ASFALTICA.		RELLENO.				
0,20	ARENA LIMOSA PUMITICA CAFE CLARO CON GRAVAS.			34.55			
0,40	LIMO ARCILLOSO GRIS OSCURO.						
0,60				52.50			
0,80							
1,00	LIMO GRIS CLARO CEMENTADO CON ESCASA ARENA FINA Y PEQUEÑAS OQUEDADES.						
1,20							
1,40			*	78.84			
1,60							

FIGURA No.-21 PERFIL ESTRATIGRAFICO DEL PCA – 5





ALTERNATIVA DE CIMENTACIÓN Y PROCESO CONSTRUCTIVO

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO <small>Facultad de Estudios Superiores Aragón Ingeniería Civil</small>		Obra: PASEO VALLEJO. Localización: PONIENTE 122 #430 COL. INDUSTRIAL VALLEJO				Tipo a No. de	
Profundidad (m)	Descripción Estratigráfica	Perfil Estratigráfico	Grupo S.U.C.S.	W (%)	LL (%)	LP (%)	IP (%)
0,00	CARPETA ASFALTICA.						
0,20	LIMO ARENOSO CAFE CON GRAVAS.			23.53			
0,40	ARCILLA LIMOSA GRIS OSCURO CON PEDACERIA DE CONCRETO, TABIQUE ROJO, PLASTICOS Y VIDRIOS.		RELLENO.				
0,60							
0,80							
1,00							
1,20							
1,40							
1,60							
1,80				32.37			
2,00	LIMO POCO ARCILLOSO GRIS OSCURO CON PEQUEÑAS OQUEADES.		OH-MH *	51.56	59.00	31.67	27.33
2,20							

FIGURA No.-22 PERFIL ESTRATIGRAFICO DEL PCA – 6





ALTERNATIVA DE CIMENTACIÓN Y PROCESO CONSTRUCTIVO

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO <small>Facultad de Estudios Superiores Aragón Ingeniería Civil</small>		Obra: PASEO VALLEJO. Localización: PONIENTE 122 #430 COL. INDUSTRIAL VALLEJO				Tipo c No. de	
Profundidad (m)	Descripción Estratigráfica	Perfil Estratigráfico	Grupo S.U.C.S.	W (%)	LL (%)	LP (%)	IP (%)
0,00	LIMO ARENOSO GRIS CON PEDACERÍA DE CONCRETO, TABIQUE ROJO, PLÁSTICOS, VIDRIOS Y RAICILLAS.		RELLENO.				
0,20							
0,40							
0,60							
0,80							
1,00							
1,20							
1,40							
1,60							
1,80							
2,00	LIMO GRIS OSCURO CON PEQUEÑAS OQUEDADES, TEPALCATES Y FISURAS NATURALES.		OH-MH *	48.78	59.90	32.05	27.85

FIGURA No.- 23 PERFIL ESTRATIGRAFICO DEL PCA – 7





ALTERNATIVA DE CIMENTACIÓN Y PROCESO CONSTRUCTIVO

Profundidad (m)	Descripción Estratigráfica	Perfil Estratigráfico	Grupo S.U.C.S.	W (%)	LL (%)	LP (%)	IP (%)
0,00	CARPETA ASFALTICA						
0,20	ARCILLA POCO LIMOSA CAFE CLARO CON ARENA Y GRAVAS.						
0,40	ARCILLA POCO LIMOSA GRIS OSCURO CON PEDACERIA DE PLASTICOS, VIDRIOS, TABIQUE ROJO, CONCRETO MADERA Y ALAMBRES.		RELLENO.	37.67			
0,60							
0,80							
1,00							
1,20							
1,40							
1,60							
1,80							
2,00							
2,20							
2,40							
2,60							
2,80							
3,00							
3,20							

FIGURA No.-24 PERFIL ESTRATIGRAFICO DEL PCA – 8





ALTERNATIVA DE CIMENTACIÓN Y PROCESO CONSTRUCTIVO

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO <small>Facultad de Estudios Superiores Aragón Ingeniería Civil</small>			Obra: <u>PASEO VALLEJO.</u> Localización: <u>PONIENTE 122 #430</u> <u>COL. INDUSTRIAL VALLEJO</u>		Tipo c No. de		
Profundidad (m)	Descripción Estratigráfica	Perfil Estratigráfico	Grupo S.U.C.S.	W (%)	LL (%)	LP (%)	IP (%)
0,00	CARPETA ASFALTICA.		RELLENO.				
0,20	LIMO ARENOSO CAFE CLARO CON BOLEOS DE 3".						
0,40	CARPETA ASFALTICA.						
0,60	LIMO ARENOSO GRIS CON PEDACERIA DE CONCRETO, TABIQUE ROJO, PLASTICOS Y VIDRIOS.		OH-MH *				
0,80	ARCILLA LIMOSA CAFE GRISACEO OSCURO CON ESCASA ARENA FINA Y PEDACERIA DE TEPALCATES AISLADOS.						
1,00							
1,20							
1,40				54.72			
1,60	LIMO GRIS OSCURO CON FOSILES Y PEQUEÑAS OQUEDADES.						
1,80							
2,00				83.10	84.00	43.38	40.62
2,20							

FIGURA No.-25 PERFIL ESTRATIGRAFICO DEL PCA – 9



Figura No. 16



ALTERNATIVA DE CIMENTACIÓN Y PROCESO CONSTRUCTIVO

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO <small>Facultad de Estudios Superiores Aragón Ingeniería Civil</small>		Obra: PASEO VALLEJO. Localización: PONIENTE 122 #430 COL. INDUSTRIAL VALLEJO				Tipo c No. de	
Profundidad (m)	Descripción Estratigráfica	Perfil Estratigráfico	Grupo S.U.C.S.	W (%)	LL (%)	LP (%)	IP (%)
0,00	CARPETA ASFALTICA.						
0,20	ARENA POCO LIMOSA CAFE GRISACEO CON GRAVILLAS.		RELLENO.				
0,40	LIMO CAFE CLARO CON ARENA PUMITICA Y GRAVAS.						
0,60	LIMO ARENOSO GRIS OSCURO CON PEDACERIA DE PLASTICOS, CONCRETO, TABIQUE ROJO, ALAMBRE Y GRAVAS.						
0,80	LIMO ARCILLOSO GRIS CON FOSILES Y PEQUEÑAS OQUEDADES.						
1,00							
1,20							
1,40	ARCILLA LIMOSA GRIS OSCURO CON PEQUEÑAS OQUEDADES, TEPALCATES Y FISURAS NATURALES.						
1,60							
1,80							
2,00			OH-MH *	56.69	54.60	30.89	23.71

FIGURA No.-26 PERFIL ESTRATIGRAFICO DEL PCA – 10





ALTERNATIVA DE CIMENTACIÓN Y PROCESO CONSTRUCTIVO


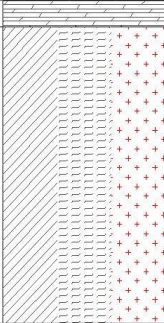
 UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO Facultad de Estudios Superiores Aragón Ingeniería Civil		Obra: PASEO VALLEJO. Localización: PONIENTE 122 #430 COL. INDUSTRIAL VALLEJO			Tipo c No. de		
Profundidad (m)	Descripción Estratigráfica	Perfil Estratigráfico	Grupo S.U.C.S.	W (%)	LL (%)	LP (%)	IP (%)
0,00	CONCRETO SIMPLE.						
0,20	ARCILLA LIMOSA GRIS OSCURO CON PEDACERIA DE CONCRETO, TABIQUE ROJO, VIDRIOS, PLASTICOS Y FRAGMENTOS DE ROCA (MATERIAL SUELTO).		RELLENO.				
0,40							
0,60							
0,80							
1,00							
1,20							

FIGURA No.-27 PERFIL ESTRATIGRAFICO DEL PCA – 11





ALTERNATIVA DE CIMENTACIÓN Y PROCESO CONSTRUCTIVO

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO <small>Facultad de Estudios Superiores Aragón Ingeniería Civil</small>		Obra: PASEO VALLEJO. Localización: PONIENTE 122 #430 COL. INDUSTRIAL VALLEJO		Tipo c No. de			
Profundidad (m)	Descripción Estratigráfica	Perfil Estratigráfico	Grupo S.U.C.S.	W (%)	LL (%)	LP (%)	IP (%)
0,00	CONCRETO SIMPLE.						
0,20	LIMO ARENOSO CAFE.						
0,40	LIMO POCO ARCILLOSO GRIS CON PEDACERIA DE TABIQUE ROJO, CONCRETO, GRAVAS Y PLASTICOS.		RELLENO.	44.14			
0,60							
0,80							
1,00							
1,20	LIMO CAFE GRISACEO OSCURO CON PEQUEÑAS OQUEDADES Y PEDACERIA DE PLASTICOS.		CL *	53.97	48.30	26.19	22.11
1,40							
1,60							
1,80							
2,00							
2,20							
2,40	LIMO GRIS CLARO CON FOSILES Y PEQUEÑAS OQUEDADES.						
2,60							

FIGURA No.- 28 PERFIL ESTRATIGRAFICO DEL PCA – 12





ALTERNATIVA DE CIMENTACIÓN Y PROCESO CONSTRUCTIVO



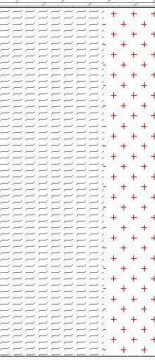
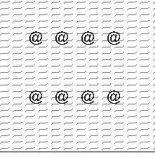
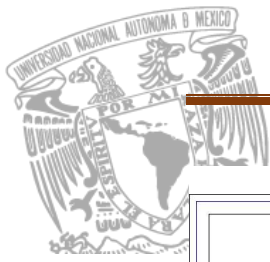
 UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO Facultad de Estudios Superiores Aragón Ingeniería Civil		Obra: PASEO VALLEJO. Localización: PONIENTE 122 #430 COL. INDUSTRIAL VALLEJO		Tipo c No. de					
Profundidad (m)	Descripción Estratigráfica	Perfil Estratigráfico	Grupo S.U.C.S.	W (%)	LL (%)	LP (%)	IP (%)		
0,00	CONCRETO SIMPLE.								
0,20	LIMO CON POCA ARENA, PEDACERIA DE CONCRETO, TABIQUE ROJO Y PLASTICOS.		RELLENO.						
0,40									
0,60									
0,80									
1,00									
1,20									
1,40				34.62					
1,60	LIMO GRIS CON FOSILES Y PEQUEÑAS OQUEDADES.		ZAPATA CORRIDA MAS DE 2.15m DE PROFUNDIDAD. OH-MH *						
1,80									
2,00						39.71	51.70	30.89	20.81
2,20									

FIGURA No.- 29 PERFIL ESTRATIGRAFICO DEL PCA – 13





ALTERNATIVA DE CIMENTACIÓN Y PROCESO CONSTRUCTIVO

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO <small>Facultad de Estudios Superiores Aragón Ingeniería Civil</small>			Obra: <i>PASEO VALLEJO.</i> Localización: <i>PONIENTE 122 #430</i> COL. INDUSTRIAL VALLEJO		Tipo c No. de		
Profundidad (m)	Descripción Estratigráfica	Perfil Estratigráfico	Grupo S.U.C.S.	W (%)	LL (%)	LP (%)	IP (%)
0,00	CONCRETO SIMPLE.						
0,20	LIMO ARCILLOSO CAFE CON POCA ARENA, GRAVILLAS Y GRAVAS.		RELLENO.	35.10			
0,40	CARPETA ASFALTICA.						
0,60	ARCILLA LIMOSA CAFE GRISACEO CON ARENA, GRAVILLAS Y GRAVAS AISLADAS.			22.06			
0,80	ARCILLA LIMOSA GRIS OSCURO CON POCA ARENA FINA, PEDACERIA DE TEPALCATES, VIDRIOS Y PLASTICOS (MATERIAL CONTAMINADO DE PETROLEO).			38.83			
1,00	LIMO ARCILLOSO GRIS OSCURO CON ESCASA ARENA FINA, MICAS Y PEQUEÑAS OQUEDADES.			54.77			
1,20	LIMO GRIS VERDOSO OSCURO CON ESCASA ARENA FINA Y PEQUEÑAS OQUEDADES.						
1,40							
1,60							
1,80			CL *	31.87	30.88	15.00	15.88
2,00							

FIGURA No.- 30 PERFIL ESTRATIGRAFICO DEL PCA – 14





ALTERNATIVA DE CIMENTACIÓN Y PROCESO CONSTRUCTIVO

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO <small>Facultad de Estudios Superiores Aragón Ingeniería Civil</small>		Obra: <u>PASEO VALLEJO.</u> Localización: <u>PONIENTE 122 #430</u> COL. INDUSTRIAL VALLEJO		Tipo c No. de			
Profundidad (m)	Descripción Estratigráfica	Perfil Estratigráfico	Grupo S.U.C.S.	W (%)	LL (%)	LP (%)	IP (%)
0,00	CARPETA ASFALTICA.						
0,20	ARENA LIMOSA CAFE CON GRAVILLAS Y GRAVAS.						
0,40	LIMO CAFE CLARO CON POCA ARENA FINA Y GRAVILLAS AISLADAS.						
0,60	ARCILLA LIMOSA GRIS OSCURO CON POCA ARENA, PEDA CERIA DE TABIQUE ROJO, CONCRETO, PLASTICOS Y ALAMBRES.		RELLENO.				
0,80	ARCILLA LIMOSA GRIS OSCURO CON ESCASA ARENA FINA Y PEQUEÑAS OQUEDADES.			45.14			
1,00							
1,20							
1,40		@ @ @ @					
1,60	LIMO GRIS CLARO CON FOSILES Y PEQUEÑAS OQUEDADES.		OH-MH *	64.18	71.48	36.47	35.01
1,80							
2,00							
2,20							

FIGURA No.- 31 PERFIL ESTRATIGRAFICO DEL PCA – 15



2.2 Sondeos con equipo mecánico

Se efectuaron como ya menciona anteriormente 15 pozos a cielo abierto para determinar las características superficiales del subsuelo, y para conocer las características de los depósitos profundos se efectuaron siete sondeos con maquinaria rotatoria Long Year 34.



SONDEOS PROFUNDOS REALIZADOS CON PERFORADORA LONG YEAR 34

Los pozos a cielo abierto permiten la inspección directa del suelo en estudio, pero esta misma no se puede llevar a más profundidad por los problemas de control de taludes y filtración del agua freática, por lo que en este caso se requirió hacer siete sondeos profundos cinco de tipo mixto denominados *SM-1*, *SM-2*, *SM-3*, *SM-4* y *SM-5*, y dos de tipo penetración estándar denominados *SPT-6* y *SPT-7*. Los cuales los sondeos ***SM-2***, ***SM-3*** y ***SM-4*** fueron realizados a una profundidad de 30.0 m, los sondeos ***SM-1*** y ***SM-5*** se realizaron a 25.0 m y por último los sondeos ***SPT-6*** y ***SPT-7*** que se realizaron a 12.0m de profundidad, que serán de gran utilidad para determinar la magnitud de los asentamientos máximos esperados y de la capacidad de carga del terreno, así como de conocer la continuidad del suelo.

2.2.1 Método de penetración estándar

Con este método se obtiene principalmente muestras alteradas de suelo, la importancia y utilidad mayores de la prueba de penetración estándar radican en las correlaciones realizadas en el campo y en el laboratorio en diversos suelos, sobre todo en arenas, que permiten relacionar aproximadamente la compacidad, el ángulo de fricción interna (ϕ) en arenas y el valor de la resistencia a la compresión simple (q_u) en arcillas.

La prueba se realiza dejando caer un martillo que pesa 63.5 Kg. sobre la barra de perforación, desde una altura de 76 cm. El número de golpes N necesarios para producir una penetración de 30 cm. se considera la resistencia a la penetración.

Para considerar la falta de apoyo, los golpes de los primeros 15 cm. de penetración no se toman en cuenta; los golpes necesarios para llevar la penetración del tubo partido de 15 a 45 cm. constituyen el valor de N .



A continuación se presenta una tabla que correlaciona el número de golpes con la compacidad relativa, en el caso de las arenas, y la consistencia, en el caso de las arcillas, según Terzaghi y Peck:

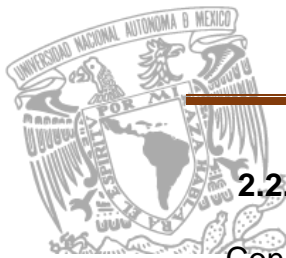


OBTENCION DE MUESTRAS MEDIANTE EL SONDEO MIXTO

Correlación entre la resistencia a la penetración y las propiedades de los suelos a partir de la prueba de penetración estándar

ARENAS (BASTANTE SEGURAS)	
No. DE GOLPES POR 30 CM. N	COMPACIDAD RELATIVA
0 - 4	MUY SUELTA
5 - 10	SUELTA
11 - 30	MEDIA
31 - 50	COMPACTA
MAS DE 50	MUY COMPACTA

ARCILLAS (RELATIVAMENTE INSEGURA)	
No. DE GOLPES POR 30 CM. N	CONSISTENCIA
MENOS DE 2	MUY BLANDA
2 - 4	BLANDA
5 - 8	MEDIA
9 - 15	FIRME
15 - 30	MUY FIRME
MAS DE 30	DURA



2.2.2. Muestreo con tubo de pared delgada.

Con este método se obtienen muestras inalteradas del suelo, aunque en Mecánica de Suelos se habla de muestras "*inalteradas*" se debe entender en realidad un tipo de muestra obtenida con cierto procedimiento que trata de hacer mínimos los cambios en las condiciones de la muestra "*in situ*", sin interpretar la palabra en su sentido literal.

La muestra obtenida con esta herramienta alterará inevitablemente las condiciones de esfuerzo que esta tiene con relación al material que la rodea. Sin embargo con este procedimiento, y gracias a una corrección que se hace en el desarrollo de los cálculos, los datos que se obtienen son de gran confiabilidad.

El muestreador shelby es un tubo de acero de pared delgada, de 10 cm de diámetro y 1 m de longitud, con el extremo inferior afilado, y unido por el superior a un cabezal con una válvula que permite el alivio de presión durante el hincado y que se cierra durante la extracción; se hincan a presión 80 cm, con velocidad constante, dejando una longitud de 20 cm donde se alojan los azolves que pudieran tenerse en el fondo de la perforación.

El procedimiento consiste en hincar el tubo de pared delgada en el suelo aplicándole una presión constante, y para alcanzar un grado de alteración mínimo nunca deberá hincarse a golpes o con cualquier método dinámico. Los muestreadores más comunes son: muestreador tipo Shelby y muestreador de Pistón.

En suelos muy blandos y con alto contenido de agua, estos tubos no logran extraer la muestra, esto se evita hincando lentamente el tubo y una vez lleno se deja en reposo cierto tiempo antes de extraerlo.

En las figuras 32 a 38 se presentan los registros de campo de los sondeos profundos realizados en el sitio de interés.

ALTERNATIVA DE CIMENTACIÓN Y PROCESO CONSTRUCTIVO



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO Facultad De Estudios Superiores Aragón REGISTRO DE EXPLORACION

PROYECTO: VALLEJO		UBICACIÓN: MEX. D.F.		PREFORADORA: LONG YEAR 34		BOMBA: M OYNO 3L6		HOJA: 1	
SONDEO: 214-1		FECHA DE INICIO: 16-ago-11		FECHA DE TERMINACIÓN: 19-ago-11					
N.L.F.: NO SE DETECTO									

Numero Muestra	Profundidad		No. De Golpes			Recuperación		RQD	Muestreo	Descripción
	DE	A	15 cm	30 cm	15 cm	(cm)	(%)	(%)	Avance	
-	0.00	0.10		AVANCE		-				BT Avance con Broca Triconica (Concreto)
1	0.10	0.70	6	10	6	35				TP Arcilla poco limosa color gris claro
2	0.70	1.30	5	10	7	33				TP Arcilla poco limosa color café obscuro
3	1.30	1.90	2	1	2	35				TP Arcilla poco limosa color café obscuro
4	1.90	2.50	2	8	4	41				TP Parte/I Arenas finas color gris claro, Parte/II Arcilla poco limosa color café obscuro
5	2.50	3.10	1	2	3	35				TP Arcilla limosa color gris verdoso
6	3.10	3.90	SHELBY	A	PRESION	38			SHELBY	Parte/I Arcilla limosa, Parte/II Arenas finas color gris verdoso
7	3.90	4.50	PH	1	1	35				TP Arcilla limosa color gris verdoso
8	4.50	5.10	1	1	1	51				TP Arcilla limosa con lentes de arenas finas gris verdoso
9	5.10	5.70	PH	PH	PH	20				TP Arcilla limosa color café claro
10	5.70	6.30	PH	PH	PH	53				TP Arcilla limosa color café rojizo claro
11	6.30	6.90	PH	PH	PH	43				TP Arcilla limosa color café rojizo claro
12	6.90	7.50	PH	PH	PH	35				TP Arcilla poco limosa color café rojizo claro
13	7.50	8.10	2	5	3	60				TP Arcilla poco limosa color café rojizo claro
14	8.10	8.70	3	20	23	45				TP Parte/I Arenas finas color gris claro, Parte/II Arcilla poco limosa color rojizo claro
15	8.70	9.30	8	20	12	19				TP Arcilla poco limosa color café rojizo
16	9.30	10.10	SHELBY	A PRESION	Y ROTACION	55			SHELBY	Arcilla limosa color gris verdoso
17	10.10	10.70	PH	PH	1	41				TP Arcilla limosa color gris verdoso
18	10.70	11.30	PH	3	3	54				TP Arcilla limosa con lentes de arena fina color gris verdoso
19	11.30	11.90	3	11	14	50				TP Arcilla limosa color gris verdoso
20	11.90	12.50	1	2	1	37				TP Arcilla limosa color gris verdoso
21	12.50	13.10	1	6	10	46				TP Arcilla limosa con lentes de arenas finas color gris verdoso
22	13.10	13.70	10	35	20	21				TP Parte/I Limo con escasa arcilla, Parte/II Arenas finas color café obscuro
SM	13.70	14.30	15	24	15	58				TP Sin Recuperación
23	14.30	14.90	18	37	26	7				TP Limo escaso arenoso color gris verdoso
24	14.90	15.70	SHELBY	A PRESION	Y ROTACION	37			SHELBY	Arcilla limosa color gris verdoso
25	15.70	16.30	12	25	19	20				TP Arcilla limosa color gris verdoso
26	16.30	16.90	15	39	18	35				TP Arcilla limosa color gris verdoso
27	16.90	17.50	10	28	19	26				TP Parte/I Arena fina, Parte/II Ceniza volcanica blanquizca, y Parte/III Arcilla escasa limosa color gris verdoso
28	17.50	18.10	1	11	19	22				TP Arcilla escasa limosa color negro
29	18.10	18.70	3	15	12	39				TP Arcilla escasa limosa color negro

SIN RECUPERACION DE MUESTRA N.L.F.: NO SE DETECTO	OBSERVACION: PERDIDA TOTAL DE AGUA A LOS 10.00 MTS.	Operador: SALVADOR ANTONIO Supervisor: ING. RENE OVANDO
--	---	--



FIGURA No.-32 REGISTRO DE CAMPO DEL SM – 1



ALTERNATIVA DE CIMENTACIÓN Y PROCESO CONSTRUCTIVO

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO Facultad De Estudios Superiores Aragón REGISTRO DE EXPLORACION

PROYECTO:		VALLEJO		PREFORADORA:		LONG YEAR 34		BOMBA:		M OYNO 316		HOJA 1	
UBICACION:		MEX. D.F.		FECHA DE INICIO:		16-ago-11		FECHA DE TERMINACION:		20-ago-11			
SONDEO:		SM-2		N.A.F.:		NO SE DETECTO							
Numero Muestra	Profundidad		No. De Golpes			Recuperación		RQD	Muestreo	Descripción			
	DE	A	15 cm	30 cm	15 cm	(cm)	(%)	(%)	Avance				
1	0.00	0.60	10	18	5	30			TP	Material de Relleno			
2	0.60	1.20	4	17	17	28			TP	Material de Relleno con Limo arenoso			
3	1.20	1.80	7	14	5	40			TP	Arcilla con escasa arena fina color café obscuro			
4	1.80	2.40	5	11	4	40			TP	Arena fina color gris obscuro, y arcilla con poca arena fina color café			
5	2.40	3.00	4	5	3	40			TP	Arena fina con arena pomítica			
6	3.00	3.60	1	4	3	44			TP	Arena fina con poca arcilla color gris verdoso			
7	3.60	4.20	1	PH	PH	40			TP	Arcilla con lentes de arena fina color café claro			
8	4.20	5.10	SHELBY	A	PRESION	65			SHELBY	Arcilla con lentes de arena fina color café verdoso			
9	5.10	5.70	PH	PH	1	50			TP	Arcilla color café verdosa			
10	5.70	6.30	PH	PH	PH	40			TP	Arcilla con lentes de arena fina color café verdoso			
11	6.30	6.90	PH	PH	1	40			TP	Arcilla color café rojizo			
12	6.90	7.50	PH	PH	PH	50			TP	Arcilla con lentes de arena fina color café rojizo			
13	7.50	8.10	PH	PH	1	25			TP	Arcilla color gris obscuro			
14	8.10	8.70	4	17	8	50			TP	Arcilla con arena fina y pomítica color gris obscuro			
15	8.70	9.30	1	2	2	50			TP	Arcilla con lentes de arena fina color gris verdoso			
16	9.30	10.20	SHELBY	A	PRESION	60			SHELBY	Arcilla con lentes de arena fina color gris verdoso ambos lados			
17	10.20	10.80	2	7	4	30			TP	Arcilla color café verdosa			
18	10.80	11.40	3	8	6	25			TP	Arcilla color café verdosa			
19	11.40	12.00	7	9	6	30			TP	Arena fina con poca arcilla color gris verdoso			
20	12.00	12.60	4	10	3	30			TP	Arcilla con poca arena fina color gris verdoso			
21	12.60	13.20	2	17	50	46			TP	Arcilla con poca gravilla, y arena fina con algunas gravillas color gris verdoso			
22	13.20	13.35	50			15			TP	Limo arenoso color gris obscuro			
-	13.35	13.80		AVANCE		-			BT	Avance con Broca Triconica			
23	13.80	14.40	8	14	9	40			TP	Arcilla color gris verdosa			
24	14.40	15.00	8	17	11	30			TP	Arcilla color gris verdosa			
25	15.00	15.60	7	15	8	35			TP	Arcilla color gris verdosa			
26	15.60	16.20	4	9	6	35			TP	Arena fina con ceniza volcanica poco arcillosa color gris verdosa			
27	16.20	16.80	11	18	15	35			TP	Arena fina poco arcillosa color gris obscuro			
28	16.80	17.40	8	15	7	33			TP	Arcilla con escasa arena fina color gris obscuro			
29	17.40	18.00	1	14	8	45			TP	Arcilla con escasa arena fina color gris obscuro			
30	18.00	18.60	7	13	9	32			TP	Arcilla con escasa arena fina color gris obscuro			

SM- SIN MUESTRA
SM- SIN RECUPERACION DE MUESTRA
SM- TUBO CERRADO

OBSERVACION: PERDIDA PARCIAL DE AGUA A LOS 4.00 MTS.

Operador: FERNANDO
 Supervisor: ING. RENE OVANDO



FIGURA No.- 33 REGISTRO DE CAMPO DEL SM – 2



ALTERNATIVA DE CIMENTACIÓN Y PROCESO CONSTRUCTIVO

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO Facultad De Estudios Superiores Aragón REGISTRO DE EXPLORACION

PROYECTO: VALLEJO		UBICACIÓN: MEX. D.F.		PREFORADORA: LONG YEAR 34		BOMBA: M OYNO 316		HOJA 2		
SONDEO: SM-2		FECHA DE INICIO: 15-ago-11		FECHA DE TERMINACIÓN: 20-ago-11						
Numero Muestra	Profundidad		No. De Golpes			Recuperación		RQD	Muestreo	Descripción
	DE	A	15 cm	30 cm	15 cm	(cm)	(%)	(%)	Avance	
31	18.60	19.20	15	45	34	40			TP	Arena limosa color gris verdosa
32	19.20	19.80	18	43	27	30			TP	Arena limosa color gris verdosa
33	19.80	20.10	15	50/15		25			TP	Arena limosa con arcillas color gris verdosa
-	20.10	20.40		AVANCE		-			BT	Avance con Broca Triconica
34	20.40	20.70	43	50/15		20			TP	Limo arenoso color gris verdoso
-	20.70	21.00		AVANCE		-			BT	Avance con Broca Triconica
35	21.00	21.30	18	50/15		25			TP	Limo arenoso color gris verdoso
-	21.30	21.60		AVANCE		-			BT	Avance con Broca Triconica
36	21.60	21.90	30	50/15		25			TP	Limo arenoso color gris verdoso
-	21.90	22.20		AVANCE		-			BT	Avance con Broca Triconica
37	22.20	22.80	21	26	5	40			TP	Limo arenoso color gris verdoso
38	22.80	23.15	14	50/20		25			TP	Limo arenoso color gris verdoso
-	23.15	23.40		AVANCE		-			BT	Avance con Broca Triconica
39	23.40	23.70	10	50/15		30			TP	Limo arenoso color gris verdoso
-	23.70	24.00		AVANCE		-			BT	Avance con Broca Triconica
40	24.00	24.15	50/15			15			TP	Limo arenoso color gris verdoso
-	24.15	24.60		AVANCE		-			BT	Avance con Broca Triconica
SM	24.60	24.70	50/10			SR			TP	Sin recuperación de muestra
-	24.70	25.20		AVANCE		-			BT	Avance con Broca Triconica
SM	25.20	25.50	15	50/15		SR			TP	Sin recuperación de muestra
-	25.50	25.80		AVANCE		-			BT	Avance con Broca Triconica
41	25.80	26.10	10	50/20		15			TP	Limo color café claro
-	26.10	26.40		AVANCE		-			BT	Avance con Broca Triconica
SM	26.40	26.60	10	50/10		SR			TP	Sin recuperación de muestra
-	26.60	27.00		AVANCE		-			BT	Avance con Broca Triconica
42	27.00	27.15	50/15			15			TP	Limo color café claro
-	27.15	27.60		AVANCE		-			BT	Avance con Broca Triconica
43	27.60	27.85	15	50/10		13			TP	Limo color café claro
-	27.85	28.20		AVANCE		-			BT	Avance con Broca Triconica
44	28.20	28.35	10	50/5		10			TP	Limo color café claro
-	28.35	28.80		AVANCE		-			BT	Avance con Broca Triconica
45	28.80	28.90	50/10			9			TP	Limo color café claro
-	28.90	29.40		AVANCE		-			BT	Avance con Broca Triconica
46	29.40	29.45	50/5			9			TP	Limo cementado color café claro
-	29.45	29.45		AVANCE		-			BT	Avance con Broca Triconica
FIN DEL SONDEO		A LOS	29.45 MTS.							
OBSERVACIONES:		PERDIDA PARCIAL DE AGUA A LOS 4.000 MTS.								
Operador:		FERNANDO								
Supervisor:		ING. RENÉ OVANDO								



FIGURA No.- 33 REGISTRO DE CAMPO DEL SM – 2



ALTERNATIVA DE CIMENTACIÓN Y PROCESO CONSTRUCTIVO

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO Facultad De Estudios Superiores Aragón REGISTRO DE EXPLORACION

Numero Muestra		Profundidad		No. De Golpes			Recuperación		RQD	Muestreo	Descripción
DE	A	15 cm	30 cm	15 cm	(cm)	(%)	(%)	Avance			
-	0.00	0.10	AVANCE			-	-	-	BT	Avance con Broca Triconica	
1	0.10	0.70	9	25	7	23			TP	Limo arenoso con pocas gravas color café obscuro (Material de Relleno)	
2	0.70	1.30	6	13	8	40			TP	Arena poco limosa color café obscuro	
3	1.30	1.90	2	3	2	40			TP	Arcilla poco limosa color gris obscuro	
4	1.90	2.50	2	6	10	12			TP	Arena fina poco arcillosa color café claro	
5	2.50	3.10	1	2	2	18			TP	Arcilla muy poco limosa color gris claro	
SM	3.10	3.70	1	3	2	5R			TP	Sin recuperación de muestra	
6	3.70	4.50	SHELBY A		PRESION		43		SHELBY	Arcilla muy poco limosa color gris verdosa (ambos lados)	
7	4.50	5.10	PH	PH	PH	25			TP	Arcilla muy poco limosa color gris verdosa	
8	5.10	5.70	PH	PH	PH	10			TP	Arcilla muy poco limosa color gris verdosa	
9	5.70	6.30	PH	PH	1	25			TP	Arcilla poco limosa color gris verdosa a rojiza	
10	6.30	6.90	PH	PH	11	52			TP	Arcilla poco limosa rojiza	
11	6.90	7.50	2	3	2	50			TP	Arcilla poco limosa varios tonos	
12	7.50	8.10	5	29	26	44			TP	Parte/I Arena fina color gris, Parte/II Arcilla poco limosa color gris verdosa	
13	8.10	8.40	23	50/15		13			TP	Arena fina color gris obscuro	
-	8.40	8.70	AVANCE			-	-	-	BT	Avance con Broca Triconica	
14	8.70	9.05	27	50/20		12			TP	Arena fina color gris obscuro	
-	9.05	9.30	AVANCE			-	-	-	BT	Avance con Broca Triconica	
15	9.30	9.90	PH	1	1	32			TP	Arcilla muy poco limosa color gris verdoso	
16	9.90	10.50	1	2	2	29			TP	Arcilla muy poco limosa color gris verdoso	
17	10.50	11.10	PH	2	1	40			TP	Arcilla muy poco limosa color gris verdoso	
18	11.10	11.70	8	19	7	17			TP	Parte/I Limo poco arcilloso color gris verdoso, Parte/II Limo poco cementado color gris verdoso	
19	11.70	12.30	6	17	19	34			TP	Arcilla limosa con grumos color gris verdoso	
20	12.30	12.90	PH	PH	PH	23			TP	Arcilla limosa poco arenosa color gris verdoso	
21	12.90	13.50	19	36	21	32			TP	Arcilla limosa con lentes de Arena fina color gris verdoso	
22	13.50	14.10	21	29	37	29			TP	Parte/II Arcilla limosa color gris verdoso, Parte/III Limo poco arcilloso color negro	
23	14.10	14.70	PH	4	3	21			TP	Arcilla poco limosa color gris verdosa	
SM	14.70	15.30	2	6	5	5R			TP	Sin recuperación de muestra	
24	15.30	15.90	4	11	16	35			TP	Parte/II Arcilla poco limosa color gris verdoso, Parte/III Ceniza volcanica color blanco	
25	15.90	16.20	9	50/15		30			TP	Parte/II Arcilla color gris verdoso, Parte/III Arena media color gris obscuro	
-	16.20	16.50	AVANCE			-	-	-	BT	Avance con Broca Triconica	

SM-SIN MUESTRA
SA-SIN RECUPERACION DE MUESTRA
SM-TORNOREAR

OBSERVACION:
Para colocar en el Punto 3 se tuvo que realizar un arrastre aproximadamente de 150 mts.
PERDIDA PARCIAL DE AGUA EN TODA LA PERFORACION

Operador: SALVADOR ANTONIO
Supervisor: ING. RENE OVANDO



FIGURA No.- 34 REGISTRO DE CAMPO DEL SM – 3



ALTERNATIVA DE CIMENTACIÓN Y PROCESO CONSTRUCTIVO

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
Facultad De Estudios Superiores Aragón

REGISTRO DE EXPLORACION

PROYECTO: VALLEJO		UBICACIÓN: MEX. D.F.		PREFORADORA: LONG YEAR 34		BOMBA: M OYNO 316		HOJA 2		
SONDEO: SM-3		FECHA DE INICIO: 22-ago-11		FECHA DE TERMINACIÓN: 25-ago-11						
N.A.F.: NO SE DETECTO										
Numero Muestra	Profundidad		No. De Golpes			Recuperación		RQD	Muestreo	Descripción
	DE	A	15 cm	30 cm	15 cm	(cm)	(%)	(%)	Avance	
SM	16.50	16.60	50/10			SR			TP	Sin recuperación de muestra
-	16.60	17.10		AVANCE		-			BT	Avance con Broca Triconica
26	17.10	17.25	50			13			TP	Arena media color gris obscuro
-	17.25	17.70		AVANCE		-			BT	Avance con Broca Triconica
27	17.70	18.30	18	43	28	16			TP	Arena fina color gris obscuro
28	18.30	18.90	11	38	19	6			TP	Arena fina poco arcillosa color gris obscuro
29	18.90	19.20	24	50/15		18			TP	Arena fina color gris obscuro
-	19.20	19.50		AVANCE		-			BT	Avance con Broca Triconica
30	19.50	19.92	15	50/27		8			TP	Arena fina color gris obscuro
-	19.92	20.10		AVANCE		-			BT	Avance con Broca Triconica
31	20.10	20.70	23	36	30	24			TP	Parte/5 Arcilla limosa color gris verdosa. Parte/1 Limo poco cementado color gris obscuro
32	20.70	21.30	19	41	24	14			TP	Limo poco arcilloso color gris verdoso
33	21.30	21.75	31	50		10			TP	Limo poco arcilloso color gris verdoso
-	21.75	21.90		AVANCE		-			BT	Avance con Broca Triconica
SM	21.90	22.50	17	39	25	SR			TP	Sin recuperación de muestra
34	22.50	23.10	19	31	12	6			TP	Limo poco arcilloso color gris verdoso
SM	23.10	23.70	14	45	26	SR			TP	Sin recuperación de muestra
35	23.70	24.30	11	33	30	4			TP	Limo poco arcilloso color gris verdoso
FIN DEL SONDEO		24.30 MTS.								
OBSERVACION:		Para colocar en el Punto 3 se tuvo que realizar un arrastre aproximadamente de 150 mts PERDIDA PARCIAL DE AGUA EN TODA LA PERFORACION						Operador: SALVADOR ANTONIO Supervisor: ING. RENE OVANDO		



FIGURA No.-34 REGISTRO DE CAMPO DEL SM – 3



ALTERNATIVA DE CIMENTACIÓN Y PROCESO CONSTRUCTIVO

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
Facultad De Estudios Superiores Aragón

REGISTRO DE EXPLORACION

PROYECTO: VALLEJO		INDICACIÓN: MEX. D.F.		PREFORADORA: LONG YEAR 34		BOMBA: M OYNO 316		HOJA: 1		
SONDEO: SM-4		FECHA DE INICIO: 22-ago-11		FECHA DE TERMINACION: 25-ago-11						
Numero Muestra	Profundidad		No. De Golpes			Recuperación		ROD	Muestreo	Descripción
	DE	A	15 cm	30 cm	15 cm	(cm)	(%)	(%)	Avance	
-	0.00	0.20	AVANCE			-	-	-	BT	Avance con Broca Triconica (Carpeta Asfáltica)
1	0.20	0.80	10	13	7	45	-	-	TP	Limo arcilloso color café claro
2	0.80	1.40	2	10	6	35	-	-	TP	Arena fina pomítica con poco limo color café claro
3	1.40	2.00	2	4	4	60	-	-	TP	Limo arenoso color café claro, con poca arena pomítica
4	2.00	2.30	17	50/15	-	30	-	-	TP	Limo poco cementado, arenoso color café claro
-	2.30	2.60	AVANCE			-	-	-	BT	Avance con Broca Triconica
5	2.60	3.20	14	30	11	30	-	-	TP	Limo poco cementado color café claro
6	3.20	3.80	1	2	1	40	-	-	TP	Limo arenoso color café obscuro
7	3.80	4.40	1	PH	PH	40	-	-	TP	Arcilla limosa color café obscuro
8	4.40	5.00	PH	PH	PH	50	-	-	TP	Arcilla limosa color café obscuro
9	5.00	5.60	PH	PH	PH	40	-	-	TP	Arcilla limosa color café verdosa
10	5.60	6.20	PH	PH	PH	40	-	-	TP	Arcilla color café rojizo
11	6.20	6.80	PH	PH	1	40	-	-	TP	Arcilla color café rojizo
12	6.80	7.60	SHELBY	A	PRESION	80	-	-	SHELBY	Parte/5 Arcilla color café rojizo. Parte/1 Arena fina poco limosa color gris verdosa
13	7.60	8.20	16	27	15	30	-	-	TP	Arena fina con poco limo color gris verdoso
SM	8.20	8.80	3	5	8	5R	-	-	TP	Sin recuperación de muestra
14	8.80	9.40	2	4	1	40	-	-	TP	Arcilla color gris verdoso
15	9.40	10.00	1	2	1	40	-	-	TP	Arcilla color gris verdoso
16	10.00	10.60	1	2	1	35	-	-	TP	Arcilla con lentes de arena fina color gris verdoso
17	10.60	11.20	2	1	1	30	-	-	TP	Arcilla color gris verdoso
18	11.20	11.80	2	2	2	35	-	-	TP	Arcilla color gris verdoso
19	11.80	12.40	1	2	1	40	-	-	TP	Arcilla color gris verdoso
20	12.40	12.65	27	50/10	-	25	-	-	TP	Arena poco limosa color gris verdoso
-	12.65	13.00	AVANCE			-	-	-	BT	Avance con Broca Triconica
21	13.00	13.30	15	50/15	-	25	-	-	TP	Arena limosa color gris verdoso
-	13.30	13.60	AVANCE			-	-	-	BT	Avance con Broca Triconica
22	13.60	13.90	19	50/15	-	30	-	-	TP	Arena limosa color gris verdoso
-	13.90	14.20	AVANCE			-	-	-	BT	Avance con Broca Triconica
23	14.20	14.50	20	50/15	-	30	-	-	TP	Arena limosa color gris verdoso
-	14.50	14.80	AVANCE			-	-	-	BT	Avance con Broca Triconica
24	14.80	15.10	19	50/15	-	30	-	-	TP	Arena limosa con poco limo cementado color gris verdoso

SM: SIN MUESTRA
 SM: SIN RECUPERACION DE MUESTRA
 SM: TROQUELES

OBSERVACION: PERDIDA PARCIAL DE AGUA A PARTIR DE LOS 4.00 MTS.

Operador: SALVADOR ANTONIO
Supervisor: ING. RENE OVANDO



FIGURA No.- 35 REGISTRO DE CAMPO DEL SM - 4

ALTERNATIVA DE CIMENTACIÓN Y PROCESO CONSTRUCTIVO



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
Facultad De Estudios Superiores Aragón

REGISTRO DE EXPLORACION

PROYECTO: VALLEJO		UBICACIÓN: MEX. D.F.		PREFORADORA: LONG YEAR 34		BOMBA: M OYNO 316		HOJA: 2		
SONDEO: SM-4		FECHA DE INICIO: 22-ago-'11		FECHA DE TERMINACIÓN: 25-ago-'11						
Numero Muestra	Profundidad		No. De Golpes			Recuperación		ROD	Muestreo	Descripción
	DE	A	15 cm	30 cm	15 cm	(cm)	(%)	(%)	Avance	
-	15.10	15.40	AVANCE			-	-	-	BT	Avance con Broca Triconica
25	15.40	16.00	5	25	7	30	-	-	TP	P/1 Arena fina color café obscuro, P/2 Media ceniza volcanica color blanquico y P/3 Arena gris verdoso
26	16.00	16.60	5	45	16	35	-	-	TP	Arena limosa con poca arcilla color gris verdoso
27	16.60	17.05	17	50	-	45	-	-	TP	Limo arenoso poco arcilloso color café obscuro
-	17.05	17.20	AVANCE			-	-	-	BT	Avance con Broca Triconica
28	17.20	17.65	20	50	-	45	-	-	TP	Limo poco arenoso color gris obscuro
-	17.65	17.80	AVANCE			-	-	-	BT	Avance con Broca Triconica
29	17.80	18.25	15	50	-	45	-	-	TP	Limo arenoso color gris obscuro
-	18.25	18.40	AVANCE			-	-	-	BT	Avance con Broca Triconica
30	18.40	18.50	50/10	-	-	10	-	-	TP	Ceniza volcanica color gris
-	18.50	19.00	AVANCE			-	-	-	BT	Avance con Broca Triconica
31	19.00	19.25	35	50/10	-	25	-	-	TP	Limo arenoso poco arcilloso color café obscuro
-	19.25	19.60	AVANCE			-	-	-	BT	Avance con Broca Triconica
32	19.60	19.75	50	-	-	15	-	-	TP	Limo arenoso con escasas gravillas color café obscuro
-	19.75	20.20	AVANCE			-	-	-	BT	Avance con Broca Triconica
33	20.20	20.35	50	-	-	15	-	-	TP	Limo arenoso color café obscuro
-	20.35	20.80	AVANCE			-	-	-	BT	Avance con Broca Triconica
34	20.80	21.10	30	50/15	-	15	-	-	TP	Limo arenoso color café obscuro
-	21.10	21.40	AVANCE			-	-	-	BT	Avance con Broca Triconica
35	21.40	21.55	50	-	-	15	-	-	TP	Limo arenoso color café obscuro
-	21.55	22.00	AVANCE			-	-	-	BT	Avance con Broca Triconica
36	22.00	22.30	37	50/15	-	25	-	-	TP	Limo arenoso color gris verdoso
-	22.30	22.60	AVANCE			-	-	-	BT	Avance con Broca Triconica
37	22.60	22.70	50/10	-	-	10	-	-	TP	Limo arenoso color gris obscuro
-	22.70	23.20	AVANCE			-	-	-	BT	Avance con Broca Triconica
38	23.20	23.35	50	-	-	10	-	-	TP	Limo arenoso color gris obscuro
-	23.35	23.80	AVANCE			-	-	-	BT	Avance con Broca Triconica
39	23.80	23.95	50	-	-	10	-	-	TP	Limo arenoso color gris obscuro
-	23.95	24.40	AVANCE			-	-	-	BT	Avance con Broca Triconica
SM	24.40	24.50	50/10	-	-	SR	-	-	TP	Sin recuperación de muestra

OBSERVACION: PERDIDA PARCIAL DE AGUA A PARTIR DE LOS 4.00 MTS.
 OPERADOR: SALVADOR ANTONIO
 SUPERVISOR: ING. RENE OVANDO



FIGURA No.- 35 REGISTRO DE CAMPO DEL SM – 4

ALTERNATIVA DE CIMENTACIÓN Y PROCESO CONSTRUCTIVO



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
Facultad De Estudios Superiores Aragón

REGISTRO DE EXPLORACION

PROYECTO: VALLEJO		UBICACIÓN: MEX. D.F.		PREFORADORA: LONG YEAR 34		BOMBA: M OYNO 365		HOJA 1		
SONDEO: SM-5		FECHA DE INICIO: 25-ago.-11		FECHA DE TERMINACIÓN: 30-ago.-11						
Numero Muestra	Profundidad		No. De Golpes			Recuperación		RQD	Muestreo	Descripción
	DE	A	15 cm	30 cm	15 cm	(cm)	(%)	(%)	Avance	
-	0.00	0.20		AVANCE		-				BT Avance con Broca Triconica (Concreto)
1	0.20	0.80	5	7	3	40			TP	Limo arcilloso con arena color café oscuro (material de relleno)
2	0.80	1.40	3	5	3	30			TP	Limo con arena media y gruesa color café oscuro (material de relleno)
SM	1.40	2.00	3	20	10	SR			TP	Sin recuperación de muestra
3	2.00	2.60	3	6	4	38			TP	Arcilla escasa limosa color café claro
4	2.60	3.20	2	5	3	34			TP	Parte/I Arenas finas color café oscuro, Parte/M Arcilla limosa café claro, Parte/S Arena puzolana
SM	3.20	3.80	2	6	2	SR			TP	Sin recuperación de muestra
5	3.80	4.40	2	3	2	28			TP	Arcilla poco limosa color café oscuro
6	4.40	5.00	1	PH	1	35			TP	Arcilla poco limosa color café oscuro
7	5.00	5.60	PH	PH	2	15			TP	Arcilla poco limosa color café oscuro
8	5.60	6.20	SHELBY	A	PRESION	80			SHELBY	Arcilla color café claro ambos lados
9	6.20	7.10	PH	PH	3	55			TP	Arcilla Parte/I color gris verdoso, Parte/S color café rojizo
SM	7.10	7.70	PH	1	3	SR			TP	Sin recuperación de muestra
10	7.70	8.30	PH	4	2	57			TP	Arcilla color gris verdoso
11	8.30	8.70	3	50/25	34				TP	Parte/I Arenas finas color gris verdoso, Parte/S Arcilla poco limosa café verdosa
-	8.70	8.90		AVANCE		-			BT	Avance con Broca Triconica
12	8.90	9.00	50/10		10				TP	Arena media color gris verdoso
-	9.00	9.30		AVANCE		-			BT	Avance con Broca Triconica
13	9.30	9.60	50/10		10				TP	Arena media color gris verdoso
-	9.60	10.10		AVANCE		-			BT	Avance con Broca Triconica
14	10.10	10.70	1	2	3	31			TP	Arcilla color gris verdoso
15	10.70	11.30	2	1	2	33			TP	Arcilla color gris verdoso
16	11.30	11.90	1	2	1	30			TP	Arcilla color gris verdoso
17	11.90	12.50	1	3	2	30			TP	Arcilla poco limosa color gris verdoso
18	12.50	13.10	14	24	7	27			TP	Arcilla color café oscuro
19	13.10	13.70	1	PH	PH	40			TP	Arcilla color gris verdoso
SM	13.70	14.30	1	PH	PH	SR			TP	Sin recuperación de muestra
SM	14.30	14.70	1	50/25	SR				TP	Sin recuperación de muestra
-	14.70	14.70		AVANCE		-			BT	Se Tapo y bloqueo la Broca
20	14.70	15.30	4	8	12	40			TP	Arcilla color gris verdoso
21	15.30	15.90	13	41	16	40			TP	Limo arenoso color gris oscuro
22	15.90	16.50	10	34	12	30			TP	Limo con escasa arena fina color gris oscuro
23	16.50	17.10	2	6	6	40			TP	Limo arcilloso color gris verdoso
24	17.10	17.55	2	50	25				TP	Limo color gris verdoso con cenizas volcánicas

SE SIN RECUPERACION DE MUESTRA
SE SIN RECUPERACION DE MUESTRA
SE SIN RECUPERACION DE MUESTRA

OBSERVACION: PERDIDA DE AGUA TOTAL 2.00 MTS.
 Supervisor: ING. RENE OVANDO



FIGURA No.- 36 REGISTRO DE CAMPO DEL SM – 5



ALTERNATIVA DE CIMENTACIÓN Y PROCESO CONSTRUCTIVO

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO Facultad De Estudios Superiores Aragón REGISTRO DE EXPLORACION

PROYECTO:		VALLEJO		PREFORADORA:		LONG YEAR 34		BOMBA:		M OYNO 316		HOJA		2	
UBICACIÓN:		MEX. D.F.		FECHA DE INICIO:		26-ago-11		FECHA DE TERMINACIÓN:		30-ago-11					
SONDEO:		SM-5													
N.A.F.:		3.00 MTS													
Numero Muestra	Profundidad		No. De Golpes			Recuperación		RQD	Muestreo	Descripción					
	DE	A	15 cm	30 cm	15 cm	(cm)	(%)	(%)	Avance						
-	17.55	17.70		AVANCE		-			BT	Avance con Broca Triconica					
SM	17.70	18.00	32	50/15		5R			TP	Sin recuperación de muestra					
-	18.00	18.30		AVANCE		-			BT	Avance con Broca Triconica					
25	18.30	18.90	2	6	4	30			TP	Arcilla color gris verdoso					
26	18.90	19.50	3	5	2	30			TP	Arcilla color gris verdoso					
27	19.50	20.10	2	4	2	40			TP	Arcilla color gris verdoso					
28	20.10	20.70	3	6	2	40			TP	Arcilla color gris verdoso					
29	20.70	21.50	SHELBY	A	PRESION	40			SHELBY	Arcilla color gris verdoso ambos lados					
30	21.50	22.10	3	4	3	40			TP	Arcilla color gris verdoso					
31	22.10	22.70	4	6	2	40			TP	Arcilla con rena fina color gris verdoso					
32	22.70	23.15	15	50		30			TP	Limo arenoso color gris obscuro					
-	23.15	23.30		AVANCE		-			BT	Avance con Broca Triconica					
33	23.30	23.60	30	50/15		30			TP	Limo arenoso color gris obscuro					
-	23.60	23.90		AVANCE		-			BT	Avance con Broca Triconica					
SM	23.90	24.20	25	50/15		5R			TP	Sin recuperación de muestra					
-	24.20	24.50		AVANCE		-			BT	Avance con Broca Triconica					
34	24.50	24.80	32	50/15		15			TP	Limo color gris obscuro					
-	24.80	25.10		AVANCE		-			BT	Avance con Broca Triconica					
35	25.10	25.40	37	50/15		15			TP	Limo color gris obscuro					
	FIN	DEL SONDEO	A LOS	25.40 MTS.											
OBSERVACION:		PERDIDA DE AGUA TOTAL 2.00 MTS.									Operador: FERNANDO Supervisor: ING. RENE OVANDO				



FIGURA No.- 36 REGISTRO DE CAMPO DEL SM – 5

ALTERNATIVA DE CIMENTACIÓN Y PROCESO CONSTRUCTIVO



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
Facultad De Estudios Superiores Aragon

REGISTRO DE EXPLORACION

Proyecto: VALLEJO		Lugar: MEX. D.F.		PREFORADORA: LONG YEAR 34		BOMBA: M OYNO 316		HOJA 1	
Sondeo: SPT-7		Fecha de inicio:		1-sep-11		Fecha de terminación:		2-sep-11	
N.A.F.: 2.10 MTS.									

Numero Muestra	Profundidad		No. De Golpes			Recuperación		RQD (%)	Muestreo Avance	Descripción
	DE	A	15 cm	30 cm	15 cm	(cm)	(%)			
-	0.00	0.15		AVANCE		-			BT	Avance con Broca Triconica
1	0.15	0.75	4	16	16	30			TP	Limo color café claro (material de relleno)
-	0.75	1.00		AVANCE		-			BT	Avance con Broca Triconica
2	1.00	1.60	7	17	7	21			TP	Limo arcilloso color café obscuro
-	1.60	2.00		AVANCE		-			BT	Avance con Broca Triconica
3	2.00	2.60	1	4	2	39			TP	Parte// Arena mal graduada pomitica, Parte// Arcilla poco limosa color café claro
-	2.60	3.00		AVANCE		-			BT	Avance con Broca Triconica
4	3.00	3.60	1	2	1	37			TP	Arcilla color gris verdosa
-	3.60	4.00		AVANCE		-			BT	Avance con Broca Triconica
5	4.00	4.60	PH	PH	1	26			TP	Arcilla color gris verdosa
-	4.60	5.00		AVANCE		-			BT	Avance con Broca Triconica
6	5.00	5.60	PH	PH	PH	18			TP	Arcilla color café obscuro
-	5.60	6.00		AVANCE		-			BT	Avance con Broca Triconica
7	6.00	6.60	PH	PH	PH	21			TP	Arcilla varios tonos
-	6.60	7.00		AVANCE		-			BT	Avance con Broca Triconica
SR	7.00	7.60	PH	PH	PH	SR			TP	Sin recuperación de muestra
-	7.60	8.00		AVANCE		-			BT	Avance con Broca Triconica
8	8.00	8.60	26	45	26	33			TP	Arenas finas con lente de limo arenoso color gris verdoso
-	8.60	9.00		AVANCE		-			BT	Avance con Broca Triconica
9	9.00	9.60	PH	PH	PH	39			TP	Arcilla color gris verdosa
-	9.60	10.00		AVANCE		-			BT	Avance con Broca Triconica
10	10.00	10.60	PH	PH	2	60			TP	Arcilla color gris verdosa
-	10.60	11.00		AVANCE		-			BT	Avance con Broca Triconica
11	11.00	11.60	PH	2	1	20			TP	Arcilla color café verdosa
-	11.60	12.00		AVANCE		-			BT	Avance con Broca Triconica
12	12.00	12.60	PH	6	7	37			TP	Arcilla color café verdosa
FIN	DEL SONDEO	A LOS	12.60 MTS.							

38-100 MUESTRA 38-100 RECUPERACION DE MUESTRA 38-100 TUBOS/CAPIA	OBSERVACION: PERDIDA PARCIAL DE AGUA DESDE LOS 5.00 MTS.	Operador: SALVADOR ANTONIO Supervisor: ING. RENE OVANDO FIGURA 38
--	---	---



FIGURA No.- 38 REGISTRO DE CAMPO DEL SPT – 7



ALTERNATIVA DE CIMENTACIÓN Y PROCESO CONSTRUCTIVO

En las figuras 39 a 45 se presentan en forma gráfica los resultados de las pruebas de laboratorio efectuadas en las muestras de los sondeos de tipo mixto, incluyendo los valores del índice de resistencia a la penetración estándar de los depósitos atravesados.

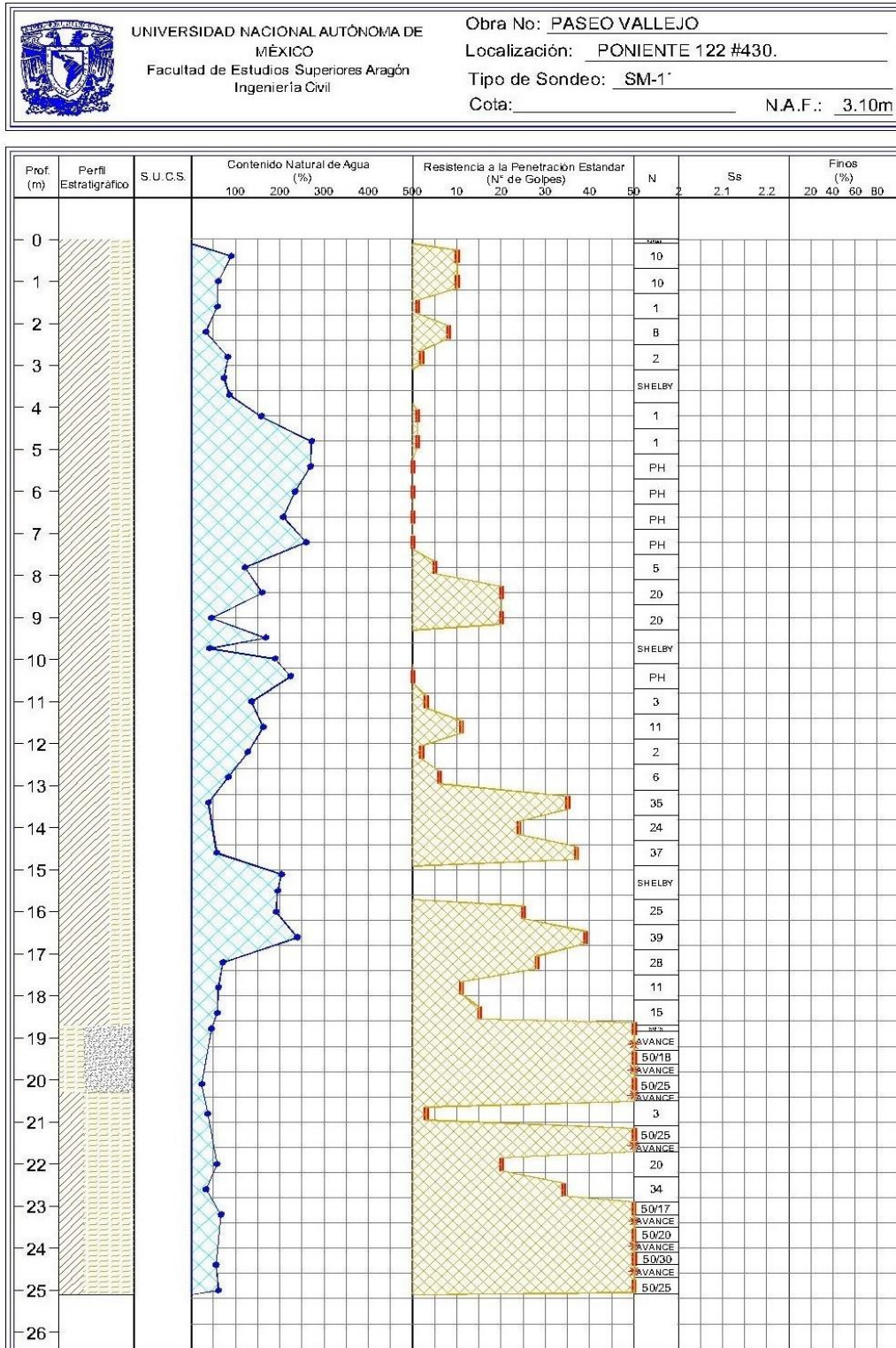


FIGURA No.- 39 PERFIL ESTRATIGRAFICO SONDEO SM – 1



ALTERNATIVA DE CIMENTACIÓN Y PROCESO CONSTRUCTIVO

	UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO Facultad de Estudios Superiores Aragón Ingeniería Civil	Obra No: PASEO VALLEJO Localización: PONIENTE 122 #430 Tipo de Sondeo: SM-2' Cota: _____ N.A.F.: 3.10m
--	---	---

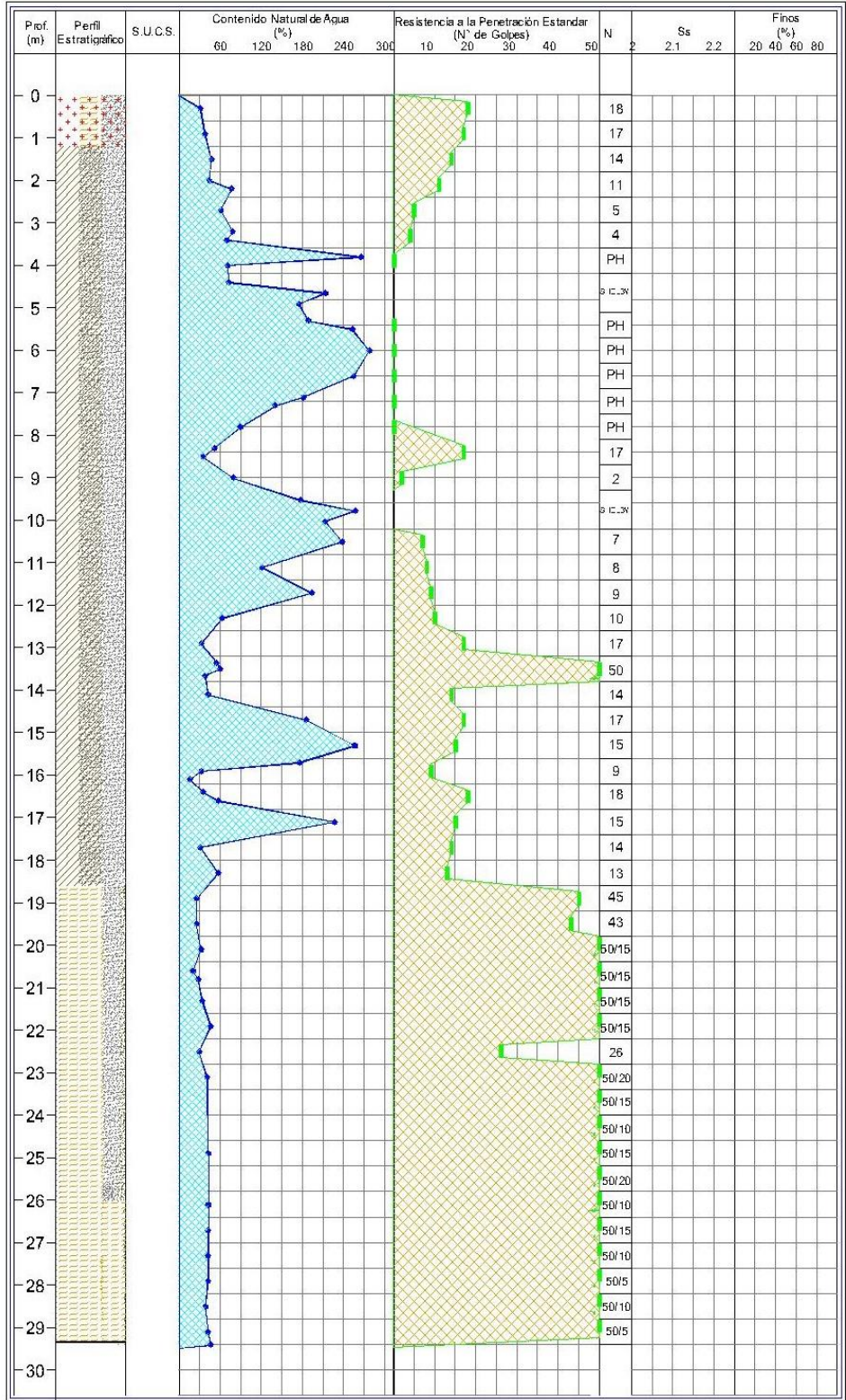


FIGURA No.- 40 PERFIL ESTRATIGRAFICO SONDEO SM – 2



ALTERNATIVA DE CIMENTACIÓN Y PROCESO CONSTRUCTIVO



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
Facultad de Estudios Superiores Aragón
Ingeniería Civil

Obra No: PASEO VALLEJO

Localización: PONIENTE 122 #430.

Tipo de Sondeo: SM-3

Cota: _____ N.A.F.: 3.10m

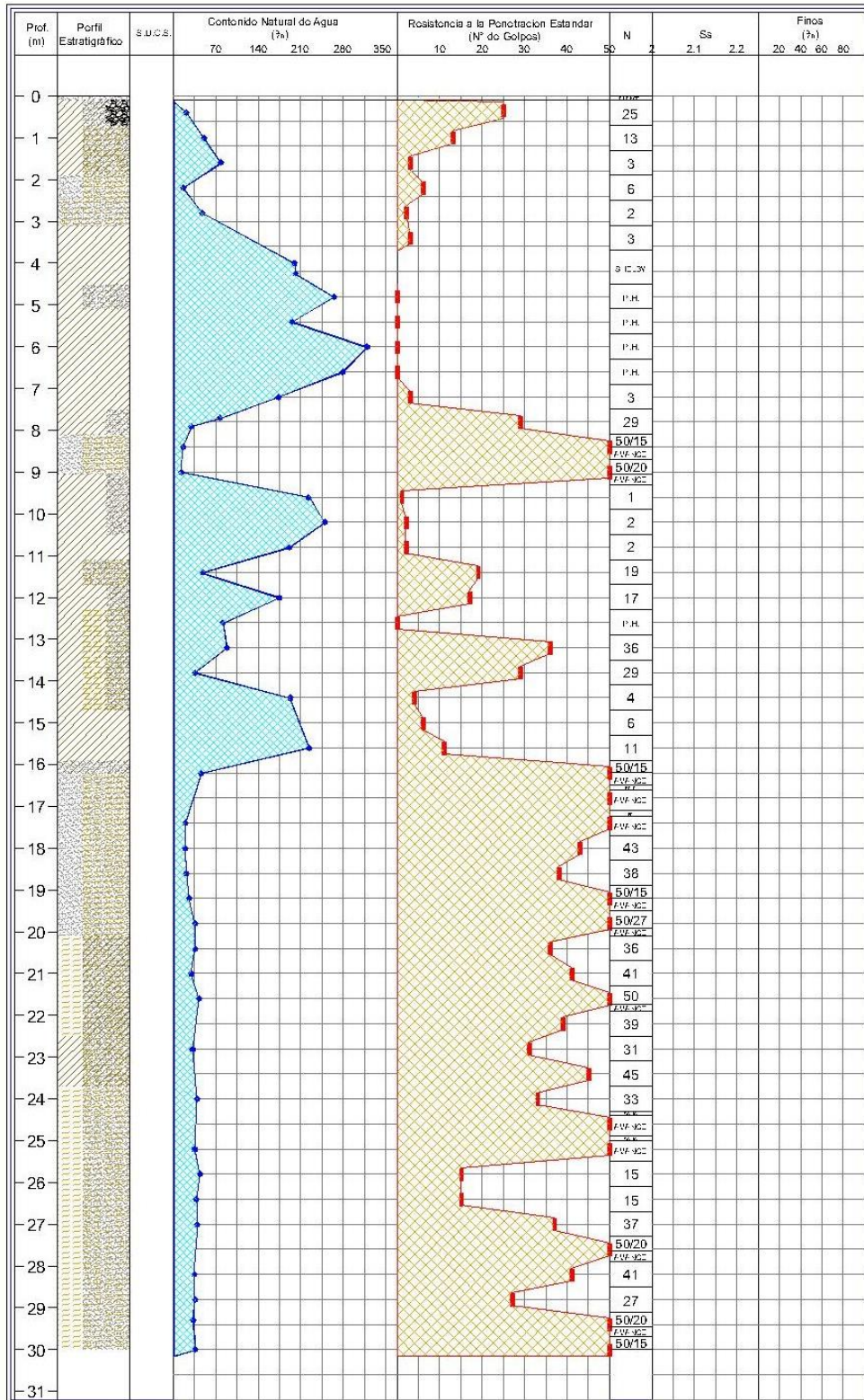


FIGURA No.- 41 PERFIL ESTRATIGRAFICO SONDEO SM – 3



ALTERNATIVA DE CIMENTACIÓN Y PROCESO CONSTRUCTIVO



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE
MÉXICO
Facultad de Estudios Superiores Aragón
Ingeniería Civil

Obra No: PASEO VALLEJO

Localización: PONIENTE 122 #430.

Tipo de Sondeo: SM-4'

Cota: _____ N.A.F.: 2.35 m

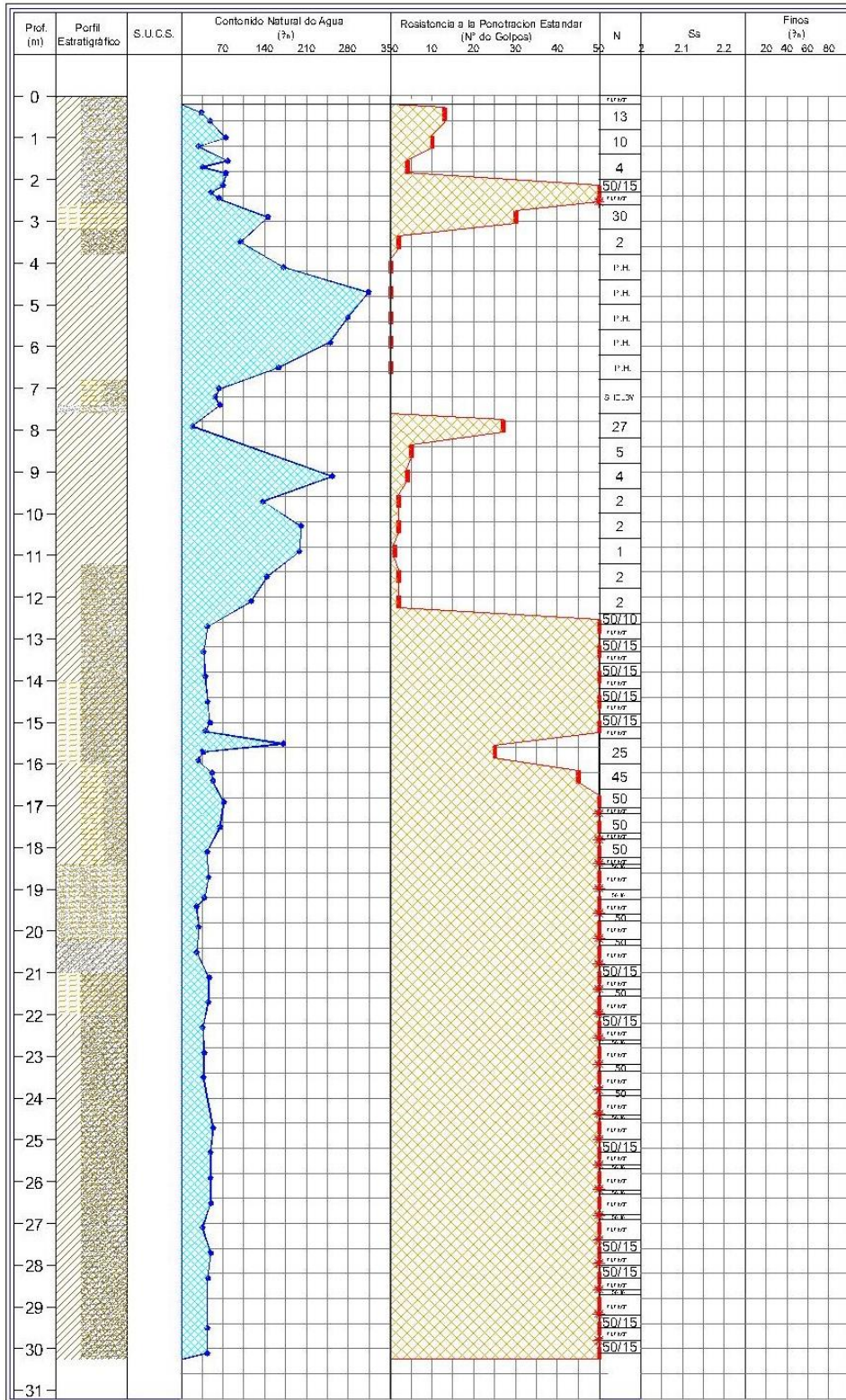


FIGURA No.- 42 PERFIL ESTRATIGRAFICO SONDEO SM - 4



ALTERNATIVA DE CIMENTACIÓN Y PROCESO CONSTRUCTIVO

 UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO Facultad de Estudios Superiores Aragón Ingeniería Civil	Obra No: <u>PASEO VALLEJO</u> Localización: <u>PONIENTE 122 #430.</u> Tipo de Sondeo: <u>SM-5'</u> Cota: _____ N.A.F.: <u>3.50 m</u>
--	---

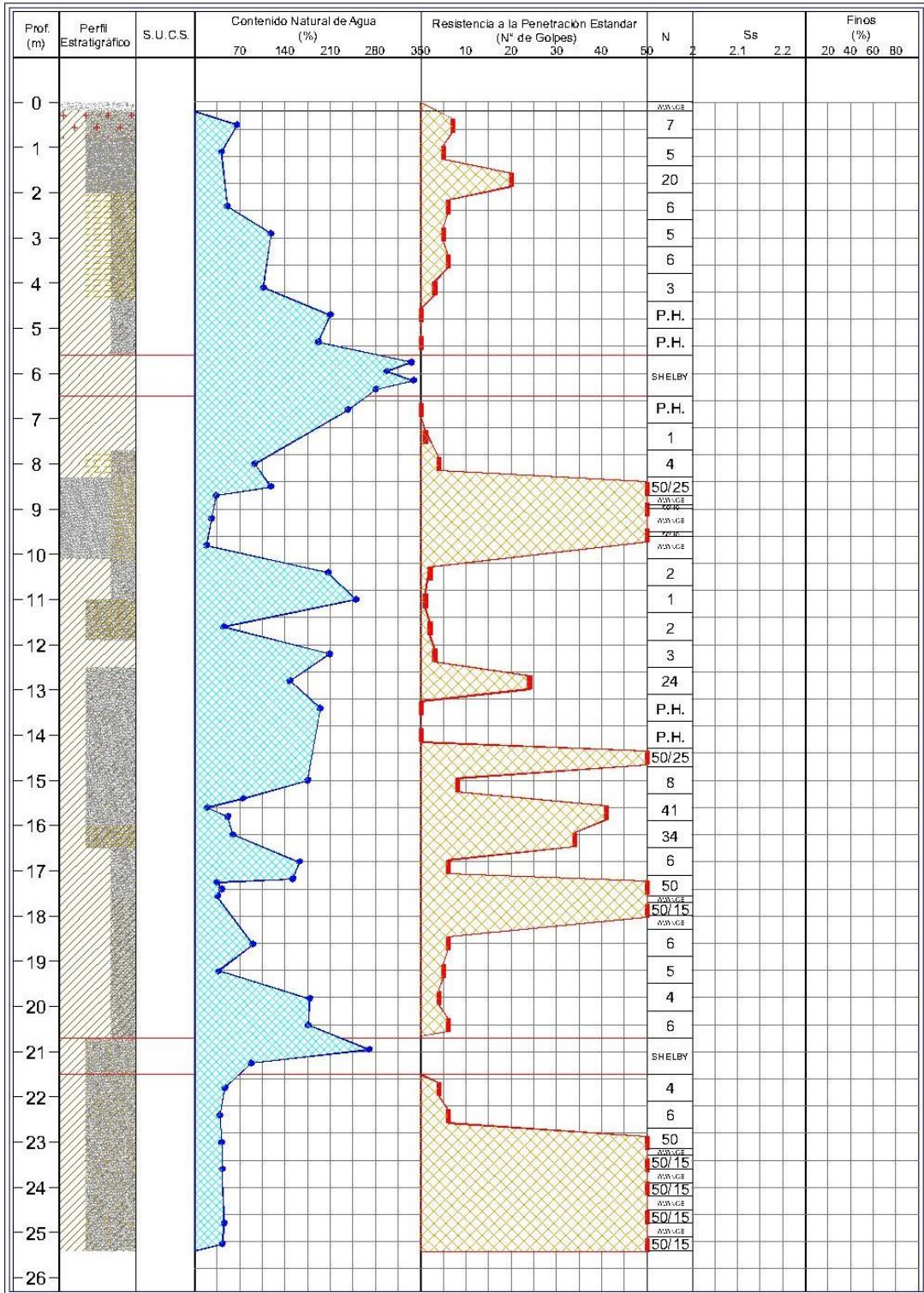
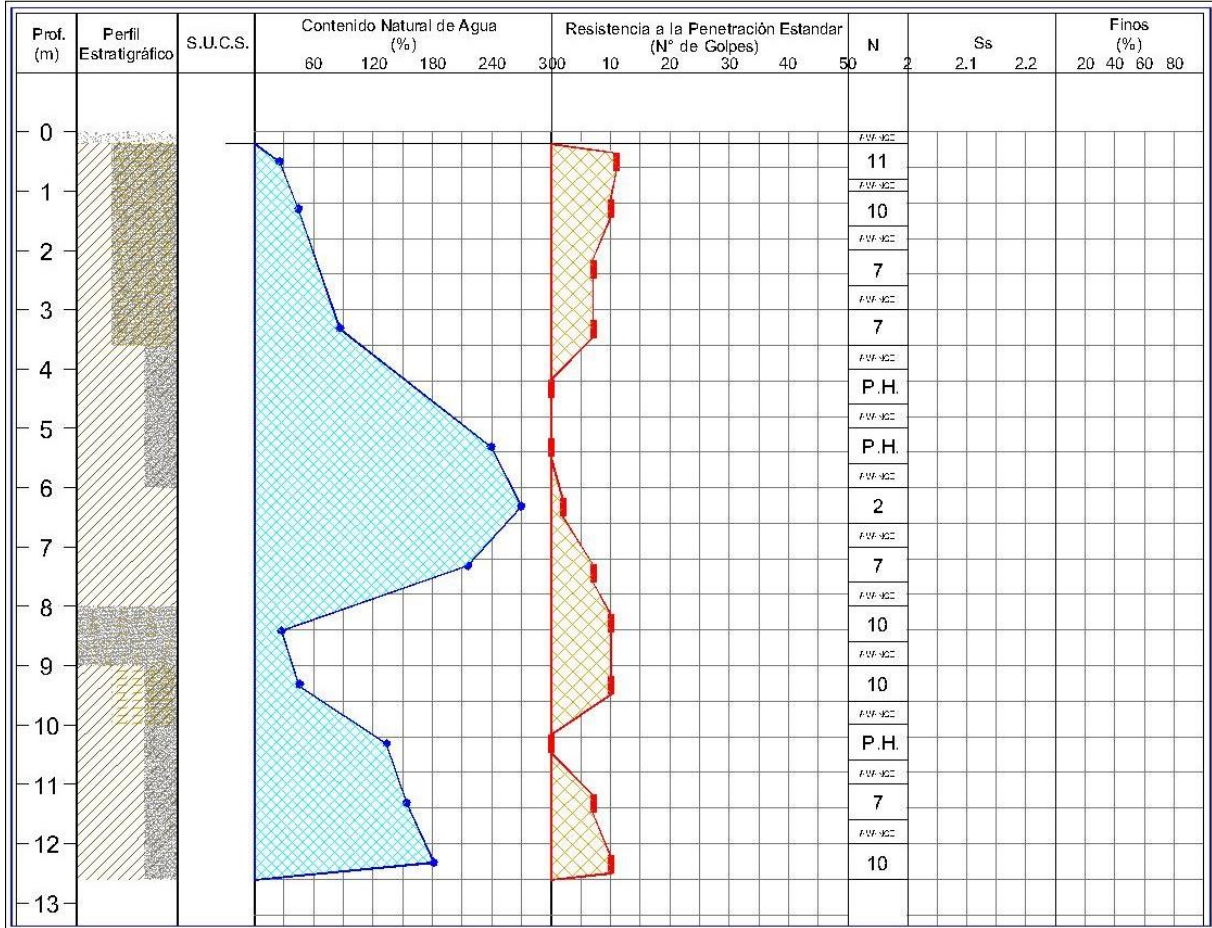


FIGURA No.- 43 PERFIL ESTRATIGRAFICO SONDEO SM – 5



ALTERNATIVA DE CIMENTACIÓN Y PROCESO CONSTRUCTIVO

 UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO Facultad de Estudios Superiores Aragón Ingeniería Civil	Obra No: <u>PASEO VALLEJO</u>
	Localización: <u>PONIENTE 122 #430.</u>
	Tipo de Sondeo: <u>SPT-6'</u>
	Cota: _____ N.A.F.: _____



Simbología:		LP ○	LL △	N : Número de golpes para 30 cm	> : Avance con broca tricónica	Ss: Densidad de sólidos
				No. de golpes/penetración en cm.	█ : > de 50 golpes	G: Grava
						A: Arena
Conchillas	Limo	Mat. Orgánica, Vegetal	Relleno	Arcilla	Grava	F: Finos

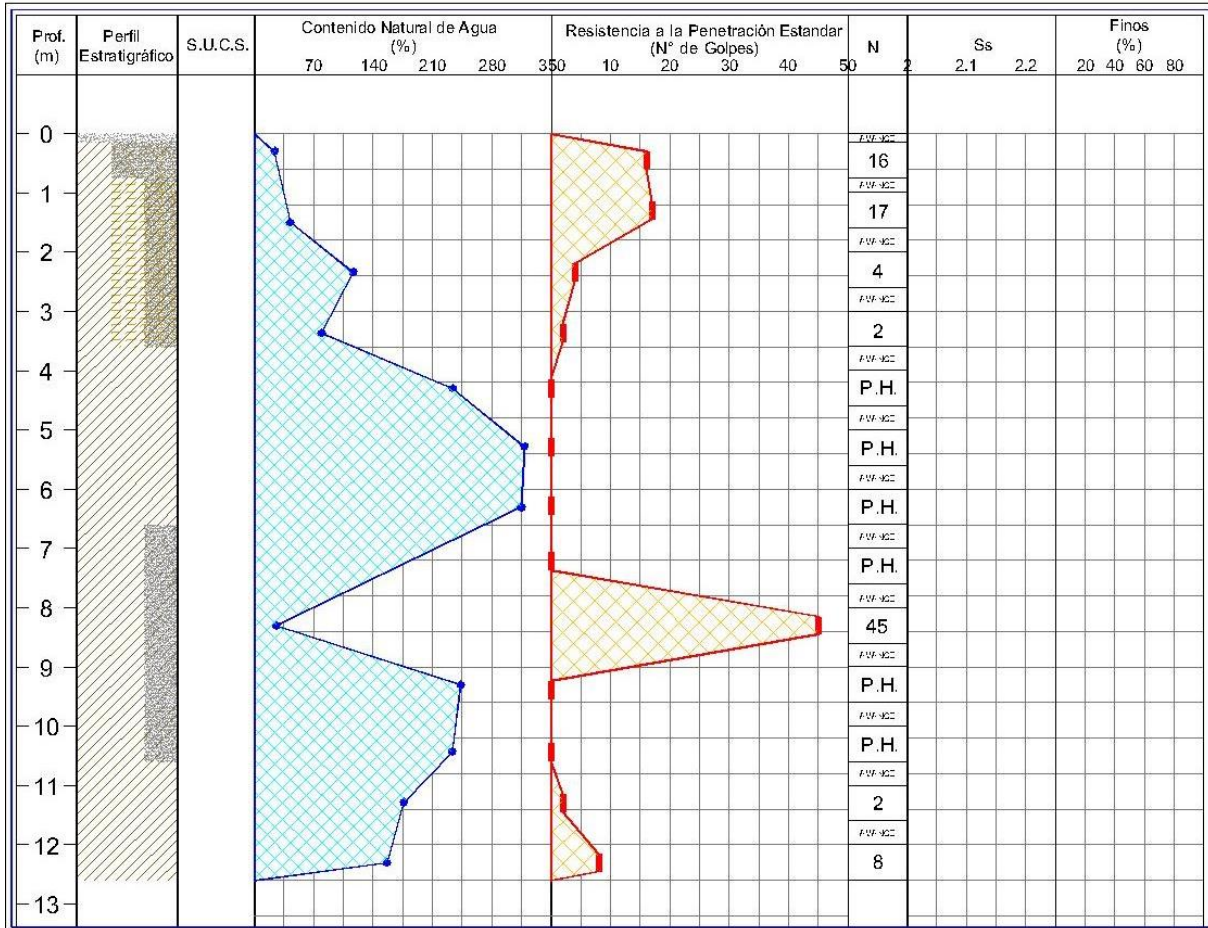
FIGURA No. 44

FIGURA No.- 44 PERFIL ESTRATIGRAFICO SONDEO SPT – 6



ALTERNATIVA DE CIMENTACIÓN Y PROCESO CONSTRUCTIVO

	UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO	Obra No: <u>PASEO VALLEJO</u>
	Facultad de Estudios Superiores Aragón Ingeniería Civil	Localización: <u>PONIENTE 122 #430.</u>
		Tipo de Sondeo: <u>SPT-7'</u>
		Cota: _____ N.A.F.: <u>2.60 m</u>



Simbología:		LP ○	LL △	N : Número de golpes para 30 cm No. de golpes/penetración en cm.	↗ : Avance con broca tricónica	■ : > de 50 golpes	Ss: Densidad de sólidos G: Grava A: Arena F: Finos
Conchillas	Limo	Mat. Orgánica, Vegetal	Relleno	Arcilla	Grava	Arena	FIGURA No. 45

FIGURA No.- 45 PERFIL ESTRATIGRAFICO SONDEO SPT – 7

En la figura 46 se presenta un plano representativo de la estratigrafía y en las figuras 47 a la 50 un corte estratigráfico longitudinal general del subsuelo en el sitio de interés correlacionando los sondeos profundos realizados.



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
Facultad de Estudios Superiores Aragón
Ingeniería Civil

ESQUEMA REPRESENTATIVO DE LA ESTRATIGRAFIA

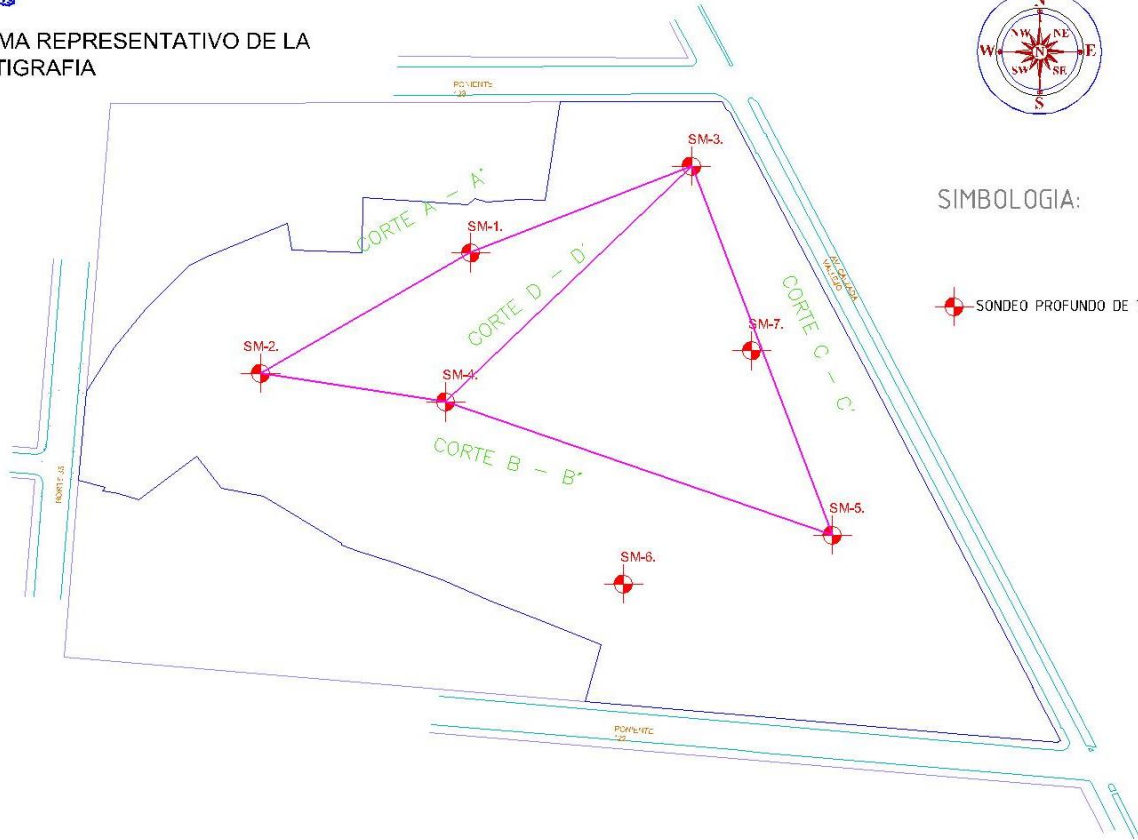


FIGURA No.- 46 ESQUEMA REPRESENTATIVO ESTRATIGRAFICO

CORTE REPRESENTATIVO A - A'

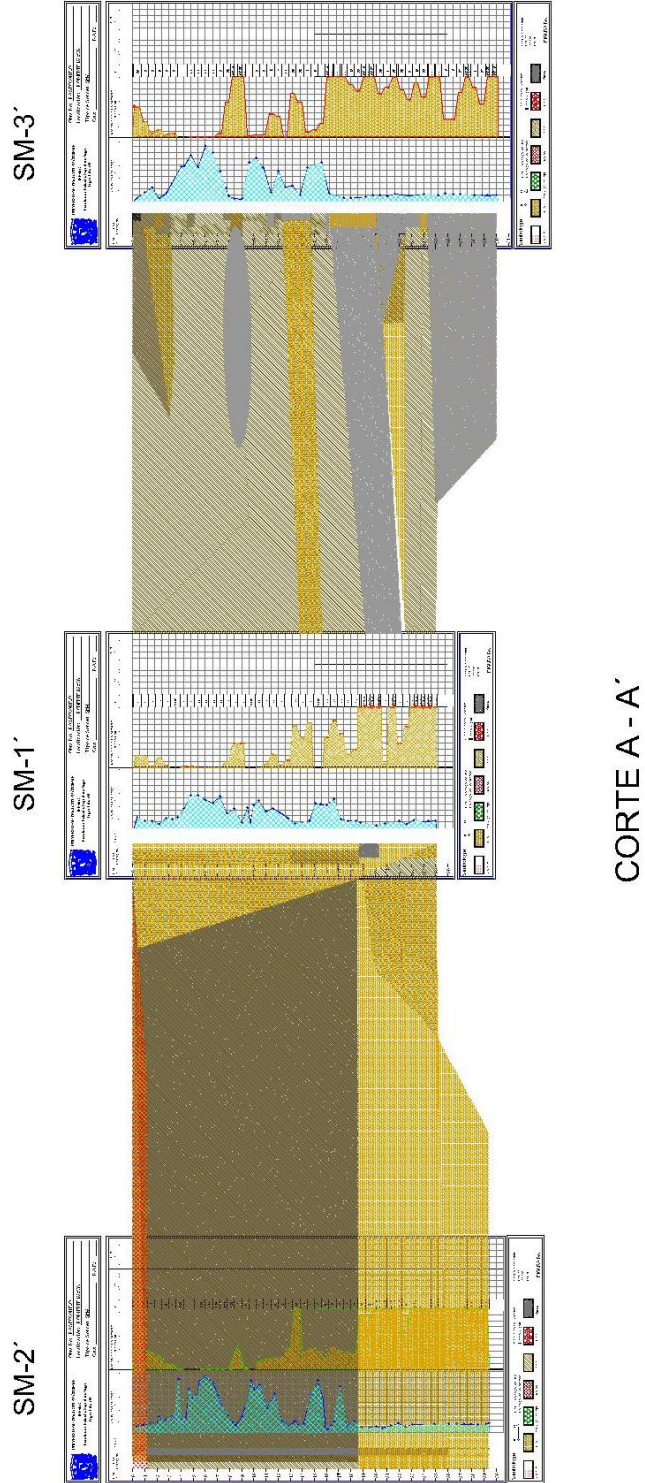
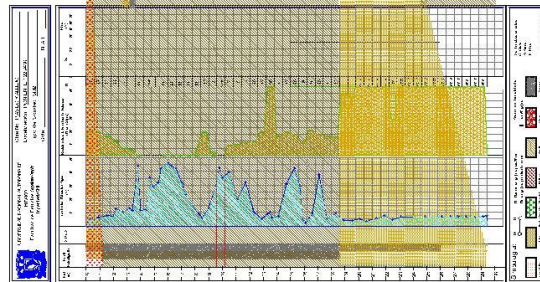


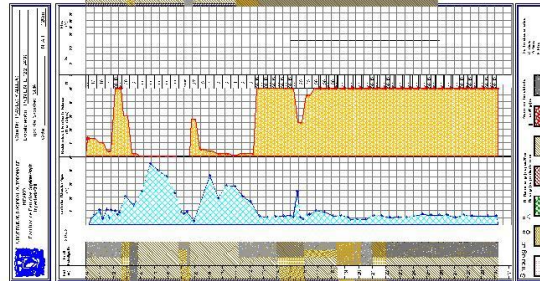
FIGURA No.- 47 CORTE ESTRATIGRÁFICO LONGITUDINAL CORTE A-A'

CORTE REPRESENTATIVO B - B'

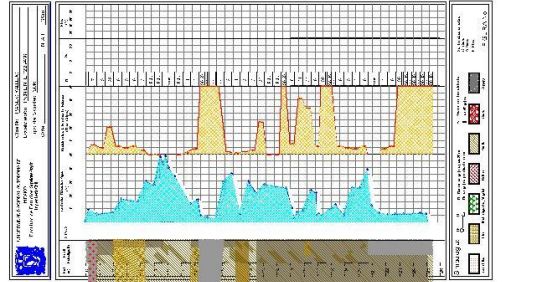
SM-2'



SM-4'



SM-5'



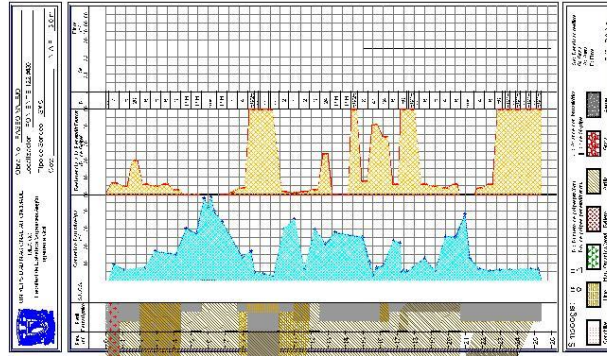
CORTE B - B'

FIGURA No.- 48 CORTE ESTRATIGRÁFICO LONGITUDINAL CORTE B-B'

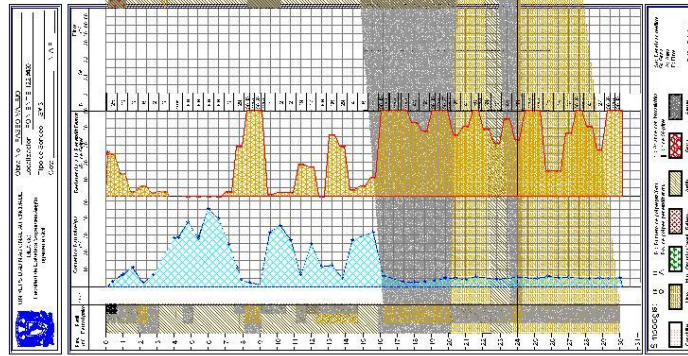


CORTE REPRESENTATIVO C - C'

SM-5'



SM-3'

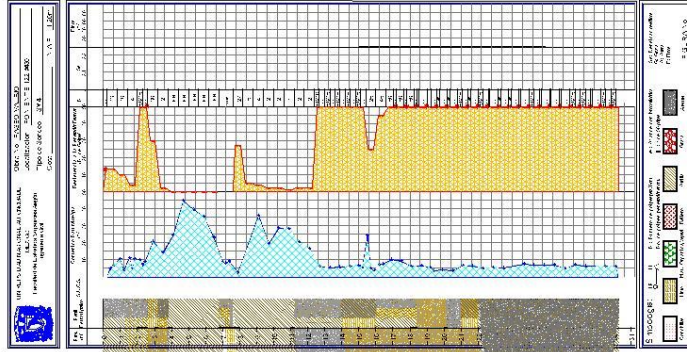


CORTE C - C'

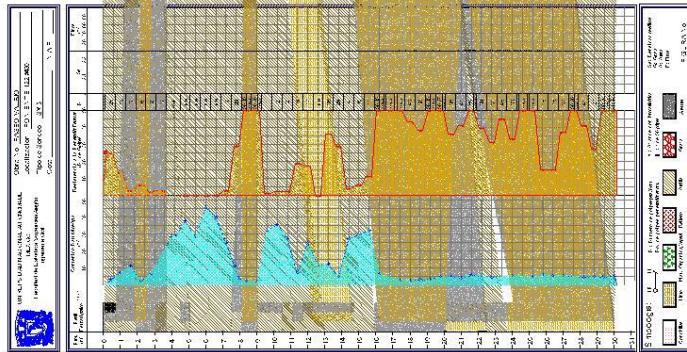
FIGURA No.- 49 CORTE ESTRATIGRÁFICO LONGITUDINAL CORTE C-C'

CORTE REPRESENTATIVO D - D'

SM-4'



SM-3'



CORTE D - D'

FIGURA No.- 50 CORTE ESTRATIGRÁFICO LONGITUDINAL CORTE D-D'



ENSAYES DE LABORATORIO



PRUEBA LIMITES DE CONSISTENCIA



PRUEBA COMPRESIÓN SIMPLE



PRUEBA TRIAXIAL



ENSAYO DE CONSOLIDACIÓN

EQUIPO DE LABORATORIO



3. ENSAYES DE LABORATORIO

Las pruebas de laboratorio se realizaron siguiendo las especificaciones establecidas en el Manual de Laboratorio de la Secretaría de Recursos Hidráulicos.

Una vez obtenidas las muestras, se emplearon para obtener las propiedades índice y mecánicas del suelo. En el siguiente cuadro se relacionan las pruebas de laboratorio que se realizaron en las muestras obtenidas, de acuerdo al tipo de muestra:



3.1 Muestras alteradas

A las muestras representativas alteradas se les efectuaron las siguientes pruebas de laboratorio:

Propiedades Índice

- 1.- Clasificación Visual y al Tacto
- 2.- Contenido de Humedad
- 3.- Límites de Consistencia o de Atterberg
- 4.- Densidad de Sólidos

3.2 Muestras inalteradas

A las muestras cúbicas inalteradas obtenidas se les realizaron las siguientes pruebas:

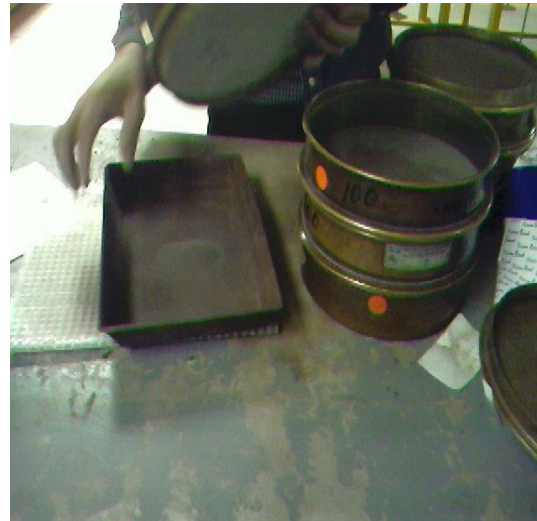


Propiedades Índice

- 1.- Clasificación Visual y al Tacto
- 2.- Contenido de Humedad
- 3.- Porcentaje de finos
- 4.- Límites de Consistencia o de Atterberg
- 5.- Densidad de Sólidos

Propiedades Mecánicas

- 1.- Resistencia al Esfuerzo Cortante
 - a) Compresión Simple
 - b) Compresión Triaxial Rápida UU
- 2.- Consolidación unidimensional



En las muestras inalteradas cúbicas de la subrasante se realizaron las siguientes pruebas.

1. Contenido natural de agua
2. Límites de consistencia
3. Contracción lineal
4. Valor relativo de soporte (CBR)

Todas las muestras obtenidas se clasificaron en forma visual y al tacto, en estado húmedo y seco mediante pruebas del Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS), se determinó también su contenido natural de agua. (Ver figuras Anexo II).

En estratos representativos se hicieron límites de consistencia o granulometría por mallas según se tratara de suelos finos o gruesos; se obtuvo en ambos casos la densidad de sólidos, los resultados se muestran en las figuras del Anexo II.

Para conocer los parámetros de resistencia del suelo, se efectuaron en muestras inalteradas ensayos de compresión axial no confinada y compresión triaxial no consolidada-no drenada (pruebas UU).

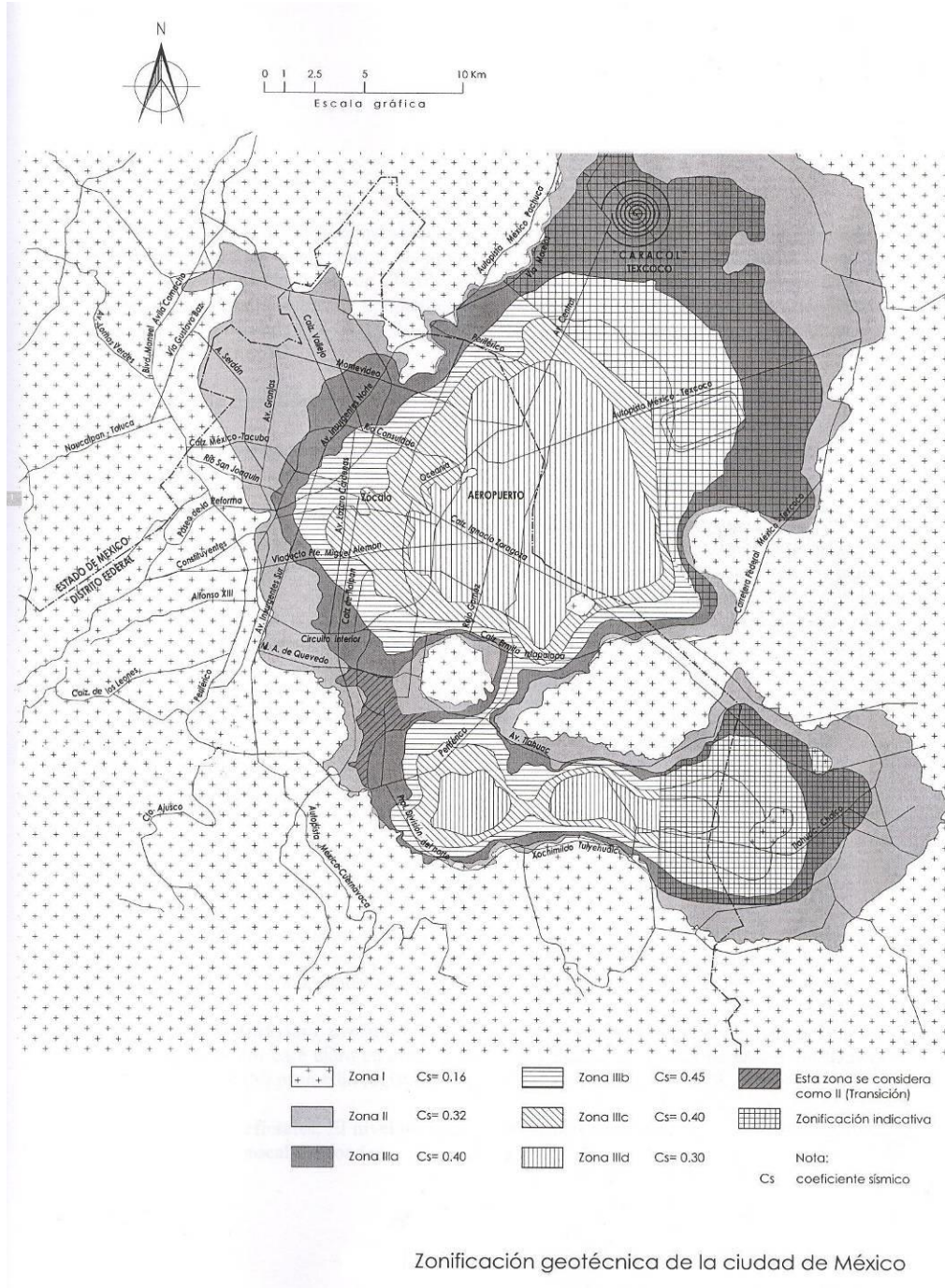
En las figuras del Anexo II se presentan los registros de laboratorio y las gráficas de esfuerzo-deformación unitaria de las pruebas de compresión no confinada realizadas, y de la determinación del peso volumétrico natural.

La ley de resistencia definida por la envolvente de los círculos de Mohr correspondientes a los estados de esfuerzo desviador máximo, obtenidos en pruebas de compresión triaxial no consolidada - no drenada, UU, así como los registros de laboratorio y las gráficas de esfuerzo-deformación unitaria, de las pruebas UU, se presentan en las figuras del Anexo II.

Los parámetros de compresibilidad del suelo, se obtuvieron por medio de pruebas de consolidación unidimensional. En las figuras del Anexo II se presentan las curvas de compresibilidad, y los registros de laboratorio de las pruebas de consolidación realizadas.



DESCRIPCIÓN ESTRATIGRÁFICA DEL SUBSUELO





4. DESCRIPCIÓN ESTRATIGRAFICA DEL SUBSUELO

Las características estratigráficas y físicas del subsuelo se determinaron mediante la realización de siete sondeos profundos y quince pozos a cielo abierto.

En la figura 51 se presenta la zonificación geotécnica de la zona de interés.

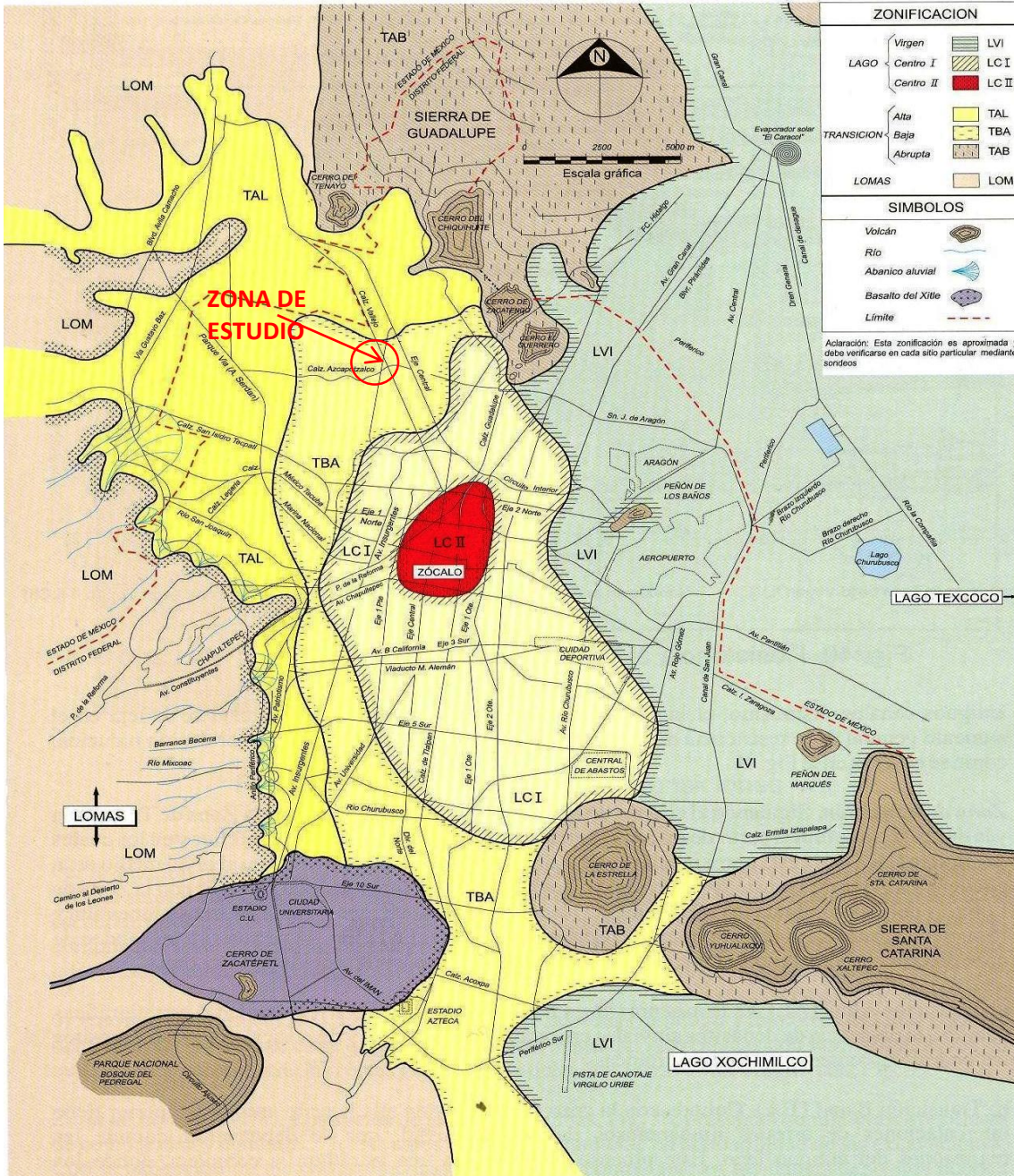


FIGURA No.- 51 ZONIFICACIÓN GEOTECNICA DE LA CIUDAD DE MEXICO



4.1 Características estratigráficas y físicas del subsuelo

El predio de interés se localiza en el Nor-Poniente del Área Urbana del valle de México, en la Zona de Transición, según la regionalización hecha por Del Castillo, pero particularmente se denomina Zona de Transición Baja donde superficialmente con espesor de 3.0 m, se tiene la costra superficial con suelos arcillosos, limosos o arenosos, con contenido de agua bajo, de consistencia blanda. Bajo estos suelos se encuentra una capa de arcilla lacustre de alta compresibilidad cuyo espesor aumenta conforme se oriente hacia el centro de la zona lacustre, profundizándose hasta los 17.00 m, intercalada por capas de arena y limo, compactas. Finalmente subyaciendo a estos suelos se tienen los depósitos profundos constituidos por materiales resistentes característicos de la formación Tarango.

En la estratigrafía detallada a continuación se puede observar las irregularidades estratigráficas producto de los depósitos aluviales cruzados; la frecuencia y disposición de estos materiales depende de su cercanía a la orilla del lago, bajo ellos se localizan depósitos producto de erupciones volcánicas formando lo que se conoce como arenas pumíticas y tobas.

El nivel de aguas freáticas se detectó en los sondeos SM-1, SM-2 y SM-3 a 3.10m respectivamente, en el sondeo SM-4 a 2.35, en el sondeo SM-5 a 3.50m, en el sondeo SM-7 a 2.60m.



La secuencia estratigráfica de cada uno de los sondeos se presenta a continuación:

DESCRIPCION DEL SONDEO SM-1 VALLEJO.

Profundidad (m)	Descripción
0.00 – 0.10	Avance con broca tricónica (concreto).
0.10 - 3.10	Arcilla poco limosa café grisáceo obscuro negruzco con poca arena fina, contenido de agua variable de 24 a 90%, de consistencia media a firme; índice de resistencia a la penetración estándar (IRPE) de 1 a 10 golpes.
3.10 – 8.10	Arcilla gris verdoso claro con escasa arena fina, con contenido de agua variable de 82% a 272%, de consistencia muy blanda a media; índice de resistencia a la penetración estándar (IRPE) de 1 a 5 golpes, de limite liquido 86.50%, limite plástico 44.23% e índice plástico del 42.27% de acuerdo al SUCS pertenece al grupo del OH-MH.
8.10 – 16.30	Arcilla gris verdoso, con contenido de humedad variable de 35 a 224%, de consistencia blanda a dura; índice de resistencia a la penetración estándar (IRPE) de 2 a 37 golpes, con una granulometría de 31% de finos y 69% de limite liquido 293%, limite plástico del 75.42% e índice plástico del 217.58% de acuerdo al SUCS pertenece al grupo del CH.
16.30 – 18.70	Arcilla poco limosa gris obscuro negruzco con escasa arena fina; con contenido de agua variable de 58% al 240%, de consistencia firme a dura; índice de resistencia a la penetración estándar (IRPE) de 11 golpes a 39 golpes.
18.70 - 25.10	Arcilla poco limosa gris obscuro negruzco con poca arena fina, con un contenido de agua variable de 23 al 66%; de consistencia dura, índice de resistencia a la penetración estándar (IRPE) de más de 50 golpes.



DESCRIPCION DEL SONDEO SM-2 VALLEJO.

Profundidad (m)	Descripción
0.00 – 1.20	Arcilla poco limosa café oscuro con poca arena fina (material de relleno); con contenido de humedad de 38%, de consistencia muy firme; índice de resistencia a la penetración estándar (IRPE) de 18 golpes.
1.20 – 18.60	Arena poco limosa café grisáceo oscuro con poca arena fina; con un contenido de agua variable de 31 a 277%; de compacidad blanda a muy firme; índice de resistencia a la penetración estándar (IRPE) de 2 a 18 golpes, de limite liquido 344% y limite plástico de 100% e índice plástico del 244% de acuerdo al SUCS pertenece al grupo CH.
18.60 – 29.45	Arcilla poco limosa café grisáceo oscuro con poca arena fina; con un contenido de agua variable del 21% al 46%; de compacidad muy firme a muy dura; índice de resistencia a la penetración estándar (IRPE) de 26 golpes a más de 50 golpes de limite liquido 238% y limite plástico de 102.78% de acuerdo al SUCS pertenece al grupo OH-MH.

DESCRIPCION DEL SONDEO SM – 3 VALLEJO.

Profundidad (m)	Descripción
0.00 – 0.10	avance con broca tricónica. (Concreto).
0.10 – 1.90	Arcilla poco limosa café oscuro con poca arena fina, con contenido de agua variable del 21 al 78%; de consistencia blanda a muy firme; con un índice de resistencia a la penetración (IRPE) de 3 a 25 golpes, de limite liquido de 77% y limite plástico de 37%; de acuerdo al SUCS pertenece al grupo OH-MH.



1.90 – 7.50

Arcilla gris verdoso oscuro; con contenido de humedad de 17 al 319%; de consistencia blanda a media, índice de resistencia a la penetración estándar (IRPE) de 2 a 6 golpes, de límite líquido de 208% y límite plástico de 88%; de acuerdo al SUCS pertenece al grupo OH-MH.

7.50 – 9.05

Arena fina gris oscuro con pocos finos de limo no cohesivo; con un contenido de agua variable de 12 a 77%; de compactidad media a compacta; índice de resistencia a la penetración estándar (IRPE) de 29 golpes a más de 50 golpes, de límite líquido del 288% y límite plástico de 83%; de acuerdo al SUCS pertenece al grupo CH.

9.05 – 16.20

Arcilla poco limosa gris oscuro; con un contenido de agua del 35 al 249%; de consistencia blanda a dura; índice de resistencia a la penetración estándar (IRPE) de 1 a más de 50 golpes.

16.20 – 19.92

Arena fina y media poco limosa gris oscuro negruzco; con contenido de agua variable del 19 al 35%; de compactidad compacta a muy compacta, índice de resistencia a la penetración estándar (IRPE) de 38 a más de 50 golpes.

20.10 – 30.00

Limo gris verdoso claro con poca arena fina; con un contenido de agua del 29 al 44%; de límite líquido 231% y límite plástico de 90%; de acuerdo al SUCS pertenece al grupo CH, con una cohesión de 9.3 ton/m²; ángulo de fricción interna de 11° y peso volumétrico natural de 1.27 ton/m³; densidad de sólidos promedio de 2.2.



DESCRIPCION DEL SONDEO SM- 4.

Profundidad (m)	Descripción
0.00 – 2.40	Arcilla poco limosa café oscuro, con un contenido de humedad promedio de 30%; de consistencia blanda a dura, índice de resistencia a la penetración estándar (IRPE) de 3 a 35 golpes, de limite liquido igual a 80% y limite plástico de 43% en su porción fina; de acuerdo al SUCS pertenece al grupo OH – MH, con una granulometría de 40% de finos y 60% de arenas.
2.40 – 5.60	Arcilla café verdoso oscuro, con contenido de humedad promedio de 200%; muestreado con tubo shelby, de limite liquido igual a 322% y limite plástico de 50% en su porción fina; de acuerdo al SUCS pertenece al grupo CH, con una cohesión de 21 ton/m ² ; ángulo de fricción interna de 13° y peso volumétrico natural de 1.20 ton/m ³ ; densidad de sólidos promedio de 2.16.
5.60 – 6.20	Arcilla poco limosa gris oscuro con poca arena fina, con contenido de humedad de 63%; de consistencia blanda, índice de resistencia a la penetración estándar (IRPE) de 2 golpes.
6.20 – 8.20	Arcilla gris verdoso oscuro, con un contenido de humedad promedio de 130%; muestreado con tubo shelby, de limite liquido igual a 105% y limite plástico de 50% en su porción fina; de acuerdo al SUCS pertenece al grupo OH - MH, con una cohesión de 14.8 ton/m ² ; ángulo de fricción interna de 11° y peso volumétrico natural de 1.33 ton/m ³ ; densidad de sólidos promedio de 2.52.
8.20 – 9.40	Arcilla poco limosa café grisáceo con poca arena fina, con un contenido de humedad promedio de 72%; de consistencia blanda a firme; índice de resistencia a la penetración estándar (IRPE) de 2 a 10 golpes.



**Profundidad
(m)**

Descripción

9.40 – 11.40

Arcilla gris oscuro con escasa arena fina y raíces fósiles, con contenido de humedad promedio de 107%; muestreado con tubo shelby, de limite liquido igual a 108% y limite plástico de 30% en su porción fina; de acuerdo al SUCS pertenece al grupo CH, con una cohesión de 6.3 ton/m²; ángulo de fricción interna de 2° y peso volumétrico natural de 1.27 ton/m³; densidad de sólidos promedio de 2.52.

11.40 – 12.00

Limo poco arcilloso gris oscuro; con un contenido de humedad de 28%; de compacidad media; índice de resistencia a la penetración estándar (IRPE) de 16 golpes.

12.00 – 13.20

Arcilla gris verdoso claro; con un contenido de humedad promedio de 180%; de consistencia muy blanda a firme; índice de resistencia a la penetración estándar (IRPE) de 1 a 9 golpes, de limite liquido igual a 279% y limite plástico de 50% en su porción fina; de acuerdo al SUCS pertenece al grupo CH.

13.20 – 15.00

Limo gris claro con poca arena fina; con un contenido de humedad promedio de 43%; de compacidad suelta a media; índice de resistencia a la penetración estándar (IRPE) de 8 a 12 golpes, con una granulometría de 43% de finos y 57% de arenas.

DESCRIPCION DEL SONDEO SM- 5.

**Profundidad
(m)**

Descripción

0.00 – 2.40

Arcilla poco limosa café grisáceo claro con poca arena fina, con un contenido de humedad promedio de 43%; de consistencia blanda a media, índice de resistencia a la penetración estándar (IRPE) de 3 a 8 golpes, de limite liquido igual a 73% y limite plástico de 52% en su porción fina; de acuerdo al SUCS pertenece al grupo OH – MH, con una granulometría de 43% de finos y 57% de arenas.



**Profundidad
(m)**

Descripción

2.40 – 5.00

Arcilla poco limosa café grisáceo oscuro con poca arena fina, con contenido de humedad promedio de 120%; muestreado con tubo shelby, y en algunas partes índice de resistencia a la penetración estándar (IRPE) de 1 a 3 golpes, de consistencia muy blanda a blanda.

5.00 – 7.00

Arcilla gris oscuro con escasa arena fina, con contenido de humedad promedio de 65%; muestreado con tubo shelby, y en algunas partes índice de resistencia a la penetración estándar (IRPE) de 2 a 6 golpes, de consistencia blanda a media.

7.00 – 8.20

Arcilla poco limosa gris oscuro con escasa arena fina, con un contenido de humedad promedio de 170%; índice de resistencia a la penetración estándar (IRPE) de 2 a 7 golpes, de consistencia blanda a media.

8.20 – 9.40

Arcilla poco limosa café grisáceo claro con escasa arena fina, con un contenido de humedad promedio de 65%; de consistencia media; índice de resistencia a la penetración estándar (IRPE) de 6 a 8 golpes.

9.40 – 10.20

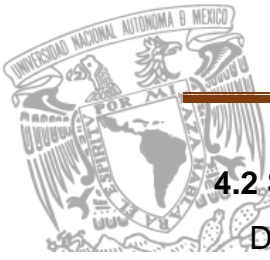
Arcilla gris verdoso oscuro con escasa arena fina, con contenido de humedad promedio de 214%; muestreado con tubo shelby.

10.20 – 10.80

Arcilla poco limosa café con escasa arena fina; con un contenido de humedad de 63%; de consistencia muy firme; índice de resistencia a la penetración estándar (IRPE) de 30 golpes.

10.80 – 12.00

Arcilla café grisáceo claro con escasa arena fina; con un contenido de humedad promedio de 175%; de consistencia firme; índice de resistencia a la penetración estándar (IRPE) de 9 golpes.



4.2 Sismicidad

De acuerdo a las características estratigráficas de los depósitos del subsuelo y a la zonificación geotécnica de la Ciudad de México el predio de interés se encuentra en la zona II denominada de Transición Baja, a la que corresponde un coeficiente sísmico de 0.32.

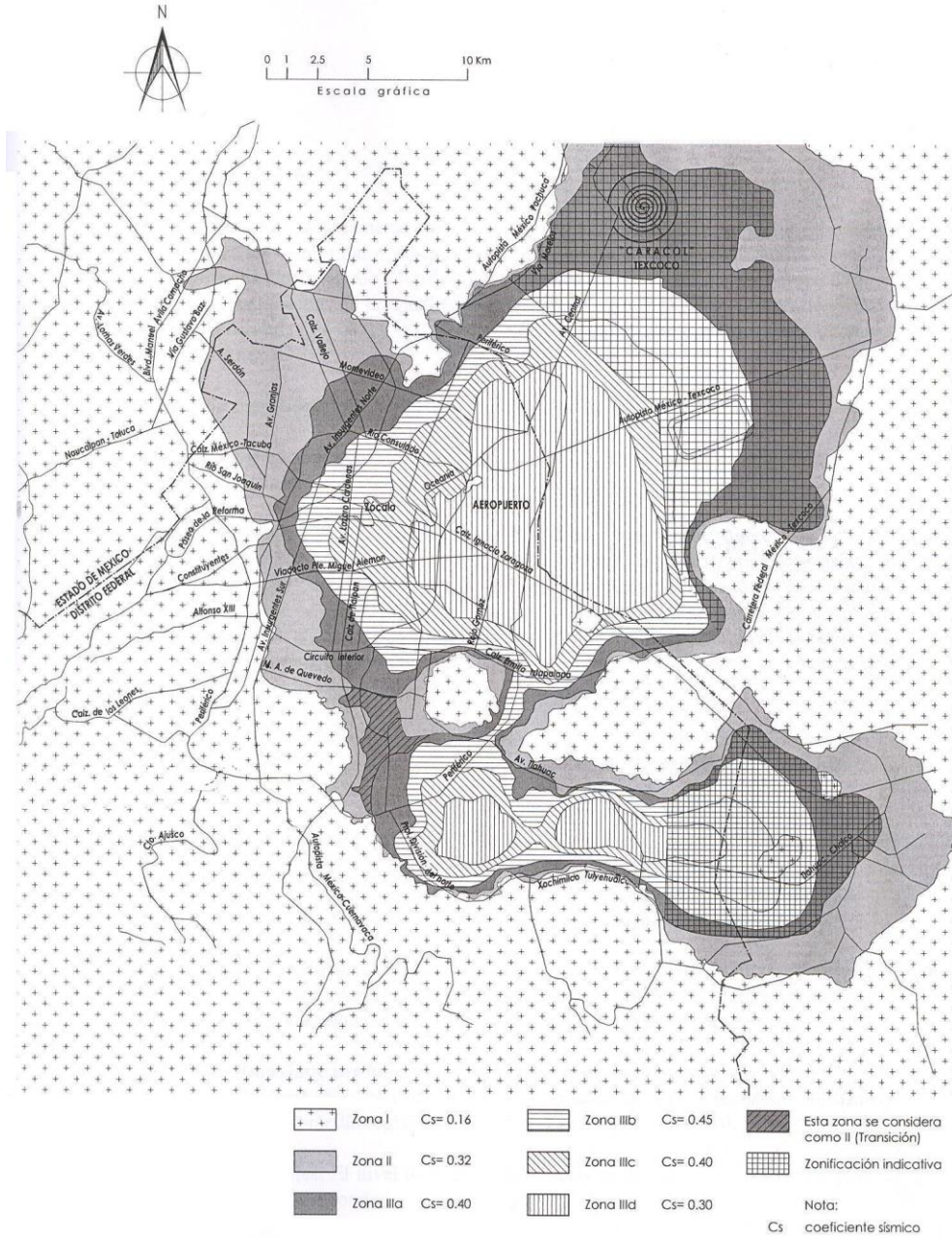


FIGURA No.- 52 ZONIFICACION SISMICA



Considerando las características de rigidez de la cimentación que más adelante se define, la deformabilidad de los materiales del subsuelo y la presión de contacto aplicada a los materiales de apoyo por la cimentación, el módulo de reacción del suelo deberá considerarse de 2 kg/cm^3 .

La distribución de esfuerzos con respecto a la profundidad se indica en la figura 36, donde se indica la diferencia entre las presiones efectivas y la carga de preconsolidación de los depósitos arcillosos profundos.

En esta gráfica se observa que los suelos están se encuentran preconsolidados del orden de 6 ton/m^2 y se decrementa con la profundidad.



ANÁLISIS DE CIMENTACIÓN



5. ANÁLISIS DE CIMENTACIÓN

Los lineamientos que se consideraron para determinar el tipo de cimentación y su desplante se estableció de acuerdo a lo siguiente:

Debido a que el proyecto requiere dos sótanos para estacionamiento, y este conformará **un cajón de cimentación, y tomando en cuenta la magnitud de las cargas del proyecto, así como la excentricidad que se genera**, este tipo de cimentación no cumple ni por capacidad de carga, ni por asentamientos los cuales resultan mayores a los permitidos por el Reglamento,

Dado que las características del proyecto serán diferentes en su sembrado y tomando en cuenta las cargas estimadas, la solución de cimentación del proyecto será de tipo mixta, formada por un cajón rígido de cimentación desplantado a -6.0m de profundidad con pilas de sección constante desplantadas a 25 y 30m de profundidad respecto al nivel de banqueteta, como se muestra en las figuras 36 y 37.

La cimentación se dimensionará siguiendo el criterio indicado más adelante y se revisará la estabilidad de la cimentación bajo condiciones estáticas y dinámicas.

Para las estructuras analizadas, el peso de la estructura que no incluye el peso de la cimentación para las condiciones de carga permanente más carga viva, corresponde a una carga uniformemente repartida estimada con una presión unitaria la cual variará entre 6.5 y 11 ton/m², considerada uniformemente distribuida por la losa de fondo del cajón de cimentación y la cual se transmitirá a su vez a las pilas desplantadas a profundidades variables entre 25 y 30m de profundidad.

La capacidad de carga estática y dinámica admisible para el cajón de cimentación será de 14 y 17 ton/m² respectivamente.

De acuerdo a la exploración realizada se observa que la estratigrafía es muy errática, que en los primeros quince metros se tienen materiales con un alto contenido de agua y una baja resistencia a la penetración estándar, sin embargo se tienen intercalados estratos de arenas con resistencias medias, y por debajo de los primeros 20 m de profundidad con respecto al nivel actual del terreno se observó una capa blanda entre 21 y 23 m, por lo cual es necesario profundizar las pilas a 25 m excepto en la zona donde se realizó el sondeo denominado SM-3 donde se detectaron materiales de baja resistencia entre 25.5 y 27.5 m de profundidad.



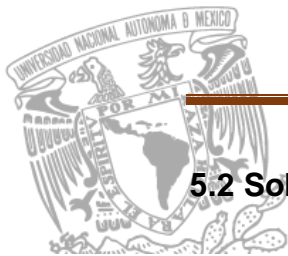
5.1 Elección de la alternativa de cimentación

Considerando la heterogeneidad tanto en la constitución de los materiales como en su consistencia, característica de los depósitos de tipo arcilloso en la zona de transición baja, que en particular en el predio de interés en los primeros 20 m de profundidad se tienen materiales de compacidad variable entre suelta y muy compacta, con índice de resistencia a la penetración estándar variable entre 1 y 50 golpes, con diferentes proporciones de contenido arcilloso que dan lugar a que su módulo de elasticidad sea variable, disminuyendo éste al aumentar el contenido arcilloso; una cimentación de tipo superficial no resulta adecuada para cargas de gran magnitud proyectada, ya que al tener un área de apoyo de dimensiones importantes existe la posibilidad de que los materiales que la subyacen puedan variar en sus características de deformabilidad, además de que al tener los materiales de apoyo valores del módulo de elasticidad del orden de 650 ton/m^2 , al variar el incremento de esfuerzos aplicado al suelo por la base de una cimentación superficial, debido a la variación del momento de volteo por efecto de sismo, se tendrían fluctuaciones en movimientos verticales de deformación de los materiales de apoyo de la cimentación.

Por otra parte considerando que a partir de 20 m de profundidad se encuentra un depósito resistente muy compacto, de alta resistencia y baja compresibilidad, se observó una capa blanda entre 21 y 23 m, por lo cual es necesario profundizar las pilas a 25 m excepto en la zona donde se realizó el sondeo denominado SM-3 donde se detectaron materiales de baja resistencia entre 25.5 y 27.5 m de profundidad, por lo que se juzga que una cimentación mediante pilas apoyadas a 25 m de profundidad respectivamente, empotrándose 2.0 m dentro de los materiales muy compactos que subyacen a la capa de baja resistencia, tendrá un comportamiento admisible ante cargas de gran magnitud, que cumplirá las condiciones de operación de las estructuras proyectadas, cabe señalar que entre 21 y 23 m de detectaron capas con una resistencia inferior a los 50 golpes, razón por la cual se decidió apoyarse hasta 25 m de profundidad, excepto en la zona que forman las calles de Poniente 128 y la Av. Vallejo, pues en esta zona se requiere desplantar las pilas a 30 m de profundidad al detectar una capa de baja resistencia entre 25.5 y 27.5 m de profundidad con respecto al nivel actual del terreno.

Dado que las condiciones de operación de la estructura requieren que los asentamientos o deformaciones de los materiales de apoyo de la cimentación resulten prácticamente nulos bajo las condiciones de operación, el estado límite de servicio regirá el diseño de la cimentación.

A continuación se presentan los resultados de los análisis de los estados límite de falla y de servicio de la cimentación propuesta en base a pilas.



5.2 Solución de cimentación

En función de las condiciones estratigráficas del sitio, de la magnitud de las cargas estimadas, de las condiciones topográficas del sitio y del proyecto arquitectónico comentado. Se propone resolver la cimentación a base de pilas desplantadas a 25 y 30m de profundidad respecto al nivel de terreno actual, es decir, que la longitud efectiva de estas será de 19 y 24m aproximadamente.

5.2.1 Capacidad de carga.

Tomando en cuenta los resultados de los sondeos realizados en el sitio, la capacidad de carga admisible K_{ha} para las pilas se calcula con la siguiente expresión:

$$Q_a = \frac{Q_{pu}}{F_{Db}} + \frac{Q_{fu}}{F_{Df}}$$

Donde:

Q_{pu} capacidad de carga última por punta, ton.

Q_{fu} fricción en el fuste de la pila, ton.

F_{Db} factor de dimensionamiento por punta, 3 (estático) y 2.5 (sísmico)

F_{Df} factor de dimensionamiento por fricción, 2 /estático y sísmico).

A partir de los resultados de los sondeos de penetración estándar (SPT) y las correlaciones que existen entre los valores de SPT y la resistencia de cono (q_c), la capacidad de carga última por punta, Q_{Pu} se calcula mediante la siguiente expresión propuesta por Vesic:

$$Q_{Pu} = q_c A_p$$

Donde:

q_c resistencia de punta del cono, representativa del estrato de apoyo de las pilas, t/m².

A_p Área transversal de la punta de la pila, m².

La fuerza de fricción en el fuste de la pila se determina con:

$$Q_{fu} = 0.3\varpi \int \sigma_0 dz$$

Donde:

ϖ Perímetro de la pila, m.

$\int \sigma_0 dz$ Área del diagrama de esfuerzos efectivos verticales iniciales en la longitud de la pila, t/m².

Sustituyendo valores y dejando en función del diámetro, la capacidad de carga admisible total de las pilas de cimentación se calcula como sigue:

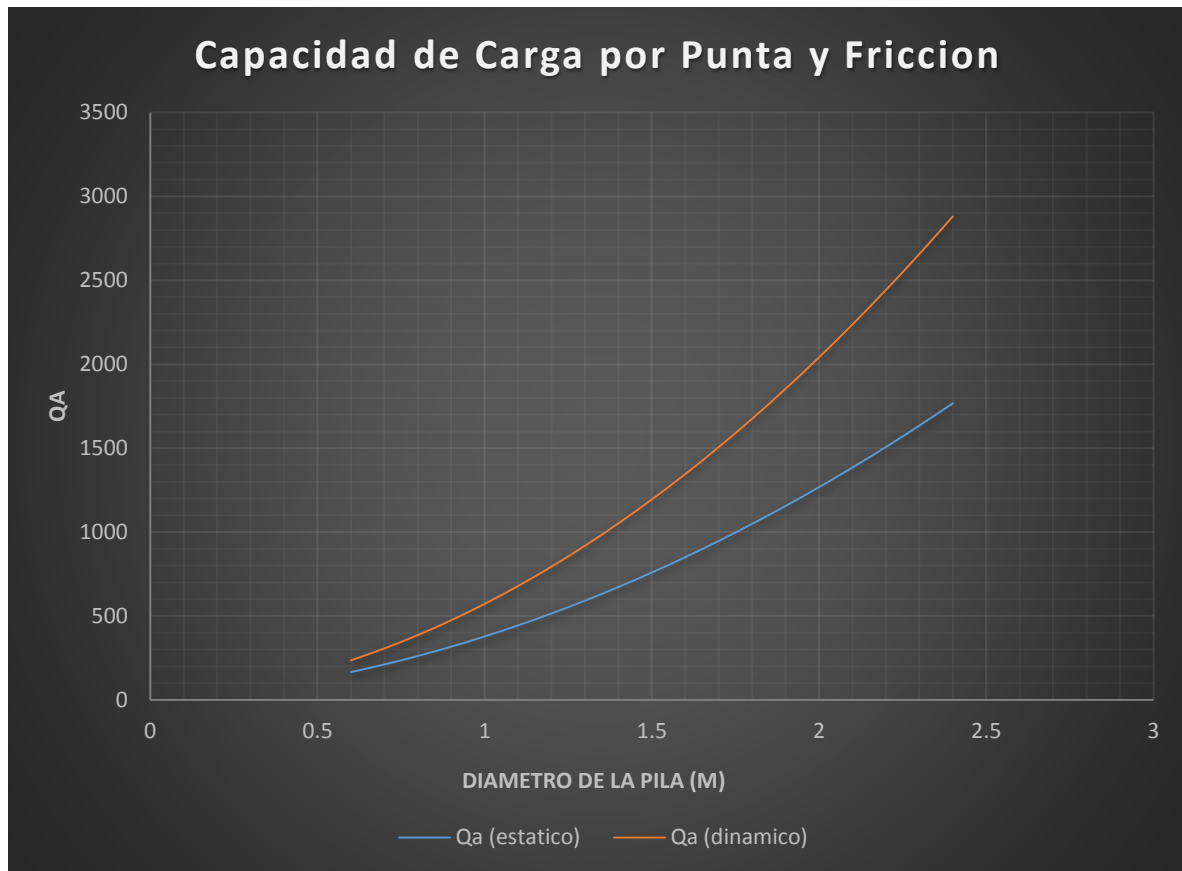


Condición estática:

$$Qa = 255.7 D^2 + 122.86 D$$

Condición sísmica:

$$Qa = 449.05 D^2 + 122.86 D$$



5.2.2 Análisis de asentamientos.

Los asentamientos totales que la estructura puede experimentar fueron definidos haciendo uso de interacción suelo-estructura para una cimentación rígida en condiciones estáticas. La expresión utilizada es la siguiente:

$$\delta = \frac{(3-4\nu)(1+\nu)}{2\pi} \frac{Q}{E_s d}$$

Donde:

- δ Asentamiento bajo el centro de la pila, cm.
- ν relación de poisson, 0.25
- E_s módulo de elasticidad representativo del material de desplante, 10,000 t/m².
- d diámetro de la pila, cm.



Q carga media estática en la pila, ton.

De acuerdo al análisis realizado, se define que la magnitud de los asentamientos en las pilas puede oscilar entre 1.9cm y 3.2cm. Estas deformaciones son admisibles de acuerdo con los lineamientos del Reglamento de Construcciones del Distrito Federal y deben considerarse en el diseño estructural.

a) Condición sísmica.

Para el diseño en condiciones sísmicas se considera la carga estática (CM + CVMAX.), combinada con el sismo actuando con un 100% de intensidad en la dirección más desfavorable (corta) y de un 30% en las más favorable (larga).

La distribución y magnitud de las cargas en condiciones estáticas y sísmicas deberán ser proporcionadas por el Ingeniero estructurista para realizar la revisión correspondiente. Las cargas generadas por la condición sísmica (cortante y axial) estarán multiplicadas por un factor reductivo por irregularidad de 0.8, ratificado por el estructurista.

5.2.3 Solicitación inducida por sismo.

La estabilidad en condición sísmica se efectúa revisando que la sollicitación en la pila más cargada o subgrupo de pilas en cada módulo sea por lo menos 2 veces menor que la capacidad de carga última, definida con la expresión:

$$FS = \frac{\sum Q_{PU}}{\sum Q_e + \sum^i Q_{si}} \leq 2$$

Donde:

FS factor de seguridad.

$\sum Q_{PU}$ Capacidad de carga última en la pila más cargada, ton.

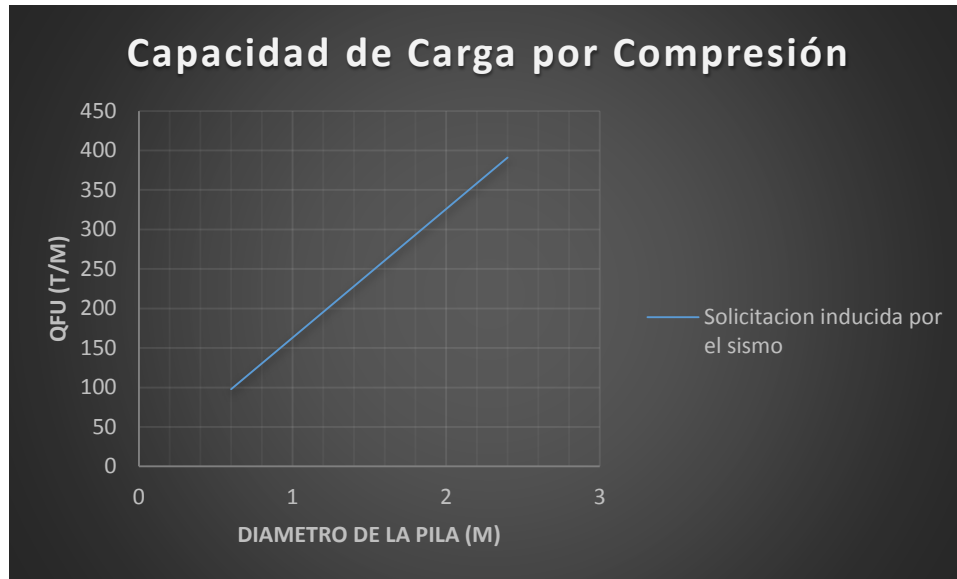
$\sum Q_e$ Carga estática en las pilas analizadas, ton.

Q_{si} Incremento de carga por sismo en la pila del eje analizado, ton.

ni Número de pilas en el eje analizado.

Una vez que el ingeniero estructurista defina la dimensión de las pilas en cada apoyo, estas deben revisarse para cumplir con la expresión por compresión. Posteriormente con el diámetro de las pilas se define la capacidad de carga a tensión, Q_{fu} utilizando para ello la siguiente expresión:

$$Q_{fu} = 162.88D$$



Con esta información se procede a revisar las solicitaciones a tensión presentada en condición sísmica con la capacidad de las pilas.

5.2.4 Tensiones inducidas por sismo.

La zona de cimentación sujeta a tensiones deberá cumplir con la siguiente desigualdad:

$$FS_{st} = \left| \frac{\sum Q_{fu}}{\sum Q_e - \sum^n_i Q_{si}} \right| \leq 1.7$$

Todas las variables han sido definidas anteriormente.

5.2.5 Cortante inducido por sismo.

La fuerza cortante sísmica V deberá ser soportada por el empuje pasivo P , la fricción de las paredes del cajón y base F_f , además de la eventual contribución de la resistencia estructural de las pilas R_v ; esta condición se expresa en la siguiente ecuación:

$$V \leq \frac{P + F_f + R_v}{F_s}$$

$$P = \frac{1}{FR} \left(2c + \frac{\sigma_d}{2} \right) Ld$$

$$F_f = (2Bd + BL - \sum^a_{pi})$$

$$R_v = \sum v_{pi}$$



Donde:

- L Dimensión del cajón en la dirección perpendicular al sismo, m.
- d Profundidad de desplante (incluye contratrabes atrincheradas en su caso), m.
- f Coeficiente de fricción suelo-cajón de cimentación.
- B,L Dimensiones del cajón en planta, m.
- $\sum a_{pi}$ Suma de las áreas transversales de las pilas, m².
- $\sum v_{pi}$ Suma de la resistencia estructural al corte de las pilas, ton.
- F_s Factor de seguridad mínimo de 1.5

En nuestro caso solo consideramos la fricción de la losa de fondo del cajón; por tanto, si el área de contacto es de 3741 m² y la fricción utilizada es de 5.0 t/m², y por otro lado el cortante estimado en condiciones sísmicas es de 2752.0 ton estimada; si sustituimos los valores correspondientes el factor de seguridad es superior al mínimo permisible. Por ende, la cimentación no presentara problemas en este rubro.

5.2.6 Implicaciones estructurales.

a) Presiones horizontales contra ademes de contención.

De conformidad con el proyecto arquitectónico preliminar, se tienen considerados 2 sótanos, es decir, que el nivel máximo de proyecto es del orden de 6 m., los sótanos se construirán a paño de las colindancias del proyecto, esto implica colocar un sistema de contención para soportar los cortes generados por la excavación.

El empuje para el diseño del sistema de contención a corto plazo, se estimó a partir de la envolvente de distribución de presiones de Rankine, redistribuida según lo propuesto por Terzaghi-Peck, cuyos diagramas.

La distribución de presiones horizontales calculadas con Rankine, se obtuvo aplicando la siguiente expresión:

$$P_{ha} = (\gamma_s Z + q)K_a - 2C\sqrt{K_a}$$

Donde:

- P_{ha} Presiones activas para condición a corto plazo, t/m².
- K_a Coeficiente de presión activa de tierra, según Rankine.
- γ_s Peso volumetrico del suelo, t/m³.
- Z Altura a la cual se estima la presión, m.
- q Sobrecarga en la superficie, 1.5 t/m².



b) Empuje contra muros de sótano.

Para el muro perimetral del cajón de los sótanos y altura máxima 6 m, la distribución de los empujes laterales, la cual fue obtenida mediante la siguiente expresión:

$$Ph = K_0(\gamma_s Z + q)$$

Donde:

- Ph₀ Presión para condición a largo plazo, t/m².
- K₀ Coeficiente de empuje en reposo.
- γ_s Peso volumetrico del suelo, t/m³.
- Z Altura a la que se estima la presión, 6 m.
- q Sobrecarga en la superficie, 1.5 t/m².

Módulo de reacción.

El módulo de reacción del subsuelo se define como:

$$k = \frac{\Delta\sigma}{\delta}$$

Donde:

- k Módulo de reacción, kg/cm³.
- Δγ Incremento de esfuerzo neto, kg/cm².
- δ Asentamiento esperado, cm.

Los asentamientos y módulos de reacción vertical para pilas son:

Díámetro de Pila (m)	Deformación (cm)	Kv (ton/cm)
0.8	0.9	135
1.0	1.1	142
1.2	1.3	148
1.4	1.5	153
1.6	1.7	157
1.8	1.9	161

El módulo de reacción vertical del suelo de desplante para el diseño de pilas se presenta en la tabla I; mientras que los módulos de reacción horizontales promedio para el diseño de pilas se resumen en la tabla II.



Tabla I. Módulos de reacción vertical para el diseño de pilas desplantadas a 25 m respecto al nivel de terreno actual

Diámetro de Pila (m)	Módulo Estático (ton/m²/cm)	Módulo Dinámico (ton/m²/cm)
0.8	870	990
1.0	620	740
1.2	480	592
1.4	360	446
1.6	240	302

Tabla II. Módulos de reacción horizontal para el diseño de pilas.

Tipo de suelo	Profundidades Efectivas	Módulo Estático (ton/m²/cm)	Módulo Dinámico (ton/m²/cm)
Capa vegetal y rellenos	0.00 – 1.00 m	25.5	30.56
Arcilla con escasa arena	1.0 – 20.0m	215.25	417.30
Depósito resistente (arcilla limosa con escasa arena)	20.00 – 30.0 m	435.25	897.64

Las pilas soportarán la totalidad de las solicitaciones transmitidas por la estructura, por lo que deberán diseñarse estructuralmente para soportar las cargas axiales de trabajo de compresión y tensión del análisis estructural definitivo.

El módulo de reacción vertical del suelo de desplante para el diseño de pilas se presenta en la tabla I; mientras que los módulos de reacción horizontales promedio para el diseño de pilas se indican en la tabla II.

Para el diseño estructural de la losa de sótano se plantean las siguientes propuestas:

Si la losa de fondo del sótano 2 se liga estructuralmente con la propuesta de cimentación (pila-contratrabes), esta debe diseñarse para soportar las concentraciones de carga de compresión y tensión inducidas por las pilas individuales o subgrupo de pilas. Asimismo, la losa soportara parte de la presión de compensación actuando hacia arriba y uniformemente distribuida en el área de cimentación debido a que parte de las expansiones se experimentarían durante la construcción del proyecto, esta presión es del orden de 9 t/m².

5.3 Revisión según el Reglamento de Construcciones para el D.F.

De conformidad con el Reglamento de Construcción del DF, considera que la capacidad de carga de las pilas la proporciona el estrato de apoyo por medio de su punta. De esta manera se revisa la propuesta de cimentación.



Pilas de sección constante

A continuación se presentan los resultados de los análisis de los estados límite de falla y de servicio para la alternativa de cimentación en base a pilas de sección constante, apoyadas a 25 y 30 m de profundidad, de tal manera que se empotren en los materiales resistentes, considerando cargas estimadas.

5.3.1 Capacidad de carga

La capacidad de la carga de las pilas se determinó mediante el criterio establecido en el Reglamento de Construcciones y que se indica a continuación:

Dado que las pilas quedarán prácticamente fijas en la relación a los depósitos arcillosos que se encuentran sobre su nivel de desplante, al generarse en éstos asentamientos provocados por sobrecargas superficiales o por desecación de los depósitos superficiales, las pilas se sobrecargarán al desarrollarse fricción negativa sobre su fuste.

Los efectos de este proceso son: una disminución de la presión efectiva al nivel de la base de la pila y una reducción en la capacidad de carga útil.

La fricción negativa (FN) se calculó aplicando la siguiente fórmula:

$$FN = (w k_o) / (1 + (w k_o d / 3a)) \int P_{oz} dz$$

Donde:

- FN: magnitud de la fricción negativa, en ton.
- w : perímetro del fuste de la pila, en m.
- Ko : coeficiente de adherencia entre los materiales de arcillosos y la pila; para este caso igual a 0.2.
- d : longitud de la pila, en la que ocurre la fricción negativa, en ton.
- a : área tributaria de las pilas.
- Poz: esfuerzo vertical a la profundidad z, en m.

La disminución de la presión efectiva en la capacidad de carga útil de las pilas (Qa) se obtuvo de la siguiente expresión:

Se determinó la capacidad de los depósitos que subyacen a las pilas, considerando que los materiales afectados por la superficie potencial de falla son de tipo cohesivos y aplicando el criterio de Meyerhof, dado por la siguiente expresión:¹

$$Q_a = (\{c N_c^* F_R + P_v\} A_p) F_{RE} - FN$$

Donde:

- Qa: capacidad de carga admisible por punta de las pilas.

¹ Meyerhof, G.G. "Some Recent Research on the Bearing Capacity of Foundations" Canadian Geotechnical Journal, Vol. 1, No. 1, 1963.



- P'v: presión vertical efectiva al nivel de desplante de la pila, en ton.
FR: factor de resistencia, adimensional e igual a 0.35.
Pv: presión vertical total debida al peso del suelo a la profundidad de desplante de las pilas, en ton/m².
Ap: área transversal de la base de las pilas, en m².
Nc*: coeficiente de capacidad de carga, adimensional, que esta función del ángulo de fricción interna del material de apoyo de las pilas ϕ , y del empotramiento dentro de los materiales resistentes, determinado mediante la siguiente fórmula:

$$Nc^* = Nc_{min} + (Nc_{max} - Nc_{min}) L_e / L_{opt}$$

Siendo:

Ncmin: coeficiente de capacidad de carga, para el caso en que la pila quede apoyada sin empotramiento en los materiales resistentes.

Le: longitud de empotramiento de la pila dentro de los materiales resistentes, en m.

Ncmax: coeficiente de capacidad de carga, para el caso en que la pila tenga como mínimo la longitud óptima, Lopt, dentro de los materiales resistentes, obtenida mediante la siguiente ecuación:

$$L_{opt} = 4 B \tan (45^\circ + \phi / 2)$$

Donde:

B: diámetro de las pilas, en m.

ϕ : Ángulo de fricción interna del material de apoyo de las pilas, en grados.

La capacidad de carga de las pilas obtenidas con la fórmula anterior, deberá afectarse por el resultado de la siguiente expresión, para tomar en cuenta el efecto de escala.

$$F_{re} = \{ (B + 1) / 2B + 1 \}$$

Siendo:

Fre: factor de reducción de capacidad de carga, para tomar en cuenta el efecto de escala.

En los cálculos realizados se consideró una cohesión de 12 ton/m², un ángulo de fricción interna de 28° para los materiales de apoyo de las pilas, obteniéndose las capacidades de carga que se muestran en la figura 38, en función del diámetro de la pila, para un empotramiento de 2.0 m dentro de los materiales resistentes de apoyo.



5.3.2 Dimensionamiento de las pilas

Para el dimensionamiento de las pilas se deberá considerar la carga que resulte mayor de las siguientes condiciones:

- * Condiciones estáticas, que considera la combinación de cargas permanentes más carga viva máxima, afectadas por un factor de carga de 1.5.
- * Condiciones dinámicas que considera la combinación de cargas permanentes más carga viva instantánea y la acción accidental más crítica (incremento de esfuerzos provocado por el momento de volteo debido a sismo), afectadas por un factor de carga de 1.1.

El coeficiente sísmico que deberá considerarse que actúa en la base de construcción por efecto de sismo, será igual a 0.32 por considerarse que el subsuelo en el sitio de interés tiene las características de la zona que el Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal denomina Zona II o de Transición.

5.3.3 Estado límite de servicio

Los asentamientos elásticos que sufrirán las pilas debido a las cargas verticales a que estarán sometidas se calcularon mediante la siguiente expresión:

$$S = (Q L) / (E_c A_b) + (FN L) / (2E_c A_b) + (m C_s f_p Q (1 - u^2)) / (E_s A_b)$$

Donde:

- S: asentamiento de la cabeza de la pila, en m.
- L: longitud de la pila, en m.
- E_c : módulo de elasticidad del concreto de la pila, en ton/m².
- A_b : área de la base de la pila, en m².
- m: factor de forma, adimensional e igual a 0.95 para pilas de sección transversal circular.
- C_s : factor de rigidez de la subestructura de cimentación, adimensional igual a 1.
- f_p : factor de profundidad, adimensional e igual a 0.5 para $D/B > 5$.
- E_s : módulo de elasticidad del manto de apoyo, en ton/m²
- Q: carga aplicada al nivel de la base de la pila, en ton
- u: relación de Poisson
- FN: fricción negativa, en ton.

Considerando un módulo de elasticidad de los materiales de apoyo de 5,000 ton/m² y una relación de Poisson de 0.40, se obtuvieron asentamientos elásticos de 0.98, 1.23 y 1.48 cm, para pilas de 0.8, 1.0 y 1.2 m de diámetro, respectivamente, que se consideran admisibles

El buen comportamiento de la cimentación y por tanto de la estructura en conjunto, depende de la magnitud de las deformaciones verticales que se presenten en el suelo



durante la vida útil de la estructura; por ello el reglamento limita para el caso de asentamientos un valor máximo de 15 cm para construcciones con edificaciones colindantes. Los asentamientos estimados para la estructura son menores que el límite citado.

5.4 Diseño de la excavación y protección a colindancias.

El objetivo principal en esta etapa de diseño es analizar la estabilidad de la excavación para los siguientes mecanismos: a) falla general por el fondo, b) falla del fondo por supresión, y c) falla del talud.

5.4.1 Revisión general por el fondo.

El factor de seguridad ante la falla de fondo se calcula mediante la siguiente expresión:

$$FS_f = \frac{c(N_c) + \left(\frac{2H_p}{L} \right)}{\gamma H_e + p}$$

$$N_c = 5.14 \left(1 + 0.2 \frac{H_m}{B} \right) \left(1 + 0.2 \frac{B}{L} \right)$$

Donde:

- c Valor medio de la resistencia al corte no drenado de la arcilla, hasta profundidad igual a $H_m + B$, 5.5 t/m².
- N_c Factor de estabilidad, 6.36
- H_m Profundidad de desplante del muro, 8.5 m.
- H_p Longitud de la pata del muro, 2.5 m.
- B Ancho de excavación, variable entre 20.20 y 52.64 m m.
- L Longitud del tramo a excavar, variable entre 60.81 y 117.71 m.
- γH_e Presión total inicial al nivel máximo de excavación, 8.7 t/m².
- p Valor de presión de sobre carga en la superficie, 1.5 t/m².

Con estos datos el factor de seguridad ante la falla general de fondo es de 1.8, lo que implica que se encuentra al límite por lo tanto es recomendable realizar la excavación en dos o hasta tres etapas.

5.4.2 Revisión del fondo de la excavación debida a flotación

Para satisfacer el mecanismo de flotación se realizó la siguiente revisión verificando la desigualdad siguiente:

$$(\Sigma Q / A) F_c > H \gamma_w$$



Donde:

$\Sigma Q/A$: combinación de las acciones permanentes y variables con valor mínimo probable.

F_c : factor de carga, igual a 0.9.

H : altura máxima estimada del nivel freático, medida a partir del nivel de desplante, igual a $6.0 - 3.0 = 3.0\text{m}$

Por lo que se satisface la desigualdad, resultando entonces admisible el estado límite de falla contra flotación.

5.4.3 Estabilidad de taludes de las bermas.

El objetivo de esta etapa de diseño es definir el ángulo de inclinación de los taludes de la excavación. El diseño del talud se revisa utilizando la solución paramétrica de Jambu con una sobrecarga en la corona de 2 t/m^2 . El factor de seguridad se computa con la siguiente expresión:

$$(FS)_q = \frac{N_{cf} c}{\gamma H + q} u_q$$

Donde:

N_{cf} Número de estabilidad, que depende de los parámetros de resistencia del material representativo arriba del fondo de la excavación, 5.7.

γ Peso volumétrico del material, 1.5 t/m^3 .

H Altura del talud, 6 m.

q Sobrecarga en la corona debida a las construcciones colindantes, 2 t/m^2

u_q Factor de reducción, (cuando $\beta = 45^\circ$ $u_q = 0.95$)

Con base en el análisis realizado, el talud de la excavación se propone con una pendiente 1:1 (45°) con el cual se tiene un nivel de seguridad superior al mínimo aceptable para condiciones estáticas.

5.4.4 Expansiones durante la excavación.

El proceso de excavación para alojar el cajón de cimentación inducirá expansiones. La expansión inmediata puede estimarse mediante la fórmula simplificada, obtenida a partir de la teoría de la elasticidad, considerando una relación de Poisson $\nu=0.5$:

$$\delta_{ei} = m_{ue} P_d B F_f F_p$$

Donde:

P_d Presión total al nivel de fondo antes de excavar, 8.7 t/m^2 .



B Ancho de la excavación, 52.64m.
 m_{ue} Módulo de expansión elástica medio de los estratos de arcilla expansibles bajo el fondo de la excavación, 0.015 cm²/kg.

F_f y F_p Factores de forma y de profundidad, 1.02 y 0.04, respectivamente

La expansión calculada es de 8.65 cm. Se recomienda reducir al máximo el tiempo de exposición de la excavación para evitar que se generen mayores expansiones e inestabilidad en los taludes colindantes que puedan dañar a las instalaciones vecinas.

5.4.5 Alternativas de excavación.

En función de las condiciones colindantes del proyecto y diseño de taludes, se propone realizar la excavación en una sola etapa o dos etapas, según el proceso constructivo que vaya utilizarse en obra.

El proceso constructivo de excavación propuesto en dos etapas es el siguiente, una vez construido el muro Milán se procederá a excavar la zona central del proyecto dejando una berma de 1.0 m de ancho y talud de 45° con la horizontal; posteriormente se procederá a construir la cimentación hasta el nivel de planta baja, después se procede a excavar en las colindancias cortando bermas alternadas de 5.0 m, simultáneamente al ir avanzando en las colindancias debe colocar el sistema de troquelamiento que reaccionará con las estructuras terminadas.

5.5 Interacción suelo-estructura y espectro de diseño.

La práctica usual en el análisis de la respuesta sísmica de edificios utiliza como excitación los movimientos de campo libre (p.e. espectros de aceleraciones consignados en los Reglamentos de Construcción) con lo cual se desprecian los efectos que pueden tener la presencia de las estructuras en estos movimientos. La influencia de la interacción dinámica en los movimientos de campo libre puede ser significativa, dependiendo de las características de la cimentación, del suelo de apoyo, del edificio y del medio ambiente sísmico.

Actualmente existe información instrumental y teórica, que muestra claramente la importancia de este fenómeno de interacción en los casos en que las estructuras están desplantadas sobre suelo blando como las arcillas del Valle de México.

Se ha observado que las losas de cimentación con rigideces superiores a las del suelo de apoyo, tienen un efecto uniformador de las variaciones espaciales y temporales de los movimientos de campo libre. Esto conduce a que las amplitudes de los movimientos losa-suelo sean en general menores a los que ocurrirían en el suelo si la cimentación no estuviera presente (campo libre). Este efecto puede ser significativo para estructuras de periodo bajo con dimensiones laterales relativamente grandes.



Otro componente del fenómeno de interacción dinámica suelo-estructura, que puede afectar los movimientos de campo libre, es la resistencia inercial que ofrece la estructura contra los movimientos sísmicos. Este efecto, denominado interacción inercial, se traduce en incrementos en la presión de contacto entre la cimentación y el suelo, que modifica el campo de deformaciones del terreno.

La importancia del efecto de este fenómeno de interacción en los movimientos de campo libre depende de la masa y rigidez de la estructura. Edificios masivos y rígidos, pueden ejercer influencia considerable, a diferencia de edificios convencionales en donde el efecto de la interacción inercial es pequeño.

En los casos en los que la cimentación del edificio esta desplantada a una profundidad significativa, los movimientos sísmicos que actúan en su base son menores que los que ocurren en sus paredes, debido a que la intensidad de los movimientos del terreno decrecen con la profundidad. Por lo tanto, al aumentar la profundidad de desplante, las aceleraciones en la base de la estructura se atenúan, con la siguiente disminución de la respuesta del edificio.

La determinación de los movimientos sísmicos de campo libre incluye una evaluación sismo tectónico y el conocimiento de las fuentes sísmicas regionales y locales que puedan afectar el sitio específico. Es preciso, también, evaluar la historia de la sismicidad de la región, los sismos más severos asociados con las fuentes sísmicas importantes, así como la recurrencia de estos. Con base en este tipo de información se llevan a cabo análisis probabilistas y/o deterministas para estimar los movimientos sísmicos esperados en un afloramiento rocoso o en la roca basal.

Una vez conocido el medio ambiente sísmico de campo libre, se realizan análisis de interacción suelo-estructura para evaluar los efectos de este fenómeno en los movimientos del terreno y así definir las características de la excitación a la que estará sometida una estructura en particular. La influencia de la interacción dinámica en los movimientos de campo libre puede ser significativa en el caso de estructuras desplantadas en suelo blando, capaz de amplificar las ondas sísmicas que arriban al sitio donde se localiza la estructura.

5.6 Espectro de interacción propuesto.

Para cualquier método que se utilice en la determinación de las cargas sobre las estructuras, debidas a la acción de los sismos, excepto el experimental, es necesario utilizar el espectro sísmico correspondiente a la zona sísmica donde se ubique la estructura y al tipo de suelo al que se desplantara, como el mostrado en la figura 2 de esta Norma que muestra la variación de la ordenada (α) correspondiente a la de la relación de la aceleración del sismo entre de la gravedad, para sus diferentes periodos de vibración (T). Los valores de la ordenada al origen (α_0), de la ordenada máxima (c) y de los periodos de vibración inferior (T_a) y superior (T_b) del intervalo de resonancia del espectro, que se ilustran en esa Figura, para estructuras tipo B, en las diferentes



zonas sísmicas de la república Mexicana y los distintos tipos de suelos, se proporciona en la tabla 1 de esta norma para estructuras Tipo A, los valores de α y c de la Tabla se multiplica por un factor de importancia de uno coma cinco (1,5)

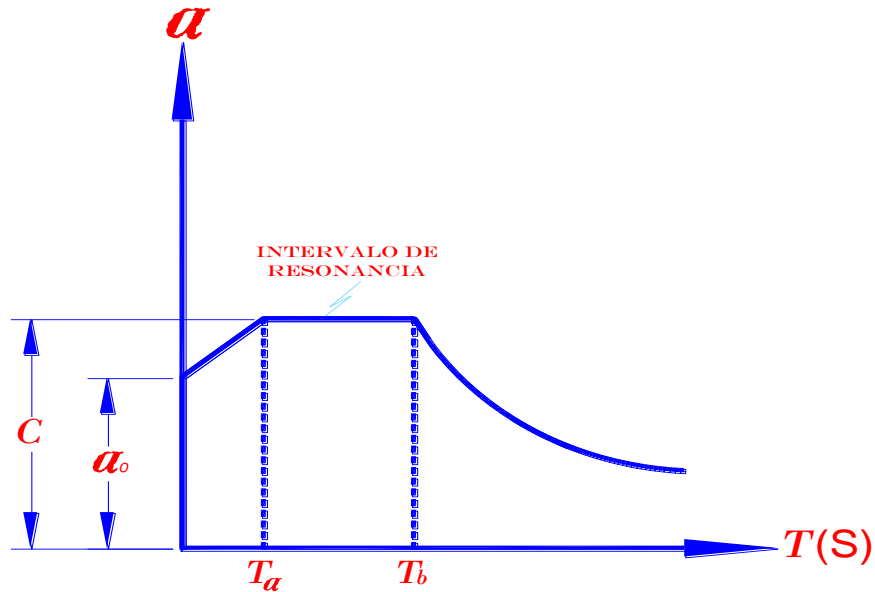


FIGURA. ESPECTRO SISMICO CARACTERISTICO.

TABLA 1.- Valores característicos del espectro sísmico Para estructuras tipo B

Zona Sísmica	Tipo de suelo	a_0	c	T_α (s)	T_b (s)	r
A	I	0,02	0,08	0,2	0,6	1/2
	II	0,04	0,16	0,3	1,5	2/3
	III	0,05	0,20	0,6	2,9	1
B	I	0,04	0,14	0,2	0,6	1/2
	II	0,08	0,30	0,3	1,5	2/3
	III	0,10	0,36	0,6	2,9	1
C	I	0,09	0,36	0,2	0,6	1/2
	II	0,13	0,50	0,3	1,4	2/3
	III	0,16	0,64	0,6	1,9	1
D	I	0,13	0,50	0,2	0,6	1/2
	II	0,17	0,68	0,3	1,2	2/3
	III	0,21	0,86	0,6	1,7	1
E	I	0,04	0,16	0,2	0,6	1/2
	II	0,08	0,32	0,3	1,5	2/3
	III	0,10	0,40	0,6	3,9	1



La ordenada (a) para cualquier periodo de vibración (T) en el espectro sísmico, está definida por las siguientes expresiones:

$$\text{Si } 0 < T \leq T_a; \quad a = a_0 + \frac{c - a_0}{T_a} T$$

$$\text{Si } T_a < T \leq T_b; \quad a = c$$

$$\text{Si } T_b < T; \quad a = c \left(\frac{T_b}{T} \right)^r$$

r = Exponente adimensional que se obtiene de la Tabla 1 de esta Norma, según la zona sísmica donde se ubica la estructura y el tipo de suelo en el que se desplanta.

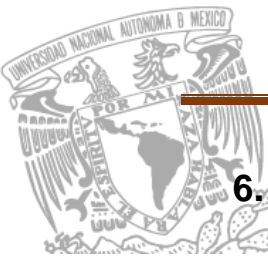
Es importante señalar que el espectro de interacción incluye los efectos de las características estratigráficas del sitio, del comportamiento no lineal de los suelos, así como los aspectos relativos a la geometría, inercia y rigidez de la cimentación y de la superestructura.

Este espectro debe considerarse que actúa en la planta baja del edificio, el cual debe suponerse que se encuentra fijo en ese nivel.

En los análisis se consideró que la respuesta de los elementos estructurales se mantenía en el rango elástico lineal, por lo que el espectro de interacción propuesto es elástico.



PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO



6. PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO Y PROTECCION A COLINDANCIAS

6.1 Alternativa general del proceso constructivo.

De conformidad con las condiciones del proyecto y análisis realizados, se propone la siguiente alternativa general del proceso constructivo, incluyendo excavación, protección a colindancias y construcción de la cimentación:

6.1.1 Proceso Constructivo

Recorte superficial de los rellenos, demolición de cimentaciones y estructuras existentes-

Construcción de una plataforma de apoyo par el equipo de perforación de pilas y excavación de muros Milán.

- Inicio del sistema de bombeo dos semanas antes de la excavación.
- Construcción de la cimentación profunda
- Excavación para alojar a los sótanos dejando una berma perimetral, y empleando sistema muro Milán de 60 cm de espesor.
- Excavación del núcleo central y construcción parcial del cajón de cimentación.
- Excavación y construcción final del cajón de cimentación en tramos alternados de 5.0 m de longitud de la berma-talud.
- Suspensión del sistema de bombeo.

6.1.2 Construcción de pilas, núcleo central con ataque posterior de colindancias con troquelamiento a muro Milán perimetral.

- Demolición del resto de las estructuras que actualmente se encuentra en el predio, cuidando el retiro de toda la cimentación, incluyendo las perimetrales, para evitar problemas posteriores de estabilidad de taludes.
- Localización y trazo de los ejes de pilas, cajón de cimentación y muro Milán.
- Simultáneamente a la construcción de las pilas de cimentación, se realizara la construcción del muro Milán a 9 m de profundidad, necesarios para el ataque a las colindancias. Deben dejarse todas las adaptaciones necesarias para ligar estructuralmente el muro con las losas de los sótanos. Todas las actividades anteriores son previas al inicio de la excavación.
- Excavación general en dos etapas del predio delimitado por el proyecto, dejando una berma perimetral de 2.0 m y excavado con un talud de 1:1 (horizontal: vertical), empezando la excavación del centro del predio hacia la periferia.
- Finalizada la excavación del centro del predio se inicia la construcción del núcleo central de la estructura hasta alcanzar el nivel de calle, es decir la construcción de los dos sótanos.



- Finalizada la construcción de los dos sótanos en el núcleo central, posteriormente se iniciará el ataque a colindancias por tramos alternos de 5 m de largo.
- Una vez que la excavación de los tramos alternos alcance -2.25 m de profundidad, se troquelará directamente contra la estructura del núcleo central. Concluido esto se continúa la excavación hasta llegar a -5.0 m de profundidad en donde se colocará el segundo nivel troqueles, de la misma forma en que se colocó el primer nivel.
- Finalizada la excavación en cada tramo alterno se completa la cimentación en cada uno de ellos hasta alcanzar el nivel de banquetta, hasta cuando se podrá iniciar la excavación y construcción de los siguientes tramos alternos en las colindancias. El proceso constructivo continúa siguiendo los mismos pasos y hasta completar todo el perímetro de las estructuras.
- La construcción ascendente de la superestructura se puede realizar en paralelo al ataque de las colindancias en los sótanos.
- El fondo de la excavación, antes del colado de la losa de fondo, se protegerá colocando una plantilla de concreto pobre de 5.0 cm de espesor, para evitar alterar el suelo de apoyo durante las maniobras de construcción.

6.1.3 Diseño del troquelamiento.

Durante la construcción, el sistema de muro perimetral deberá diseñarse para soportar los empujes provocados por las presiones horizontales a corto plazo presentadas, el sistema de troquelamiento que se requerirá podrá ser en uno o dos niveles y se recomienda que tenga un espaciamiento horizontal de 5.0 a 6.0 aproximadamente, de acorde con la longitud de los paneles del muro Milán.

6.2 Proceso constructivo para pilas.

A continuación se describe el proceso constructivo para la perforación y colado de las pilas:

- a) El equipo de perforación deberá emplear brocas helicoidales con alabes y elementos de ataque adecuados. Previo a los trabajos de inicio de perforación, deberá ubicarse mediante una brigada de topografía la ubicación correcta del centro de las pilas y construirse sus respectivos brocales. También deberá verificarse la verticalidad del equipo de perforación con el objeto de garantizar que la perforación se realice en forma adecuada.
- b) La perforación se iniciará utilizando una broca de tipo helicoidal con diámetro igual al fuste de la pila. En caso de que al fondo de la perforación aparezcan materiales resistentes, se perforará inicialmente con una broca de menor diámetro y posteriormente se rimará al diámetro de proyecto.
- c) La perforación de la pila se hará con lodo bentonítico.
- d) Al llegar la perforación a la profundidad de desplante de la pila, autorizada por la supervisión geotécnica, se realizará la limpieza del fondo de la excavación, de todo



material suelto, empleando un bote desazolador, el que se meterá tantas veces como sea necesario.

e) Inmediatamente después de hacer limpieza del fondo de la perforación, se bajará el armado y se colará la pila.

f) El armado se introducirá a la perforación momentos antes de realizar el colado, con sus separadores correspondientes para un correcto centrado dentro de la perforación.

g) El colado deberá seguir a la colocación del acero, se realizará usando tubo tremie, con objeto de evitar la contaminación y segregación del concreto. Al inicio del colado, el tubo tremie se llevará a 0.5 m sobre el fondo de la perforación.

h) La punta inferior del tubo irá ascendiendo conforme avance el colado, de tal manera que ésta permanezca dentro del concreto, durante todo el colado, una longitud mínima de 1m.

i) Se deberá llevar un registro del volumen del concreto vaciado a la perforación, el que se cotejará con la ubicación de la misma.

j) El colado se suspenderá una vez que el concreto no contaminado tenga la altura correspondiente al nivel inferior de las contratrabes, lo que se estima ocurre 0.5 m abajo del nivel superior del concreto.

k) Se recomienda usar concreto con aditivo fluidizante se aceptará un revenimiento como mínimo de 20 cm.

l) Se llevará un registro de la localización de las pilas, las dimensiones de las perforaciones, las fechas de perforación y colado, la profundidad y los espesores de los materiales encontrados y las características del material de apoyo.

m) Se podrá optar por alternativa de cimentación profunda a base de pilas coladas "in situ", desplantadas a una profundidad de 25m.

n) Las pilas serán de fuste continuo, en caso necesario se hará ampliación en su base, para lo anterior será necesario implementar un ademe metálico recuperable colocado entre 2.5 y 13 m de profundidad hincado en los últimos 50 cm.

o) La capacidad de carga se presenta en la figura 38.

6.3 Sistema de retención

Se recomienda el sistema de Muro Milán.

Para el Muro Milán debe considerarse lo siguiente:



- Construcción de brocales de 20 cm a ambos lados de lo que será el Muro Milán, y que servirá de guía; como especificación es necesario que la profundidad mínima de los brocales sea de 1.20 m.
- Los Muros Milán serán de 60 cm de espesor, con módulos variables entre 5 y 7.5 m, desplantados a 9 m y que las barbas de acero en la parte superior sobresalgan del brocal por lo menos 50 cm.
- La almeja de excavación tienen una abertura hasta de 2.50 m, se excavarán las partes extremas del módulo de ataque y posteriormente la franja central del módulo atacado.
- Conforme se excave se irá vaciando lodo bentonítico con el fin de mantener la estabilidad de las paredes de la excavación.
- El tiempo de construcción del Muro Milán requerirá del orden de 8 semanas.
- El espacio perdido por Muro Milán será de 20 cm de brocal + 60 cm de Muro Milán resultando 80 cm, por lo que se puede eliminar el Muro de sótano, únicamente habrá que considerar que se requerirá amartelinar y aplanar la superficie expuesta del Muro Milán para proporcionarle una apariencia adecuada.
- Las juntas del Muro Milán serán a cada 6 m y su tratamiento se efectuará mediante un tubo de diámetro igual al espesor del muro mismo que resulta de 60 cm.
- Con este sistema se tendrán pequeñas fugas al que se le dará un tratamiento adecuado tomando en cuenta que el NAF se encuentra a -3.0 m con respecto al nivel de la banqueta.

Ventajas

- Menor vibración provocada por los equipos al subsuelo
- Requiere menos troquelamiento
- Se puede excavar hasta -2.25 m, es decir a -0.25 m por debajo del nivel del piso terminado del primer sótano, sin necesidad de troquelar previamente. Dejando un talud 1:1 (horizontal:vertical) con una banqueta de un metro a partir de la cota de 2.25 m .
- Tratamiento de fugas con inyecciones.
- Se recomienda utilizar troqueles metálicos de 10" de diámetro con precarga.

Desventajas

- Se dificulta el anclaje de traveses y losas en sótano y cimentación.
- La apariencia no es perfecta.
- Manejo de lodos bentoníticos.



En el Muro Milán se pueden dejar los armados de traveses y columnas embebidas en el mismo, protegido con poliestireno para posteriormente desdoblar y traslapar colocando un refuerzo especial en esta zona.

6.4 Proceso de construcción de muro Milán.

La secuencia constructiva recomendada es la siguiente: 1) construcción de brocales guía; 2) excavación de tableros; 3) estabilización de la perforación con lodo bentonítico; 4) colocación de armaduras; 5) juntas con tubos metálicos; y 6) colado del muro con tubería Tremie.

6.4.1 Muros guía (pre trinchera) o Brocales.

Se recomienda construir un brocal de una altura de 1.5 m y de un ancho de 0.85 m. Algunas de las funciones que tiene la construcción de los elementos son las siguientes:

- Permite marcados y nivelaciones.
- Sirve de apoyo para las maniobras (tubo de junta, armaduras).
- Sirve de reserva de lodo al principio de la perforación.
- Asegura la estabilidad del suelo en superficie.
- Sirve de guía a los equipos de excavación.

6.4.2 Fluido para excavación (Lodo bentonítico).

Será necesario implementar en obra una planta de lodos o un proveedor que suministre el volumen mínimo por tablero. El lodo bentonítico será reciclable, después del colado del muro se hará pasar por una planta desarenadora previamente instalada. El volumen recuperado será aproximadamente del 60% que podrá usarse en el muro subsecuente.

Otra opción es que durante el colado del muro se tengan pipas de la capacidad suficiente para acarrear fuera de la obra el lodo extraído durante el proceso de colado. Para la elaboración del lodo, se deberá contar con una toma de agua que aporte un gasto mínimo del volumen de cada tablero; o en su defecto suministrar agua tratada en pipas.

6.4.3 Selección del equipo de perforación.

De conformidad con la profundidad de las zanjas y las características del suelo, se define cual es el equipo más adecuado para la excavación. En nuestro caso se recomienda utilizar una almeja hidráulica guiada. Esta máquina consta de una almeja operada hidráulicamente fijada a una barra metálica deslizante llamada Kelly que sirve de guía y control de la verticalidad del sistema.

Estos equipos van montados sobre dragas de 45 o más toneladas de capacidad y puedan alcanzar profundidades del orden de los 30 m. la cantidad de camiones de volteo deben ser suficientes para sacar fuera de obra el material producto de la excavación.

6.4.4 Perforación o excavación de zanjas.

Desde inicio de la excavación debe inyectarse lodo para evitar la socavación de la boca de la trinchera. Al sacar la herramienta con suelo, debe evitarse la caída de detritus y dejar escurrir el lodo sobrante en la zanja. Otro aspecto importante durante la excavación e la trinchera es cuidar la verticalidad de la herramienta de excavación, evitando desviaciones o inclinaciones en la trinchera, garantizando la verticalidad del muro.

No se debe dejar la trinchera totalmente excavada y estabilizada por mucho tiempo, no más de 24 hrs., antes de colar el muro. Se recomienda que la excavación se realice como sigue: primero se excavan las porciones laterales y finalmente la central, con el propósito de lograr simetría y conservar la verticalidad.

6.4.5 Colocación del armado.

Los aceros especiales y verticales deben dejar entre sí un espacio libre de 10 a 15 cm para el paso del concreto. Con objeto de garantizar una buena envoltura lateral, las armaduras tienen un ancho inferior al de la pared en unos 10 cm aproximadamente. Son necesarios centradores (rodillos o patines) y elementos de izado (asas, rigidizadores) para manipular y posicionar la armadura. Una vez colocada la parrilla se debe amarrar al brocal por medio de unas orejas, para evitar su flotación durante el colado.

6.4.6 Maniobras de izaje:

Esta maniobra es muy importante en el proceso de construcción de muro Milán y debe realizarse tratando de evitar la deformación de la parrilla de acero. Debe contarse con un balacín, que sujete al armado en varios puntos a la vez. Con este aditamento será introducido en la zanja cuidando que no quede asentada en el fondo de ella, es decir, debe mantenerse suspendida en el nivel correcto. Para evitar el efecto de flotación del esfuerzo que frecuentemente se presenta durante el proceso de colado, deberá anclarse al brocal colando barras transversales apoyadas en orejas de acero previamente colocadas en el brocal, que impida el movimiento ascendente del armado.

6.4.7 Centrado del acero de refuerzo.

En este caso es recomendable el uso de centradores tubulares (patines) hechos con base de perfiles PTR de 4" x 3". Se colocaran en la zanja apoyados en el brocal antes de proceder a instalar el armado y serán extraídos al momento de terminar el



colado o antes si este se ha retrasado por algún imprevisto y ya se ha iniciado el fraguado del primer concreto vaciado.

Terminada la excavación del primer tramo se introducen los tubos junta, de sección circular o trapezoidal, ligeramente inferior al ancho de la excavación. Llevada la excavación hasta su máxima profundidad de proyecto se colocarán las juntas metálicas; una por cada extremo que delimitan la longitud del muro, el largo de la junta será como mínimo 1.0 m mayor a la profundidad de desplante del muro; estos elementos tienen la función de formar el machimbre entre muros.

Para el manejo de estas piezas se utilizara una grúa con pluma. En la extracción de estas piezas se puede utilizar el mismo tipo de equipo pero además con patesca.

Se hace el colado con una tubería premie (columna de vaciado o trompa) bajo agua o lodo. La operación de vaciado no debe ser interrumpida: debe hacerse en una sola operación.

Se tardara a menudo el fraguado del concreto (en 10 horas como máximo) y se usan cadencias elevadas (hasta 50 m³/h de rendimiento). Más allá de 5 a 6 m de abertura, el concreto tiene poca fluidez horizontalmente y deben preverse 2 columnas.

El tubo debe llegar hasta 20 o 30 cm arriba del fondo de la excavación, para vaciar la primera carga de concreto, antes de realizar el primer vaciado debe colocarse un tapón (pelota) en el interior del tubo para que se empujado por el concreto, desaloje el lodo y sirva como seguro para evitar la penetración del lodo.

A continuación se mencionan algunos puntos importantes de este procedimiento:

- El diámetro de la tubería debe ser entre 8" a 12" y su longitud será de 3 m como máximo. Deberá ser lisa por dentro y por fuera para que el concreto fluya libremente y evitar atoramiento en el armado.
- Las uniones entre los tramos deben ser herméticas, no se permitirá que el lodo o agua penetre a través de ellas. Las cuerdas de cada tramo de tubería deben estar en perfecto estado para facilitar las maniobras de acoplado y desacoplado. Son recomendables las cuerdas de listón o trapezoidales.
- Antes de iniciar el colado se colocara un tapón deslizante dentro de cada línea de colado que puede ser pelota de vinil, o de poliestireno, que impida la contaminación del concreto con el lodo o agua al inicio del colado.
- El extremo inferior de las líneas de colado permanecerá ahogadas en el concreto cuando menos 1.5 m.
- El concreto debe ser con agregados de 19 mm como máximo y revenimiento de 18 + 2 cm.
- El colado deberá realizarse de manera continua evitando lapsos de espera prolongada que provoquen taponamientos en la tubería por el fraguado inicial del concreto.



6.4.8 Juntas.

Se observa un croquis de los elementos que comúnmente se emplean para moldear las juntas de los tableros del muro Milán, para lograr el machihembrado entre ellos. Son piezas generalmente metálicas que constan de un cuerpo tubular de sección rectangular, de ancho igual al muro Milán, que sirve de respaldo y rigidizador a la parte de la junta que deja una huella en el concreto del tablero. Esta parte es trapezoidal y en algunos casos tiene un pequeño canal para alojar una banda de PVC usada como sello entre tablero y tablero. Esta parte es trapezoidal y en algunos casos tiene un pequeño canal para alojar una banda de PVC usada como sello entre tablero y tablero.

Se aclara que estas juntas se emplean en tableros alternados. Se instalan inmediatamente después de terminar la excavación y antes de que se coloque el acero de refuerzo. Su extracción debe realizarse al concluir el colado, es importante determinar el momento en que es conveniente moverlas tomando en consideración el fraguado del concreto ya que pueden quedarse atrapadas cuando el concreto se endurece o bien provocar que el concreto fluya hacia el hueco que deja la junta cuando se le levanta si aún no tiene la resistencia adecuada. Se recomienda obtener testigos de fraguado de cada olla que se vacíe y cuidar el tiempo en que presente su fraguado inicial. En este momento se podrá mover ligeramente la junta para despegarla, repitiendo esta operación hasta que el concreto tenga auto-soporte y sean retiradas las juntas.

6.4.9 Machihembrado contra infiltraciones.

En varias zonas es factible que se presenten filtraciones entre juntas de muros; dependiendo de la aportación, se podrán “calafatear” o inyectar y se tratarán conforme se vaya excavando el núcleo y descubriendo muros.

6.5 Sistema de bombeo

El nivel de desplante del cajón de cimentación para un sótano estará a 6.0 m de profundidad y el nivel de aguas freáticas está a 3.0 m, lo cual genera un tirante de agua de 3 m.

La forma más económica de controlar la estanqueidad de la excavación con este tirante de agua es por medio de abatimiento del nivel freático con un sistema de bombeo profundo. El sistema recomendado es con pozos de bombeo a base de bombas de pozo profundo con electroniveles.

El objeto del bombeo profundo es trabajar en seco y controlar las expansiones durante la excavación y en el proceso de construcción de la cimentación, es necesario abatir el nivel freático, hasta una profundidad de 7.0 m en la periferia y de 8.0 m en los pozos centrales, lo anterior es obligado dado que el proyecto requiere una modificación en cuanto a su profundidad, que resulta ser mayor a la inicialmente



considerada. El nivel dinámico del agua en los pozos perimetrales se mantendrá a 7 m de profundidad y a 8 m en los pozos centrales.

En caso de no efectuarse se tendrá como consecuencia complicaciones en el proceso constructivo y el excedente de bombeo trae como resultado posibles asentamientos en la periferia, por lo que será necesario cuidar este aspecto con las recomendaciones establecidas a continuación y efectuar un abatimiento con un sistema de bombeo profundo, pues a mayor profundidad dentro del nivel freático mayor presión se genera en el fondo de la excavación.

- Será necesario implementar un sistema de bombeo mediante pozos perforados a 17 m con respecto al nivel de la banqueta. Su ubicación será en toda el área evitando se intersecte con algún elemento estructural.
- Los pozos tendrán un diámetro de 30 cm (12") y se perforarán con máquina rotatoria, equipada con broca del tipo de aletas o broca ahuer, inyectando agua a presión como fluido de perforación no se utilizarán lodos bentoníticos. Alcanzada la profundidad especificada se lavará el pozo, hasta que el agua de retorno salga limpia (*libre de lodo o arena*).

Posteriormente, en la perforación se colocará un ademe ranurado, formado por un tubo de PVC de 15 cm (6") de diámetro interior y sostenido por una armadura formada por 3 ángulos de $\frac{3}{4}$ por $\frac{1}{8}$. El ranurado será en toda su longitud, excepto en los 2.0 m superiores, y las ranuras serán de 1 mm de ancho, espaciadas 10 cm entre sí.

- El espacio anular entre el ademe y la pared del pozo se rellenará con gravilla de tamaños variables entre 5 y 10 mm, bien graduada (confitillo) de tamaño máximo que ocupe el área que se tenga entre la pared de la perforación y el ademe; para evitar que el material del filtro pase al interior del ademe, se deberá colocar una malla de mosquitero o fieltro de 300 g/m^2 alrededor del ademe.

Dentro del ademe se instalarán bombas de tipo eyector de 1" x 1 1/4" operadas a una presión de 4 kg/cm^2 o bombas sumergibles eléctricas de $\frac{1}{2}$ caballo; el nivel de succión de las mismas estará a 8.0 m de profundidad para los pozos interiores y en los de la periferia a 7.0 m, medidos con respecto a la superficie del terreno. El detalle de los pozos de bombeo profundo, dren y cárcamo se muestra en la Fig. 40.

- Se estima un total de 82 pozos con la posibilidad de que esta se reduzcan, de acuerdo al comportamiento de la excavación y de las etapas de excavación.
- Se colocaran 17 líneas de ocho pozos a lo largo del terreno, para cualquier sistema de ataguía seleccionado muro milán o tablestaca.
- Estos pozos se irán recortando conforme se efectuó la perforación.



- Los electroniveles se manejarán en la zona lateral a -7.0 m y en la central a -8.0 m.

Finalmente establecemos que deberá implementarse un sistema de instrumentación que permita monitorear el comportamiento de las colindancias y de la excavación antes, durante y después de haber terminado la excavación que alojará a la cimentación de la estructura de Interés.

Dado que dependiendo de la época en que se realicen los trabajos de excavación y ante la presencia de época de lluvias podría requerirse un sistema de bombeo de achique complementario, además del sistema de bombeo profundo para abatir el nivel freático, dado que la excavación estará por debajo del mismo.

DETALLE DEL SISTEMA DE BOMBEO PROFUNDO

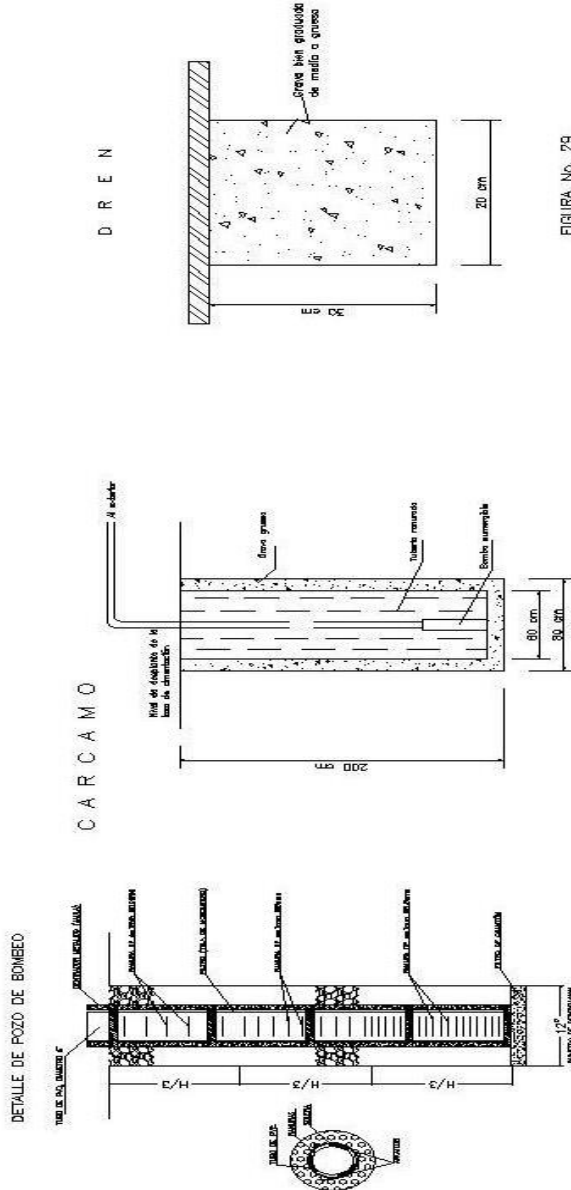


FIGURA No 40 DETALLE DEL SISTEMA DE BOMBEO.



El bombeo se iniciará 14 días antes de empezar la excavación de cualquiera de las etapas y se suspenderá conforme vaya avanzando la construcción del edificio, con el fin de reducir al mínimo las expansiones y mantener el menor tiempo posible el bombeo, según se describe a continuación.

El bombeo se mantendrá con el nivel de succión especificado de 8 m hasta que se termine de construir totalmente la losa-tapa del sótano; bajo estas condiciones, se levantará el nivel de succión a la profundidad de 7 m de los pozos, respectivamente. Cuando se termine de construir la losa de planta baja, el nivel de succión, se situará en la profundidad de 6.5 m en todos los pozos y después de construir la losa del nivel 2°, se suspenderá el nivel de succión. El bombeo se suspenderá, en todos los pozos, al terminarse de construir la losa del segundo nivel, procediéndose a cortar y sellar los pozos.

6.6 Excavaciones

La excavación total del proyecto podrá realizarse en dos o tres **etapas**, dado que el proyecto contempla la excavación a -6 m. **De no efectuarse de esta manera se puede generarse una falla de fondo** que pone en riesgo la estabilidad de la obra y sus colindancias.

El bombeo se efectuará en forma permanente y únicamente se suspenderá cuando la estructura llegue por lo menos a la construcción de la losa del primer nivel superior.

Se debe llevar un riguroso control de nivelaciones para vigilar el comportamiento de la excavación y sus colindancias, y en su momento tomar las medidas correctivas necesarias.

La cimentación deberá ser monolítica, muy independiente que la estructura a nivel cota cero hacia arriba tenga una junta constructiva.

Se presentaran posteriormente los diagramas de empujes para muros perimetrales de los sótanos para las colindancias con vía pública, estructuras de dos y tres niveles, respectivamente, así mismo presentarán los diagramas de empujes para diseño e instalación de troqueles.

6.7 Protección a colindancias

La excavación se podrá realizar en dos etapas en toda el área cubierta por el cajón de cimentación de la estructura, hasta la profundidad de desplante de 6.0 m a partir del nivel de banqueteta, iniciando al fondo del predio que será la primera etapa.

Se podrá realizar una excavación previa en todo el terreno de 1.20 m para retirar cimentaciones antiguas y rellenos.



La excavación se realizara dejando una berma perimetral con una banquetta de 1.0 m de ancho y taludes de 1:1 (horizontal: vertical) verificando mediante la topografía el levantamiento de los servicios públicos para no causar ningún percance.

- Las excavaciones necesarias para retirar todos los materiales de relleno de mala calidad existentes en el terreno y alojar al cajón de cimentación, deberán de realizarse del fondo del predio hacia su acceso, con el objeto de evitar su contaminación y su reblandecimiento.
- Las excavaciones se realizarán en dos etapas.
- La excavación central se efectuará con una retroexcavadora operando desde afuera del área excavada, debiendo llevarse como máximo a 0.15 m arriba del nivel máximo de excavación, este último tramo se excavará con herramienta manual, a base de pico y pala para evitar el remoldeo del material de apoyo de la plataforma de materiales mejorados.
- Todo el material producto de la excavación será retirado a donde lo indique, la dirección de obra, por ningún motivo podrá utilizarse como material de relleno mejorado.
- Cuando se alcance la máxima profundidad de excavación, se deberá afinar el fondo, lo cual implica retirar todo el material suelo producto de la excavación.
- En caso de que sea necesario y previo a la colocación del relleno controlado en las zonas de tuberías de drenaje, podrá colocarse una capa de 10 cm. de espesor de tezontle o grava que funcione como filtro y capa estabilizadora.
- Durante el proceso de excavación, se deberá cuidar los siguientes aspectos:
 - a) Cuando el material de relleno existente se encuentre en estado muy suelto, las paredes de la excavación deberán mantener el talud de reposo natural de dicho material y en caso necesario protegerlo mediante un repellado para evitar que pierdan humedad y por consiguiente su estabilidad.
 - b) En caso de detectar alguna cimentación antigua dentro del área de excavación, estas se deberán de extraer en su totalidad, y si la profundidad de dichas cimentaciones es mayor que la recomendada, las capas ó zanjas se rellenarán con tepetate, compactándose al 90% de la prueba proctor estándar.
 - c) Deberán evitarse las sobre excavaciones, lo cual se corrige llevando un control de niveles con respecto a un banco de nivel, localizado fuera del área de influencia de la obra en cuestión, estos niveles se deberán referenciar a señales (palomas) en los muros colindantes.



d) Las filtraciones de agua de las colindancias hacia la excavación es muy frecuente, provocando saturamiento en los materiales excavados y sobre todo en el fondo (material aguachinado), en tal caso, se deberá orear la zona afectada y posteriormente colocar un material granular. El fondo de la excavación en el área afectada deberá de sobre excavarse un máximo de 20 cm, y un mínimo de 10 cm con respecto a la máxima profundidad recomendada, la sobre excavación se tratará agregando una capa combinada de grava-tepetate con un proporcionamiento del 70 y 30% respectivamente, compactándose hasta alcanzar el nivel de excavación recomendado.

e) Terminada la excavación se revisará el fondo de las misma, cuidando que no presente material suelto producto de la excavación, que no se tengan rellenos de mala calidad a nivel de desplante y que las características de resistencia de los materiales sea la señalada, si se llegara a presentar algunos de los casos, se deberá profundizar la excavación en capas de 5 cm y solicitar la asesoría de Mecánica de Suelos.

f) Previo a la colocación de la cimentación, deberán preverse las instalaciones hidráulicas y sanitarias, así como la construcción de registros y de cisternas de almacenamiento de agua.

g) No debe permitirse por ningún motivo excavaciones posteriores a la colocación de la cimentación y sobre todo cuando ya se tengan coladas las losas de planta baja y primer nivel, la realización indebida de estas excavaciones provocan serios problemas de estabilidad del mejoramiento, que se reflejan en movimientos bruscos de la estructura y la presencia de grietas y fisuras en muros.

h) El proceso de excavación de las zonas de colindancia, se realizará con una estructura de contención constituida por muro Milán colado en el sitio, de acuerdo con el procedimiento mencionado anteriormente.

6.8 Rellenos

El material que se empleará para rellenar el espacio entre el talud y el muro estructural, será arena limosa (tepetate), producto de banco, debiendo cumplir con las características siguientes:

Límite líquido	30% máximo (<i>no plástico</i>)
Porcentaje de material que pasa a la malla No. 200	
Partículas no mayores de	30% máximo 7.56 cm (3")

El relleno se colocará en capas de 20 cm de espesor, compactadas al 90% con respecto a la Norma AASHTO estándar T 99-74, variante "A" y energía específica de 6.02 kg-cm/cm³. Las últimas dos capas del relleno deberán compactarse al 95% con respecto a la misma prueba.



6.9 INSTRUMENTACION

A continuación se presentan las recomendaciones de instrumentación que se sugiere implementar durante la construcción de la cimentación y del piso terminado.

Previamente al inicio de los trabajos de excavación, se instrumentará el suelo que rodeará a la excavación para verificar que la construcción se realice dentro de la seguridad proyectada así como para advertir el desarrollo de condiciones de inestabilidad, y obtener información básica del comportamiento del suelo, que comparado con el previsto en el diseño, permita concluir sobre la confiabilidad del mismo.

Mediante la instrumentación se observará el comportamiento de la masa de suelo en la que efectuará la excavación antes, durante y después de concluida la construcción, a través de la determinación de la evolución con el tiempo de las deformaciones verticales y horizontales, en los puntos más representativos en la masa del suelo.

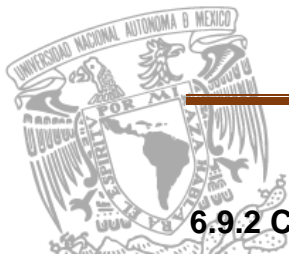
Se instalarán referencias superficiales constituidas por bancos de nivel superficiales. La información recopilada de la instrumentación debe ser constantemente examinada e interpretada por un ingeniero especialista en mecánica de suelos para asegurarse que se obtiene con ella la utilidad que se le consideró.

Los instrumentos de medición se deben instalar siguiendo las recomendaciones que se describen a continuación en los que también se indica la frecuencia de las mediciones.

6.9.1 Referencias superficiales.

Tendrán por objeto medir los desplazamientos horizontales y verticales que ocurren en la superficie del terreno que circundará la excavación. Estas mediciones permiten detectar oportunamente el desarrollo de condiciones de inestabilidad, ó bien deformaciones inadmisibles.

Las referencias superficiales son puntos fijos de la superficie del terreno que se instalarán definiendo líneas de colimación paralelas al borde de la excavación, observando las líneas de colimación con un tránsito, se detectan los desplazamientos horizontales, mientras que con nivel óptico se determinan los desplazamientos verticales.



6.9.2 Criterios de instalación.

Los testigos superficiales se instalarán principalmente definiendo líneas de colimación, apoyadas en dos puntos de referencia fijos, alejados de los extremos de la excavación para evitar que sufran desplazamientos durante los procesos de construcción. Las líneas de colimación serán paralelas al borde de excavación, señalando una a cada lado de la excavación, en la colindancia con la vía pública; la separación entre testigos superficiales será de 5 metros.

Todas las referencias deberán instalarse antes de la excavación, según los procedimientos que se describen a continuación:

a) Testigos superficiales.

- Se trazan las líneas de colimación paralelas a la excavación y a las distancias recomendadas.
- Se marcarán los testigos con su clave de identificación y se protegen hasta que haya fraguado el mortero.

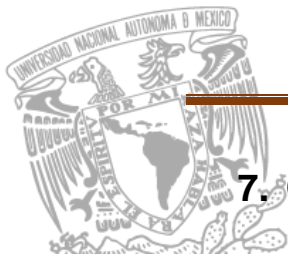
6.9.3 Procedimiento de medición.

El tránsito que se utilice deberá tener plomada óptima de centrado y precisión de 15 seg.; las mediciones se harán dos veces en cada posición del aparato. Es indispensable que se compruebe frecuentemente el ajuste del eje vertical del aparato. El nivel topográfico deberá ser de precisión, con radio de curvatura de 20 m y amplificación de 25 diámetros. Las nivelaciones serán diferenciales, con el aparato nivelado equidistante a los puntos de medición y lecturas máximas a 100 m, utilizando estadales con un nivel de burbuja y graduados en milímetros; las mediciones se efectuarán cuando la reverberación sea mínima.

Los desplazamientos horizontales se registrarán con la ayuda del tránsito y la regla metálica, colocándola en cada una de las ranuras de las cabezas de los tornillos, deslizándola horizontalmente hasta que la línea coincida con la línea de colimación. En la escala posterior de la regla, el cadenero medirá el desplazamiento horizontal entre la marca del perno y la mira; la medición se realizará con aproximadamente de ± 0.5 mm.



CONCLUSIONES GENERALES



7. CONCLUSIONES GENERALES.

Se proyecta la construcción de un centro comercial denominado “Paseo Vallejo”, que se proyecta construir en un predio ubicado en las esquinas que forman la calle de Poniente 122 #430, La Avenida Norte 35, La Calle de Poniente 128 y la Avenida Calzada Vallejo, en la Colonia industrial Vallejo, en la delegación Azcapotzalco, en México D.F.

El predio de interés se localiza en el Nor-Poniente del Área Urbana del valle de México, en la Zona de Transición, según la regionalización hecha por Del Castillo², pero particularmente se denomina Zona de Transición Baja donde superficialmente con espesor de 3.0 m, se tiene la costra superficial con suelos arcillosos, limosos o arenosos, con contenido de agua bajo, de consistencia blanda. Bajo estos suelos se encuentra una capa de arcilla lacustre de alta compresibilidad cuyo espesor aumenta conforme se oriente hacia el centro de la zona lacustre, intercalada por capas de arena y limo, compactas. Finalmente subyaciendo a estos suelos se tienen los depósitos profundos constituidos por materiales resistentes característicos de la formación Tarango.

De acuerdo a las características estratigráficas de los depósitos del subsuelo y a la zonificación geotécnica de la Ciudad de México el predio de interés se encuentra en la zona II, Zona de Transición, a la que corresponde un coeficiente sísmico de 0.32.

El nivel de aguas freáticas se detectó a 3.50 m de profundidad en la fecha en que se realizó la exploración.

Para el diseño sísmico del edificio, deberá de considerarse un coeficiente sísmico de 0.32, dado que el predio de interés se ubica en la zona denominada geotécnicamente de Transición.

Considerando las características del centro comercial proyectado y las propiedades estratigráficas y físicas del subsuelo del sitio, en particular la existencia de depósitos arcillosos de alta compresibilidad y baja resistencia, al esfuerzo cortante, esfuerzos de preconsolidación y la presión neta que transmitirá al suelo, se establece lo siguiente:

Tipo de cimentación. El tipo de cimentación que se juzga más adecuado para el centro comercial proyectado será de tipo mixto, que consta de un cajón apoyada en pilas desplantadas en la toba resistente, de fuste recto, coladas bajo lodos bentoníticos.

² DEL CASTILLO, M.R: “EL SUBSUELO Y LA INGENIERÍA DE CIMENTACIONES EN EL ÁREA URBANA DEL VALLE DE MÉXICO”, SIMPOSIO MÉXICO, MARZO DE 1978.

Profundidad de desplante. La profundidad de desplante para las pilas será apoyada a 25 m y 30 m de profundidad con respecto al nivel actual del terreno.

Capacidad de carga de las pilas. Las pilas se dimensionarán empleando la gráfica de la figura 38, donde se muestra la capacidad de carga contra el diámetro de la pila.

Para el diseño de las pilas se deberá considerar que el Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal indica tomar la carga que resulte mayor de las siguientes condiciones:

Condiciones estáticas, que considera la combinación de cargas permanentes más carga viva con intensidad máxima, más el peso de la cimentación, afectadas por un factor de carga de 1.5.

Condiciones dinámicas que considera la combinación de cargas permanentes más carga viva con intensidad instantánea y acción accidental más crítica (incremento de carga provocado por el momento de volteo debido a sismo) más el peso de la cimentación, afectados por un factor de carga de 1.1

Una vez determinada la combinación de cargas que resulte mayor se determinara el diámetro de la pila, empleando la gráfica de capacidad de carga de las pilas, mostrada en la figura 38.

La expansión durante la excavación es de 8.65 cm, se recomienda reducir al máximo el tiempo de exposición de la excavación para evitar que se generen mayores expansiones e inestabilidad en los taludes colindantes que puedan dañar a las instalaciones vecinas.

Para conocer el comportamiento de la estructura el Reglamento de Construcciones recomienda instalar referencias de nivelación para conocer los movimientos verticales que se produzcan desde el inicio de la obra. Se correrán nivelaciones semanales durante la construcción de la cimentación y terminada esta, las referencias se fijarán en columnas o muros de la superestructura. Finalmente estas nivelaciones se continuarán en forma semestral por un periodo de cinco años, o cuando se presente la eventualidad de un sismo.

Las nivelaciones deberán referirse a un banco de nivel instalado fuera de la influencia de las áreas cargadas.

Cuando por condiciones extraordinarias se requiera la ejecución de una excavación, ya colocado el mejoramiento, se solicitará la asesoría de Mecánica de Suelos.

Los instrumentos de medición se deben instalar siguiendo las recomendaciones del capítulo 6.9.

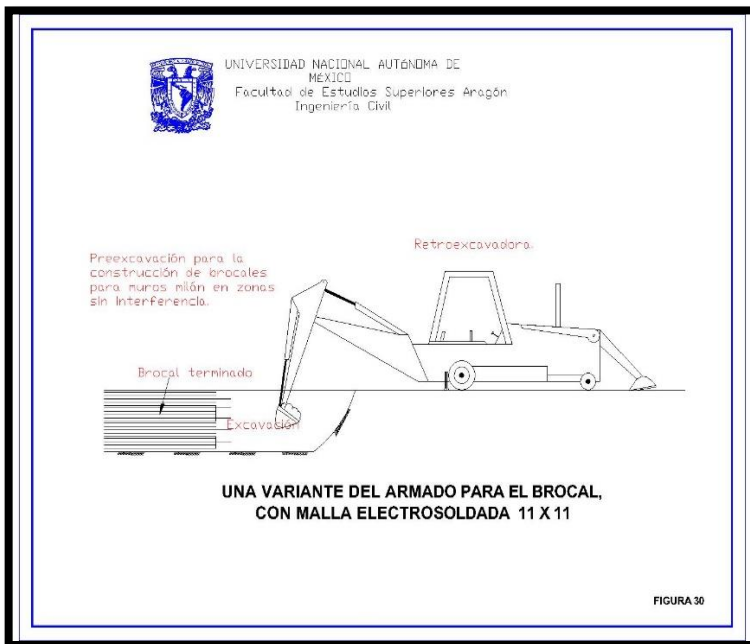
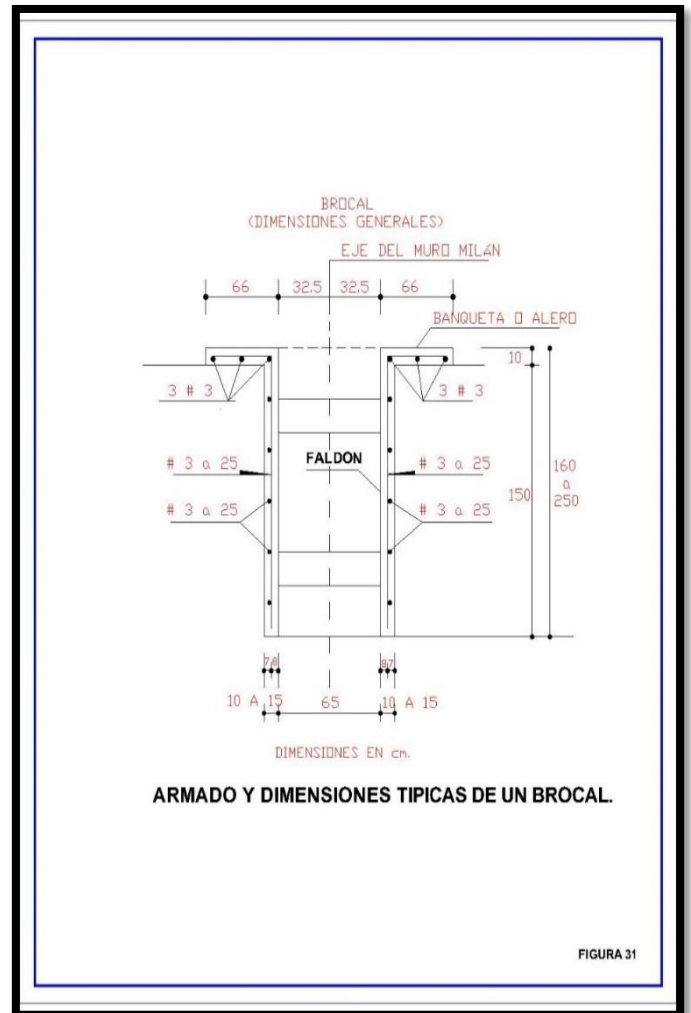


REFERENCIAS.

1. Tamez, Enrique (1987). Manual de Diseño Geotécnico. Vol. 1. COVITUR.
2. Holguín, Ernesto. (1992). Diseño Geotécnico de Cimentaciones. TGC geotecnia, S.A.
3. Departamento del Distrito Federal (1991). Normas Técnicas Complementarias para Diseño y Construcción de Cimentaciones.
4. Santoyo, Enrique, et al. (1989). El cono en la exploración geotécnica. TGC, S.A.
5. De Alba P, 1992. "Low-strain shear modulus from penetrometer tests", Proc. Of the Meeting of the International Committee of Foundation Performance During Earthquakes and its Influence on Building Codes, SMMS, pp 1-15.
6. Ohta y Goto N, 1976. Estimation of S-Wave velocity in terms of characteristic indices of soils", Butsuri-Tanko, Vol 29, pp 34-41.
7. Ovando E y Romo M P, 1991. "Estimación de la velocidad de ondas S en arcilla de la ciudad de México con ensayos de cono", Sismodinámica, 2.
8. Sánchez J M, 1995. "Propiedades dinámicas de las arcillas de la Sonda de Campeche, Tesis de licenciatura, Facultad de Ingeniería, BUAP.
9. Romo M P, 1990 "Comportamiento dinámico de la arcilla de la ciudad de México y su repercusión en la ingeniería de cimentaciones", Memoria del Simposio El Subsuelo de la Cuenca del Valle de México y su Relación con la Ingeniería de Cimentaciones a Cinco Años del Sismo, septiembre, pp 83-94.
10. Romo M P y Ovando E, 1996. "Modelling the dynamic behavior of Mexican clays", Proc. XI International Conference on Engineering, Acapulco, México.



FIGURAS





UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
Facultad de Estudios Superiores Aragón
Ingeniería Civil

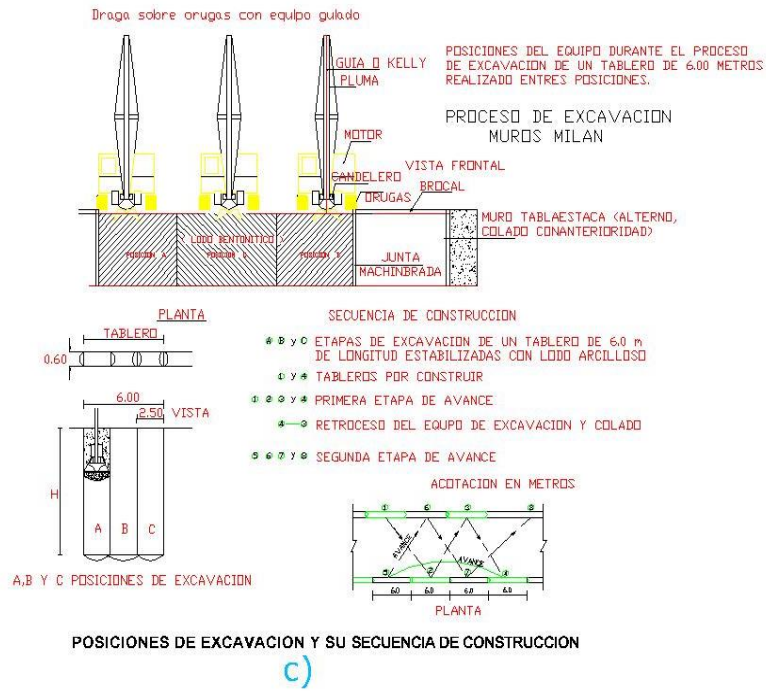
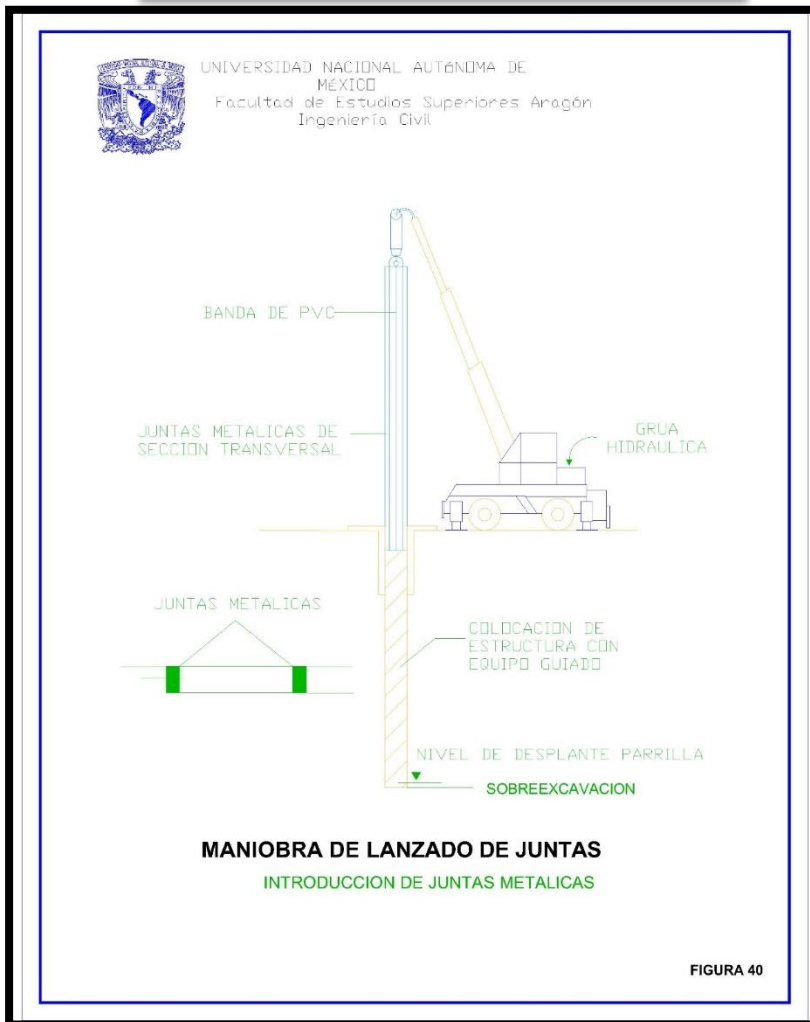
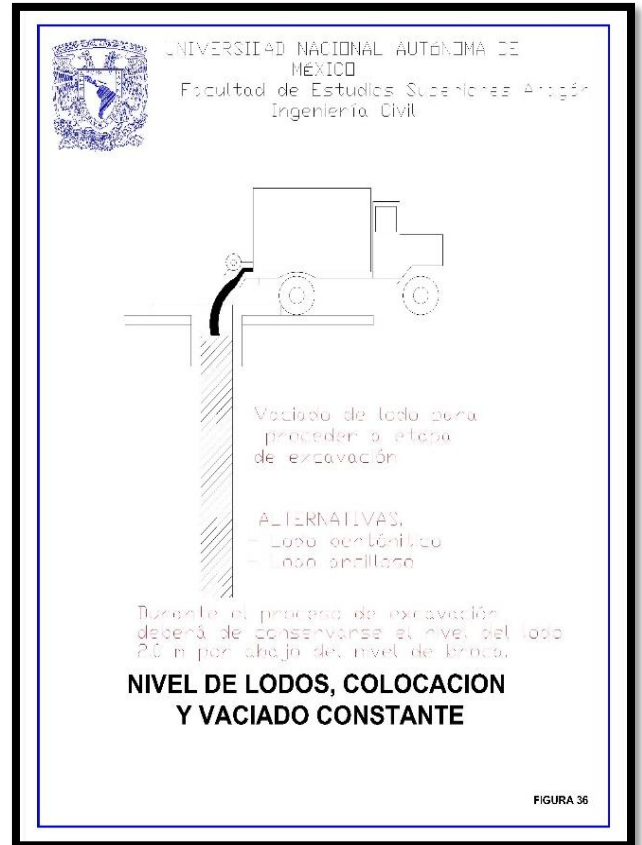
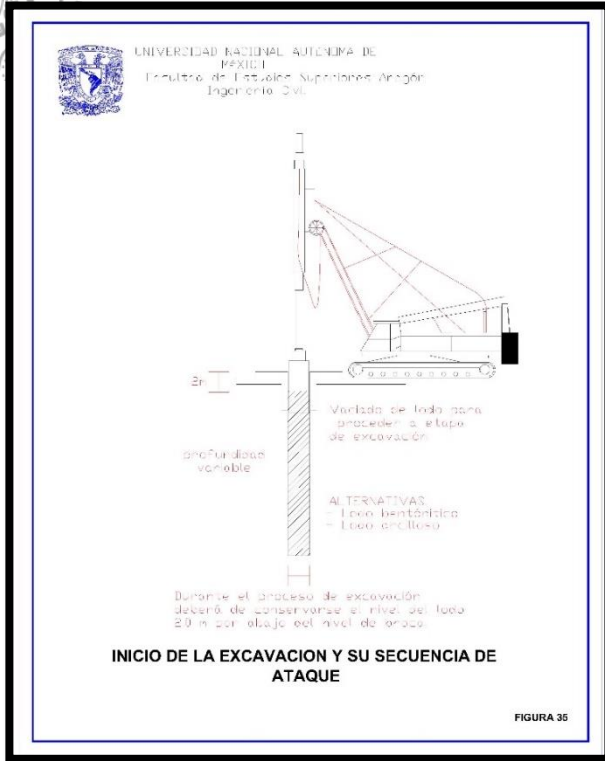
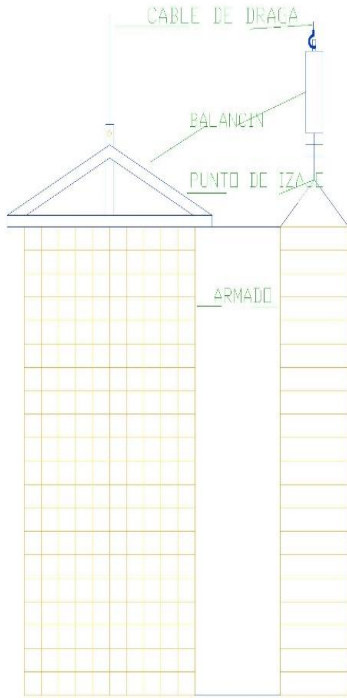


FIGURA 34





UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MEXICO
Facultad de Estudios Superiores Anágon
Ingeniería Civil



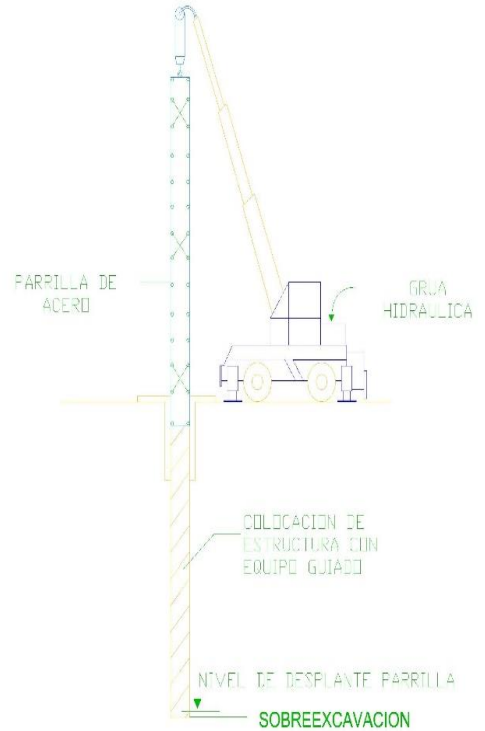
**IZADO DEL ARMADO DE ACERO DE REFUERZO
CON BALANCI, PARA EVITAR DEFORMACIONES**

EMPLEO DE BALANCI CON 6 PUNTOS DE IZAJE PARA EL MANEJO
DE LOS ARMADOS

FIGURA 41



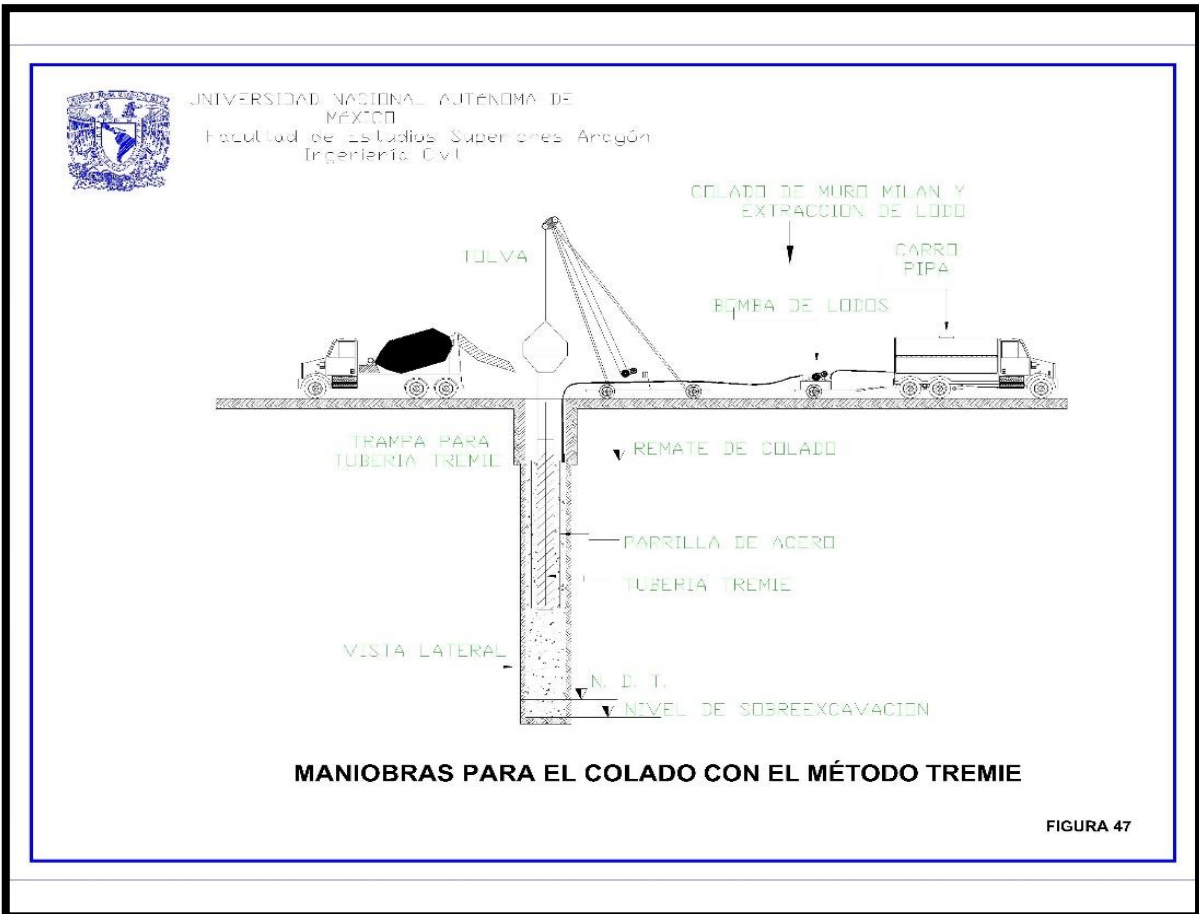
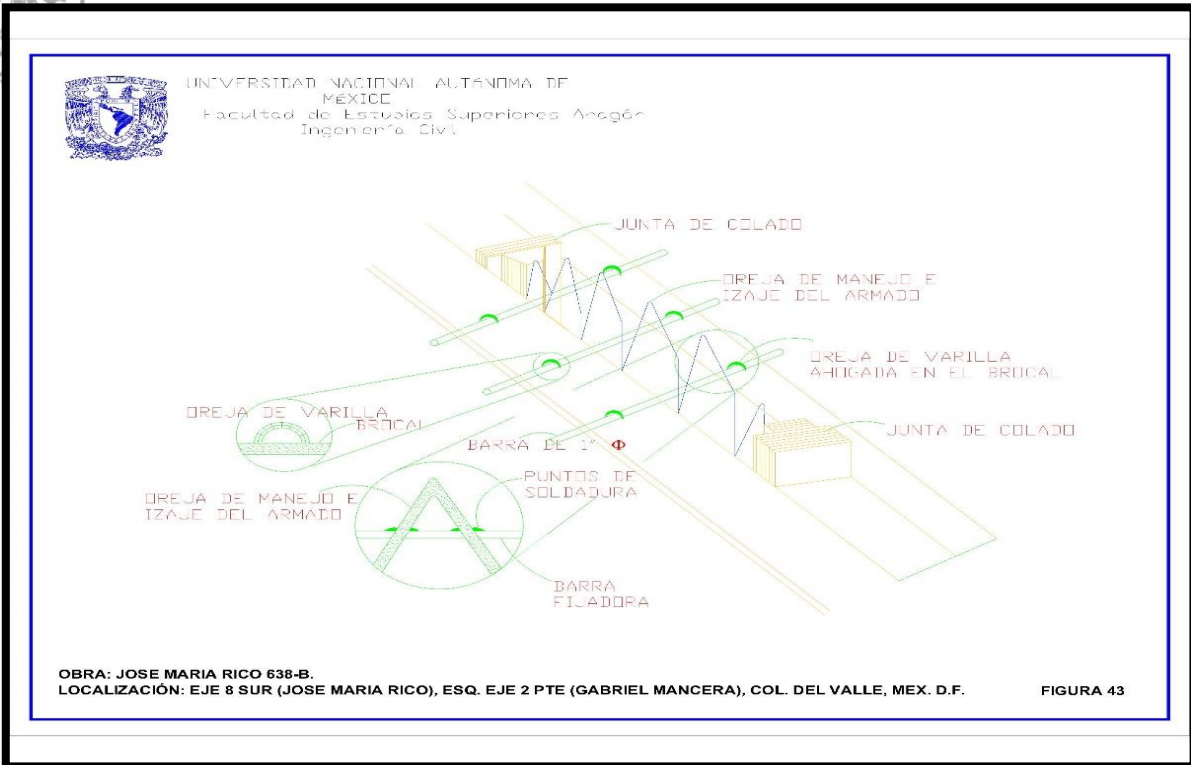
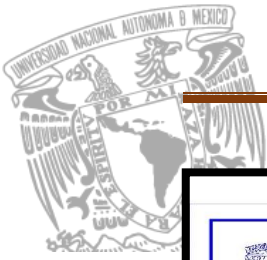
UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MEXICO
Facultad de Estudios Superiores Anágon
Ingeniería Civil



MANIOBRA DE LANZADO DEL ARMADO

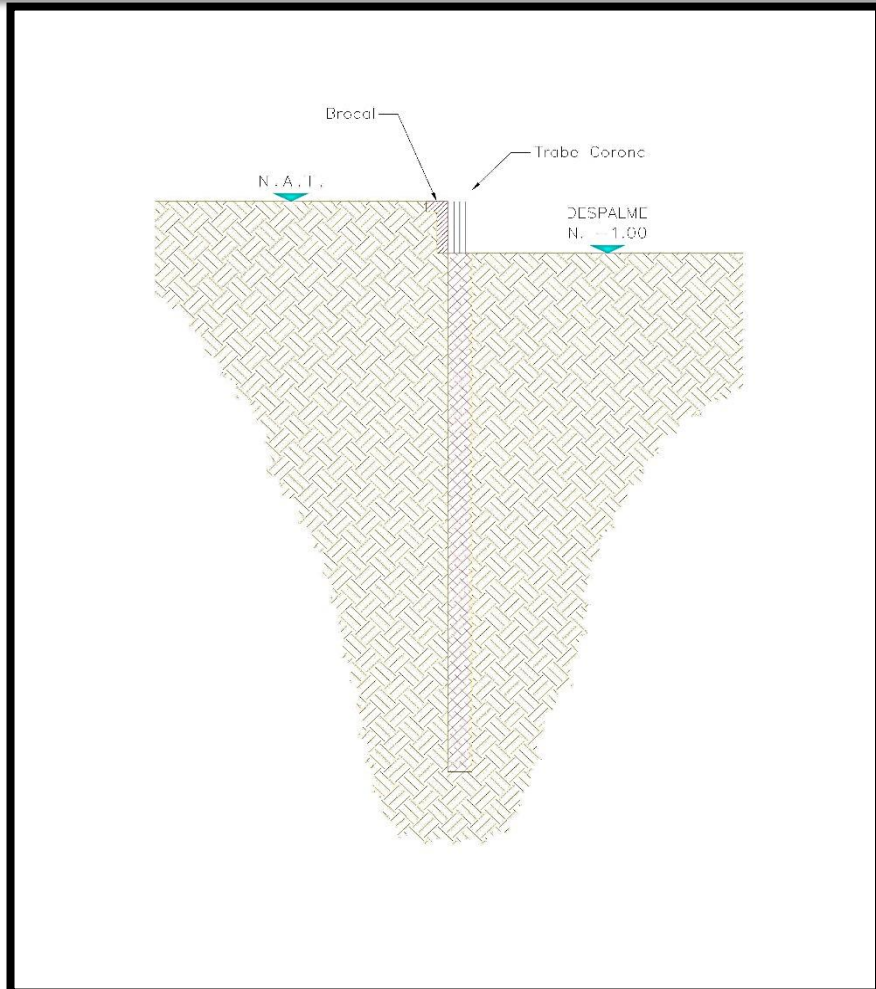
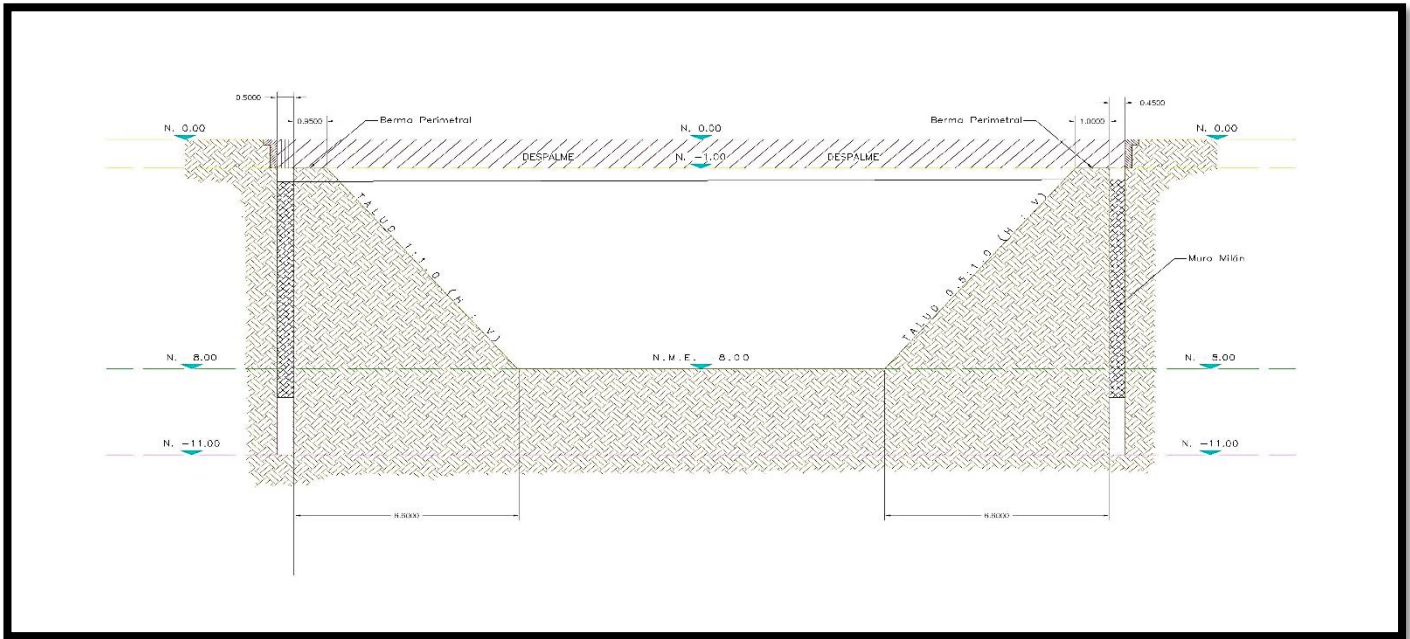
INTRODUCCION DE FARRILLA DE ACERO

FIGURA 42

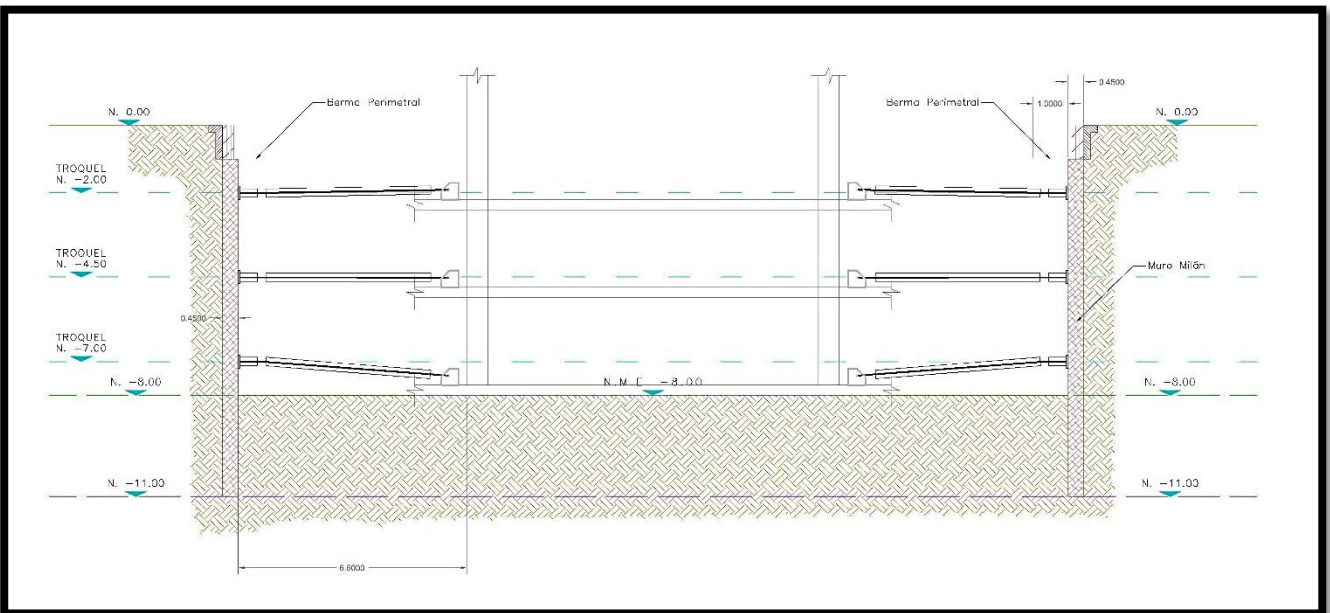
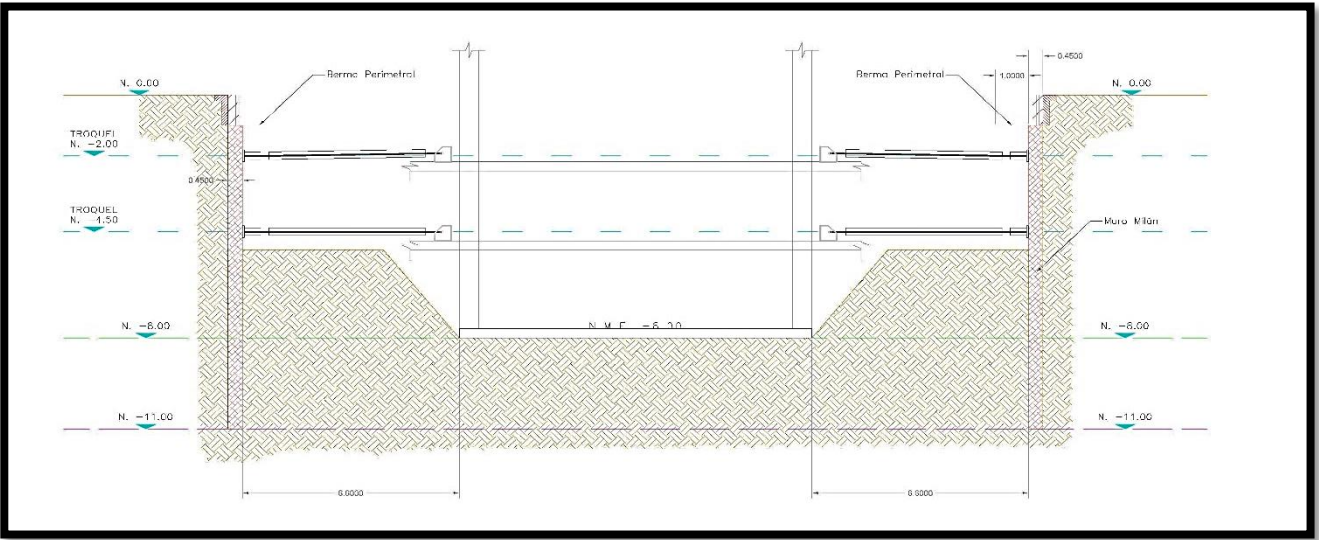
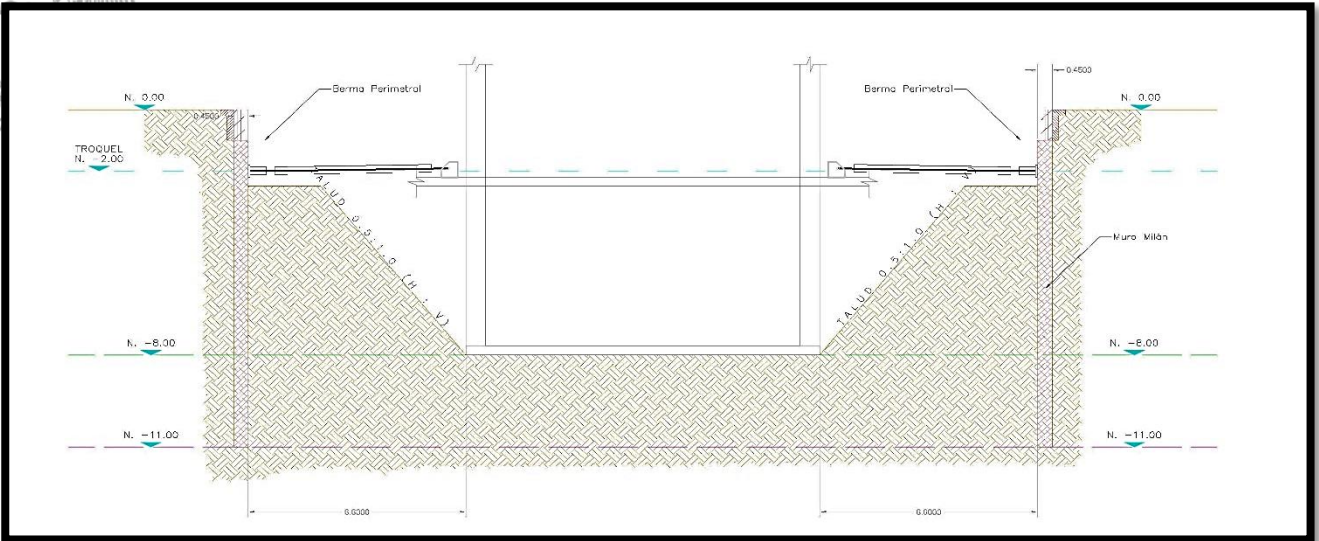




EXCAVACIONES, BERMAS PERIMETRALES Y TROQUELAMIENTOS



ALTERNATIVA DE CIMENTACIÓN Y PROCESO CONSTRUCTIVO



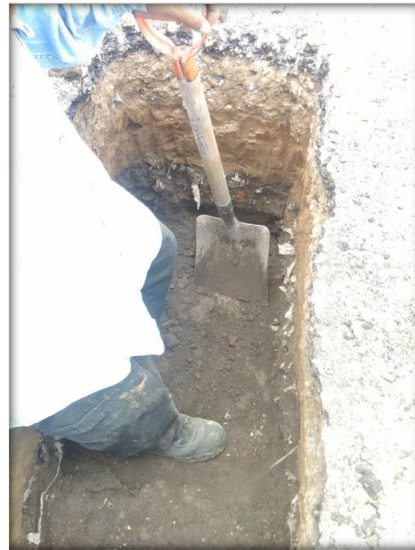


Anexo I

REPORTE FOTOGRAFICO



INICIO DE LA EXCAVACIÓN DEL POZO A CIELO ABIERTO No.1



VISTA INTERIOR Y DE LA ESTRATIGRAFÍAS LOCALIZADAS.

PCA No.1:

0.00-0.05m: CARPETA ASFALTICA.

0.05-0.18m: GRAVAS EMPACADAS DE ARENA LIMOSA CAFE CLARO.

0.18-0.40m: LIMO CON POCA ARENA FINA CAFE Y GRUMOS DEL MISMO.

0.40-1.15m: ARCILLA LIMOSA GRIS CON POCA ARENA FINA, PEDACERIA DE PLASTICOS, CONCRETO Y ALAMBRES.

1.15-2.00m: LIMO GRIS OSCURO CON PEQUEÑAS OQUEDADES DE CONSISTENCIA MEDIA (MATERIAL NATURAL).





POZO A CIELO ABIERTO No.2



PCA No.2:

0.00-0.07m: CARPETA ASFALTICA.

0.07-0.24m: GRAVAS EMPACADAS DE ARENA LIMOSA CAFE CLARO.

0.24-0.40m: LIMO CAFE CON POCA ARENA FINA Y GRUMOS DEL MISMO.

0.40-1.70m: LIMO POCO ARCILLOSO GRIS OSCURO CON ESCASA ARENA, PLASTICOS Y TABIQUE ROJO MUY AISLADOS.

1.70-2.05m: LIMO GRIS CON PEQUEÑAS OQUEDADES DE CONSISTENCIA BLANDA. (MATERIAL NATURAL)

NOTA: DE 0.48 A 0.72m. HAY UN TUBO DE DRENAJE.



VISTA DE LA EXCAVACION REALIZADA PCA No.2



POZO A CIELO ABIERTO No. 3

PCA No.3:

- 0.00-0.10m:** CARPETA ASFALTICA.
- 0.10-0.21m:** ARENA POCO LIMOSA CAFE CLARO CON GRAVAS.
- 0.21-0.40m:** LIMO CAFE CON POCA ARENA FINA Y GRUMOS DEL MISMO.
- 0.40-0.55m:** LIMO CON POCA ARCILLA GRIS OSCURO, PEDACERIA DE PLASTICOS, VIDRIOS Y TABIQUE ROJO.
- 0.55-0.70m:** ARENA GRUESA PUMITICA CAFE CLARO POCO LIMOSA Y GRAVAS DEL MISMO.
- 0.70-1.40m:** LIMO CAFE GRISACEO OSCURO CON PEQUEÑAS OQUEDADES.
- 1.40-2.00m:** LIMO GRIS CLARO CON PEQUEÑAS OQUEDADES. (DE CONSISTENCIA MEDIA).



POZO A CIELO ABIERTO No.4



POZO A CIELO ABIERTO No.5



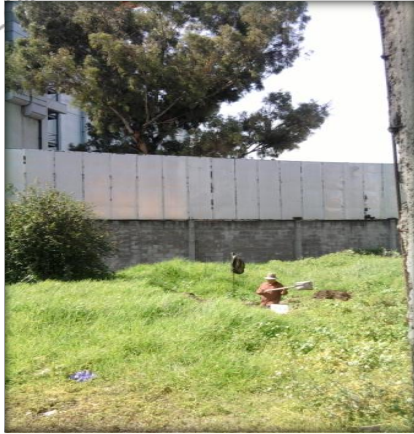
MUESTRA CUBICA REPRESENTATIVA
INALTERADA MOMENTOS EN QUE ES LABRADA
Y EMPACADA PARA SER TRASLADADA AL
LABORATORIO CENTRAL.



POZO A CIELO ABIERTO No.6



**PCA No.6.- MUESTRA CUBICA
INALTERADA. LABRADA Y EMPACADA
PARA SER TRASLADADA AL
LABORATORIO CENTRAL.**



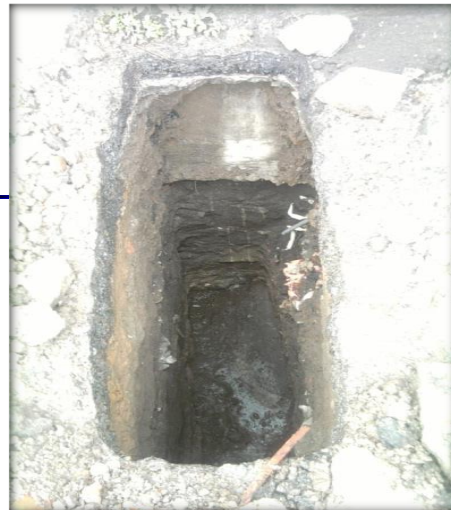
POZO A CIELO ABIERTO No.7



PCA No.7:

0.00-1.50m: LIMO ARENOSO GRIS CON PEDACERIA DE CONCRETO, TABIQUE ROJO, PLASTICOS, VIDRIOS Y RAICILLAS.

1.50-2.00m: LIMO GRIS OSCURO CON PEQUEÑAS OQUEDADES, TEPALCATES Y FISURAS NATURALES.

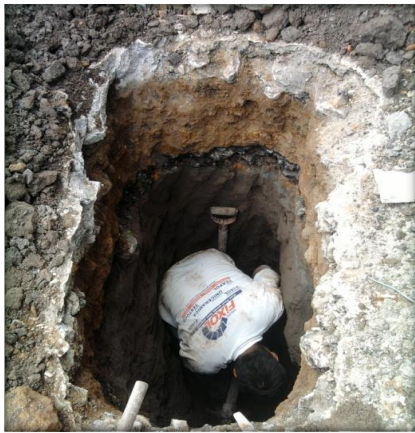


PCA No.8:

0.00-0.14m: CARPETA ASFALTICA.

0.14-0.36m: ARCILLA POCO LIMOSA CAFE CLARO CON ARENA Y GRAVAS.

0.36-3.20m: ARCILLA POCO LIMOSA GRIS OSCURO CON PEDACERIA DE PLASTICOS, VIDRIOS, TABIQUE ROJO, CONCRETO, MADERA Y ALAMBRES.



PCA No.9:

0.00-0.14m: CARPETA ASFALTICA.

0.14-0.46m: LIMO ARENOSO CAFE CLARO CON BOLEOS DE 3".

0.46-0.54m: CARPETA ASFALTICA.

0.54-0.80m: LIMO ARENOSO GRIS CON PEDACERIA DE CONCRETO, TABIQUE ROJO, PLASTICOS Y VIDRIOS.

0.80-1.50m: ARCILLA LIMOSA CAFE GRISACEO OBSCURO CON ESCASA ARENA FINA Y PEDACERIA DE TEPALCATES AISLADOS.

1.50-2.10m: LIMO GRIS OBSCURO CON FOSILES Y PEQUEÑAS OQUEDADES.



PCA No.10:
0.00-0.08m: CARPETA ASFALTICA.
0.08-0.21m: ARENA POCO LIMOSA CAFE GRISACEO CON GRAVILLAS.
0.21-0.39m: LIMO CAFE CLARO CON ARENA PUMITICA Y GRAVAS.
0.39-0.55m: LIMO ARENOSO GRIS OSCURO CON PEDACERIA DE PLASTICOS, CONCRETO, TABIQUE ROJO, ALAMBRE Y GRAVAS.
0.55-1.25m: LIMO ARCILLOSO GRIS CON FOSILES Y PEQUEÑAS OQUEDADES.
1.25-2.00m: ARCILLA LIMOSA GRIS OSCURO CON PEQUEÑAS OQUEDADES, TEPALCATES Y FISURAS NATURALES.



PCA No.11:
0.00-0.10m: CONCRETO SIMPLE.
0.10-1.20m: ARCILLA LIMOSA GRIS OSCURO CON PEDACERIA DE CONCRETO, TABIQUE ROJO, VIDRIOS, PLASTICOS(MATERIAL DE RELLENO).
HAY UNA ZAPATA CORRIDA A LOS 0.80m Y UN PISO DE CONCRETO A 1.20m.



PCA No.12:
0.00-0.16m: CONCRETO SIMPLE.
0.16-0.30m:LIMO ARENOSO CAFE.
0.30-0.90m: LIMO POCO ARCILLOSO GRIS CON PEDACERIA DE TABIQUE ROJO, CONCRETO, GRAVAS Y PLASTICOS.
0.90-2.00m: LIMO CAFE GRISACEO OSCURO CON PEQUEÑAS OQUEDADES Y PEDACERIA DE PLASTICOS.
2.00-2.60m:LIMO GRIS CLARO CON FOSILES Y PEQUEÑAS OQUEDADES.



POZO A CIELO ABIERTO No.13



VISTA PANORAMICA INTERIOR DE LA NAVE INDUSTRIAL DONDE SE REALIZO EL **PCA No.14**



PCA No.14:

0.00-0.17m: CONCRETO SIMPLE.

0.17-0.57m: LIMO ARCILLOSO CAFE CON POCA ARENA, GRAVILLAS Y GRAVAS.

0.57-0.69m: CARPETA ASFALTICA.

0.69-0.86m: ARCILLA LIMOSA CAFE GRISACEO CON ARENA, GRAVILLAS Y GRAVAS AISLADAS.

0.86-1.10m: ARCILLA LIMOSA GRIS OSCURO CON POCA ARENA FINA, PEDACERIA DE TEPALCATES, VIDRIOS Y PLASTICOS. (MATERIAL CONTAMINADO CON PETROLEO).

1.10-1.40m: LIMO ARCILLOSO GRIS OSCURO CON ESCASA ARENA FINA, MICAS Y PEQUEÑAS OQUEDADES.

1.40-2.00m: LIMO GRIS VERDOSO OSCURO CON ESCASA ARENA FINA Y PEQUEÑAS OQUEDADES.



POZO A CIELO ABIERTO No.15



PCA No.15:

0.00-0.14m: CARPETA ASFALTICA.

0.14-0.29m: ARENA LIMOSA CAFE CON GRAVILLAS Y GRAVAS.

0.29-0.40m: LIMO CAFE CLARO CON POCA ARENA FINA Y GRAVILLAS AISLADAS.

0.40-0.60m: ARCILLA LIMOSA GRIS OBSCURO CON POCA ARENA, PEDACERIA DE TABIQUE ROJO, COCNETO, PLASTICOS Y ALAMBRES.

0.60-1.25m: ARCILLA LIMOSA GRIS OBSCURO CON ESCASA ARENA FINA Y PEQUEÑAS OQUEDAES.

1.25-2.15m: LIMO GRIS CLARO CON FOSILES Y PEQUEÑAS OQUEDAES.

NOTA: SE ENCONTRO FALLA GEOLOGICA.



EJECUCIÓN DEL SONDEO MIXTO SM-1.



BROCA TRICONICA EMPLEADA PARA EL AVANCE DE PERFORACIÓN





MUESTREADOR DE PARED DELGADA (TUBO SHELBY). SONDEO MIXTO SM-1.



MUESTRAS REPRESENTATIVAS ALTERADAS OBTENIDAS A DIFERENTES PROFUNDIDADES CON EL MUESTREADOR TIPO TUBO PARTIDO.



LLEGADA Y POSICIONAMIENTO DE LA MAQUINA LONG YEAR 34 PREVIO A LOS TRABAJOS DE PERFORACIÓN DENOMINADO SONDEO MIXTO SM-2.



EJECUCIÓN DEL SONDEO MIXTO SM-2.



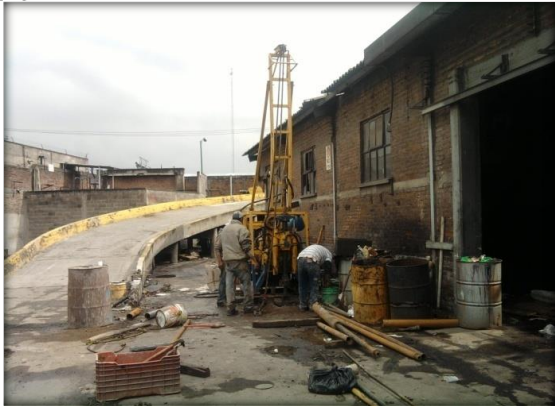
MOMENTO EN QUE ES CLASIFICADA Y EMPACADA MUESTRA ALTERADA OBTENIDA CON EL MUESTREADOR TIPO TUBO PARTIDO.



SONDEO MIXTO SM-2.



INSPECCION, CLASIFICACIÓN Y REGISTRO DE LOS MATERIALES ENCONTRADOS SONDEO MIXTO SM-2.



EJECUCIÓN DEL SONDEO MIXTO SM-3.





VISTA DE MANIOBRA DE DESACOPLAMIENTO DEL TUBO PARTIDO PREVIO A LA EXTRACCIÓN DE MUESTRA ALTERADA RECUPERADA OBTENIDA.



SONDEO MIXTO SM-3.





MANIOBRA DE POSICIONAMIENTO HACIA LA UBICACIÓN DEL **SONDEO MIXTO SM-4**.



INICIO DE LOS TRABAJOS DE PERFORACIÓN **SONDEO MIXTO SM-4**.



EJECUCIÓN DEL SONDEO MIXTO SM-4.



MUESTREADOR DE PARED DELGADA (TUBO SHELBY).





LLEGADA Y MANIOBRA DE POSICIONAMIENTO HACIA LA EJECUCIÓN DEL SONDEO MIXTO SM-5.



SONDEO MIXTO SM-5.



BROCA TRICONICA EMPLEADA PARA EL AVANCE DE PERFORACIÓN PREVIO AL HINCADO DEL TUBO PARTIDO.



SONDEO MIXTO SM-5.



MUESTRA REPRESENTATIVA ALTERADA OBTENIDA CON EL MUESTREADOR TIPO TUBO PARTIDO.



MANIOBRAS DE POSICIONAMIENTO HACIA LA EJECUCIÓN DEL SONDEO DE PENETRACIÓN ESTANDAR No.6



SONDEO DE PENETRACIÓN ESTANDAR No.6



MUESTRAS REPRESENTATIVAS ALTERADAS OBTENIDAS CON EL MUESTREADOR TIPO TUBO PARTIDO (SONDEO DE PENETRACIÓN ESTANDAR SPT-6).





SONDEO DE PENETRACIÓN ESTANDAR SPT-7.





SONDEO DE PENETRACIÓN ESTANDAR SPT-7.





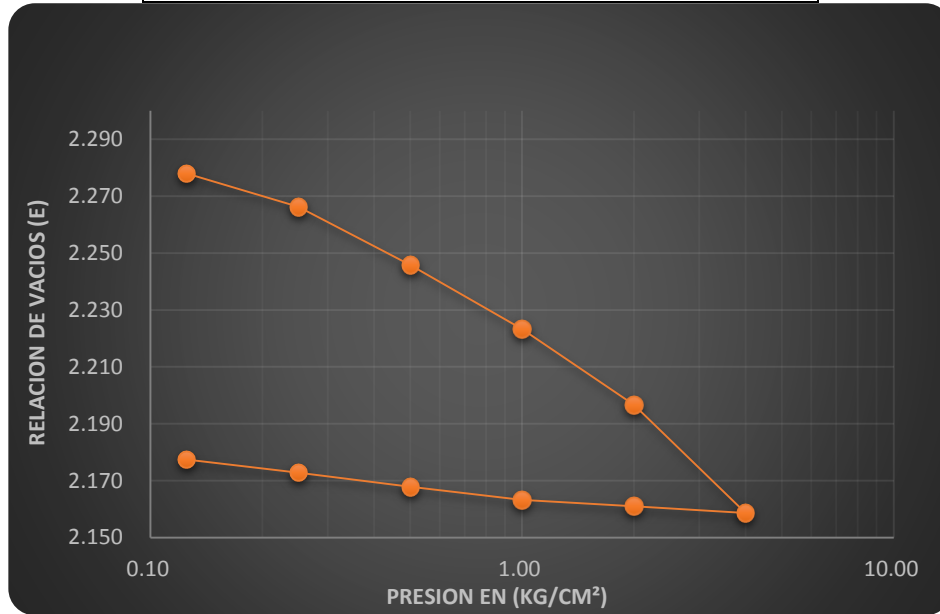
Anexo II

PRUEBAS DE LABORATORIO

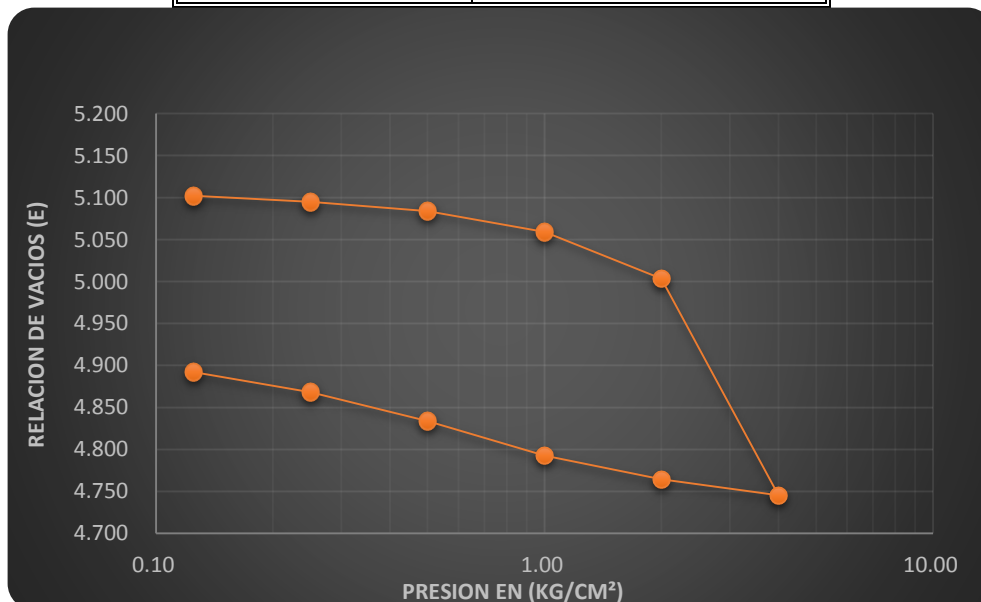


Graficas de consolidaciones

DATOS INICIALES				\bar{P}_c (kg/cm ²)	Mv (kg/cm ²)
W%	Ss	e	Gw %		
90.91	2.52	2.29011	100	1.50	0.0141
SONDEO SM-1			PROFUNDIDAD (m) 0.00		

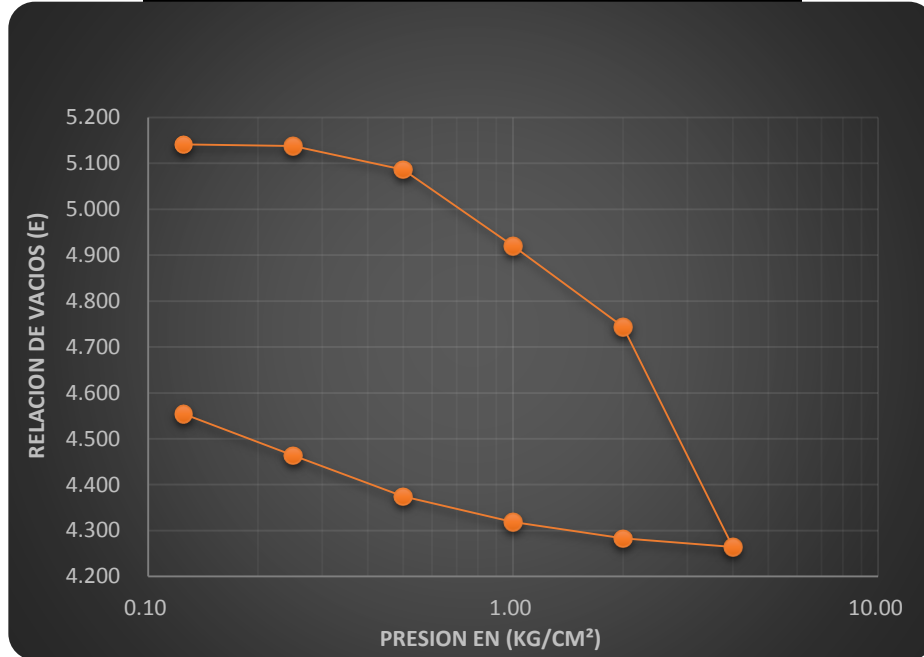


DATOS INICIALES				\bar{P}_c (kg/cm ²)	Mv (kg/cm ²)
W%	Ss	e	Gw %		
232.4	2.28	5.11443	103.6	1.50	0.0141
SONDEO SM-1			PROFUNDIDAD (m) 0.00		

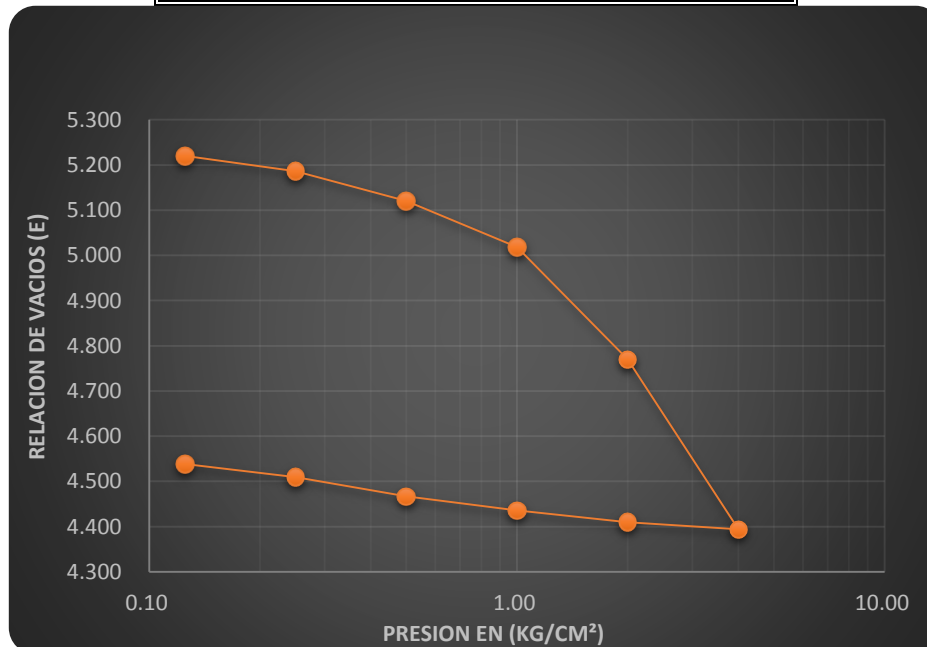




DATOS INICIALES				\bar{P}_c (kg/cm ²)	Mv (kg/cm ²)
W%	Ss	e	Gw %		
222.8	2.28	5.16584	98.35	1.50	0.0141
SONDEO SM-1			PROFUNDIDAD (m) 0.00		

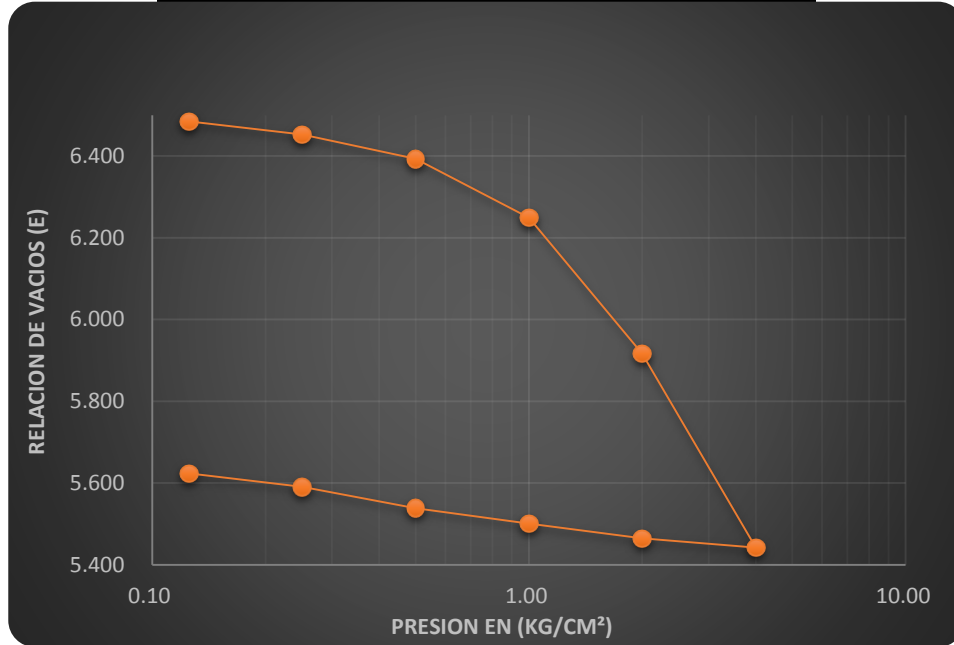


DATOS INICIALES				\bar{P}_c (kg/cm ²)	Mv (kg/cm ²)
W%	Ss	e	Gw %		
227.1	2.16	5.25146	93.42	1.50	0.0141
SONDEO SM-2			PROFUNDIDAD (m) 0.00		

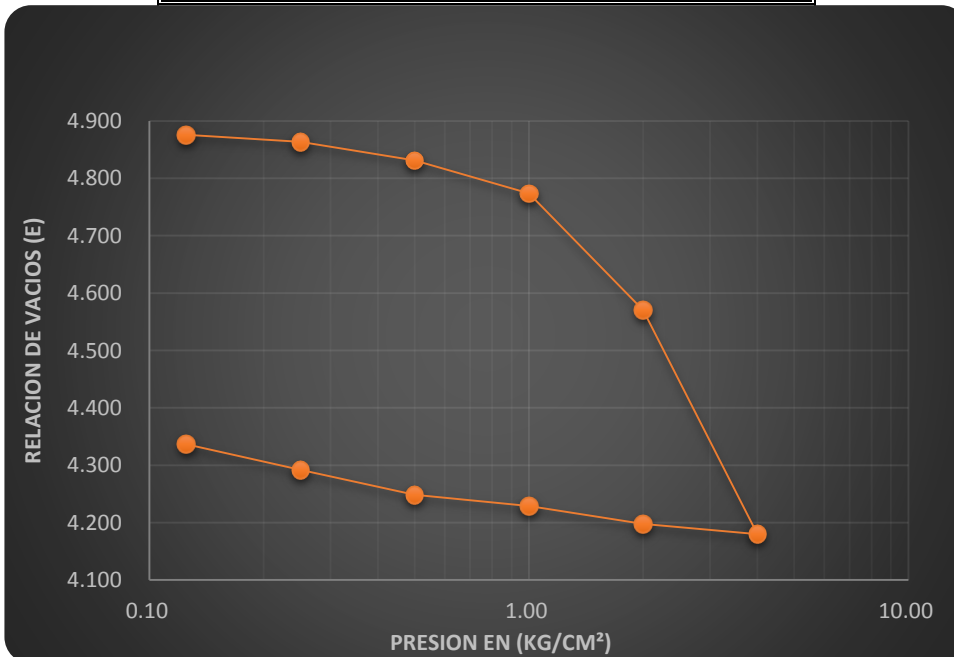




DATOS INICIALES				\bar{P}_c (kg/cm ²)	Mv (kg/cm ²)
W%	Ss	e	Gw %		
276.7	2.14	6.5067	91	1.50	0.0141
SONDEO SM-2			PROFUNDIDAD (m) 0.00		

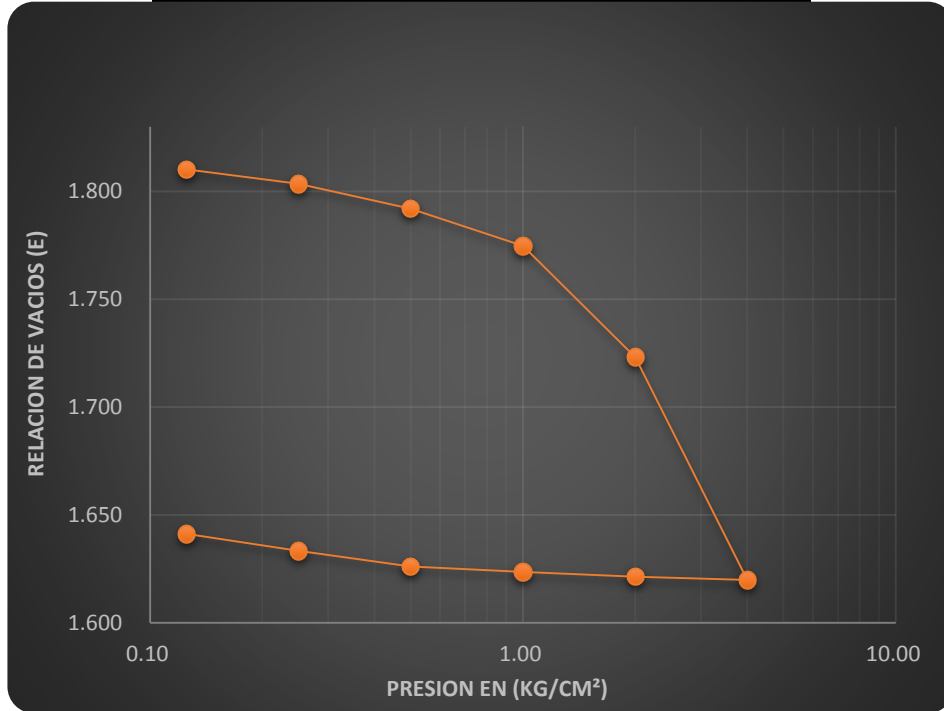


DATOS INICIALES				\bar{P}_c (kg/cm ²)	Mv (kg/cm ²)
W%	Ss	e	Gw %		
201.4	2.18	4.89674	89.65	1.50	0.0141
SONDEO SM-3			PROFUNDIDAD (m) 0.00		





DATOS INICIALES				\bar{P}_c	Mv
W%	Ss	e	Gw %	(kg/cm ²)	(kg/cm ²)
71.61	2.52	1.82989	98.61	1.50	0.0141
SONDEO SM-4			PROFUNDIDAD (m) 0.00		



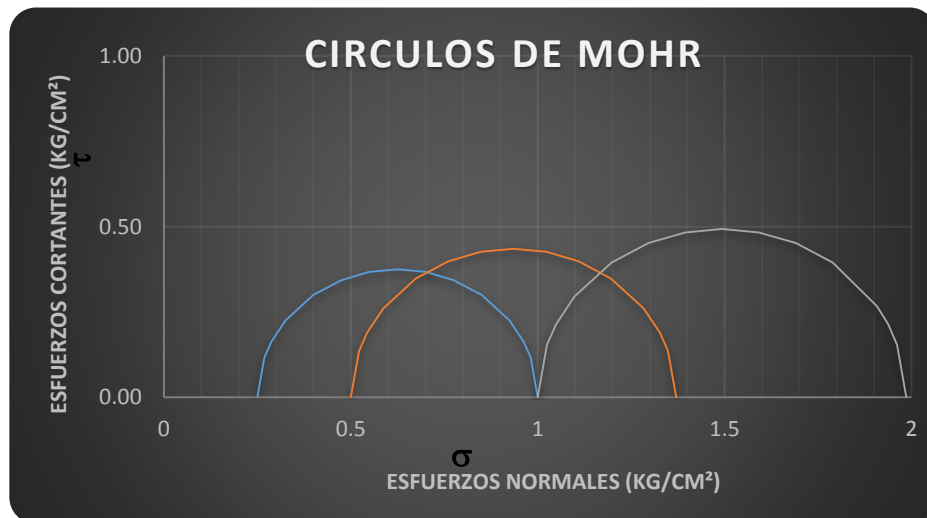
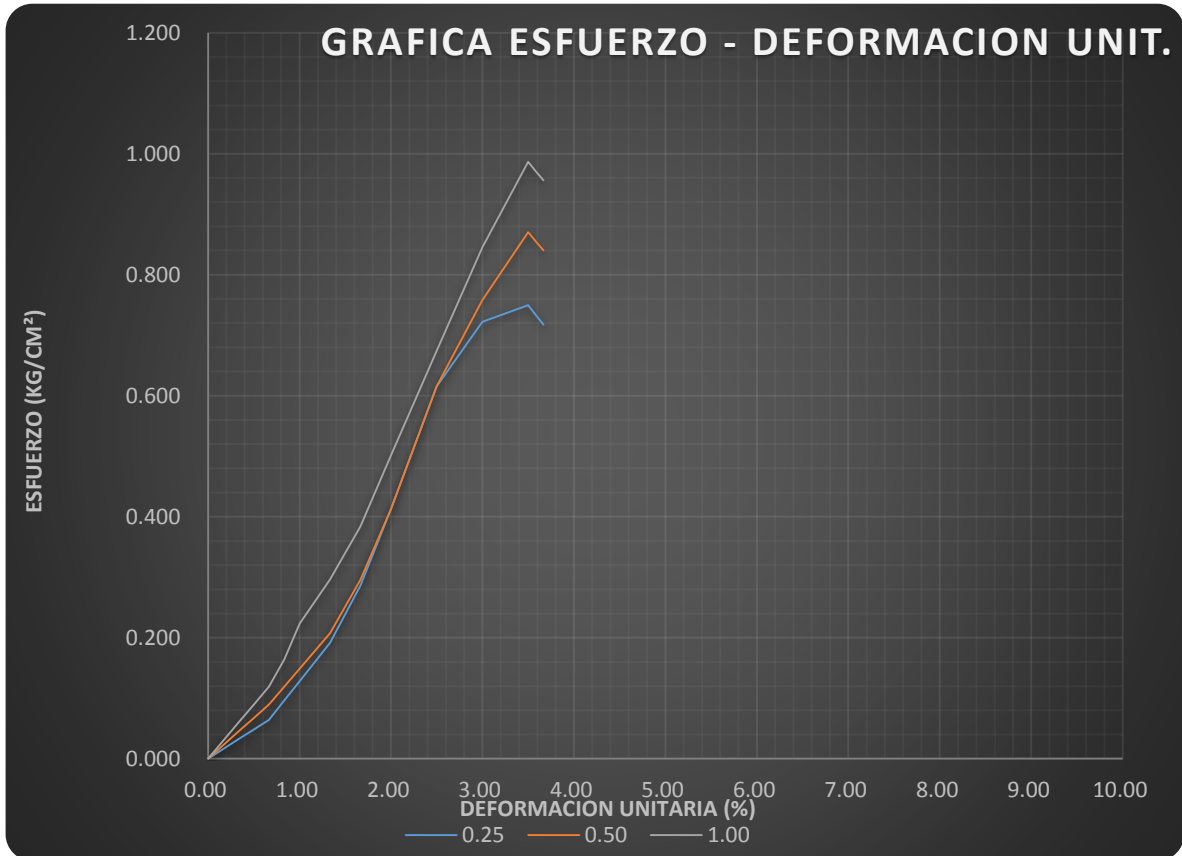


Pruebas Triaxiales

PRUEBA TRIAXIAL UU

OBRA:
SONDEO:
PROF:

VALLEJO			
PCA-1		MUESTRA:	MC
1.80-2.00			

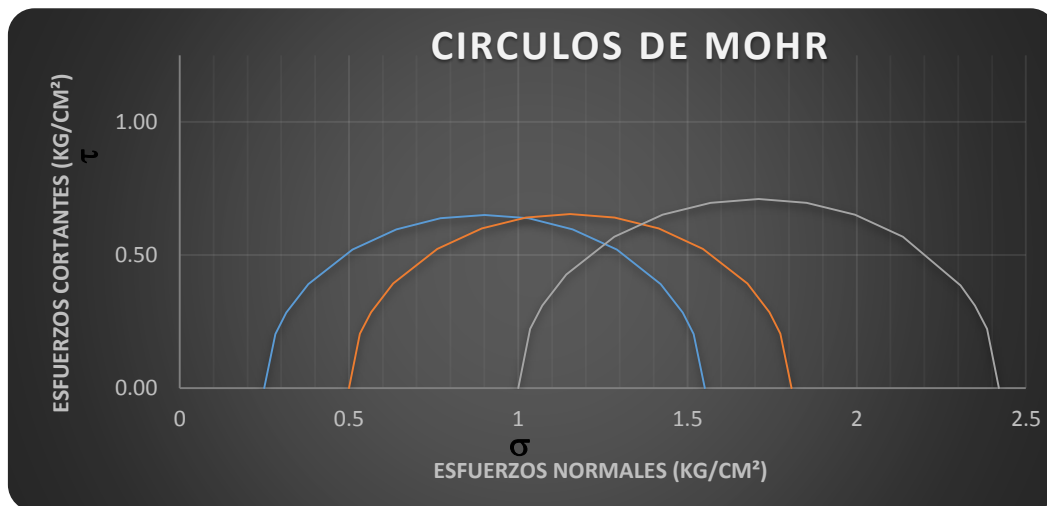
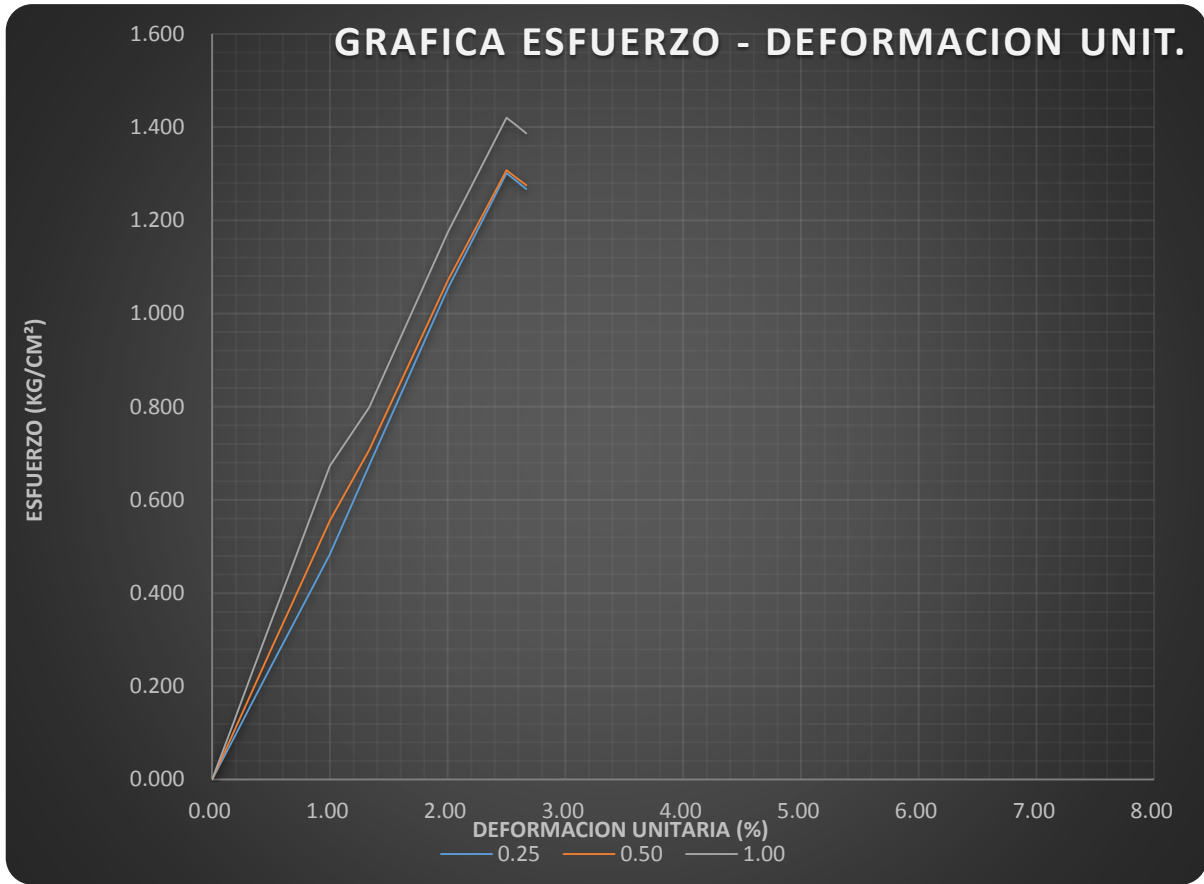




PRUEBA TRIAXIAL UU

OBRA:
SONDEO:
PROF:

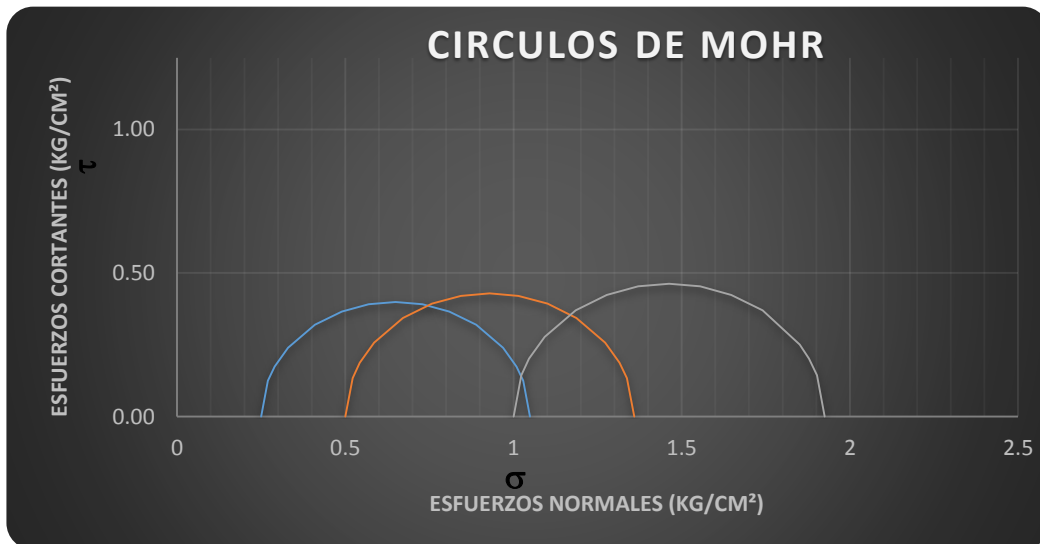
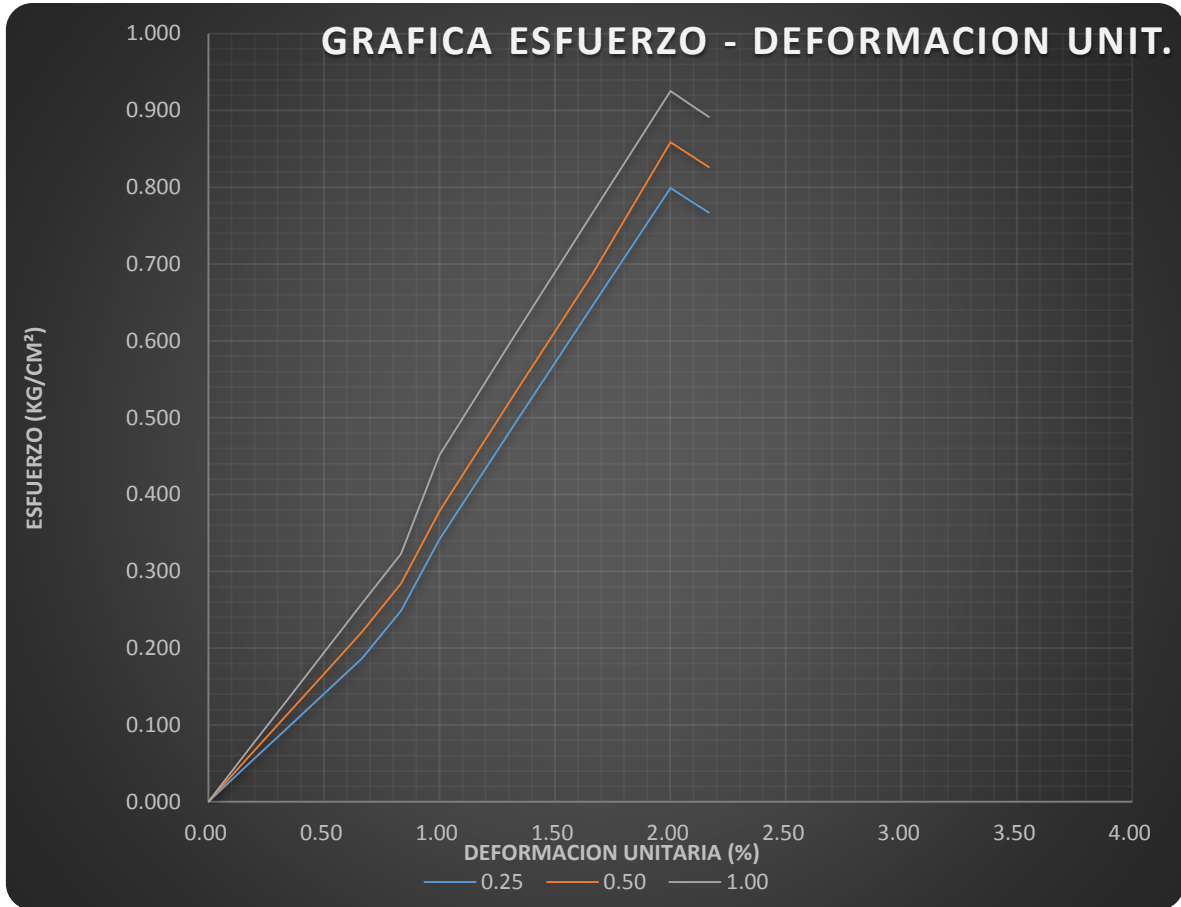
VALLEJO			
PCA- 2		MUESTRA:	MC
1.80-2.00			





PRUEBA TRIAXIAL UU

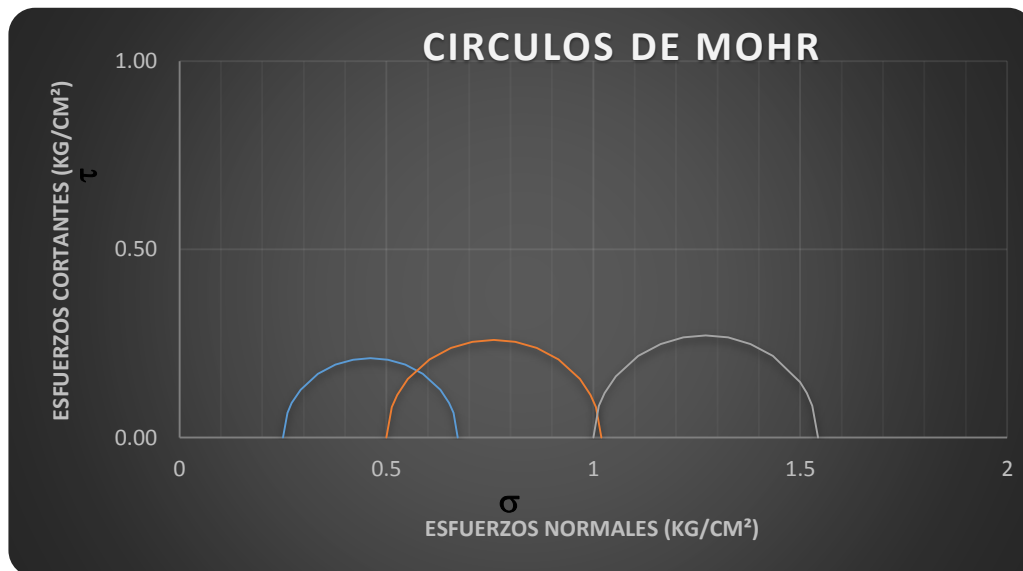
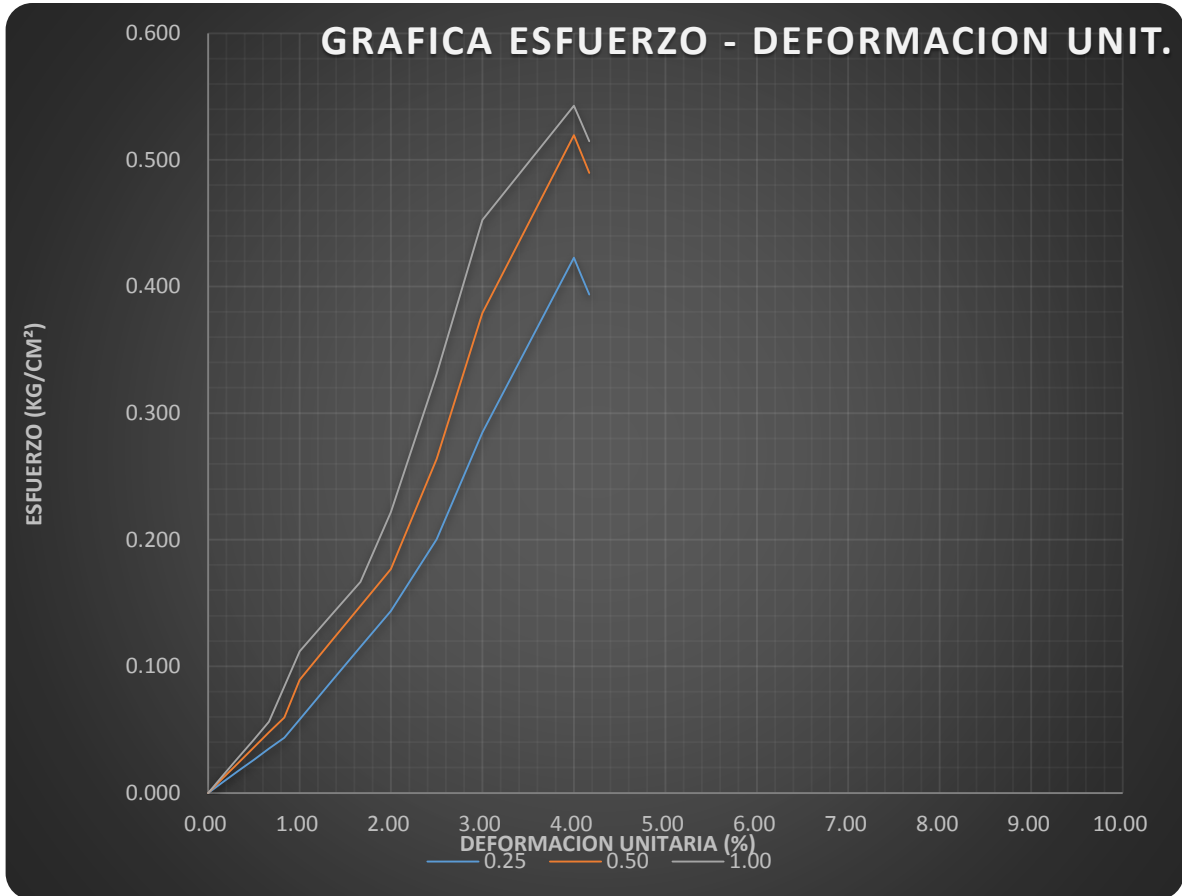
OBRA:	VALLEJO		
SONDEO:	PCA- 3	MUESTRA:	MC
PROF:	1.80-2.00		





PRUEBA TRIAXIAL UU

OBRA:	VALLEJO		
SONDEO:	SM-4	MUESTRA:	12-3
PROF:	7.42-7.60		

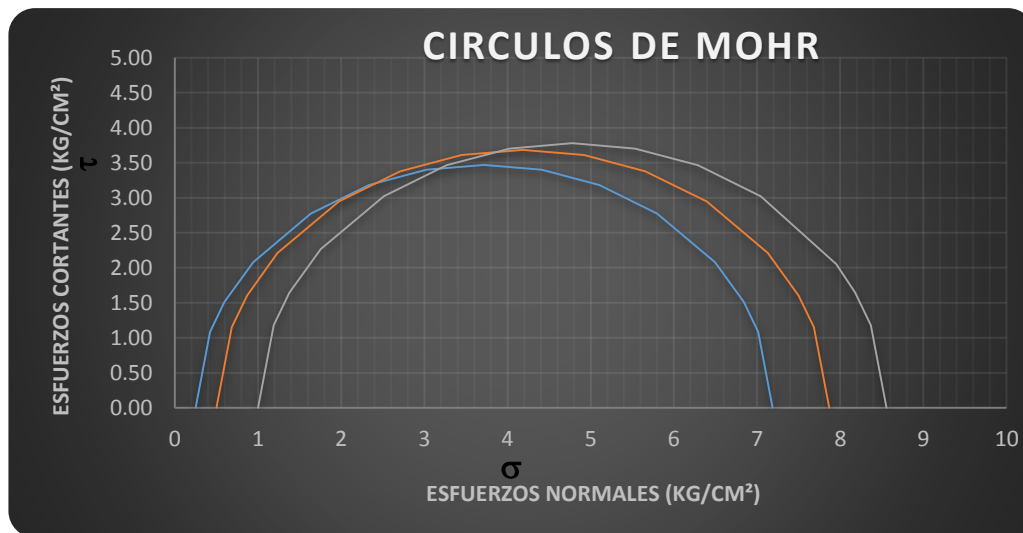
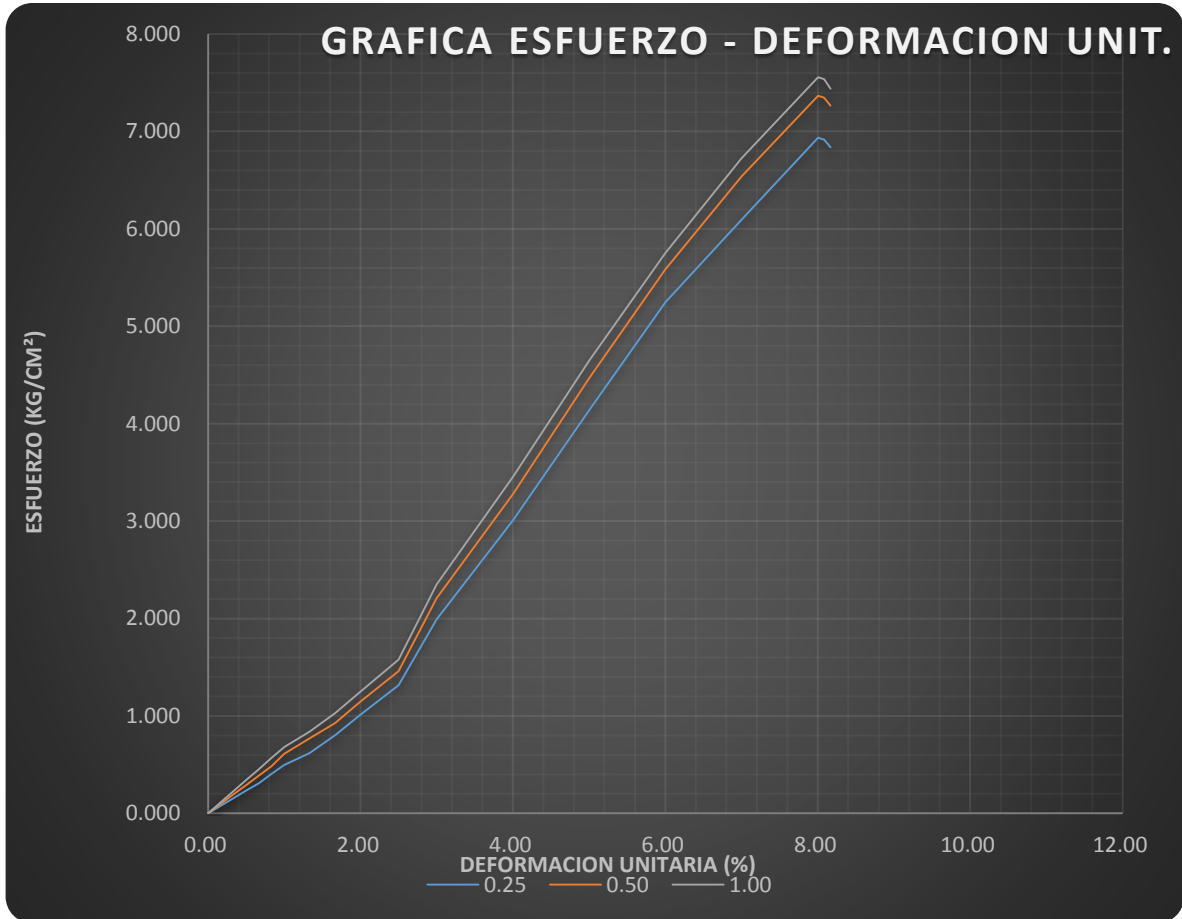




PRUEBA TRIAXIAL UU

OBRA:
SONDEO:
PROF:

VALLEJO			
PCA- 5		MUESTRA:	MC
1.30-1.50			

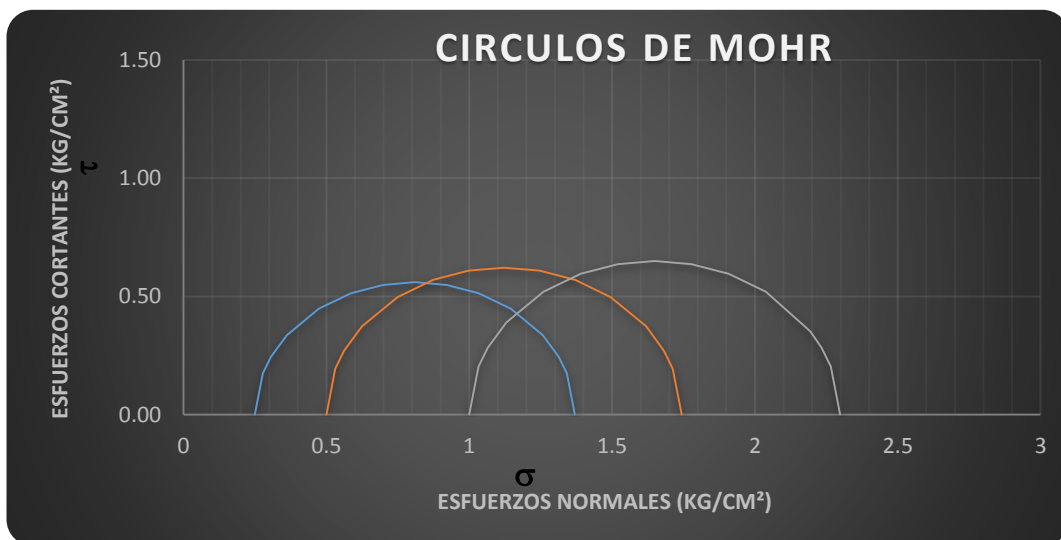
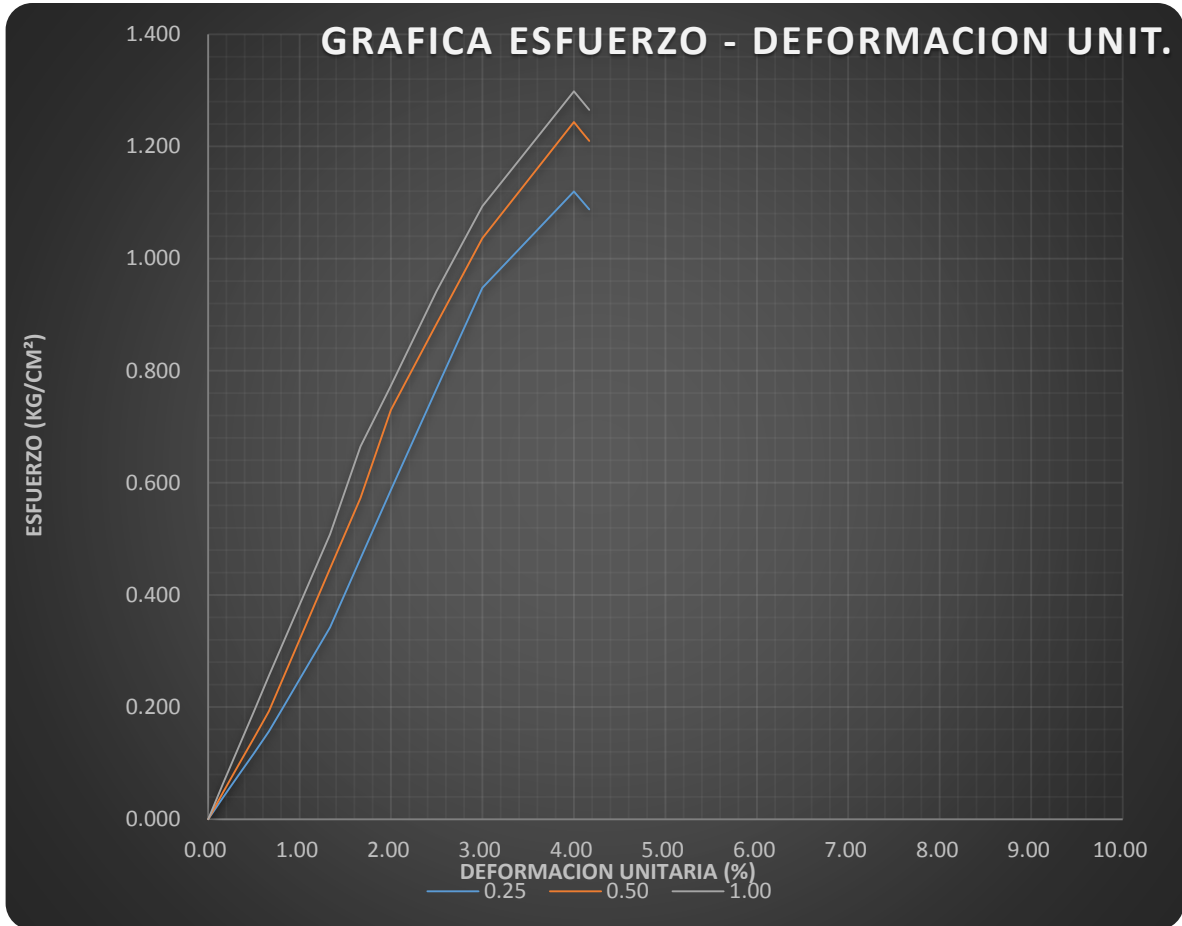




PRUEBA TRIAXIAL UU

OBRA:
SONDEO:
PROF:

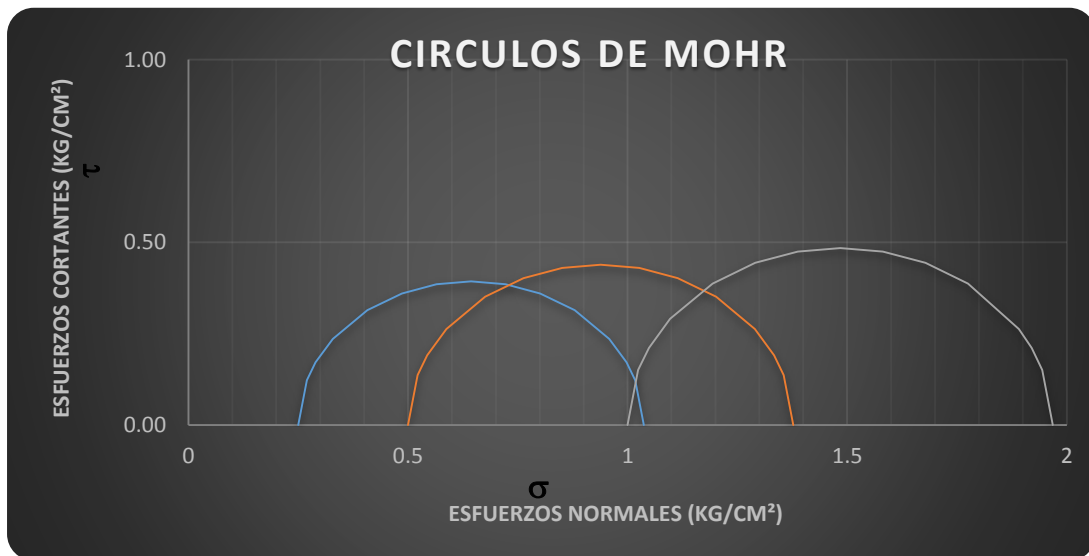
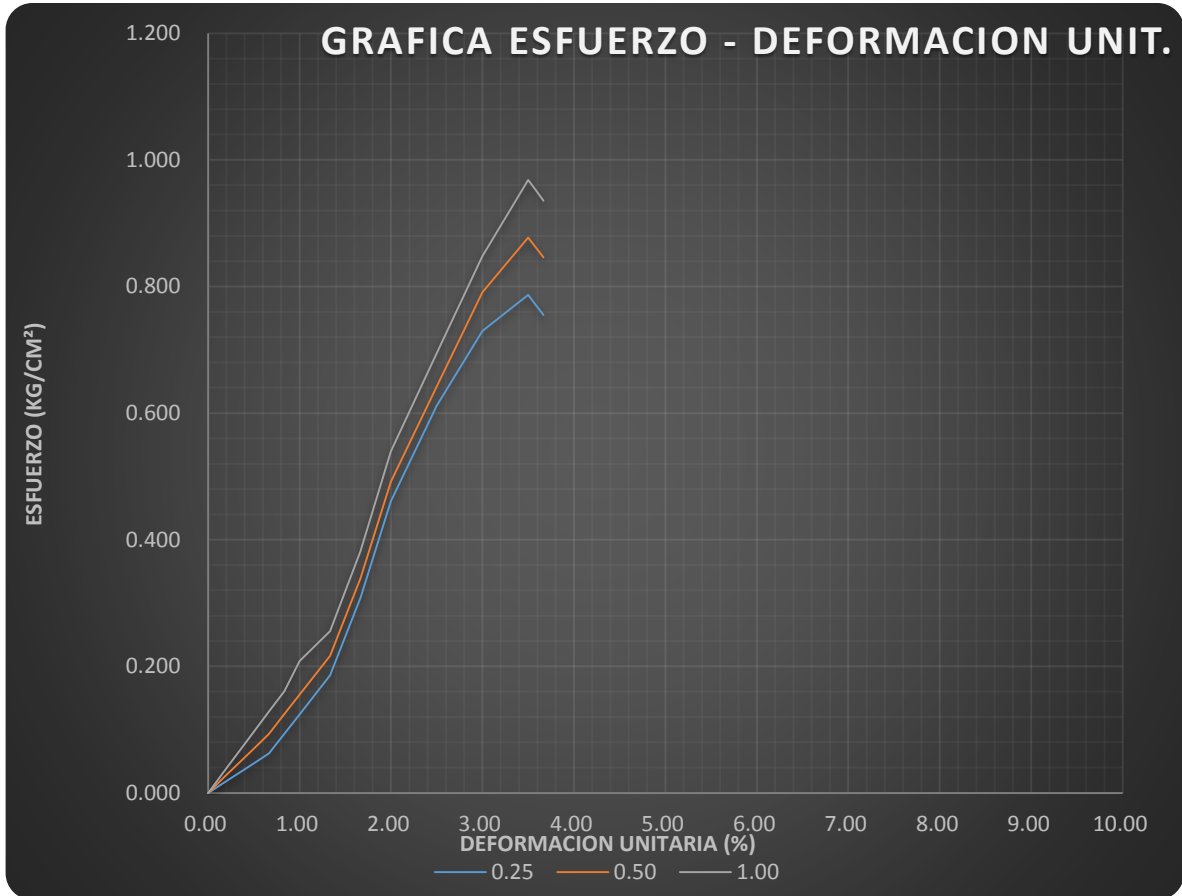
VALLEJO			
PCA-6		MUESTRA:	MC
2.00-2.20			





PRUEBA TRIAXIAL UU

OBRA:	VALLEJO		
SONDEO:	PCA-7	MUESTRA:	MC
PROF:	1.80-2.00		

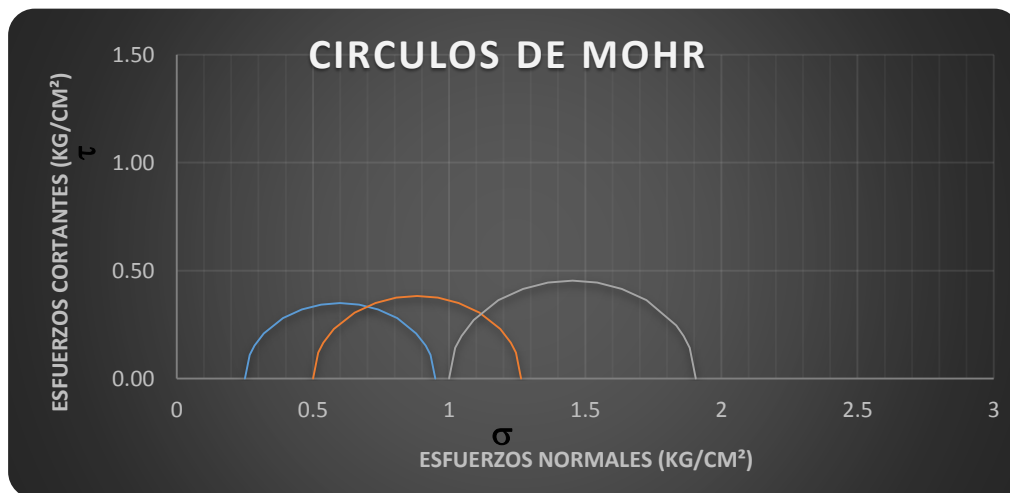
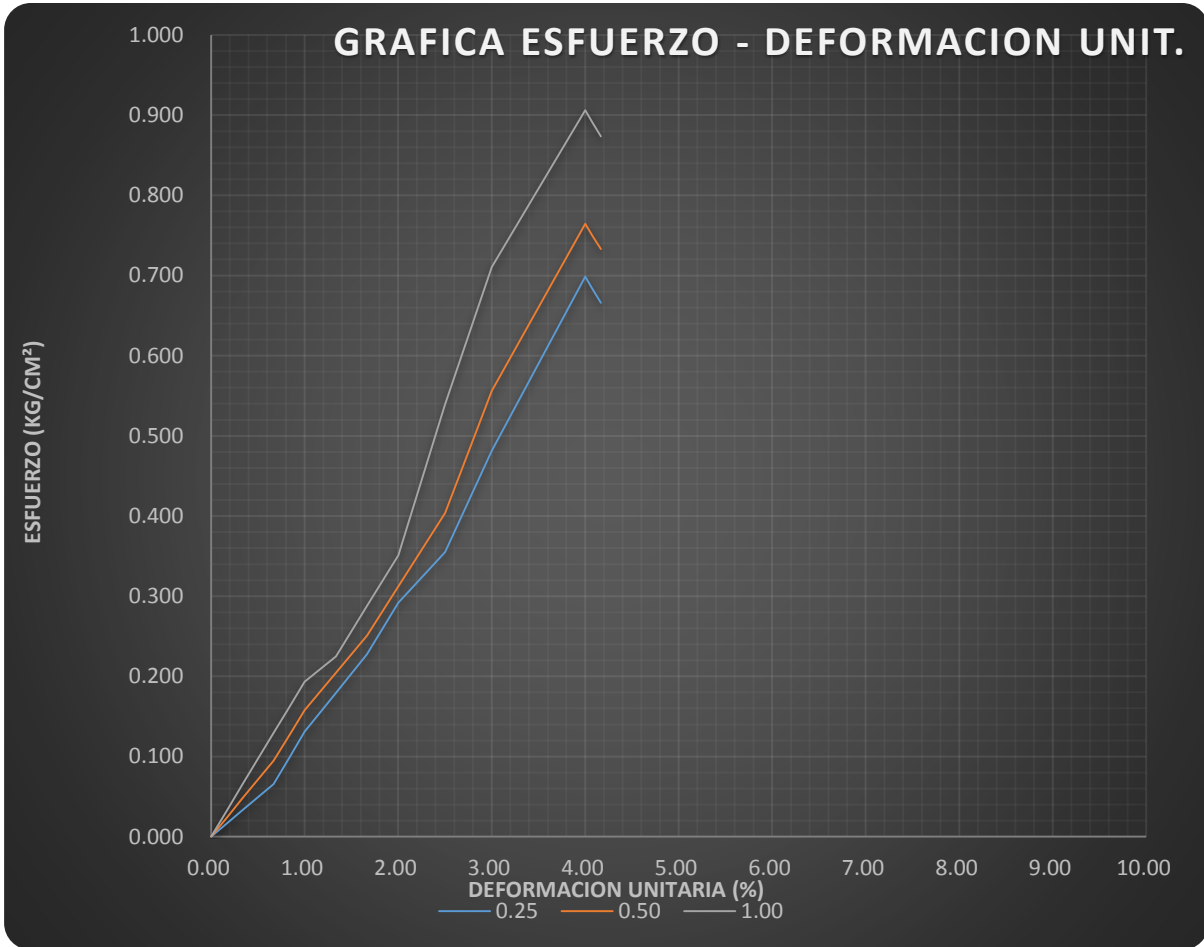




PRUEBA TRIAXIAL UU

OBRA:
SONDEO:
PROF:

VALLEJO			
PCA-9		MUESTRA:	MC
1.80-2.00			

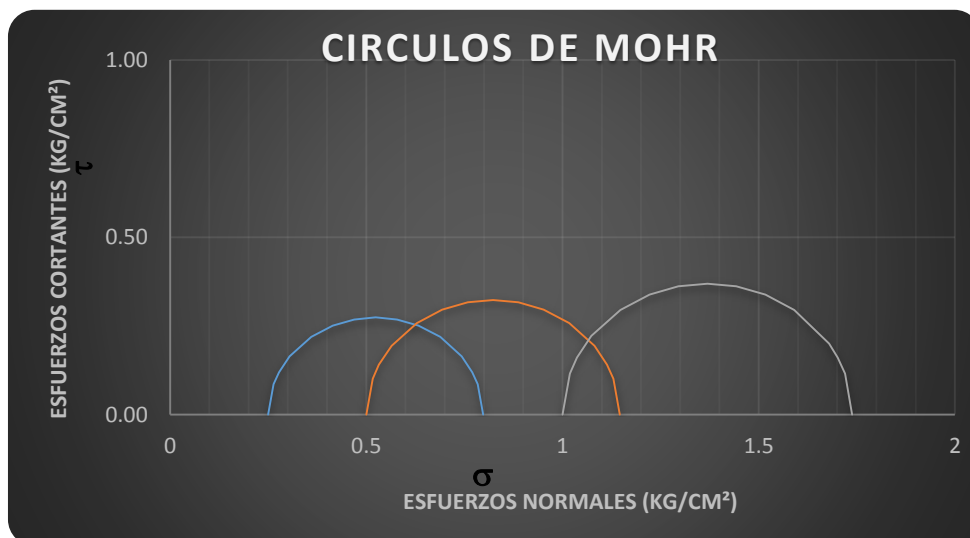
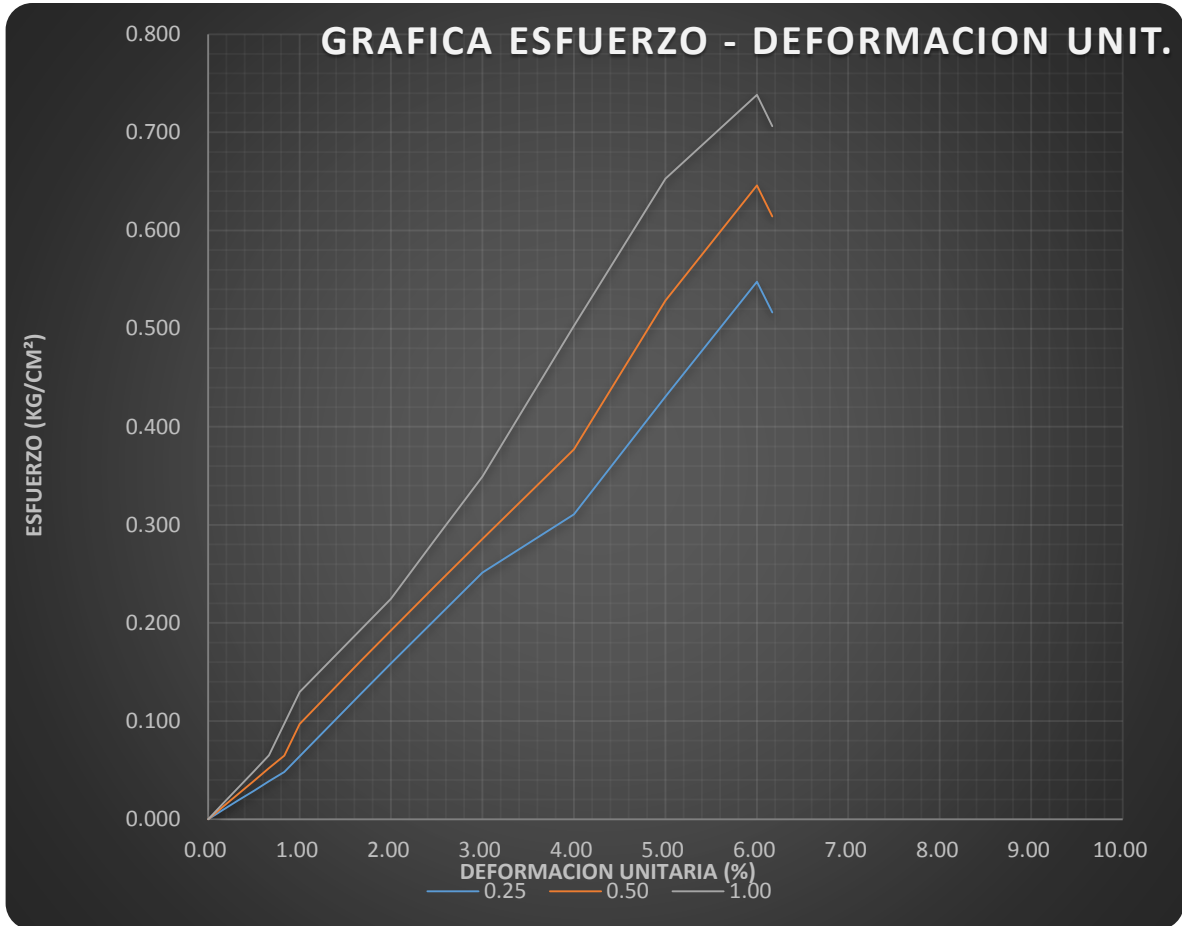




PRUEBA TRIAXIAL UU

OBRA:
SONDEO:
PROF:

VALLEJO			
PCA-10		MUESTRA:	MC
1.80-2.00			

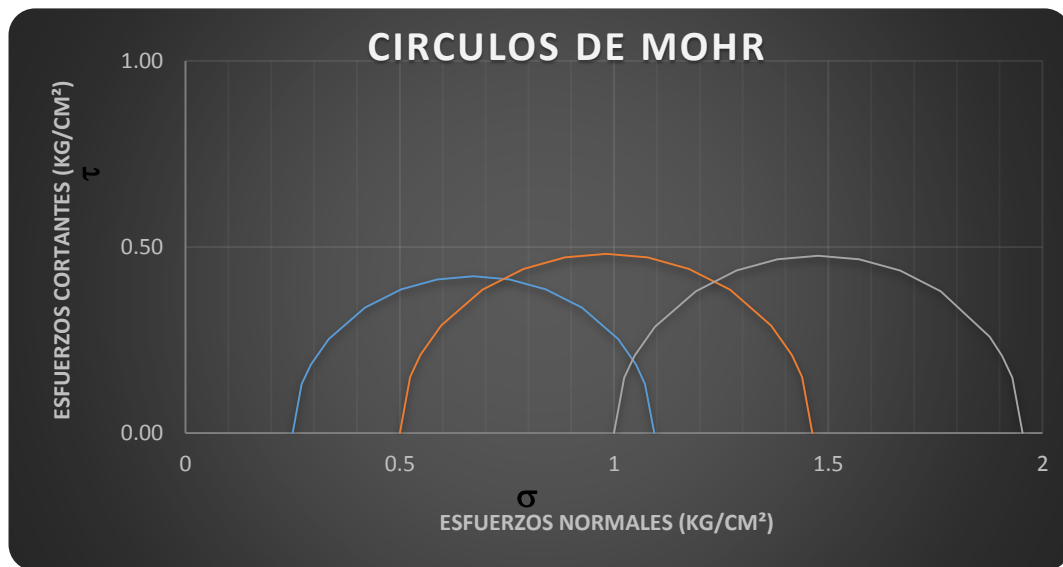




PRUEBA TRIAXIAL UU

OBRA:
SONDEO:
PROF:

VALLEJO			
PCA-12		MUESTRA:	MC
1.80-2.00			

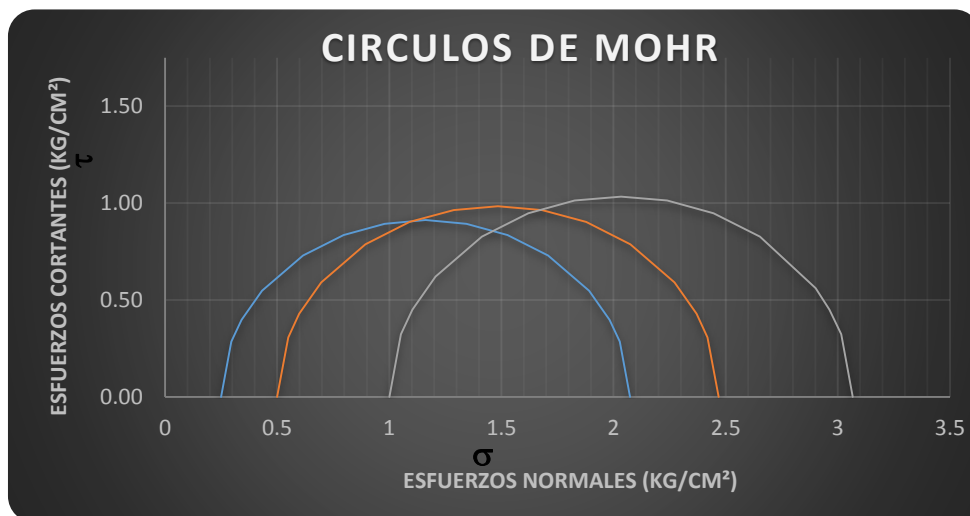
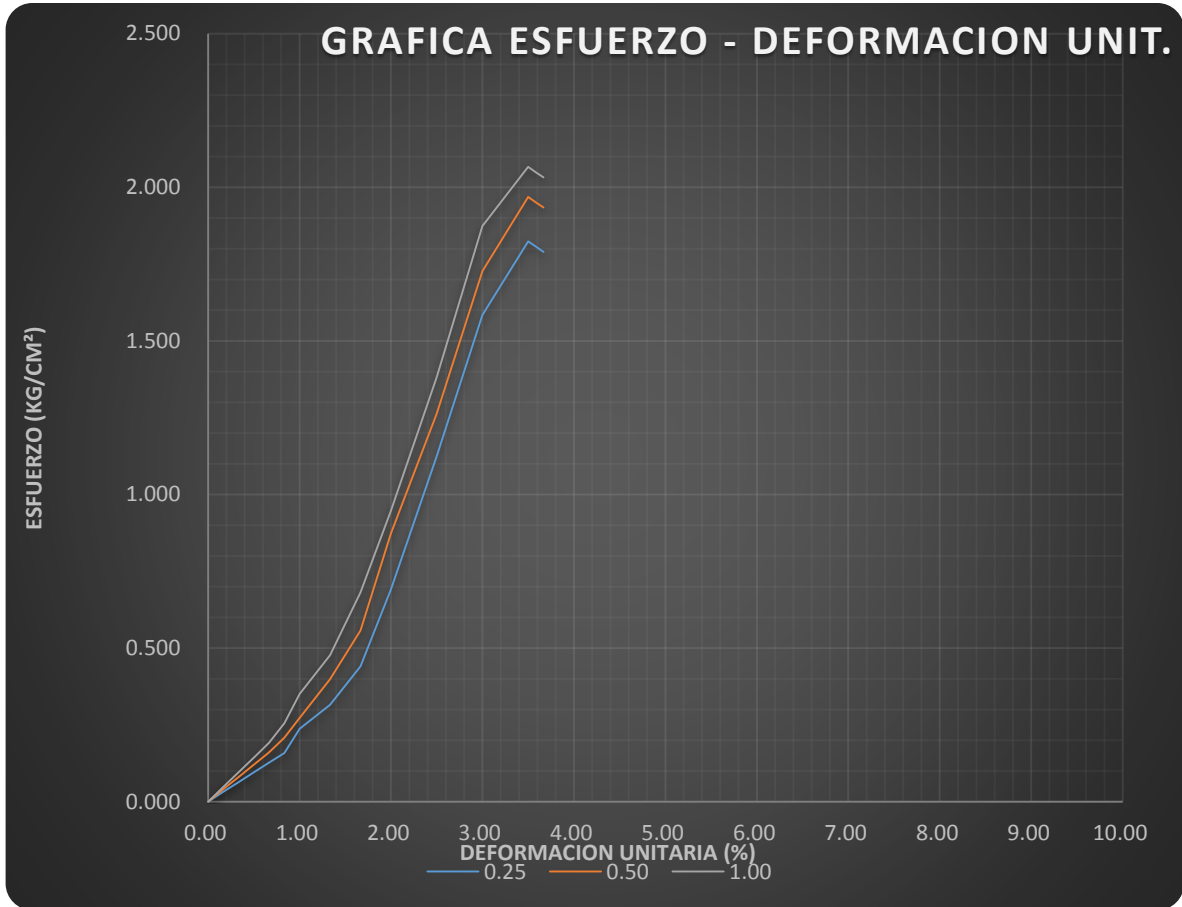




PRUEBA TRIAXIAL UU

OBRA:
SONDEO:
PROF:

VALLEJO			
PCA-13		MUESTRA:	MC
1.80-2.00			

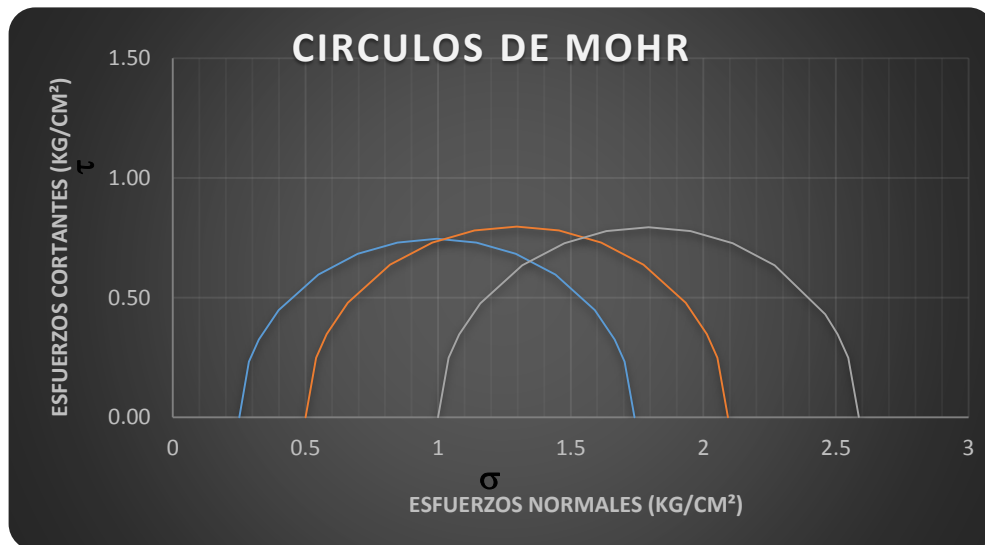
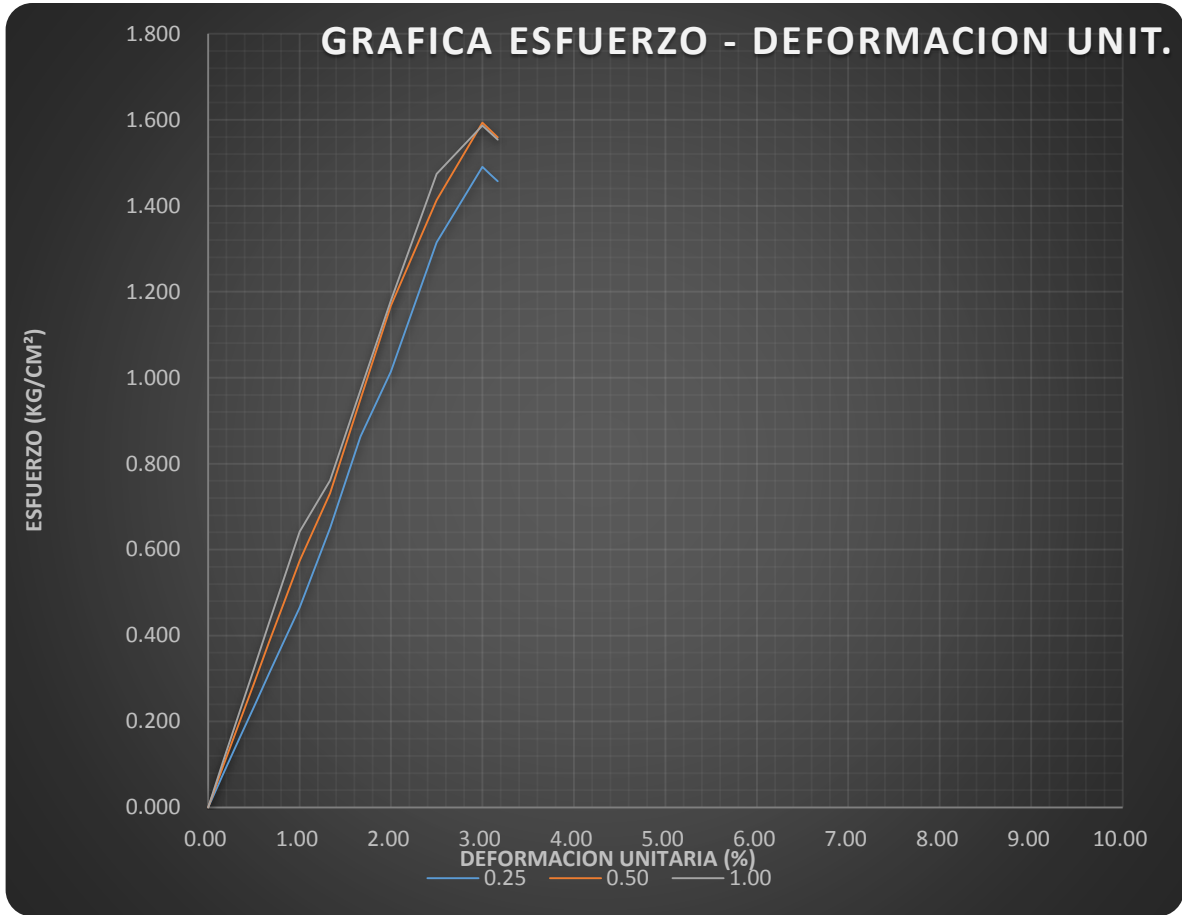




PRUEBA TRIAXIAL UU

OBRA:
SONDEO:
PROF:

VALLEJO			
PCA-14		MUESTRA:	MC
1.70-1.90			

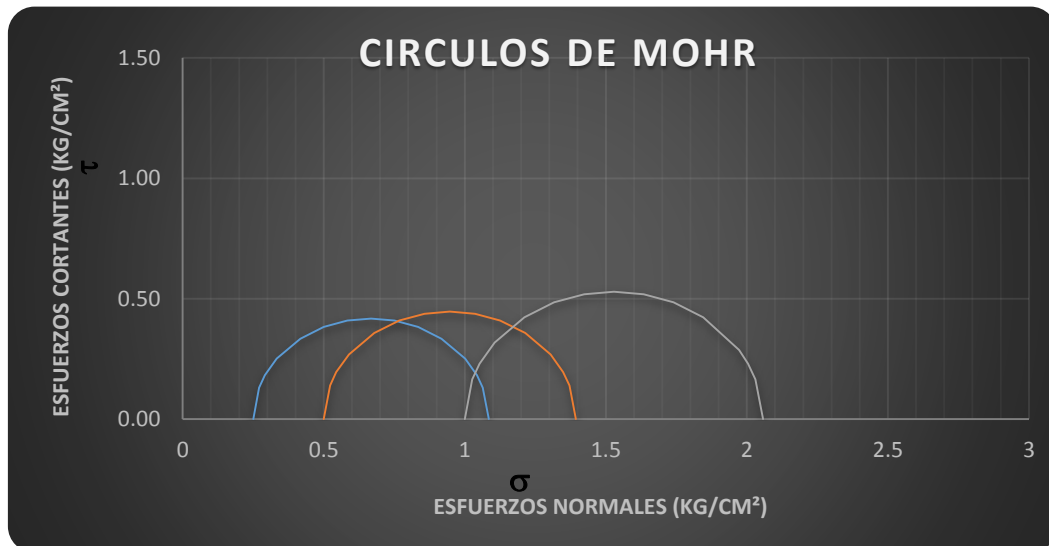
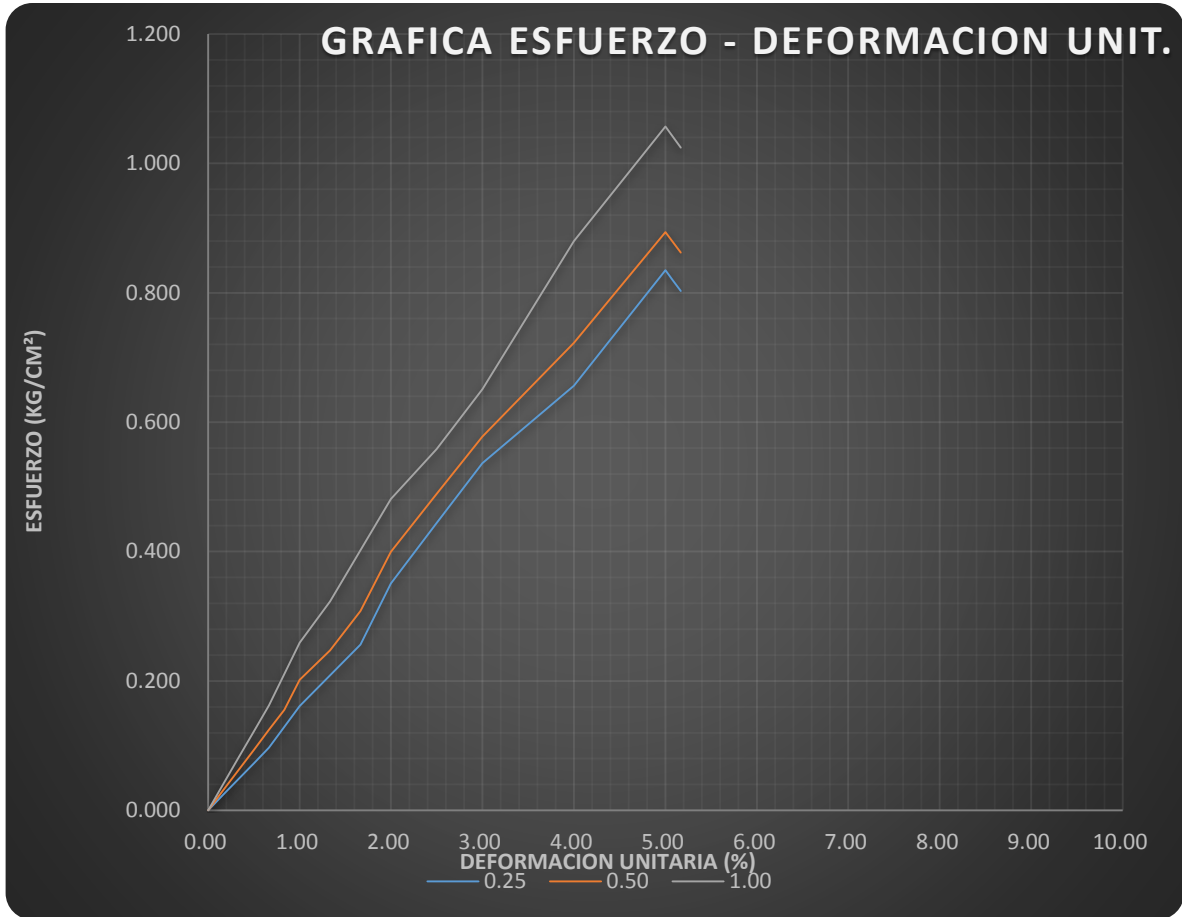




PRUEBA TRIAXIAL UU

OBRA:
SONDEO:
PROF:

VALLEJO			
PCA-15		MUESTRA:	MC
1.90-2.10			





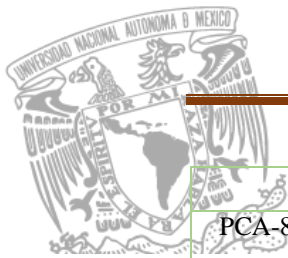
CLASIFICACION Y CONTENIDO DE AGUA

OBRA: VALLEJO

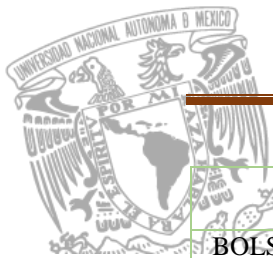
SONDEO:	PCA,S
---------	--------------

Muestra	Profundidad	Tarata	tara	Wh+t	Ws+t	w	TOR C.	CLASIFICACION
Nº	m.	Nº	gr.	gr.	gr.	%	kg/c m ²	
PCA-5	0.14	75	25.40	128.20	101.80	34.55		ARCILLA ARENOSA CAFÉ AMARILLENTO CON ALGUNAS GRAVILLAS
BOLSA	0.38							
BOLSA	0.38	26	25.70	147.70	105.70	52.50		ARCILLA POCO LIMOSA GRIS OSCURO NEGRUSCO CON POCA ARENA
	0.65							FINA
MC	1.30	72	25.60	87.30	60.10	78.84		ARCILLA POCO LIMOSA CAFÉ GRISACEO CLARO CON POCA ARENA FINA
	1.50							Y ALGUNAS GRAVILLAS
PCA-6	0.14	46	26.90	189.10	158.20	23.53		ARCILLA POCO LIMOSA CAFÉ CON POCA ARENA FINA
BOLSA	0.42							
BOLSA	0.42	108	25.70	144.70	115.60	32.37		ARCILLA POCO LIMOSA GRIS OSCURO NEGRUSCO CON POCA ARENA
	1.85							FINA Y FRAGMENTOS DE VIDRIO (RELLENO)
MC	2.00	79	25.60	122.90	89.80	51.56		ARCILLA POCO LIMOSA CAFÉ GRISACEO OSCURO CON ESCASA ARENA
	2.20							FINA
PCA-7	0.00	55	27.50	133.40	106.40	34.22		ARCILLA POCO LIMOSA CAFÉ OSCURO CON POCA ARENA FINA Y
BOLSA	1.50							FRAGMENTOS DE TABIQUE ROJO (RELLENO)
MC	1.80	109	25.40	135.20	99.20	48.78		ARCILLA POCO LIMOSA GRIS OSCURO NEGRUSCO CON ESCASA ARENA

ALTERNATIVA DE CIMENTACIÓN Y PROCESO CONSTRUCTIVO



	2.00							FINA
PCA-8	0.36	148	25.5 0	115.40	90.80	37.67		ARCILLA POCO LIMOSA GRIS OSCURO NEGRUSCO CON POCA ARENA
BOLSA	3.20							FINA Y GRAVAS HASTA 2"
PCA-9	0.80	54	25.9 0	130.80	93.70	54.72		ARCILLA POCO LIMOSA CAFÉ OSCURO CON ESCASA ARENA FINA
BOLSA	1.50							
MC	1.80	145	25.2 0	116.20	74.90	83.10		ARCILLA POCO LIMOSA GRIS OSCURO NEGRUSCO CON POCA ARENA
	2.00							FINA
PCA-10	1.80	146	25.1 0	152.80	106.60	56.69		ARCILLA POCO LIMOSA CAFÉ GRISACEO OSCURO CON ESCASA ARENA
MC	2.00							FINA
PCA-12	0.90	138	25.2 0	108.80	83.20	44.14		ARCILLA POCO LIMOSA CAFÉ OSCURO CON POCA ARENA FINA
BOLSA	2.00							
MC	1.80	117	25.6 0	124.60	89.90	53.97		ARCILLA POCO LIMOSA CAFÉ GRISACEO OSCURO CON ESCASA ARENA
	2.00							FINA
PCA-13	0.17	44	25.8 0	134.30	106.40	34.62		ARCILLA POCO LIMOSA CAFÉ OSCURO CON POCA ARENA FINA Y
BOLSA	1.57							FRAGMENTOS DE LOZA (RELLENO)
MC	1.80	121	25.8 0	139.80	107.40	39.71		ARCILLA POCO LIMOSA CAFÉ OSCURO CON POCA ARENA FINA
	2.00							
PCA-14	0.17	112	25.4 0	150.50	118.00	35.10		ARCILLA POCO LIMOSA CAFÉ CON POCA ARENA FINA
BOLSA	0.57							
BOLSA	0.69	23	25.7 0	178.40	150.80	22.06		ARCILLA POCO LIMOSA CAFÉ CON POCA ARENA FINA Y ALGUNAS
	0.86							GRAVILLAS
BOLSA	0.86	89	25.3 0	129.70	100.50	38.83		ARCILLA POCO LIMOSA CAFÉ GRISACEO OSCURO CON POCA ARENA



	1.10							FINA Y FRAGMENTOS DE VIDRIO (RELLENO)
BOLSA	1.10	41	24.90	123.80	88.80	54.77		ARCILLA POCO LIMOSA GRIS OSCURO NEGRUSCO CON ESCASA ARENA
	1.40							FINA
MC	1.70	105	25.90	146.30	117.20	31.87		LIMO POCO ARCILLOSO CAFÉ GRISACEO OSCURO CON POCA ARENA
	1.90							FINA
PCA-15	0.60	120	25.90	133.30	99.90	45.14		ARCILLA POCO LIMOSA CAFÉ OSCURO CON ESCASA ARENA FINA
BOLSA	1.25							
MC	1.90	61	25.70	122.40	84.60	64.18		ARCILLA POCO LIMOSA CAFÉ GRISACEO CON ESCASA ARENA FINA
	2.10							

Porcentaje de Finos

Sondeo Muestra Profundidad Ws.+tara Ws. lavado W. tara W total del W finos % finos

		m.	gr.	+ tara	gr.	material		
PCA- 2	MC	1.80-2.00	73.80	27.80	25.60	48.20	46.00	95.44
PCA- 3	MC	1.80-2.00	72.70	29.50	26.10	46.60	43.20	92.70



Granulometrías

PROYECTO: VALLEJOSONDEO: PCA-5PROFUND.: 1.30-1.50MUESTRA: MC

DATOS:

W TARA: 25.60 GrWs+T 60.10 GrWs: 34.50 Gr

MALLA N°	W RET. Gr	P.RET. %	A. PASA %
3"			
2"			
1 1/2"			
1			
3/4"			
1/2"			
3/8"			
1/4"			
Nº4"	0.00	0.00	100.00
10.00	0.00	0.00	100.00
20.00	0.10	0.29	99.71
40.00	2.40	6.96	92.75
60.00	3.20	9.28	83.48
100.00	3.90	11.30	72.17
200.00	1.20	3.48	68.70
PASA 200	23.70	68.70	0.00
SUMA	34.50	0.00	0.00

GRAVA 0.00 %

ARENA 31.30 %

FINOS 68.70 %

SUMA= 100.00 %



PROYECTO: VALLEJO

SONDEO: PCA-12

PROFUND.: 1.80-2.00

MUESTRA: MC

DATOS:

W TARA: 25.60 Gr

Ws+T 89.90 Gr

Ws: 64.30 Gr

MALLA N°	W RET. Gr	P.RET. %	A. PASA %
3"			
2"			
1 1/2"			
1			
3/4"			
1/2"			
3/8"			
1/4"			
N°4"	0.00	0.00	100.00
10.00	0.60	0.93	99.07
20.00	0.90	1.40	97.67
40.00	2.50	3.89	93.78
60.00	3.00	4.67	89.11
100.00	4.80	7.47	81.65
200.00	3.50	5.44	76.21
PASA 200	49.00	76.21	0.00
SUMA	64.30	0.00	0.00

GRAVA 0.00 %

ARENA 23.79 %

FINOS 76.21 %

SUMA= 100.00 %



ALTERNATIVA DE CIMENTACIÓN Y PROCESO CONSTRUCTIVO

PROYECTO: VALLEJO

SONDEO: PCA-14

PROFUND.: 1.70-1.90

MUESTRA: MC

DATOS:

W TARA: 25.90 Gr

Ws+T 117.20 Gr

Ws: 91.30 Gr

MALLA N°	W RET. Gr	P.RET. %	A. PASA %
3"			
2"			
1 1/2"			
1			
3/4"			
1/2"			
3/8"			
1/4"			
N°4"	0.00	0.00	100.00
10.00	0.00	0.00	100.00
20.00	0.00	0.00	100.00
40.00	0.90	0.99	99.01
60.00	1.50	1.64	97.37
100.00	9.40	10.30	87.08
200.00	8.00	8.76	78.31
PASA 200	71.50	78.31	0.00
SUMA	91.30	0.00	0.00

GRAVA 0.00 %
 ARENA 21.69 %
 FINOS 78.31 %
 SUMA= 100.00 %



Límites de consistencia

PCA-1, muestra MC, Prof: 1.80-2.00 m, ARCILLA POCO LIMOSA GRIS OBSCURO NEGRUSCO

LIMITE LIQUIDO

Nº GOLPES	Nº tara	Wh+T	Ws+t	Wt	W%
42	91	17.50	12.38	2.20	50.29
31	78	18.90	13.25	2.20	51.13
20	89	19.10	13.30	2.20	52.25
10	113	18.30	12.70	2.30	53.85

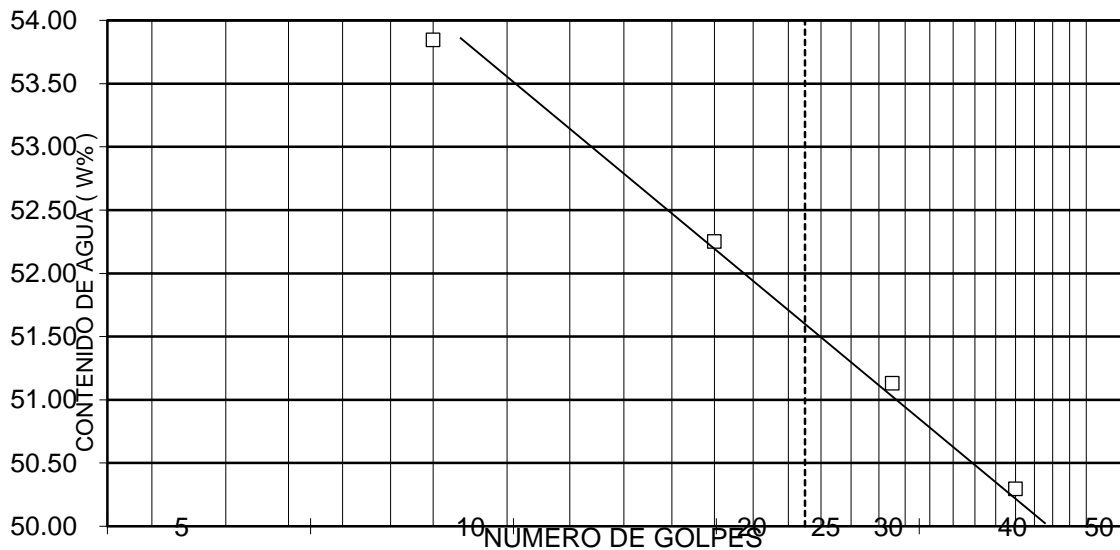
LIMITE PLASTICO

	72	6.20	5.40	2.60	28.57
	59	6.40	5.50	2.70	32.14

CONTRACCION LINEAL

barra nº	lec.inic.	lec.final	C.L. (%)

L.L.	L.P.	I.P.	S.U.C.S
51.70	30.36	21.34	OH-MH





PCA-2, muestra MC, Prof: 1.80-2.00 m, ARCILLA POCO LIMOSA CAFÉ GRISACEO

LIMITE LIQUIDO

Nº GOLPES	Nº tara	Wh+T	Ws+t	Wt	W%
39	139	19.20	11.20	2.10	87.91
31	129	19.50	11.29	2.10	89.34
23	36	20.00	11.50	2.20	91.40
15	119	19.00	10.90	2.20	93.10

LIMITE PLASTICO

	7	6.40	5.30	2.70	42.31
	59	6.60	5.40	2.70	44.44

CONTRACCION LINEAL

barra nº	lec.inic.	lec.final	C.L. (%)

L.L.	L.P.	I.P.	S.U.C.S
90.90	43.38	47.52	OH-MH





PCA-3, muestra MC, Prof: 1.80-2.00 m, ARCILLA POCO LIMOSA CAFÉ GRISACEO

LIMITE LIQUIDO

Nº GOLPES	Nº tara	Wh+T	Ws+t	Wt	W%
42	4	18.60	11.00	2.20	86.36
29	10	19.00	11.12	2.20	88.34
18	115	19.50	11.30	2.30	91.11
10	127	18.30	10.50	2.20	93.98

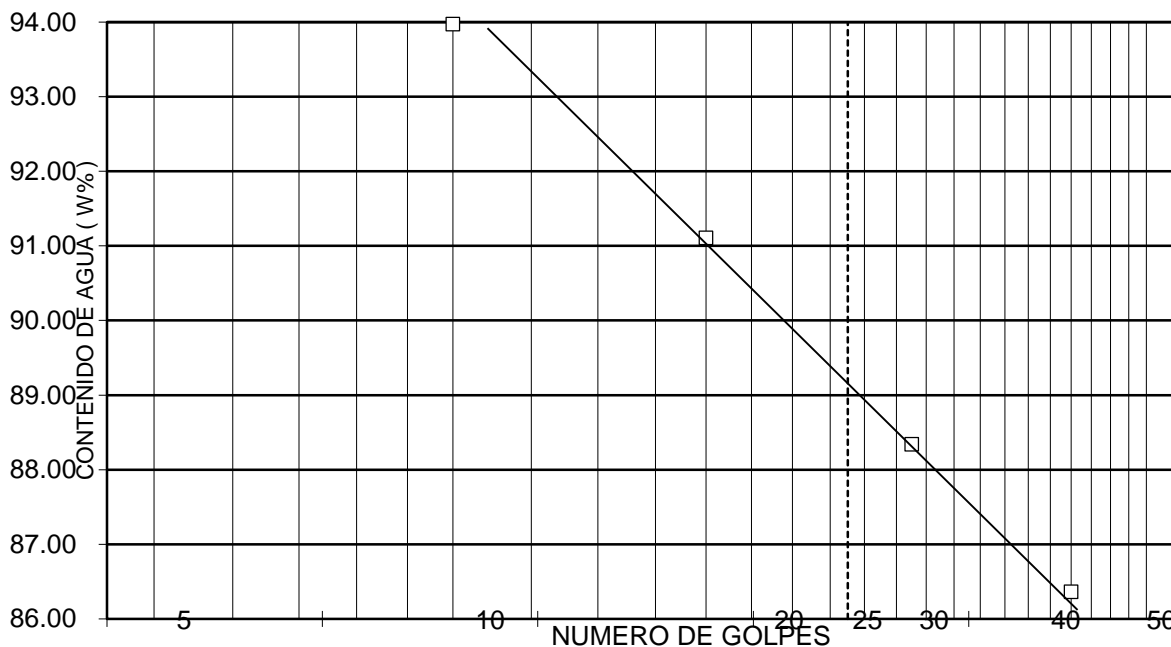
LIMITE PLASTICO

	70	6.70	5.50	2.60	41.38
	64	6.90	5.70	2.80	41.38

CONTRACCION LINEAL

barra nº	lec.inic.	lec.final	C.L. (%)

L.L.	L.P.	I.P.	S.U.C.S
89.20	41.38	47.82	OH-MH





SM-4, muestra MC, ARCILLA POCO LIMOSA GRIS OSCURO NEGRUSCO

LIMITE LIQUIDO

Nº GOLPES	Nº tara	Wh+T	Ws+t	Wt	W%
41	148	17.70	10.60	2.20	84.52
32	97	18.00	10.70	2.20	85.88
24	8	17.20	10.20	2.20	87.50
16	26	17.50	10.30	2.20	88.89

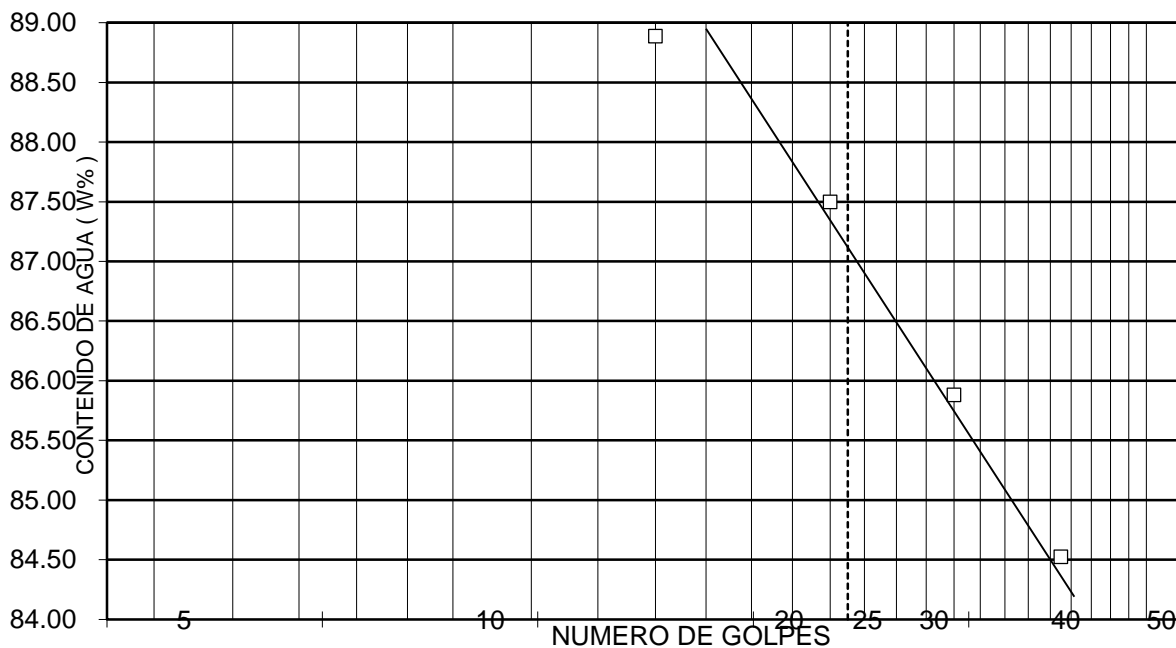
LIMITE PLASTICO

	59	6.40	5.30	2.80	44.00
	71	6.30	5.20	2.70	44.00

CONTRACCION LINEAL

barra nº	lec.inic.	lec.final	C.L. (%)

L.L.	L.P.	I.P.	S.U.C.S
87.30	44.00	43.30	OH-MH





PCA-5, muestra MC, Prof: 1.30-1.50 m, ARCILLA POCO LIMOSA CAFÉ GRISACEO CLARO

LIMITE LIQUIDO

Nº GOLPES	Nº tara	Wh+T	Ws+t	Wt	W%
40	83	15.40	9.53	2.20	80.08
30	82	14.20	8.80	2.20	81.82
21	97	16.00	9.70	2.20	84.00
12	26	14.70	8.90	2.20	86.57

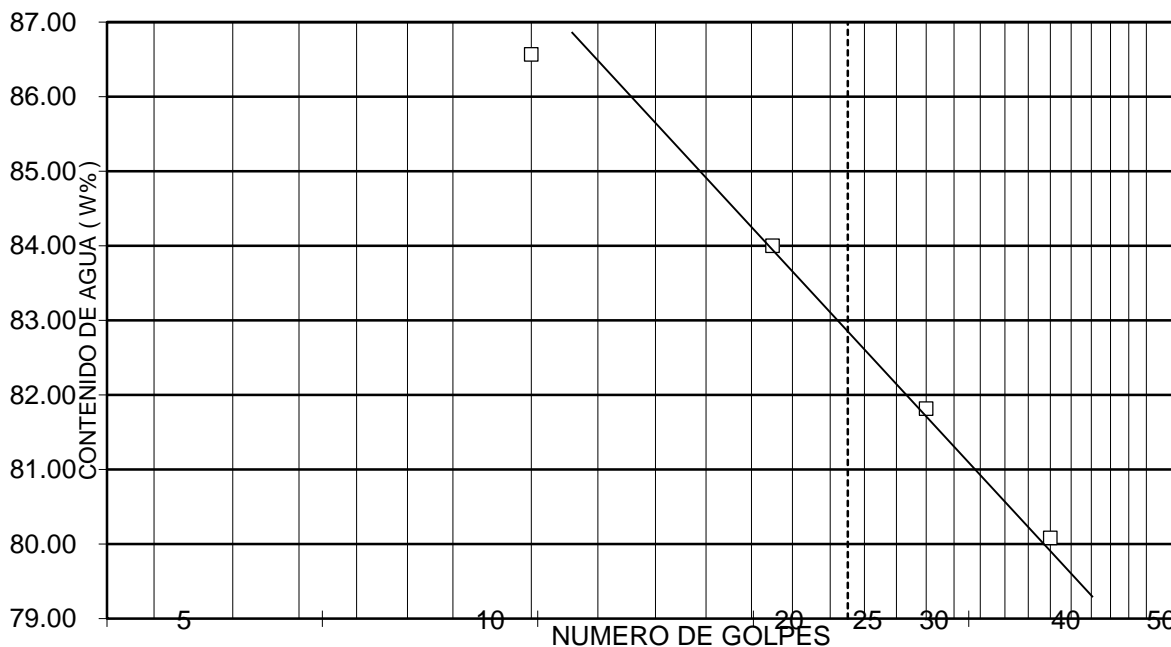
LIMITE PLASTICO

	67	6.50	5.40	2.80	42.31
	70	6.80	5.50	2.60	44.83

CONTRACCION LINEAL

barra nº	lec.inic.	lec.final	C.L. (%)

L.L.	L.P.	I.P.	S.U.C.S
83.00	43.57	39.43	OH-MH





PCA-6, muestra MC, Prof: 2.00-2.20 m, ARCILLA POCO LIMOSA CAFÉ GRISACEO OSCURO

LIMITE LIQUIDO

Nº GOLPES	Nº tara	Wh+T	Ws+t	Wt	W%
35	144	17.00	11.60	2.20	57.45
27	25	17.80	12.00	2.10	58.59
18	110	17.60	11.80	2.20	60.42
10	53	18.20	12.10	2.20	61.62

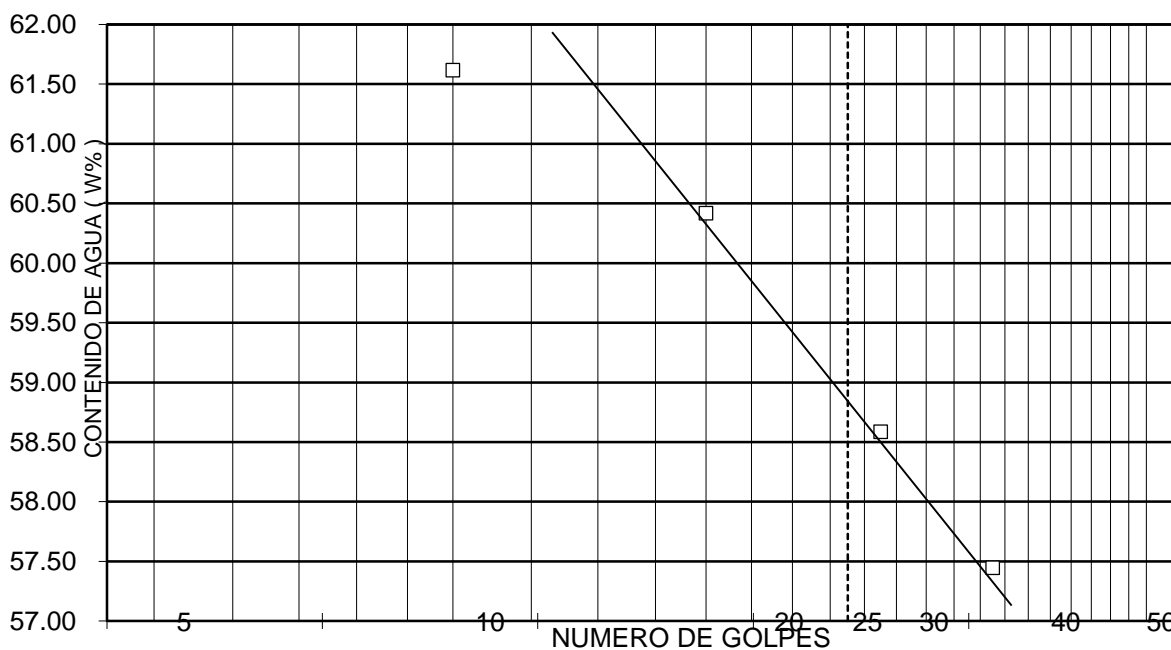
LIMITE PLASTICO

	7	6.70	5.70	2.70	33.33
	60	6.60	5.70	2.70	30.00

CONTRACCION LINEAL

barra nº	lec.inic.	lec.final	C.L. (%)

L.L.	L.P.	I.P.	S.U.C.S
59.00	31.67	27.33	OH-MH





PCA-7, muestra MC, Prof: 1.80-2.00 m, ARCILLA POCO LIMOSA GRIS OSCURO NEGRUSCO

LIMITE LIQUIDO

Nº GOLPES	Nº tara	Wh+T	Ws+t	Wt	W%
39	43	19.30	13.05	2.20	57.60
29	139	18.80	12.60	2.10	59.05
21	10	18.00	12.04	2.20	60.57
13	76	18.40	12.20	2.20	62.00

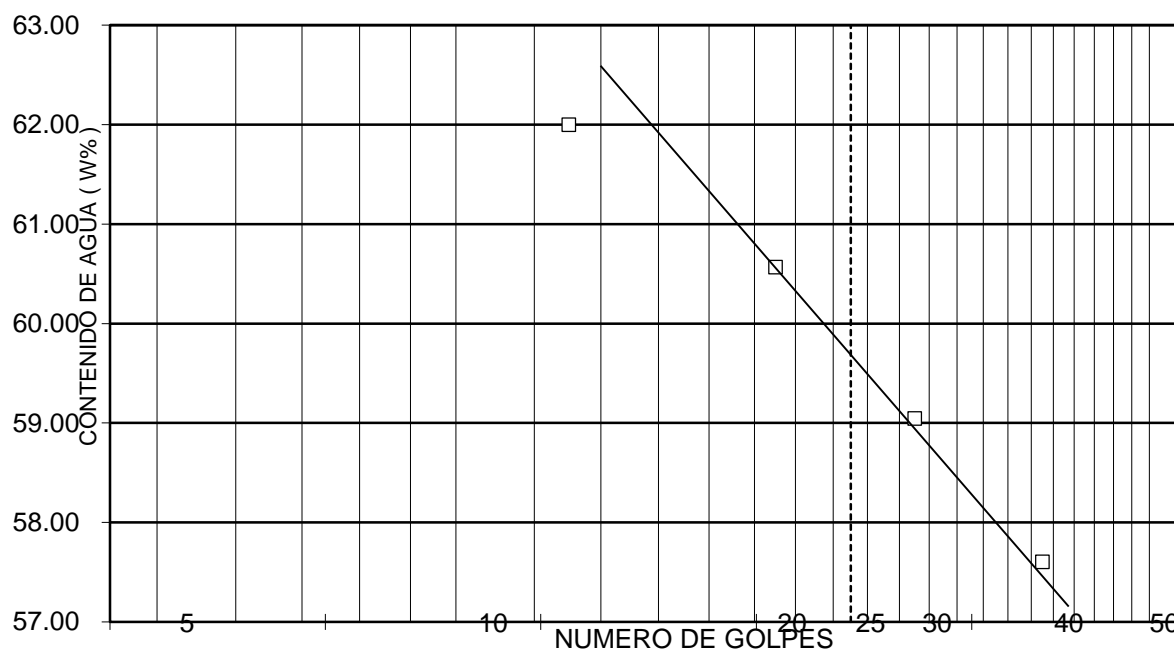
LIMITE PLASTICO

	65	6.20	5.40	2.80	30.77
	64	6.40	5.50	2.80	33.33

CONTRACCION LINEAL

barra nº	lec.inic.	lec.final	C.L. (%)

L.L.	L.P.	I.P.	S.U.C.S
59.90	32.05	27.85	OH-MH





PCA-9, muestra MC, Prof: 1.80-2.00 m, ARCILLA POCO LIMOSA GRIS OSCURO NEGRUSCO

LIMITE LIQUIDO

Nº GOLPES	Nº tara	Wh+T	Ws+t	Wt	W%
39	149	16.80	10.29	2.20	80.47
30	33	15.90	9.75	2.30	82.55
22	145	17.30	10.35	2.20	85.28
14	8	16.30	9.70	2.20	88.00

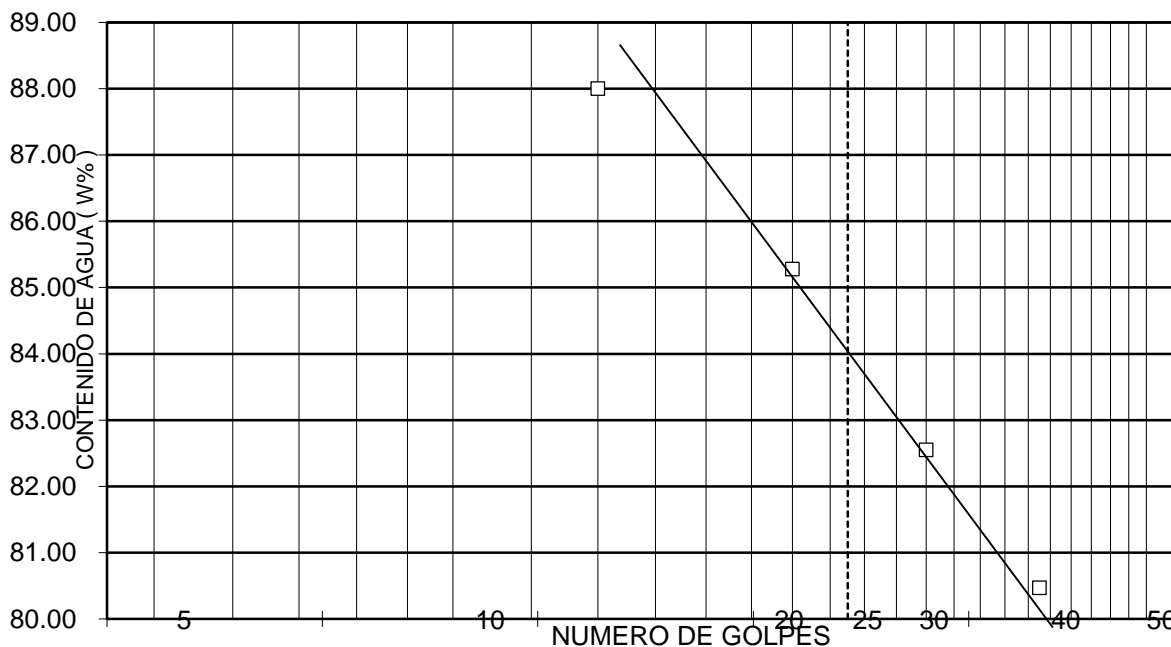
LIMITE PLASTICO

	62	6.70	5.50	2.80	44.44
	63	6.60	5.50	2.90	42.31

CONTRACCION LINEAL

barra nº	lec.inic.	lec.final	C.L. (%)

L.L.	L.P.	I.P.	S.U.C.S
84.00	43.38	40.62	OH-MH





PCA-10, muestra MC, Prof: 1.80-2.00 m, ARCILLA POCO LIMOSA
CAFÉ GRISACEO OSCURO

LIMITE LIQUIDO

Nº GOLPES	Nº tara	Wh+T	Ws+t	Wt	W%
42	104	20.00	14.00	2.30	51.28
30	133	20.20	13.90	2.10	53.39
22	121	21.20	14.43	2.20	55.36
13	142	20.60	13.90	2.20	57.26

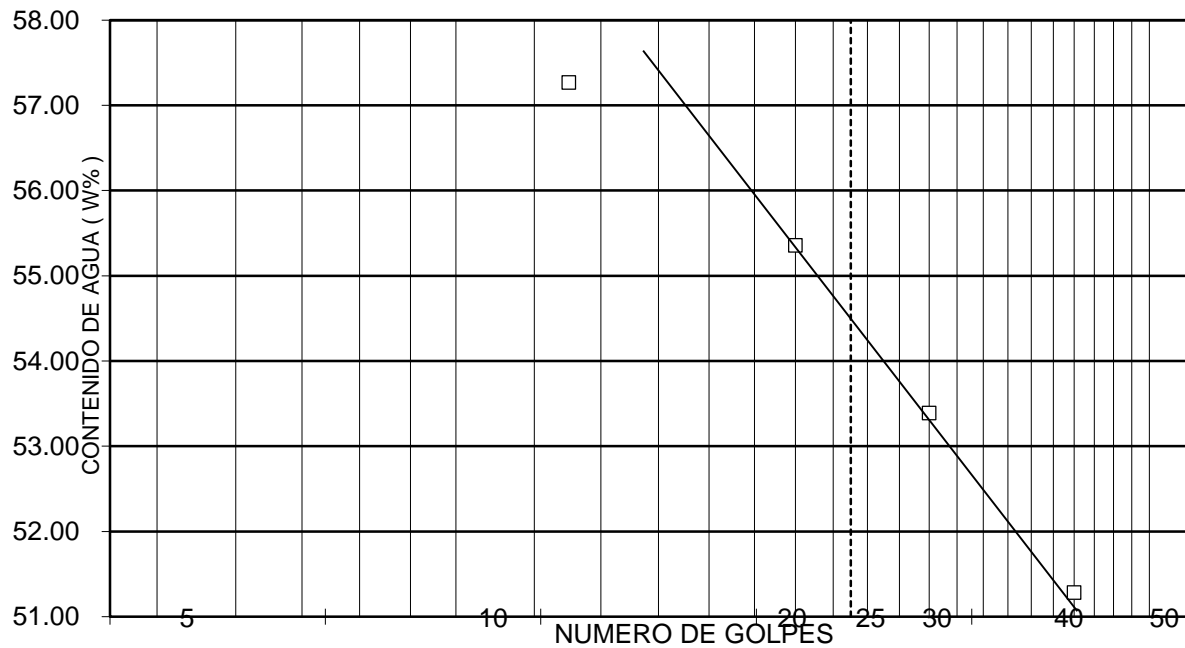
LIMITE PLASTICO

	67	6.50	5.60	2.80	32.14
	62	6.30	5.50	2.80	29.63

CONTRACCION LINEAL

barra nº	lec.inic.	lec.final	C.L. (%)

L.L.	L.P.	I.P.	S.U.C.S
54.60	30.89	23.71	OH-MH





PCA-12, muestra MC, Prof: 1.80-2.00 m, ARCILLA POCO LIMOSA
CAFÉ GRISACEO OSCURO

LIMITE LIQUIDO

Nº GOLPES	Nº tara	Wh+T	Ws+t	Wt	W%
39	45	24.40	17.28	2.20	47.21
28	135	25.20	17.70	2.10	48.08
20	111	25.80	18.05	2.20	48.90
12	108	24.00	16.80	2.30	49.66

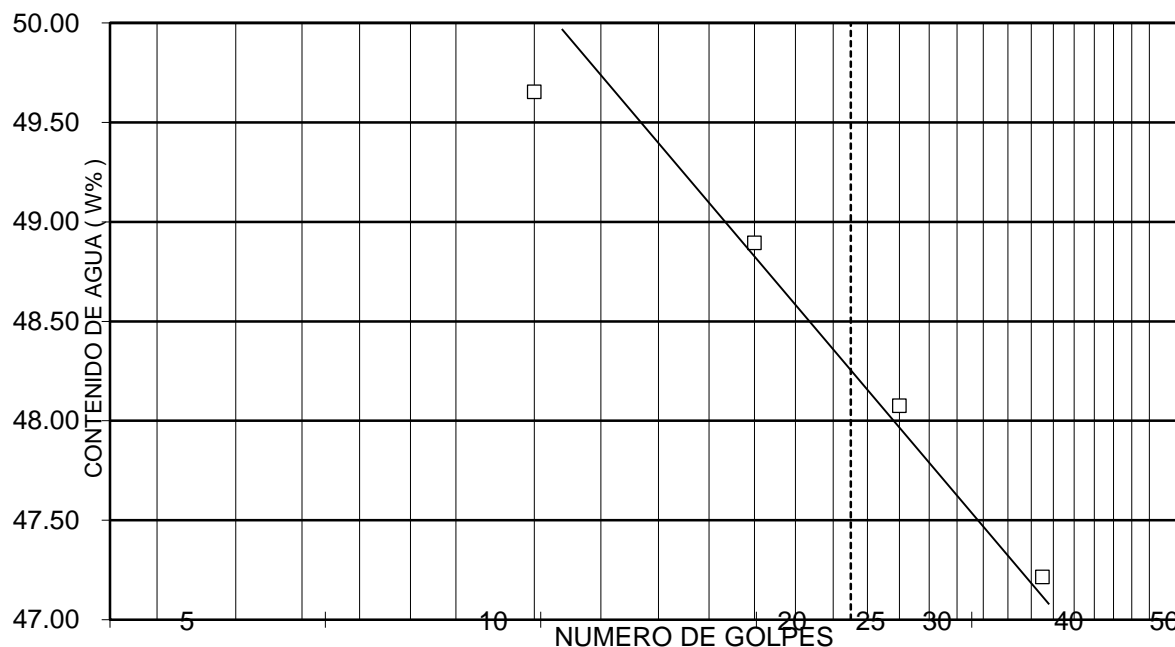
LIMITE PLASTICO

	11	6.50	5.60	2.10	25.71
	66	6.60	5.80	2.80	26.67

CONTRACCION LINEAL

barra nº	lec.inic.	lec.final	C.L. (%)

L.L.	L.P.	I.P.	S.U.C.S
48.30	26.19	22.11	CL





PCA-13, muestra MC, Prof: 1.80-2.00 m, ARCILLA POCO LIMOSA
CAFÉ OSCURO

LIMITE LIQUIDO

Nº GOLPES	Nº tara	Wh+T	Ws+t	Wt	W%
41	114	16.00	11.50	2.30	48.91
31	126	17.00	12.00	2.10	50.51
21	49	16.70	11.70	2.20	52.63
12	86	16.40	11.40	2.20	54.35

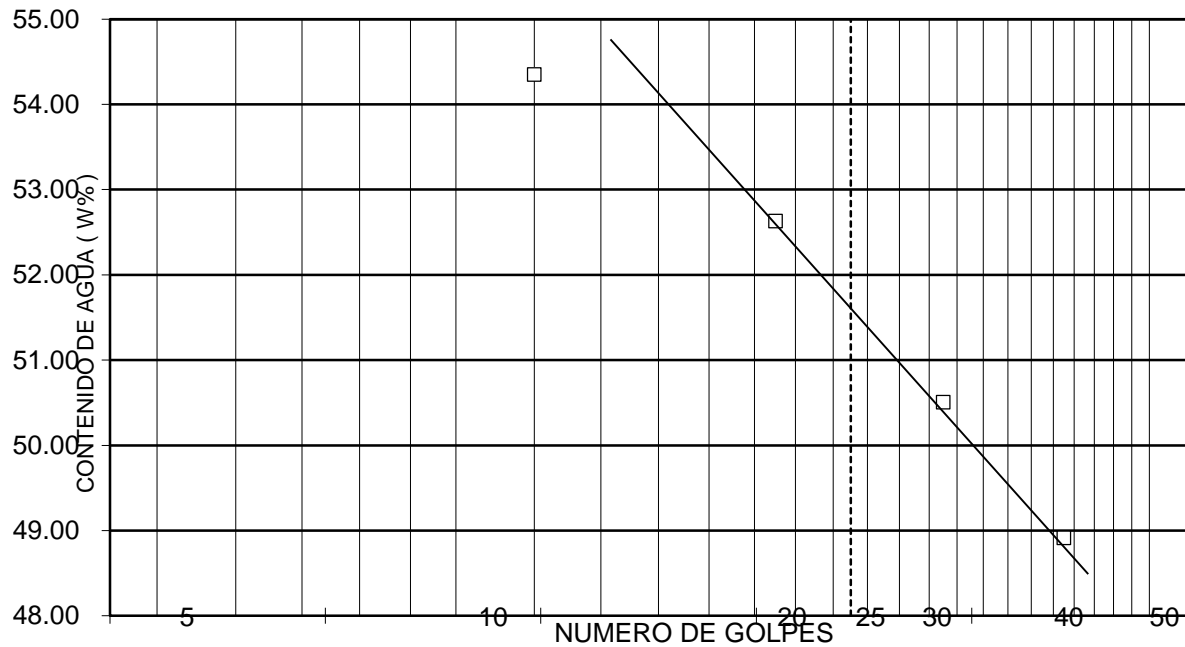
LIMITE PLASTICO

	73	6.40	5.50	2.70	32.14
	70	6.10	5.30	2.60	29.63

CONTRACCION LINEAL

barra nº	lec.inic.	lec.final	C.L. (%)

L.L.	L.P.	I.P.	S.U.C.S
51.70	30.89	20.81	OH-MH





PCA-14, muestra MC, Prof: 1.70-1.90 m, LIMO POCO ARCILLOSO
CAFÉ GRISACEO OSCURO

LIMITE LIQUIDO

Nº GOLPES	Nº tara	Wh+T	Ws+t	Wt	W%
40	105	21.00	16.69	2.30	29.95
32	140	21.50	17.00	2.20	30.41
24	136	22.30	17.55	2.20	30.94
16	129	21.80	17.10	2.10	31.33

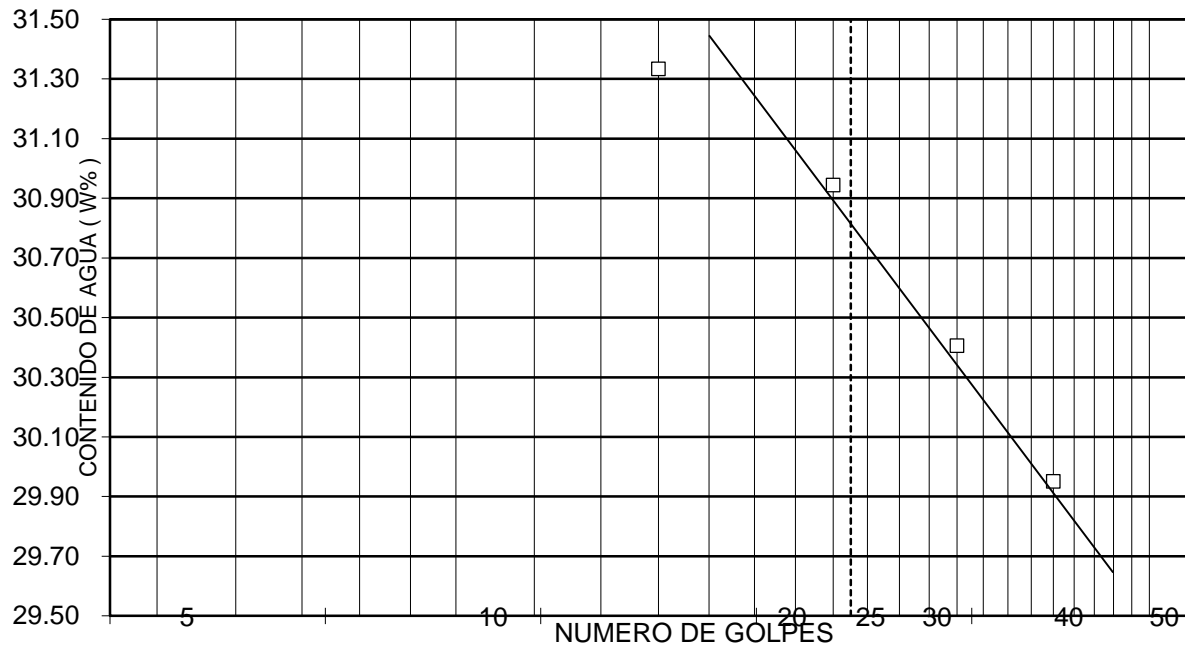
LIMITE PLASTICO

	69	6.30	5.80	2.80	16.67
	55	6.20	5.80	2.80	13.33

CONTRACCION LINEAL

barra nº	lec.inic.	lec.final	C.L. (%)

L.L.	L.P.	I.P.	S.U.C.S
30.88	15.00	15.88	CL





PCA-15, muestra MC, Prof: 1.90-2.10 m, ARCILLA POCO LIMOSA
CAFÉ GRISACEO

LIMITE LIQUIDO

Nº GOLPES	Nº tara	Wh+T	Ws+t	Wt	W%
41	19	18.20	11.70	2.30	69.15
33	134	17.70	11.35	2.30	70.17
22	12	19.30	12.10	2.10	72.00
11	47	18.90	11.80	2.20	73.96

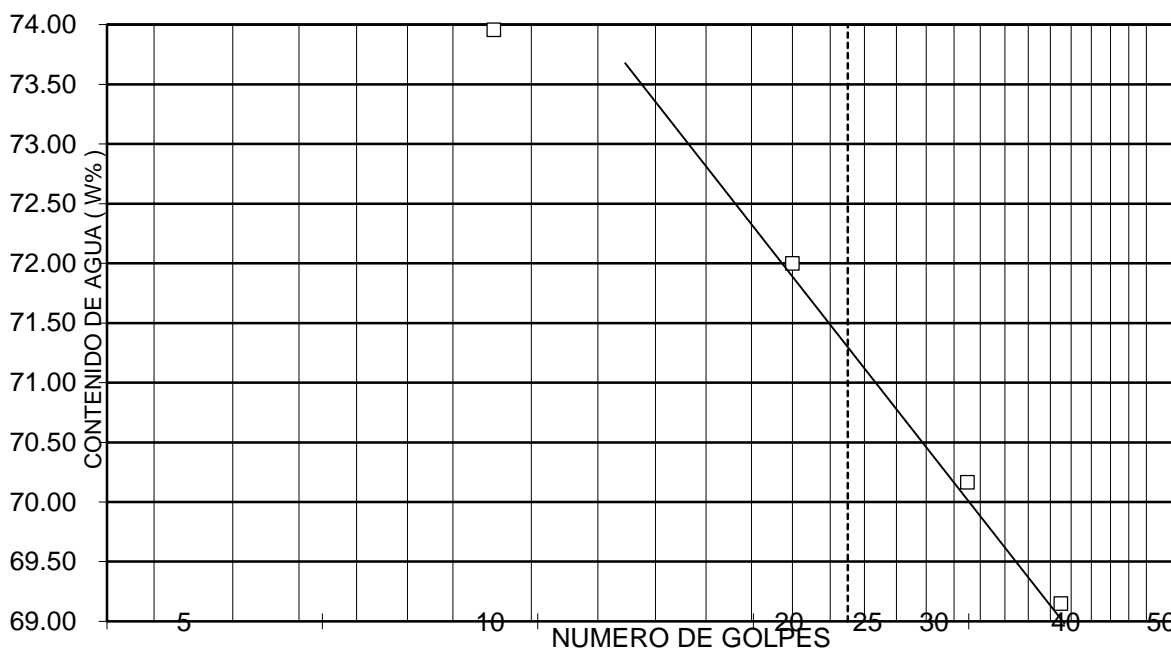
LIMITE PLASTICO

	63	6.50	5.50	2.90	38.46
	61	6.60	5.60	2.70	34.48

CONTRACCION LINEAL

barra nº	lec.inic.	lec.final	C.L. (%)

L.L.	L.P.	I.P.	S.U.C.S
71.48	36.47	35.01	OH-MH





Esfuerzos para Troqueles

