

# **Informe de Mecánica de Suelos:**

**Proyecto Sitio 179146 Degollado, Región 9,  
Cerrada Josefa Ortiz de Domínguez #6, Col.  
Magdalena Atlicpac, Los Reyes Acaquilpan,  
Estado de México. Coordenadas: Latitud  
19.3740350 N, Longitud -98.950217 W.**

## INFORME TÉCNICO

**Obra:** Sitio 179146 Degollado.

**Solicitante:** American Tower Corporation.

**Ubicación:** Región 9, Cerrada Josefa Ortiz de Domínguez #6, Col. Magdalena Atlicpac, Los Reyes Acaquilpan, Estado de México. Coordenadas: Latitud 19.3740350 N, Longitud -98.950217 W.

**Fecha:** 26 de Marzo del 2021.

---

## CONTENIDO

### 1.\_ INTRODUCCIÓN

1.1\_ Memoria descriptiva

### 2.\_ DESCRIPCIÓN DE SITIO DE PROYECTO

2.1.\_Ubicación y Plano Topográfico

2.2.\_Geología

2.3.\_Clima

2.4.\_Hidrología

2.5.\_Zonificación Geotécnica y Sísmica

2.7.\_Trabajos de Laboratorio

### 3.\_TRABAJOS DE CAMPO (EXPLORACIÓN Y MUESTREO)

3.1\_Reporte de Perforación

### 4.\_ESTRATIGRAFIA

### 5.\_ANALISIS GEOTÉCNICO

5.1.\_ Revisión Estado Límite de Falla

- Fatiga (Condición Estática)
- Empuje de tierras sobre muros de contención.

5.2.\_ Revisión Estado Límite de Servicio

- Deformación (Asentamiento elástico)

### 6.\_CONCLUSIONES

### 7.\_RECOMENDACIONES

### 8.\_REFERENCIA

### 9.\_ANEXOS

9.1. \_Ensajes de Laboratorio

9.2\_ Reporte Fotográfico

## **1. INTRODUCCION:**

El presente Estudio de Mecánica de Suelos es para definir las características físicas, mecánicas y lo correspondiente al análisis geotécnico de los elementos estructurales de cimentación desplantada en el suelo del sitio de estudio en el cual se realizará el Proyecto Sitio 179146 Degollado, Torre Autosoportada.

Por ello se hacen los trabajos de exploración y muestreo, así como las pruebas índice y mecánicas en el laboratorio de mecánica de suelos de las diferentes muestras obtenidas del sondeo de penetración estándar (SPT), además de pruebas en sitio con torcometro o penetrometro de bolsillo, estas pruebas se realizaron en el lugar, para garantizar la seguridad y correcto funcionamiento de la estructura a diseñarse y construirse, ubicado en 179146 Degollado, Región 9, Cerrada Josefa Ortiz de Domínguez #6, Col. Magdalena Atlicpac, Los Reyes Acaquilpan, Estado de México. Coordenadas: Latitud 19.3740350 N, Longitud -98.950217 W.

A fin de identificar y establecer las condiciones y características estratigráficas existentes del subsuelo hasta la profundidad en la que son significativos los esfuerzos producidos por las cargas que transmitirán las estructuras que se pretenden construir y así establecer los parámetros geotécnicos, para obtener los resultados de capacidad de carga admisible, asentamientos instantáneos y o asentamientos por consolidación primaria en el análisis geotécnico de los elementos que integraran la cimentación de la estructura, así como establecer las recomendaciones para la correcta ejecución de trabajos de construcción.

Con el propósito indicado en el párrafo anterior, y atendiendo las instrucciones de exploración y muestreo que nos indican, se realizó en el sitio de estudio un reconocimiento preliminar observando que el sitio de estudio se encuentra en condiciones accesibles además de que no se encuentra rodeado de construcciones colindantes de uso habitacional.

Se realizaron trabajos de exploración de un sondeo de penetración estándar en un extremo del área central en del sitio de estudio, para la extracción de muestras alteradas e inalteradas a partir de la estratigrafía o capas litológicas encontradas, además de las propiedades físicas y mecánicas del suelo que nos proporcione las pruebas de laboratorio. En este reporte se describen los trabajos realizados en campo y gabinete, la exploración realizada, los ensayos realizados a las muestras en el laboratorio de mecánica de suelos además se dan las conclusiones y recomendaciones pertinentes necesarias para la correcta ejecución y construcción de la obra.

## 1.1 \_ Memoria Descriptiva

El municipio de La Paz se localiza en la parte oriental del Estado de México, en las coordenadas 20°22' de latitud norte y 98°59' de longitud oeste, a 2,250 metros sobre el nivel del mar. Limita al norte con los municipios de Chicomoloco y Chimalhuacán; al sur, con los municipios de Ixtapaluca, Valle de Chalco y Distrito Federal; al este, con el de Chicomoloco e Ixtapaluca; y al oeste con el Distrito Federal, con la delegación de Iztapalapa y Nezahualcóyotl.

El municipio de La Paz cuenta con una extensión territorial de 36.36 kilómetros cuadrados.

El municipio tiene dos zonas geográficas bien definidas, la primera es una amplia llanura que ocupa el vaso de Texcoco y algunas formaciones montañosas representadas por los cerros del Pino y El Chimalihuache, así como un volcán apagado, "La Caldera", el cual tiene dos cráteres. Se encuentra a 2,800 metros de altura sobre el nivel del mar.

La segunda zona geográfica es accidentada con pendientes mayores de 30°C y ocupan aproximadamente 624 hectáreas. Las zonas semiplanas son, con pendientes menores a 5°, corresponden a las faldas de los cerros y abarcan una extensión de 419 hectáreas.

El municipio de La Paz no cuenta con cuerpos de agua, sólo el río La Compañía, el cual aloja las aguas negras del municipio de Chalco, además de las generadas por el municipio La Paz.

Los cuatro tipos de suelos existentes en el municipio son: regosol eutrico, yermosol gypsico, solonchak y faezem.

El 41.79% del territorio es de uso habitacional, comercial y servicios; 12.37% de uso industrial; 10.78% de baldíos urbanos; 24.51% de reforestación; 1.52% de minas de arena; 0.73% de uso agroindustrial y el 1.11% estatal y federal.

Fuente de Información: Sistema Nacional de Información Municipal INAFED.

## 2. DESCRIPCIÓN DE SITIO DE PROYECTO:

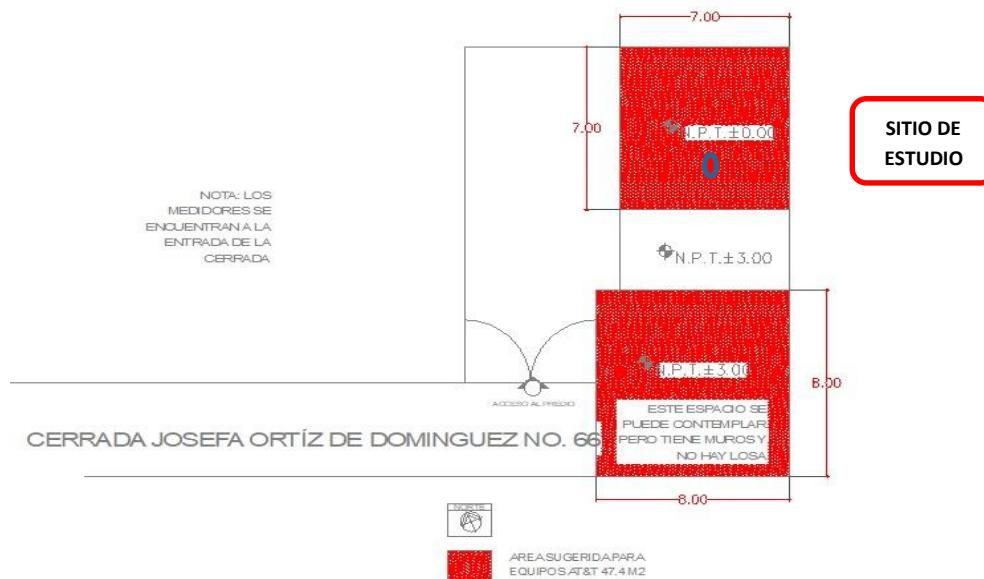
### 2.1. Ubicación y Plano Topográfico

Sitio 179146 Degollado, Cerrada Josefa Ortiz de Domínguez #6, Col. Magdalena Atlicpac, Los Reyes Acaquilpan, Estado de México. Coordenadas: Latitud 19.3740350 N, Longitud -98.950217 W.

A continuación, se presentan los croquis de localización del sitio en estudio.



Croquis de localización, Fuente de Información: Obtenida de Google Maps.



Plano Topográfico y Ubicación de Sondeo.



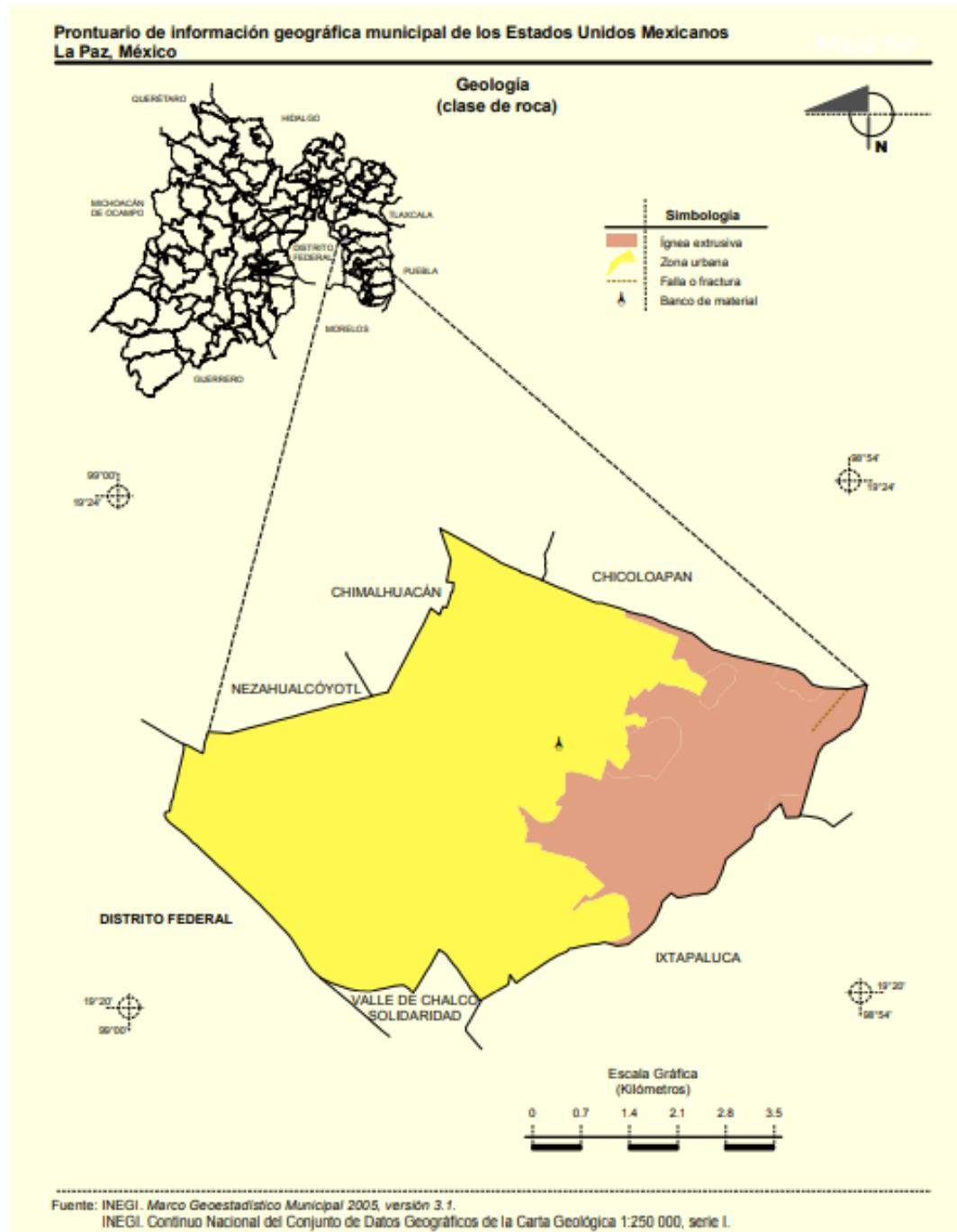
Imagen de predio. Fuente de Información: Obtenida de Brigada de Exploración y Muestreo.



Croquis de localización, Fuente de Información: Obtenida de Google Earth.

## 2.2. \_Geología:

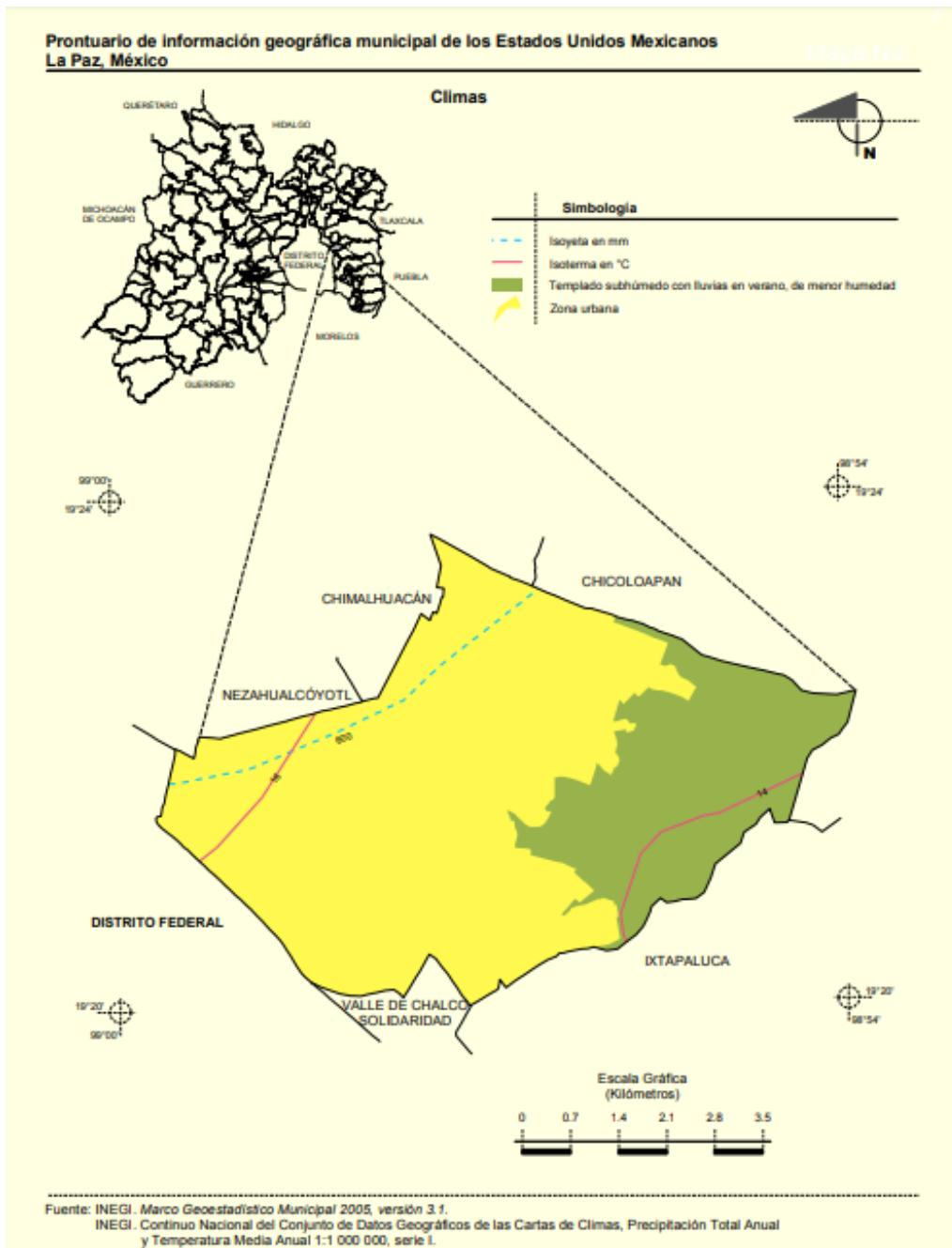
La Geología dentro del territorio de Los Reyes Acaquilpan pertenece al periodo Cuaternario (26.72%) y Neógeno (0.35%). Además, predomina dentro del territorio las rocas del tipo ígnea extrusiva: toba básica (24.14%), basalto (1.54%), brecha volcánica básica (1.04%) y andesita (0.35%).



Geología Los Reyes Acaquilpan, Estado de México. (Prontuario, INEGI).

### 2.3. \_Clima:

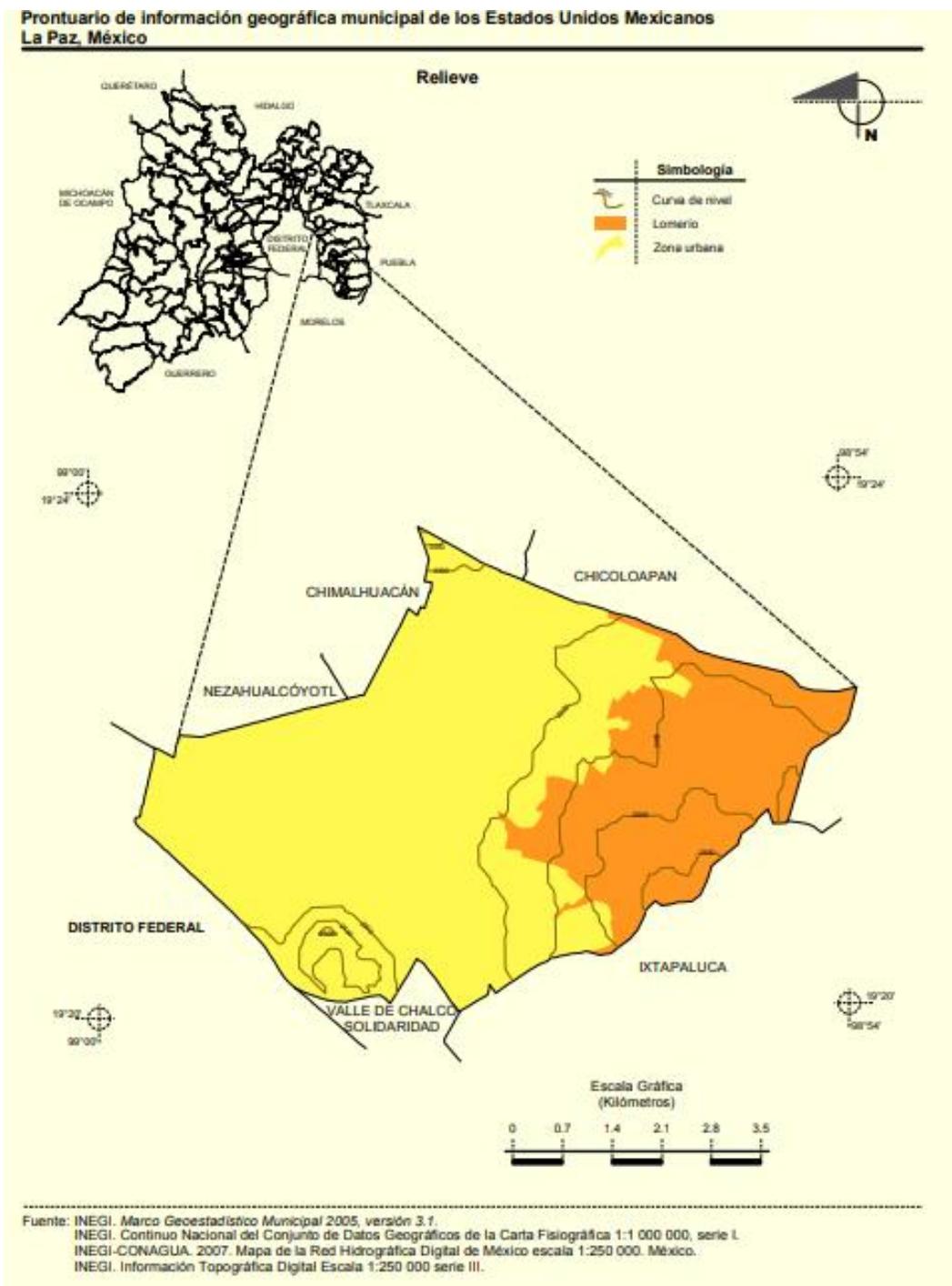
Dentro del territorio de Los Reyes Acaquilpan existen el tipo de clima que predomina el Templado subhúmedo con lluvias en verano, de menor humedad (96.63%) y seco con lluvias en verano, semiseco (3.37%). El rango de temperatura media anual ronda entre los 12°C y los 18°C, la precipitación media anual está dentro de los 500 y 700 mm.



Clima Los Reyes Acaquilpan, Estado de México. (Prontuario, INEGI).

## 2.4. \_Hidrología:

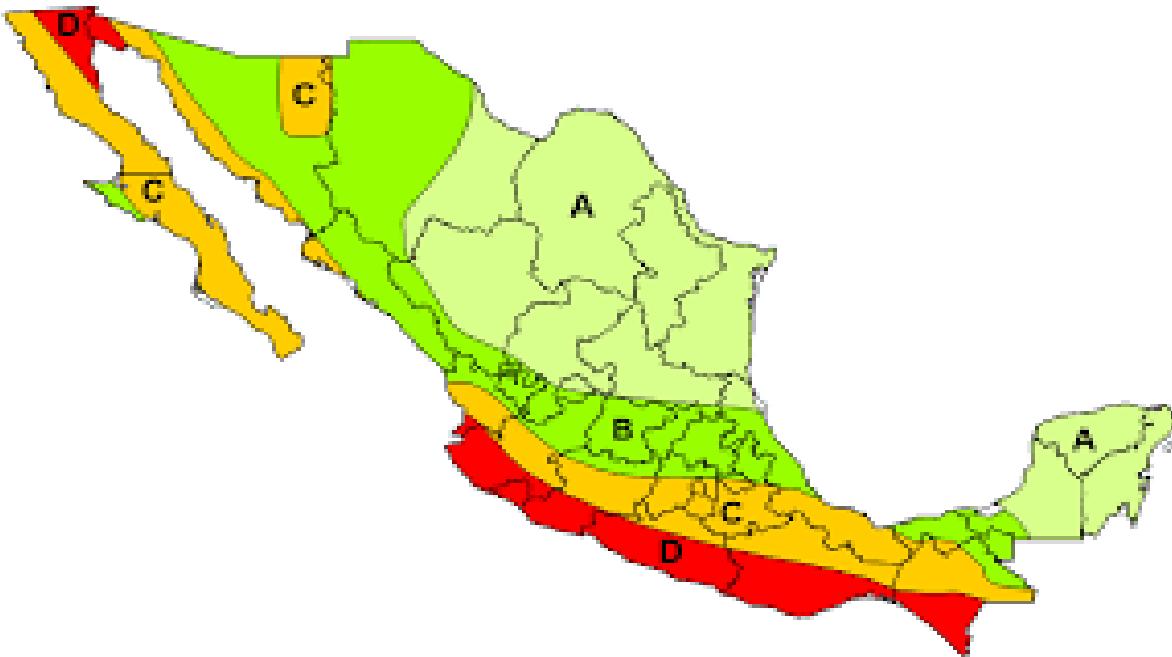
El territorio de Los Reyes Acaquilpan pertenece a la región hidrológica Pánuco en 100% de su territorio, a la cuenca del río Moctezuma perteneciente a la subcuenca de Río Texcoco y Zumpango en 100% de su territorio.



Relieve Los Reyes Acaquilpan, Estado de México. (Prontuario, INEGI).

## 2.5. Zonificación Sísmica:

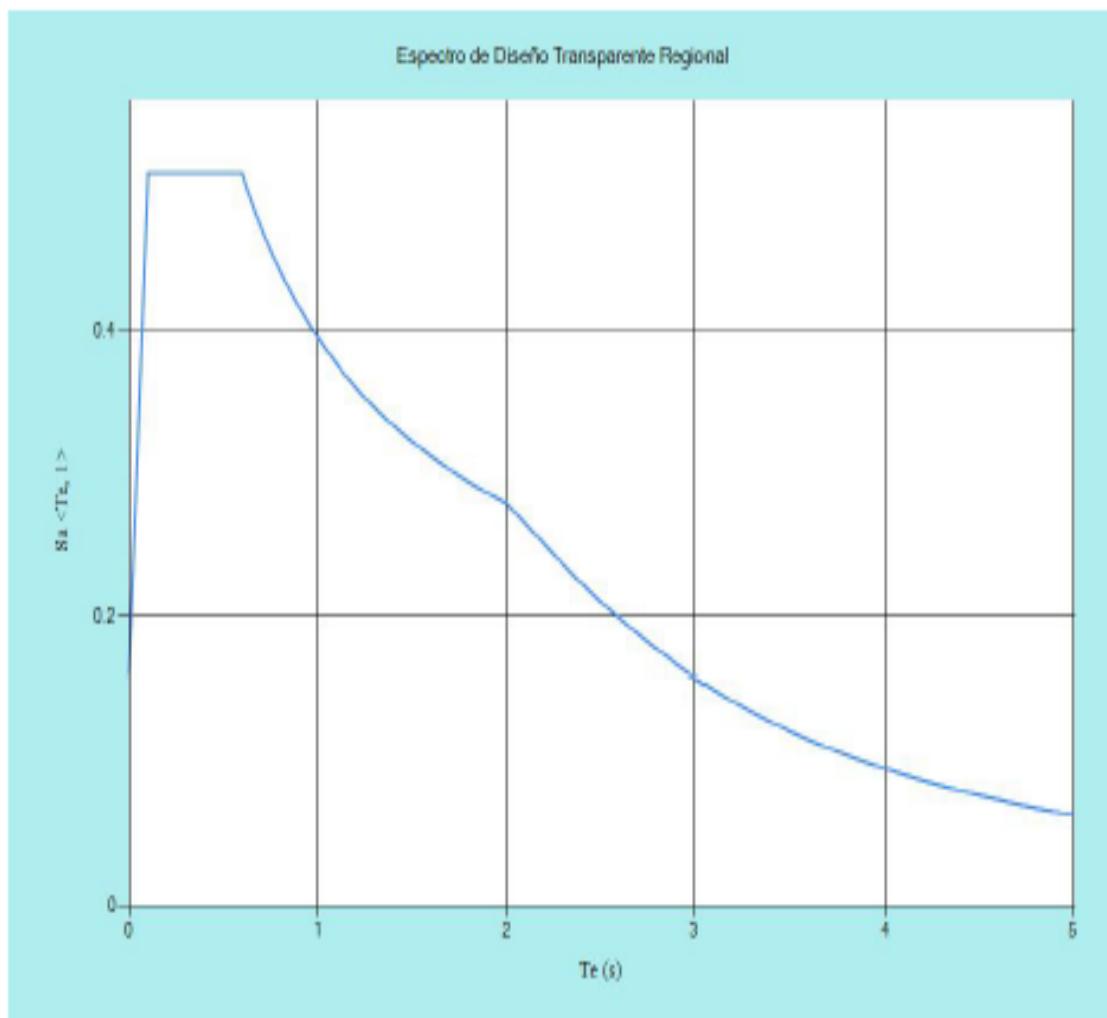
La República Mexicana ha sido regionalizada en cuatro regiones A, B, C y D de acuerdo con lo indicado con el manual de diseño de obras civiles diseño por sismo 2015 de la Comisión Federal de Electricidad aplicadas en todo el territorio mexicano.



Regionalización sísmica de la República Mexicana, Fuente de Información: MDOC CFE SISMO 2015

Para el análisis y diseño sísmico de la edificación se considero el programa de la CFE, prodisis 2015. El terreno de interés se encuentra en la zona **C** de la carta de sismicidad de la Republica Mexicana, por lo se recomienda que los cálculos estructurales se utilice un coeficiente sísmico cuando menos de **0.500**, para estructuras del tipo **A** como se indica en el espectro sísmico obtenido del programa prodisis 2015 . Sin embargo, se recomienda efectuar un análisis sísmico de la estructura, cuyo resultado se deberá utilizar para el calculo del proyecto.

ESPECTRO DE ROCA		ESPECTRO DE SITIO	
	Zona sísmica	C	
Longitud	-98.9456 O	Latitud	19.3621 N
a0r:	105.02 cm/s <sup>2</sup>	a0:	157.52 cm/s <sup>2</sup>
c:	333.8 cm/s <sup>2</sup>	c:	500.7 cm/s <sup>2</sup>
		Ta:	0.1 s
		Tb:	0.6 s
		Tc:	2 s
		k:	1.5
		r:	0.5



Espectro de diseño sísmico CFE del Municipio de Los Reyes Acaquilpan, Estado de México.

## 2.7.\_Trabajos de Laboratorio:

Las muestras obtenidas del sondeo mixto se trasladaron al laboratorio, donde inicialmente se clasificaron visual y manualmente para programar la ejecución de ensayos que proporcionarán su clasificación en atención al Sistema Unificado de Clasificación de los Suelos (S.U.C.S.) así mismo a las muestras inalteradas se les efectuaron correlaciones apegados al reporte de penetración estándar que permitieron determinar su resistencia al esfuerzo cortante y deformabilidad.

Las pruebas índices que se efectuaron fueron los siguientes:

- Peso Específico (ASTM C 127)
- Contenido de Humedad (ASTM D 2216)
- Identificación de suelo en sitio (ASTM D 2487)
- Granulometría (ASTM D 422)
- Densidad de Solidos (ASTM D 854)
- Límites de consistencia (ASTM D 4318)

Las pruebas mecánicas que se efectuaron fueron los siguientes:

Todos los ensayos se realizaron conforme a lo especificado en las normas ASTM vigentes.

El resultado de los ensayos de laboratorio se presenta en el anexo 9.1 donde se indican los resultados.

- Contenido de Humedad:

Contenido de humedad es la relación del peso del agua entre el peso de los sólidos de un suelo expresado en porcentaje.

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

- Peso Específico:

El peso volumétrico del material en estado natural es la relación de su peso entre la unidad de volumen.

$$\gamma_m = \frac{W_m}{V_m}$$

- Densidad de Solidos:

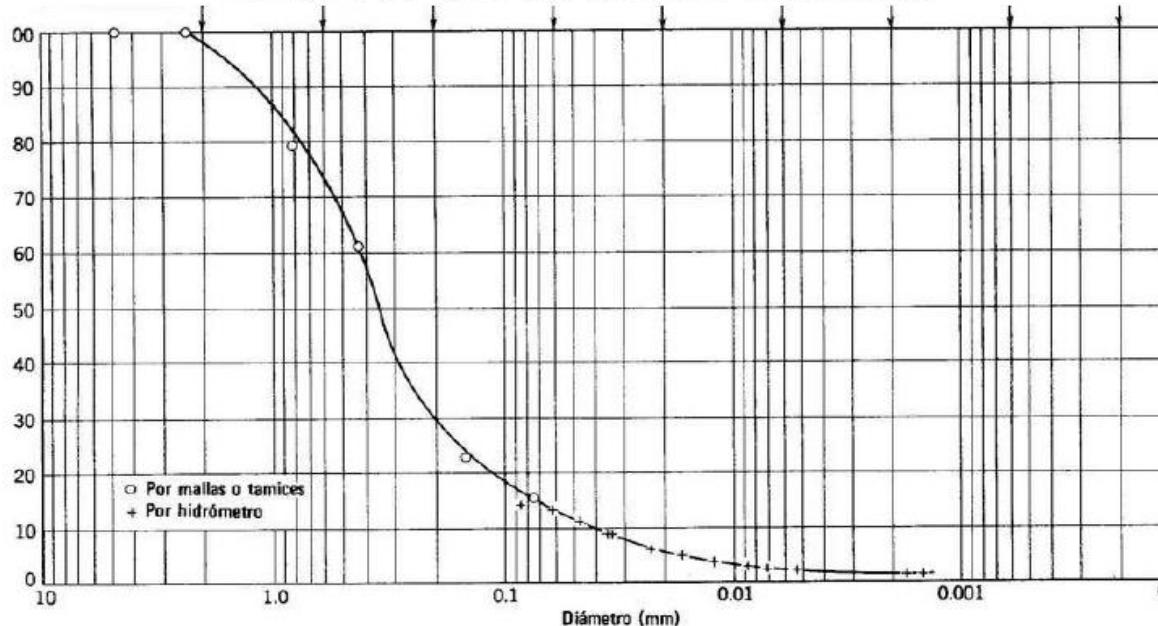
La densidad de solidos se define como la relación que existe entre el peso de los sólidos y el peso del volumen del agua desalojado por los mismos.

$$\gamma_m = \frac{W_s}{V_s}$$

- Granulometría.

Este ensaye consiste en separar por tamaños las partículas de suelos gruesos y finos que componen una muestra de material en estudio y en función para poder clasificarlo, es decir la determinación de la distribución de las partículas de un suelo en cuanto a su tamaño.

## Curva Granulométrica



En el eje de las ordenadas se anota en escala natural el porcentaje que pasa en cada malla y en el eje de las abscisas en escala logarítmica el número de las malla correspondiente en pulgadas, uniendo los puntos se obtiene la curva granulométrica, la cual servirá de base para encontrar los parámetros de allen (D60, D30 y D10), el valor de cada uno de ellos se localiza el interceptar la curva granulométrica, leyendo directamente el valor en milímetros en la parte superior de la gráfica, con los valores se calculan los coeficientes de uniformidad (Cu) y de curvatura (Cc), una vez conocidos se podrá clasificar el tipo de suelo de acuerdo con el S.U.C.S).

- Límites de consistencia:

Los suelos dependiendo de la cantidad de agua que posean y de sus características físicas pueden ser en menor o mayor escala deformables. Así mismo esta función de su resistencia al esfuerzo cortante. Atterberg en forma experimental propuso 4 estados por los que pueden pasar los suelos al disminuyendo su contenido de humedad, definiendo 3 fronteras a las que llamo límites de consistencia.

Límite Liquido (L.L.): es la frontera comprendida entre el estado semilíquido y plástico, definiéndose como el contenido de humedad que requiere un suelo previamente remodelado en el que al darle forma trapezoidal sus taludes fallen simultáneamente cerrándose la ranura longitudinal de 13 mm. Sin resbalar en sus apoyos al sufrir el impacto de 25 golpes consecutivos en la copa de casa grande siendo una altura de caída de 1 cm. El límite liquido se define también como el contenido de humedad que requiere un suelo para presentar una resistencia al esfuerzo cortante.

Límite Plástico (L.P.): Es la frontera comprendida entre el estado plástico y semisólido, se define como el contenido de humedad que posee un cilindrito de material en estudio de 11 cm de longitud y 3.2 mm. de diámetro formando al rolarlo con la mano sobre una superficie lisa al comenzar a sufrir agrietamientos en su estructura.

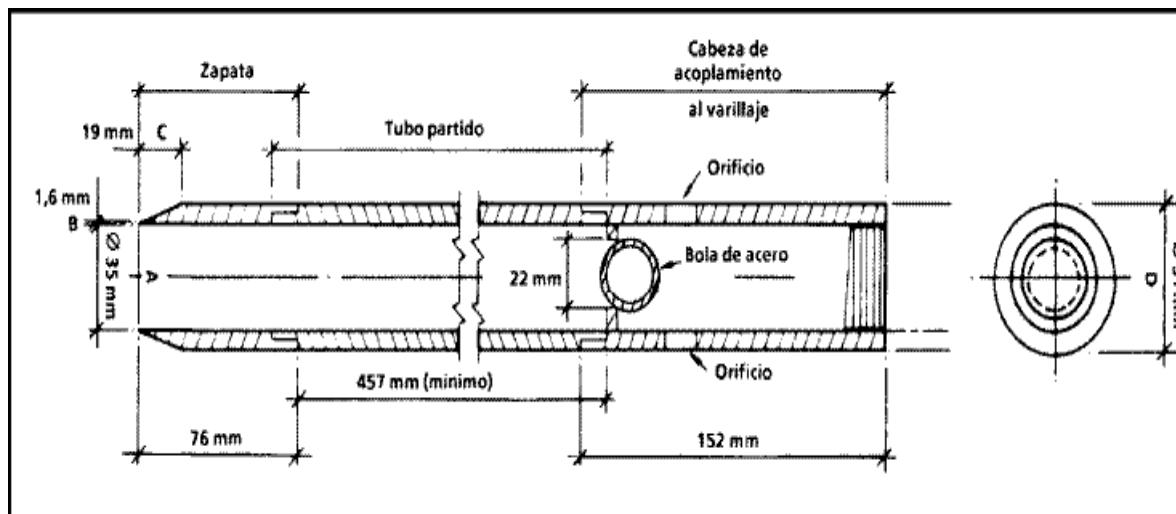
### 3.\_TRABAJOS DE CAMPO (EXPLORACIÓN Y MUESTREO):

Para realizar el estudio de mecánica de suelos, se llevó a cabo la exploración y muestreo del subsuelo en el sitio de estudio siguiendo las recomendaciones que indican en las Normas Técnicas Complementarias para el Diseño de Cimentaciones, se programó las siguientes actividades. Se realizó un Sondeo en el área a estudiar.

#### 1.\_ Sondeo de Penetración Estándar (SPT-1)

Considerando las características del sitio, tipo de estructura y lo mencionado en el punto anterior, la investigación de campo se estableció mediante la realización de sondeos de penetración estándar (SPT), el sondeo se combinó el avance por percusión de la herramienta de penetración estándar con puntas de acero para lograr avance en suelos duros.

La técnica conocida como penetración estándar para la obtención de muestras alteradas mediante la herramienta conocida como penetrómetro estándar que es un muestreador de pared gruesa de 3.5 cm de diámetro interior de *media caña* de 60 cm de longitud, que al tiempo que recupera las muestras, permite medir la resistencia a la penetración estándar, que se define como el número de golpes que se deben aplicar por medio de la energía proporcionada por con un martillo de 64 kg de peso con caída libre de 76.2 cm para alcanzar una penetración de 30 cm en el suelo, establecido en la norma ASTM-D1586.



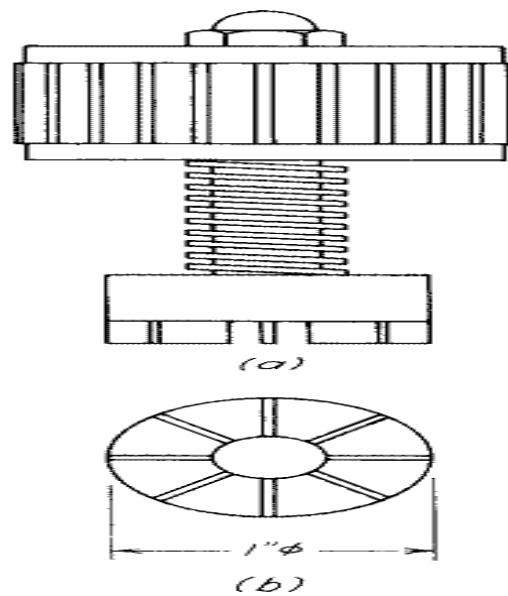
Vista de penetrometro partido muestreador spt.

Este registro permite inferir a través de correlaciones la compacidad de los suelos granulares y la consistencia de los materiales finos. Con el penetrómetro se recuperaron muestras alteradas del suelo en prácticamente toda la profundidad

explorada. Las muestras obtenidas de los sondeos fueron empacadas y llevadas al laboratorio, para determinar las propiedades índice representativas del lugar.

Un penetrómetro de bolsillo, que es un instrumento de laboratorio utilizado para determinar el esfuerzo de compresión inconfinado  $q_u$  en laboratorio o en campo. Para lo cual se traza un círculo con su centro en el suelo, entonces se ubica verticalmente el penetrómetro directamente contra el suelo y se realizan disparos alrededor del círculo y en el centro. Los valores registrados del penetrómetro se evalúan mediante una tabla proporcionada por el fabricante, el valor promedio de las lecturas realizadas con el penetrómetro será  $q_u$ , con el cual puede trazarse la envolvente de falla.

Una modificación llamada torcómetro permite la ejecución rápida de muchas pruebas de veleta en la superficie recién cortada de una muestra de arcilla rebanada longitudinalmente, o en la pared recién cortada de un pozo a cielo abierto. Por medio de adaptadores, pueden hacerse determinaciones confiables de resistencias al esfuerzo cortante que oscilen entre 1 y 50 ton/m<sup>2</sup>.



Vista de torcómetro.

Se detectó la posición del nivel de aguas freáticas a 4.30 m. de profundidad, durante los trabajos de exploración del suelo.

La profundidad de los sondeos (SPT-1) es de 10.20 en promedio. Se definió de acuerdo con las características que presenta el suelo existente en el sitio (hasta un suelo muy duro) y de la estructura que se desea construir el sitio.

### 3.1\_ Reporte de Perforación

REPORTE DE PERFORACIÓN									
OBRA		Sítio 179146 Degollado.						COORDENADAS	
LOCALIZACIÓN		Cerrada Josefa Ortiz de Domínguez #6, Col. Magdalena Atlicpac, Los Reyes Acaquilpan, Estado de México.						FECHA DE INICIO	26 de Marzo del 2021
POZO N°		Sondeo # 1						FECHA DE TERMINACIÓN	26 Marzo del 2021
TIPO DE SONDEO		Sondeo (SPT)						NIVEL FREÁTICO	4.30 m.

MUESTR A N°	PROFUNDIDAD (m)			RECUPERACIÓN			PENETRACIÓN ESTÁNDAR PESO DEL MARTILLO 64 kg ALTURA DE CAÍDA 75 cm.			TIPO DE HERRAMIENTA	CLASIFICACIÓN Y OBSERVACIONES	
	INICIAL	FINAL	AVANCE	m	%	CR % DEERE	N° DE GOLPES EN					
							15 cm	30 cm	15 cm	MUESTREO		
1	0.00	0.60	.60	-	-	-	1	14	7	T.P.	Material arenoso con limos color cafe, obscuro	
2	0.60	1.20	.60	-	-	-	8	28	7	T.P.	Material arenoso con limos color cafe, obscuro	
3	1.20	1.80	.60	-	-	-	7	13	7	T.P.	Material arenoso con limos color cafe, obscuro	
4	1.80	2.40	.60	-	-	-	4	7	4	T.P.	Arena limosa color café claro	
5	2.40	3.00	.60	-	-	-	4	10	5	T.P.	Arena limosa color café claro	
6	3.00	3.60	.60	-	-	-	3	5	3	T.P.	Arena con finos color café obscuro con pocas gravas	
7	3.60	4.20	.60	-	-	-	3	7	2	T.P.	Arena con finos color café obscuro con pocas gravas	
8	4.20	4.80	.60	-	-	-	PP	4	1	T.P.	Arena con finos color café obscuro con pocas gravas	
9	4.80	5.40	.60	-	-	-	1	1	1	T.P.	Material fino suelto color café obscuro	
10	5.40	6.00	.60	-	-	-	15	28	20	T.P.	Arena color negra con pocos finos	
11	6.00	6.60	.60	-	-	-	18	34	19	T.P.	Arena color negra con pocos finos	
12	6.60	7.20	.60	-	-	-	24	37	22	T.P.	Arena color negra con pocos finos	

13	7.20	7.80	.60	-	-	-	28	40	17	T.P.	Arenisca color gris tonalidad obscura
14	7.80	8.40	.60	-	-	-	23	48	32	T.P.	Arenisca color gris tonalidad obscura
15	8.40	9.00	.60	-	-	-	46	13/50	47	T.P.	Arenisca color gris tonalidad obscura
16	9.00	9.60	.60	-	-	-	46	10/50	+50	T.P.	Arenisca color gris tonalidad obscura
17	9.60	10.20	.60	-	-	-	+50	12/50	+50	T.P.	Arenisca color gris tonalidad obscura

---

#### 4.\_ESTRATIGRAFIA:

De acuerdo con la exploración física realizada, se presentan las estratigrafías del ensaye SPT.

De 0.00 a 1.70. De profundidad se presenta una arena limosa SM, con 0.00% de gravas, 80.72% de arenas y 19.28% de finos, Color cafe, de tonalidad obscuro, en estado suelto, peso específico 1.81 ton/m<sup>3</sup>, contenido de humedad de 11.27 % con un numero de golpes promedio de 18 golpes, angulo de fricción interna obtenido de 31°, densidad de solidos de 2.68, El material fino es clasificado como limo orgánico ML, polvo de roca, de baja plasticidad y resistencia en estado seco de nula a ligera, Limite liquido de 32.53 %, Limite Plastico de 31.75 % y un índice de plasticidad de 0.78 %.

De 1.70 a 3.10. De profundidad se presenta una arena limosa SM, con 2.12% de gravas, 95.34% de arenas y 0.54% de finos, Color cafe, de tonalidad clara, en estado suelto, peso específico 2.14 ton/m<sup>3</sup>, contenido de humedad de 14.96 % con un numero de golpes promedio de 9 golpes, angulo de fricción interna obtenido de 25°, densidad de solidos de 2.62, El material fino es clasificado como limo orgánico ML, polvo de roca, de baja plasticidad y resistencia en estado seco de nula a ligera, Limite liquido de 26.58 %, Limite Plastico de 24.02 % y un índice de plasticidad de 2.56 %.

De 3.10 a 4.60. De profundidad se presenta una arena limosa SM, con 1.49% de gravas, 97.51% de arenas y 1.00% de finos, Color cafe, de tonalidad obscuro, en estado suelto, peso específico 1.90 ton/m<sup>3</sup>, contenido de humedad de 26.42 % con un numero de golpes promedio de 5 golpes, angulo de fricción interna obtenido de 22°, densidad de solidos de 2.64.

De 4.60 a 5.50. De profundidad se presenta un Limo inorgancio ML, Color cafe, de tonalidad obscuro, en estado suelto, peso específico 1.73 ton/m<sup>3</sup>, contenido de humedad de 43.04 % con un numero de golpes promedio de 1 golpes, angulo de fricción interna obtenido de 19°, densidad de solidos de 2.68. El material fino es polvo de roca, de baja plasticidad y resistencia en estado seco de nula a ligera, Limite liquido de 34.51 %, Limite Plastico de 28.23 % y un índice de plasticidad de 6.28 %.

De 5.50 a 7.30. De profundidad se presenta una arena bien graduada SW, con 0.00% de gravas, 94.07% de arenas y 5.93% de finos, Color negro, de tonalidad obscuro, en estado compacto, peso específico 1.99 ton/m<sup>3</sup>, contenido de humedad

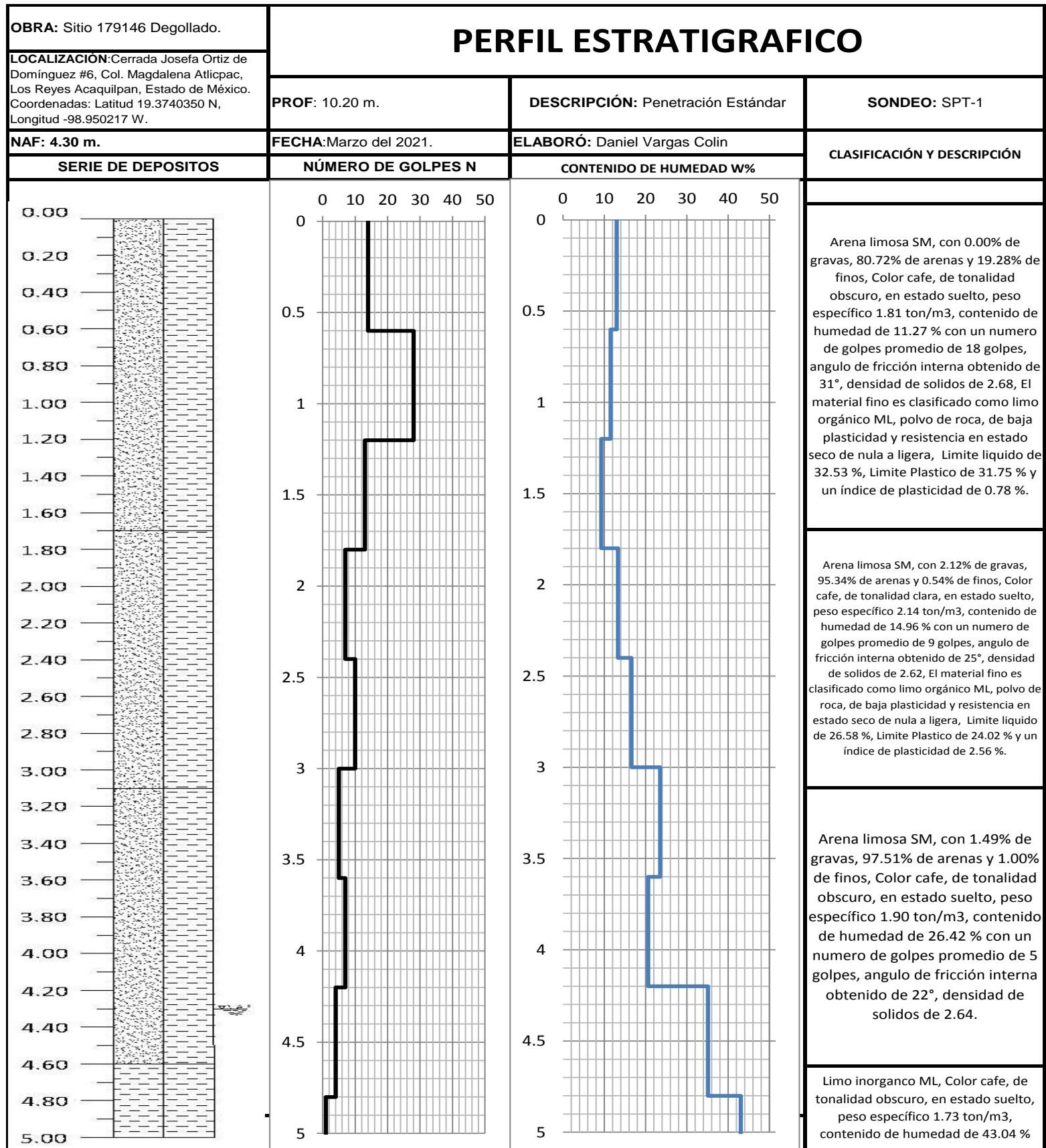
---

de 29.21 % con un numero de golpes promedio de 33 golpes, angulo de fricción interna obtenido de 34°, densidad de solidos de 2.56.

De 7.30 a 10.20. De profundidad se presenta un estrato de arenisca constituida por una arenas y limos como segmentantes, Color gris, de tonalidad oscuro, en estado muy compacto, peso específico 2.17 ton/m<sup>3</sup>, contenido de humedad de 24.02 % con un numero de golpes promedio de 48 golpes, angulo de fricción interna obtenido de 38°.

Se detectó la posición del nivel de aguas freáticas a 4.30 m. de profundidad, durante los trabajos de exploración del suelo.

Se ejecuto el sondeo a la profundidad de 10.20 m respectivamente, no continuando a mayor profundidad por encontrarse con un estrato muy resistente (mas de 50 golpes SPT), que imposibilita este tipo de exploración.



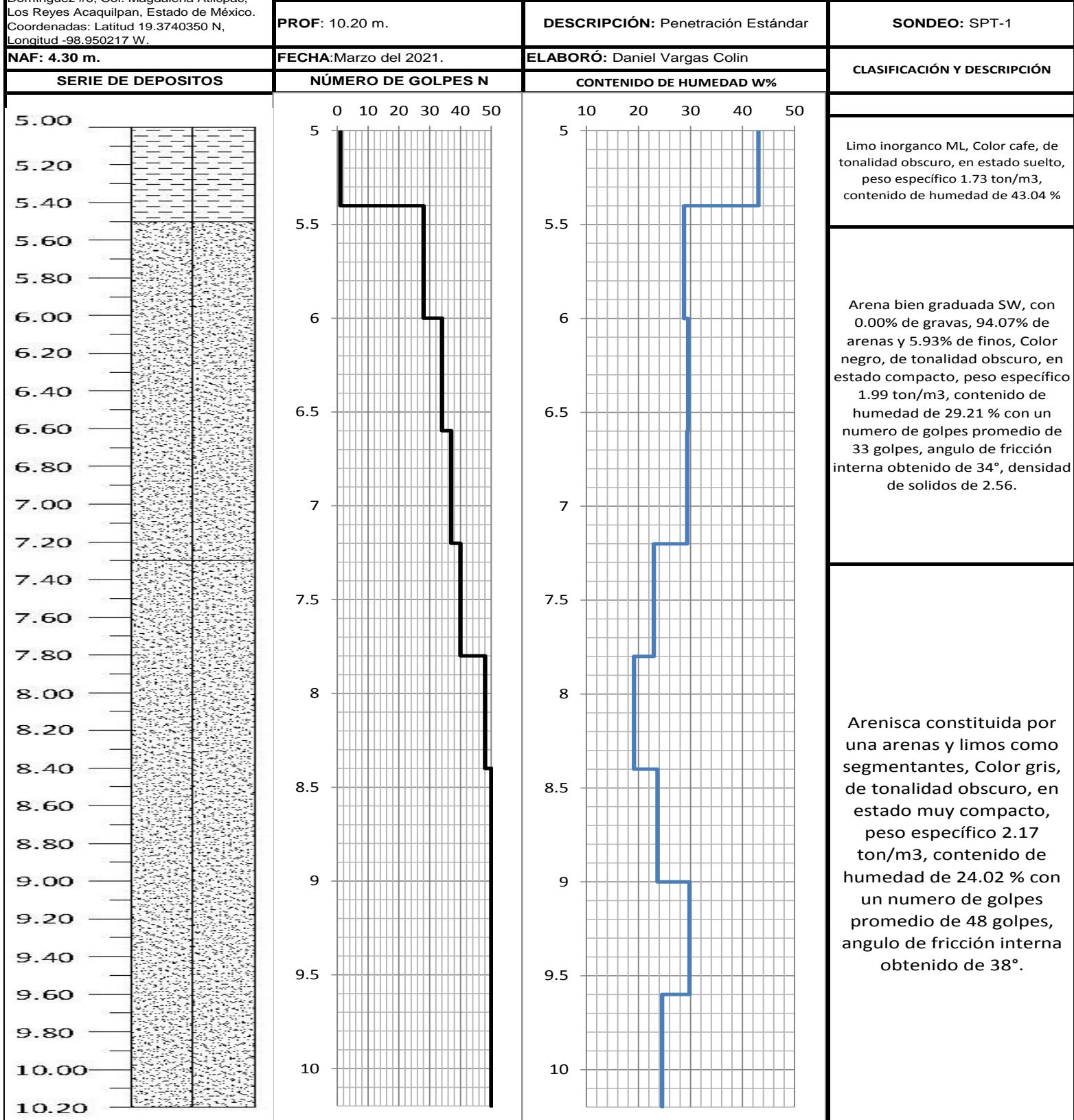
**OBRA:** Sitio 179146 Degollado.

**LOCALIZACIÓN:** Cerrada Josefa Ortiz de Dominguez #6, Col. Magdalena Atlipac, Los Reyes Acaquilpan, Estado de México. Coordenadas: Latitud 19.3740350 N, Longitud -98.950217 W.

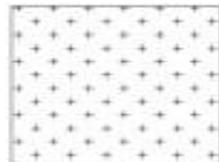
**NAF: 4.30 m.**

**FECHA:** Marzo del 2021.

## PERFIL ESTRATIGRAFICO



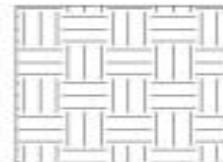
**Simbología:**



RELLENO



NIVEL FREÁTICO



MATERIAL ORGÁNICO



ARCILLA



LIMO



ARENA



BOLEO



GRAVA



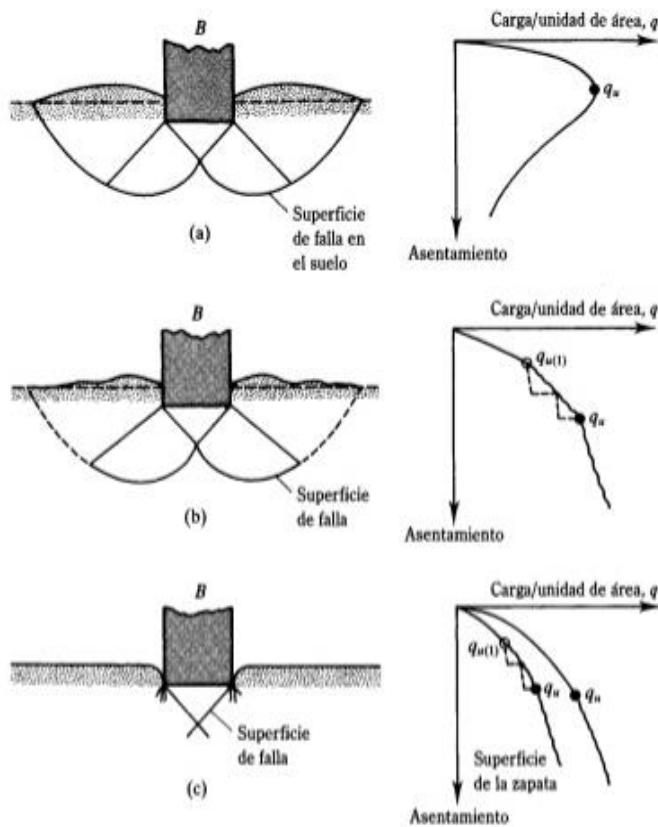
BOLEO CON  
ARENA

## 5.\_ANALISIS GEOTÉCNICO:

### 5.1. \_ Revisión Estado Límite de Falla

Conforme a la información que se describe a continuación, se realizara el análisis geotécnico para definir la solución al tipo cimentación a utilizar como, (zapata de cimentación y/o losa), que garantice la seguridad y el adecuado servicio operacional de la estructura del proyecto.

- Cimentación Superficial:



Naturaleza de fallas por capacidad de carga en suelo bajo una cimentación superficial.

Usando la teoría de Terzaghi, para obtener la capacidad de carga última de cimentación cuadrada y así como la capacidad de carga admisible obtenida por el factor de seguridad. Se considerada que la estructura descansa sobre un suelo arenoso, se presenta una falla general del suelo inciso (a) de la figura anterior.

$$qadm = \frac{1.3cN_c + qN_q + .4\gamma BN\gamma}{3}$$

Ademas de el calculo de capacidad de carga para una zapata corrida desplantada en suelo considerando puramente friccionante, por el medio de la siguiente expresión:

$$qadm = \frac{c'Nc + qNq + .5\gamma BN\gamma}{3}$$

Y usando también las expresiones de Meyerhof para capacidad de carga última de cimentación con su respectivo factor de seguridad para obtener la capacidad de carga admisible.

$$qadm = \frac{cNcFcsFcdFci + qNqFqsFqdFqi + .5\gamma BN\gamma F\gamma sF\gamma dF\gamma i}{3}$$

Datos y Parámetros interpretados por el método de penetración estándar:

Esfuerzos efectivos:

Peso Específico (ton/m <sup>3</sup> )	Profundidad (m)	Esfuerzo Total (ton/m <sup>2</sup> )	Peso Específico H <sub>2</sub> O (ton/m <sup>3</sup> )	Profundidad (m)	Presión de Poro (ton/m <sup>2</sup> )	Esfuerzo Efectivo (ton/m <sup>2</sup> )
1.70	0.00 - 0.60	1.02	1.00	0.00	0.00	1.02
1.86	0.60 - 1.20	1.11	1.00	0.00	0.00	2.14
1.88	1.20 - 1.80	1.13	1.00	0.00	0.00	3.26
2.14	1.80 - 2.40	1.28	1.00	0.00	0.00	4.55
2.15	2.40 - 3.00	1.29	1.00	0.00	0.00	5.84
1.90	3.00 - 3.60	1.14	1.00	0.00	0.00	6.97
1.91	3.60 - 4.20	1.15	1.00	0.00	0.00	8.12
1.89	4.20 - 4.80	1.14	1.00	0.50	0.50	8.76
1.73	4.80 - 5.40	1.04	1.00	0.60	0.60	9.19
2.00	5.40 - 6.00	1.20	1.00	0.60	0.60	9.79
1.99	6.00 - 6.60	1.19	1.00	0.60	0.60	10.38
1.98	6.60 - 7.20	1.19	1.00	0.60	0.60	10.97
2.08	7.20 - 7.80	1.25	1.00	0.60	0.60	11.62
2.14	7.80 - 8.40	1.28	1.00	0.60	0.60	12.30
2.21	8.40 - 9.00	1.33	1.00	0.60	0.60	13.03
2.20	9.00 - 9.60	1.32	1.00	0.60	0.60	13.75
2.20	9.60 - 10.20	1.32	1.00	0.60	0.60	14.47
TOTAL		20.37		5.90	5.90	

Obtención del Ángulo de fricción interna del suelo

$$\phi = (20Ncor)^{-5} + 15$$

Obtención del N'70

$$N'70 = Cn * N * n1 * n2 * n3 * n4$$

$$Cn = .77\log(2000/\sigma v) \text{ en kPa}$$

**TABLE 3-3**  
**Factors  $\eta_i$  For Eq. (3-3)\***

Hammer for $\eta_1$				Remarks
Country	Average energy ratio $E_r$		R-P Trip/Auto	$R-P = \text{Rope-pulley or cathead}$ $\eta_1 = E_r/E_{r0} = E_r/70$ For U.S. trip/auto w/ $E_r = 80$ $\eta_1 = 80/70 = 1.14$
	Donut	Safety		
United States/ North America	45	—	70–80	80–100
Japan	67	78	—	—
United Kingdom	—	—	50	60
China	50	60	—	—
Rod length correction $\eta_2$				
Length	> 10 m	$\eta_2 = 1.00$	$N$ is too high for $L < 10$ m	
	6–10	= 0.95		
	4–6	= 0.85		
	0–4	= 0.75		
Sampler correction $\eta_3$				
Without liner		$\eta_3 = 1.00$	Base value $N$ is too high with liner	
With liner:	Dense sand, clay	= 0.80		
	Loose sand	= 0.90		
Borehole diameter correction $\eta_4$				
Hole diameter: <sup>†</sup>	60–120 mm	$\eta_4 = 1.00$	Base value; $N$ is too small when there is an oversize hole	
	150 mm	= 1.05		
	200 mm	= 1.15		

\* Data synthesized from Rigs (1986), Skempton (1986), Schmertmann (1978a) and Seed et al. (1985).

<sup>†</sup>  $\eta_4 = 1.00$  for all diameter hollow-stem augers where SPT is taken through the stem.

Referencia: Foundation Analysis and Design 5th Edition Joseph E. Bowles.

### Obtención del ángulo de fricción interna $\phi$

Profundidad (m)	# Golpes	CN	Coeficiente	N'70 (corregido)	Angulo Friccion Interna
0.00 - 0.60	14	1.771	0.450	11.156	30
0.60 - 1.20	28	1.524	0.450	19.205	35
1.20 - 1.80	13	1.383	0.450	8.088	28
1.80 - 2.40	7	1.272	0.450	4.006	24
2.40 - 3.00	10	1.188	0.450	5.347	25
3.00 - 3.60	5	1.129	0.450	2.540	22
3.60 - 4.20	7	1.078	0.450	3.395	23
4.20 - 4.80	4	1.053	0.510	2.147	22
4.80 - 5.40	1	1.036	0.510	0.529	19
5.40 - 6.00	28	1.015	0.510	14.498	33
6.00 - 6.60	34	0.996	0.570	19.295	35
6.60 - 7.20	37	0.977	0.570	20.608	35
7.20 - 7.80	40	0.958	0.570	21.842	36
7.80 - 8.40	48	0.939	0.570	25.687	38
8.40 - 9.00	50	0.920	0.570	26.211	38
9.00 - 9.60	50	0.902	0.570	25.698	38
9.60 - 10.20	50	0.885	0.570	25.214	38

Compacidad relativa: de 0.15 suelta a 0.35 medianamente densa en promedio.

Correlación empírica de números de golpes (SPT) con propiedades mecánicas.

**TABLE 3-4**

**Empirical values for  $\phi$ ,  $D_r$ , and unit weight of granular soils based on the SPT at about 6 m depth and normally consolidated [approximately,  $\phi = 28^\circ + 15^\circ D_r (\pm 2^\circ)$ ]**

Description	Very loose	Loose	Medium	Dense	Very dense
Relative density $D_r$	0	0.15	0.35	0.65	0.85
SPT $N'_{70}$ :					
fine	1–2	3–6	7–15	16–30	?
medium	2–3	4–7	8–20	21–40	> 40
coarse	3–6	5–9	10–25	26–45	> 45
$\phi$ :					
fine	26–28	28–30	30–34	33–38	
medium	27–28	30–32	32–36	36–42	< 50
coarse	28–30	30–34	33–40	40–50	
$\gamma_{wet}$ , kN/m <sup>3</sup>	11–16*	14–18	17–20	17–22	20–23

\* Excavated soil or material dumped from a truck has a unit weight of 11 to 14 kN/m<sup>3</sup> and must be quite dense to weigh much over 21 kN/m<sup>3</sup>. No existing soil has a  $D_r = 0.00$  nor a value of 1.00. Common ranges are from 0.3 to 0.7.

Tabla de valores empíricos, Fuente de Información: Obtenida de Joseph bowles foundation analysis and design

$\phi$	$N_c$	$N_q$	$N_y^p$	$\phi$	$N_c$	$N_q$	$N_y^p$
0	5.70	1.00	0.00	26	27.09	14.21	9.84
1	6.00	1.1	0.01	27	29.24	15.90	11.60
2	6.30	1.22	0.04	28	31.61	17.81	13.70
3	6.62	1.35	0.06	29	34.24	19.98	16.18
4	6.97	1.49	0.10	30	37.16	22.46	19.13
5	7.34	1.64	0.14	31	40.41	25.28	22.65
6	7.73	1.81	0.20	32	44.04	28.52	26.87
7	8.15	2.00	0.27	33	48.09	32.23	31.94
8	8.60	2.21	0.35	34	52.64	36.50	38.04
9	9.09	2.44	0.44	35	57.75	41.44	45.41
10	9.61	2.69	0.56	36	63.53	47.16	54.36
11	10.16	2.98	0.69	37	70.01	53.80	65.27
12	10.76	3.29	0.85	38	77.50	61.55	78.61
13	11.41	3.63	1.04	39	85.97	70.61	95.03
14	12.11	4.02	1.26	40	95.66	81.27	115.31
15	12.86	4.45	1.52	41	106.81	93.85	140.51
16	13.68	4.92	1.82	42	119.67	108.75	171.99
17	14.60	5.45	2.18	43	134.58	126.50	211.56
18	15.12	6.04	2.59	44	151.95	147.74	261.60
19	16.56	6.70	3.07	45	172.28	173.28	325.34
20	17.69	7.44	3.64	46	196.22	204.19	407.11
21	18.92	8.26	4.31	47	224.55	241.80	512.84
22	20.27	9.19	5.09	48	258.28	287.85	650.67
23	21.75	10.23	6.00	49	298.71	344.63	831.99
24	23.36	11.40	7.08	50	347.50	415.14	1072.80
25	25.13	12.72	8.34				

\*Según Kumbhojkar (1993)

Tabla de factores de capacidad de carga de Terzaghi.

## Capacidad de Carga Admisible Losa de cimentación, por Terzaghi y Meyerhof.

TERZAGUI CUADRADA FRICTIONANTE								
ANCHO DE LOSA B (m)	PROFUNDIDAD DE DESPLANTE Df (m)	Ø°	COEFICIENTE Nc	COEFICIENTE Nq	COEFICIENTE Ny	ESFUERZO EFECTIVO σ v (ton/m <sup>2</sup> )	PESO VOLUMETRICO Y (ton/m <sup>3</sup> )	CAPACIDAD DE CARGA ADMISIBLE FRICTIONATE QADM. (ton/m <sup>2</sup> )
1.00	0.50	30.00	37.16	22.46	19.13	0.85	1.70	10.72
1.50	0.50	30.00	37.16	22.46	19.13	0.85	1.70	12.90
1.80	0.50	30.00	37.16	22.46	19.13	0.85	1.70	14.20
2.00	0.50	30.00	37.16	22.46	19.13	0.85	1.70	15.07
2.50	0.50	30.00	37.16	22.46	19.13	0.85	1.70	17.24
3.00	0.50	30.00	37.16	22.46	19.13	0.85	1.70	19.41
3.20	0.50	30.00	37.16	22.46	19.13	0.85	1.70	20.28
3.40	0.50	30.00	37.16	22.46	19.13	0.85	1.70	21.15
3.60	0.50	30.00	37.16	22.46	19.13	0.85	1.70	22.02
3.80	0.50	30.00	37.16	22.46	19.13	0.85	1.70	22.89
4.00	0.50	30.00	37.16	22.46	19.13	0.85	1.70	23.76
4.20	0.50	30.00	37.16	22.46	19.13	0.85	1.70	24.63
4.40	0.50	30.00	37.16	22.46	19.13	0.85	1.70	25.50
4.60	0.50	30.00	37.16	22.46	19.13	0.85	1.70	26.37
4.80	0.50	30.00	37.16	22.46	19.13	0.85	1.70	27.24
5.00	0.50	30.00	37.16	22.46	19.13	0.85	1.70	28.11
5.50	0.50	30.00	37.16	22.46	19.13	0.85	1.70	30.28
6.00	0.50	30.00	37.16	22.46	19.13	0.85	1.70	32.45
6.50	0.50	30.00	37.16	22.46	19.13	0.85	1.70	34.62
7.00	0.50	30.00	37.16	22.46	19.13	0.85	1.70	36.80
7.50	0.50	30.00	37.16	22.46	19.13	0.85	1.70	38.97
8.00	0.50	30.00	37.16	22.46	19.13	0.85	1.70	41.14
8.50	0.50	30.00	37.16	22.46	19.13	0.85	1.70	43.32
9.00	0.50	30.00	37.16	22.46	19.13	0.85	1.70	45.49
9.50	0.50	30.00	37.16	22.46	19.13	0.85	1.70	47.66
10.00	0.50	30.00	37.16	22.46	19.13	0.85	1.70	49.83
1.00	1.00	35.00	57.75	41.44	45.41	1.77	1.86	35.64
1.50	1.00	35.00	57.75	41.44	45.41	1.77	1.86	41.26
1.80	1.00	35.00	57.75	41.44	45.41	1.77	1.86	44.64
2.00	1.00	35.00	57.75	41.44	45.41	1.77	1.86	46.89
2.50	1.00	35.00	57.75	41.44	45.41	1.77	1.86	52.51
3.00	1.00	35.00	57.75	41.44	45.41	1.77	1.86	58.14
3.20	1.00	35.00	57.75	41.44	45.41	1.77	1.86	60.39
3.40	1.00	35.00	57.75	41.44	45.41	1.77	1.86	62.64
3.60	1.00	35.00	57.75	41.44	45.41	1.77	1.86	64.89
3.80	1.00	35.00	57.75	41.44	45.41	1.77	1.86	67.14
4.00	1.00	35.00	57.75	41.44	45.41	1.77	1.86	69.39
4.20	1.00	35.00	57.75	41.44	45.41	1.77	1.86	71.64
4.40	1.00	35.00	57.75	41.44	45.41	1.77	1.86	73.89
4.60	1.00	35.00	57.75	41.44	45.41	1.77	1.86	76.14
4.80	1.00	35.00	57.75	41.44	45.41	1.77	1.86	78.39
5.00	1.00	35.00	57.75	41.44	45.41	1.77	1.86	80.64
5.50	1.00	35.00	57.75	41.44	45.41	1.77	1.86	86.27
6.00	1.00	35.00	57.75	41.44	45.41	1.77	1.86	91.89
6.50	1.00	35.00	57.75	41.44	45.41	1.77	1.86	97.52
7.00	1.00	35.00	57.75	41.44	45.41	1.77	1.86	103.14
7.50	1.00	35.00	57.75	41.44	45.41	1.77	1.86	108.77
8.00	1.00	35.00	57.75	41.44	45.41	1.77	1.86	114.39
8.50	1.00	35.00	57.75	41.44	45.41	1.77	1.86	120.02
9.00	1.00	35.00	57.75	41.44	45.41	1.77	1.86	125.65
9.50	1.00	35.00	57.75	41.44	45.41	1.77	1.86	131.27
10.00	1.00	35.00	57.75	41.44	45.41	1.77	1.86	136.90
1.00	1.50	28.00	31.61	17.81	13.70	2.70	1.88	19.47
1.50	1.50	28.00	31.61	17.81	13.70	2.70	1.88	21.18
1.80	1.50	28.00	31.61	17.81	13.70	2.70	1.88	22.21
2.00	1.50	28.00	31.61	17.81	13.70	2.70	1.88	22.90
2.50	1.50	28.00	31.61	17.81	13.70	2.70	1.88	24.62
3.00	1.50	28.00	31.61	17.81	13.70	2.70	1.88	26.33
3.20	1.50	28.00	31.61	17.81	13.70	2.70	1.88	27.02
3.40	1.50	28.00	31.61	17.81	13.70	2.70	1.88	27.71
3.60	1.50	28.00	31.61	17.81	13.70	2.70	1.88	28.39
3.80	1.50	28.00	31.61	17.81	13.70	2.70	1.88	29.08
4.00	1.50	28.00	31.61	17.81	13.70	2.70	1.88	29.77
4.20	1.50	28.00	31.61	17.81	13.70	2.70	1.88	30.45

4.40	1.50	28.00	31.61	17.81	13.70	2.70	1.88	31.14
4.60	1.50	28.00	31.61	17.81	13.70	2.70	1.88	31.83
4.80	1.50	28.00	31.61	17.81	13.70	2.70	1.88	32.51
5.00	1.50	28.00	31.61	17.81	13.70	2.70	1.88	33.20
5.50	1.50	28.00	31.61	17.81	13.70	2.70	1.88	34.92
6.00	1.50	28.00	31.61	17.81	13.70	2.70	1.88	36.63
6.50	1.50	28.00	31.61	17.81	13.70	2.70	1.88	38.35
7.00	1.50	28.00	31.61	17.81	13.70	2.70	1.88	40.07
7.50	1.50	28.00	31.61	17.81	13.70	2.70	1.88	41.78
8.00	1.50	28.00	31.61	17.81	13.70	2.70	1.88	43.50
8.50	1.50	28.00	31.61	17.81	13.70	2.70	1.88	45.21
9.00	1.50	28.00	31.61	17.81	13.70	2.70	1.88	46.93
9.50	1.50	28.00	31.61	17.81	13.70	2.70	1.88	48.65
10.00	1.50	28.00	31.61	17.81	13.70	2.70	1.88	50.36
1.00	2.00	24.00	23.36	11.40	7.08	3.69	2.14	16.05
1.50	2.00	24.00	23.36	11.40	7.08	3.69	2.14	17.06
1.80	2.00	24.00	23.36	11.40	7.08	3.69	2.14	17.67
2.00	2.00	24.00	23.36	11.40	7.08	3.69	2.14	18.07
2.50	2.00	24.00	23.36	11.40	7.08	3.69	2.14	19.08
3.00	2.00	24.00	23.36	11.40	7.08	3.69	2.14	20.09
3.20	2.00	24.00	23.36	11.40	7.08	3.69	2.14	20.50
3.40	2.00	24.00	23.36	11.40	7.08	3.69	2.14	20.90
3.60	2.00	24.00	23.36	11.40	7.08	3.69	2.14	21.30
3.80	2.00	24.00	23.36	11.40	7.08	3.69	2.14	21.71
4.00	2.00	24.00	23.36	11.40	7.08	3.69	2.14	22.11
4.20	2.00	24.00	23.36	11.40	7.08	3.69	2.14	22.52
4.40	2.00	24.00	23.36	11.40	7.08	3.69	2.14	22.92
4.60	2.00	24.00	23.36	11.40	7.08	3.69	2.14	23.32
4.80	2.00	24.00	23.36	11.40	7.08	3.69	2.14	23.73
5.00	2.00	24.00	23.36	11.40	7.08	3.69	2.14	24.13
5.50	2.00	24.00	23.36	11.40	7.08	3.69	2.14	25.14
6.00	2.00	24.00	23.36	11.40	7.08	3.69	2.14	26.15
6.50	2.00	24.00	23.36	11.40	7.08	3.69	2.14	27.16
7.00	2.00	24.00	23.36	11.40	7.08	3.69	2.14	28.17
7.50	2.00	24.00	23.36	11.40	7.08	3.69	2.14	29.18
8.00	2.00	24.00	23.36	11.40	7.08	3.69	2.14	30.19
8.50	2.00	24.00	23.36	11.40	7.08	3.69	2.14	31.20
9.00	2.00	24.00	23.36	11.40	7.08	3.69	2.14	32.21
9.50	2.00	24.00	23.36	11.40	7.08	3.69	2.14	33.22
10.00	2.00	24.00	23.36	11.40	7.08	3.69	2.14	34.23
1.00	2.50	25.00	25.13	12.72	8.34	4.76	2.15	22.58
1.50	2.50	25.00	25.13	12.72	8.34	4.76	2.15	23.78
1.80	2.50	25.00	25.13	12.72	8.34	4.76	2.15	24.49
2.00	2.50	25.00	25.13	12.72	8.34	4.76	2.15	24.97
2.50	2.50	25.00	25.13	12.72	8.34	4.76	2.15	26.16
3.00	2.50	25.00	25.13	12.72	8.34	4.76	2.15	27.36
3.20	2.50	25.00	25.13	12.72	8.34	4.76	2.15	27.83
3.40	2.50	25.00	25.13	12.72	8.34	4.76	2.15	28.31
3.60	2.50	25.00	25.13	12.72	8.34	4.76	2.15	28.79
3.80	2.50	25.00	25.13	12.72	8.34	4.76	2.15	29.26
4.00	2.50	25.00	25.13	12.72	8.34	4.76	2.15	29.74
4.20	2.50	25.00	25.13	12.72	8.34	4.76	2.15	30.22
4.40	2.50	25.00	25.13	12.72	8.34	4.76	2.15	30.70
4.60	2.50	25.00	25.13	12.72	8.34	4.76	2.15	31.17
4.80	2.50	25.00	25.13	12.72	8.34	4.76	2.15	31.65
5.00	2.50	25.00	25.13	12.72	8.34	4.76	2.15	32.13
5.50	2.50	25.00	25.13	12.72	8.34	4.76	2.15	33.32
6.00	2.50	25.00	25.13	12.72	8.34	4.76	2.15	34.51
6.50	2.50	25.00	25.13	12.72	8.34	4.76	2.15	35.71
7.00	2.50	25.00	25.13	12.72	8.34	4.76	2.15	36.90
7.50	2.50	25.00	25.13	12.72	8.34	4.76	2.15	38.09
8.00	2.50	25.00	25.13	12.72	8.34	4.76	2.15	39.29
8.50	2.50	25.00	25.13	12.72	8.34	4.76	2.15	40.48
9.00	2.50	25.00	25.13	12.72	8.34	4.76	2.15	41.67
9.50	2.50	25.00	25.13	12.72	8.34	4.76	2.15	42.87
10.00	2.50	25.00	25.13	12.72	8.34	4.76	2.15	44.06
1.00	3.00	25.00	25.13	12.72	8.34	5.84	2.15	27.13
1.50	3.00	25.00	25.13	12.72	8.34	5.84	2.15	28.33
1.80	3.00	25.00	25.13	12.72	8.34	5.84	2.15	29.04
2.00	3.00	25.00	25.13	12.72	8.34	5.84	2.15	29.52
2.50	3.00	25.00	25.13	12.72	8.34	5.84	2.15	30.71
3.00	3.00	25.00	25.13	12.72	8.34	5.84	2.15	31.90
3.20	3.00	25.00	25.13	12.72	8.34	5.84	2.15	32.38
3.40	3.00	25.00	25.13	12.72	8.34	5.84	2.15	32.86
3.60	3.00	25.00	25.13	12.72	8.34	5.84	2.15	33.34

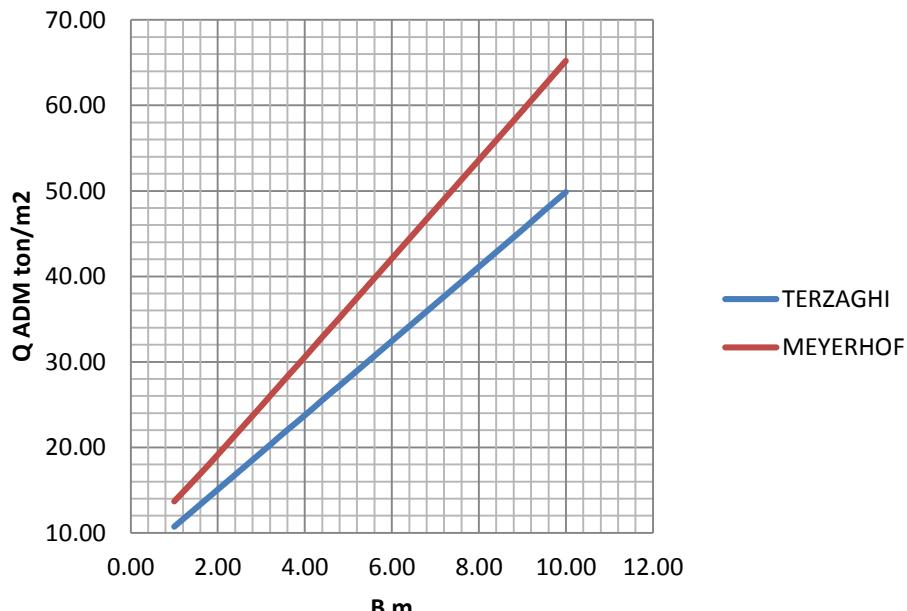
3.80	3.00	25.00	25.13	12.72	8.34	5.84	2.15	33.81
4.00	3.00	25.00	25.13	12.72	8.34	5.84	2.15	34.29
4.20	3.00	25.00	25.13	12.72	8.34	5.84	2.15	34.77
4.40	3.00	25.00	25.13	12.72	8.34	5.84	2.15	35.25
4.60	3.00	25.00	25.13	12.72	8.34	5.84	2.15	35.72
4.80	3.00	25.00	25.13	12.72	8.34	5.84	2.15	36.20
5.00	3.00	25.00	25.13	12.72	8.34	5.84	2.15	36.68
5.50	3.00	25.00	25.13	12.72	8.34	5.84	2.15	37.87
6.00	3.00	25.00	25.13	12.72	8.34	5.84	2.15	39.06
6.50	3.00	25.00	25.13	12.72	8.34	5.84	2.15	40.26
7.00	3.00	25.00	25.13	12.72	8.34	5.84	2.15	41.45
7.50	3.00	25.00	25.13	12.72	8.34	5.84	2.15	42.64
8.00	3.00	25.00	25.13	12.72	8.34	5.84	2.15	43.84
8.50	3.00	25.00	25.13	12.72	8.34	5.84	2.15	45.03
9.00	3.00	25.00	25.13	12.72	8.34	5.84	2.15	46.22
9.50	3.00	25.00	25.13	12.72	8.34	5.84	2.15	47.42
10.00	3.00	25.00	25.13	12.72	8.34	5.84	2.15	48.61
1.00	3.50	22.00	20.27	9.19	5.09	6.78	1.90	22.07
1.50	3.50	22.00	20.27	9.19	5.09	6.78	1.90	22.72
1.80	3.50	22.00	20.27	9.19	5.09	6.78	1.90	23.10
2.00	3.50	22.00	20.27	9.19	5.09	6.78	1.90	23.36
2.50	3.50	22.00	20.27	9.19	5.09	6.78	1.90	24.00
3.00	3.50	22.00	20.27	9.19	5.09	6.78	1.90	24.65
3.20	3.50	22.00	20.27	9.19	5.09	6.78	1.90	24.90
3.40	3.50	22.00	20.27	9.19	5.09	6.78	1.90	25.16
3.60	3.50	22.00	20.27	9.19	5.09	6.78	1.90	25.42
3.80	3.50	22.00	20.27	9.19	5.09	6.78	1.90	25.68
4.00	3.50	22.00	20.27	9.19	5.09	6.78	1.90	25.93
4.20	3.50	22.00	20.27	9.19	5.09	6.78	1.90	26.19
4.40	3.50	22.00	20.27	9.19	5.09	6.78	1.90	26.45
4.60	3.50	22.00	20.27	9.19	5.09	6.78	1.90	26.71
4.80	3.50	22.00	20.27	9.19	5.09	6.78	1.90	26.96
5.00	3.50	22.00	20.27	9.19	5.09	6.78	1.90	27.22
5.50	3.50	22.00	20.27	9.19	5.09	6.78	1.90	27.86
6.00	3.50	22.00	20.27	9.19	5.09	6.78	1.90	28.51
6.50	3.50	22.00	20.27	9.19	5.09	6.78	1.90	29.15
7.00	3.50	22.00	20.27	9.19	5.09	6.78	1.90	29.80
7.50	3.50	22.00	20.27	9.19	5.09	6.78	1.90	30.44
8.00	3.50	22.00	20.27	9.19	5.09	6.78	1.90	31.08
8.50	3.50	22.00	20.27	9.19	5.09	6.78	1.90	31.73
9.00	3.50	22.00	20.27	9.19	5.09	6.78	1.90	32.37
9.50	3.50	22.00	20.27	9.19	5.09	6.78	1.90	33.01
10.00	3.50	22.00	20.27	9.19	5.09	6.78	1.90	33.66
1.00	4.00	23.00	21.75	10.23	6.00	7.74	1.91	27.91
1.50	4.00	23.00	21.75	10.23	6.00	7.74	1.91	28.68
1.80	4.00	23.00	21.75	10.23	6.00	7.74	1.91	29.14
2.00	4.00	23.00	21.75	10.23	6.00	7.74	1.91	29.44
2.50	4.00	23.00	21.75	10.23	6.00	7.74	1.91	30.21
3.00	4.00	23.00	21.75	10.23	6.00	7.74	1.91	30.97
3.20	4.00	23.00	21.75	10.23	6.00	7.74	1.91	31.27
3.40	4.00	23.00	21.75	10.23	6.00	7.74	1.91	31.58
3.60	4.00	23.00	21.75	10.23	6.00	7.74	1.91	31.89
3.80	4.00	23.00	21.75	10.23	6.00	7.74	1.91	32.19
4.00	4.00	23.00	21.75	10.23	6.00	7.74	1.91	32.50
4.20	4.00	23.00	21.75	10.23	6.00	7.74	1.91	32.80
4.40	4.00	23.00	21.75	10.23	6.00	7.74	1.91	33.11
4.60	4.00	23.00	21.75	10.23	6.00	7.74	1.91	33.41
4.80	4.00	23.00	21.75	10.23	6.00	7.74	1.91	33.72
5.00	4.00	23.00	21.75	10.23	6.00	7.74	1.91	34.02
5.50	4.00	23.00	21.75	10.23	6.00	7.74	1.91	34.79
6.00	4.00	23.00	21.75	10.23	6.00	7.74	1.91	35.55
6.50	4.00	23.00	21.75	10.23	6.00	7.74	1.91	36.32
7.00	4.00	23.00	21.75	10.23	6.00	7.74	1.91	37.08
7.50	4.00	23.00	21.75	10.23	6.00	7.74	1.91	37.84
8.00	4.00	23.00	21.75	10.23	6.00	7.74	1.91	38.61
8.50	4.00	23.00	21.75	10.23	6.00	7.74	1.91	39.37
9.00	4.00	23.00	21.75	10.23	6.00	7.74	1.91	40.13
9.50	4.00	23.00	21.75	10.23	6.00	7.74	1.91	40.90
10.00	4.00	23.00	21.75	10.23	6.00	7.74	1.91	41.66



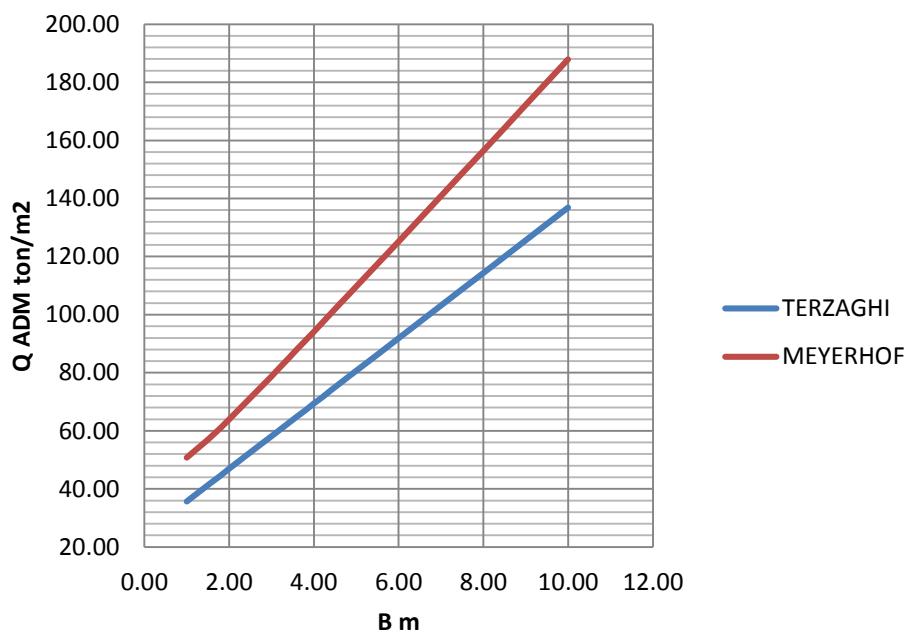


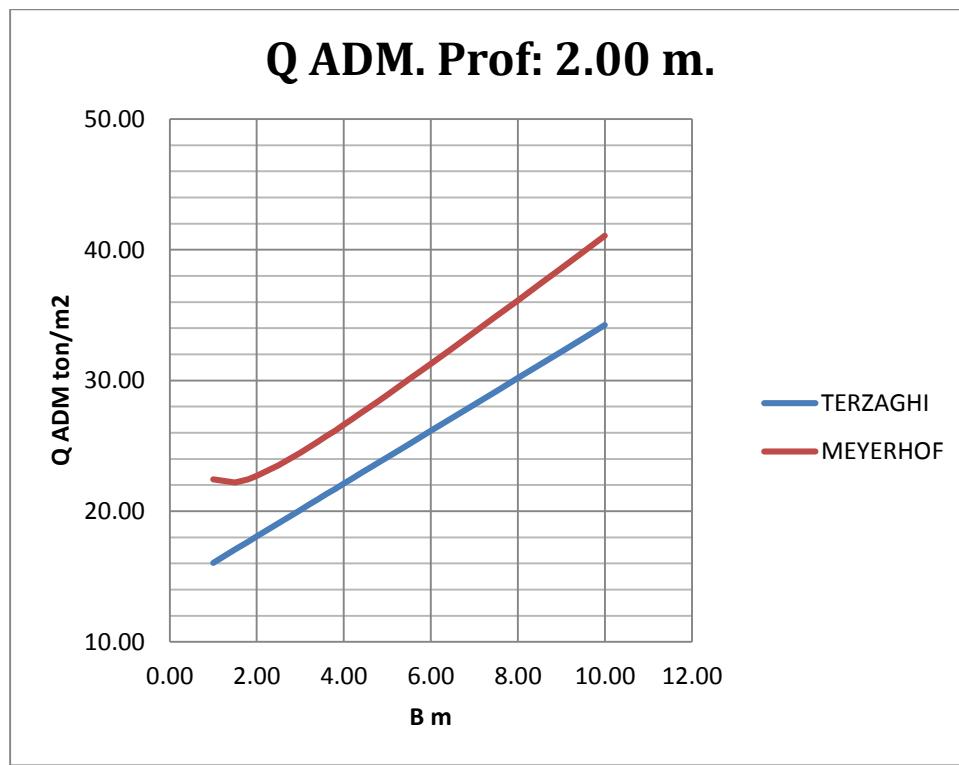
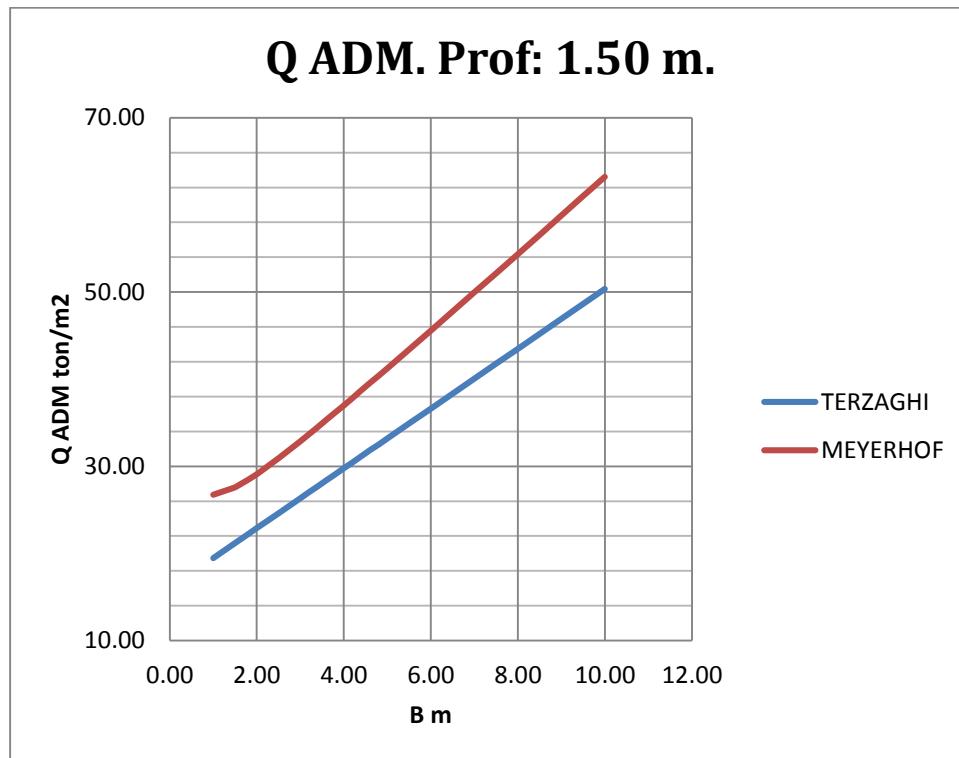


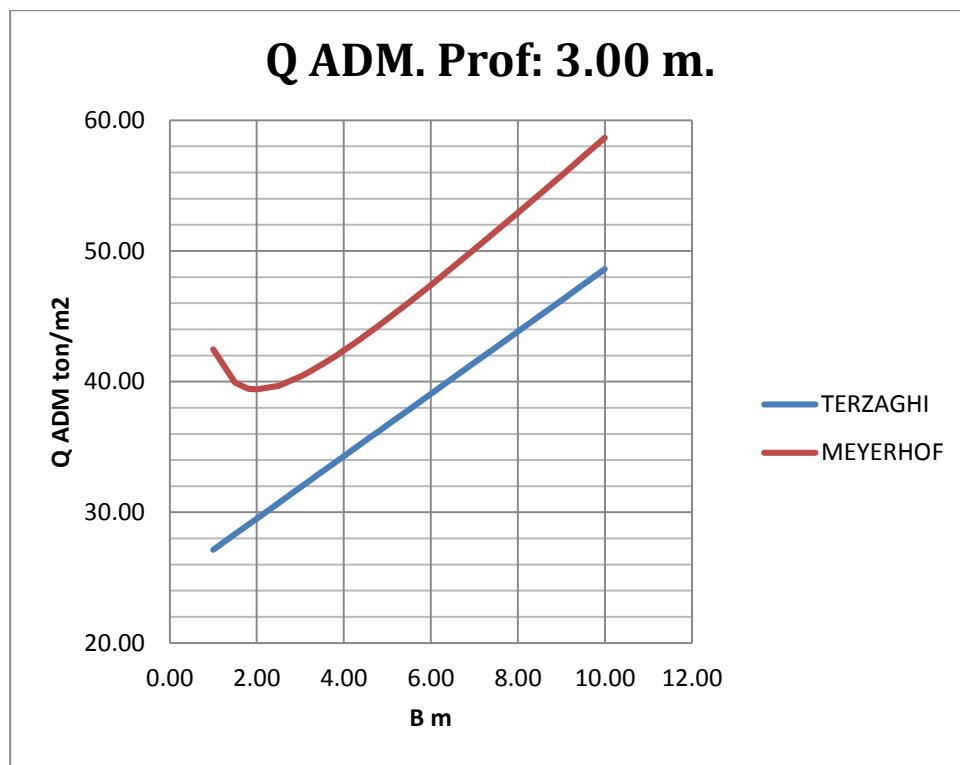
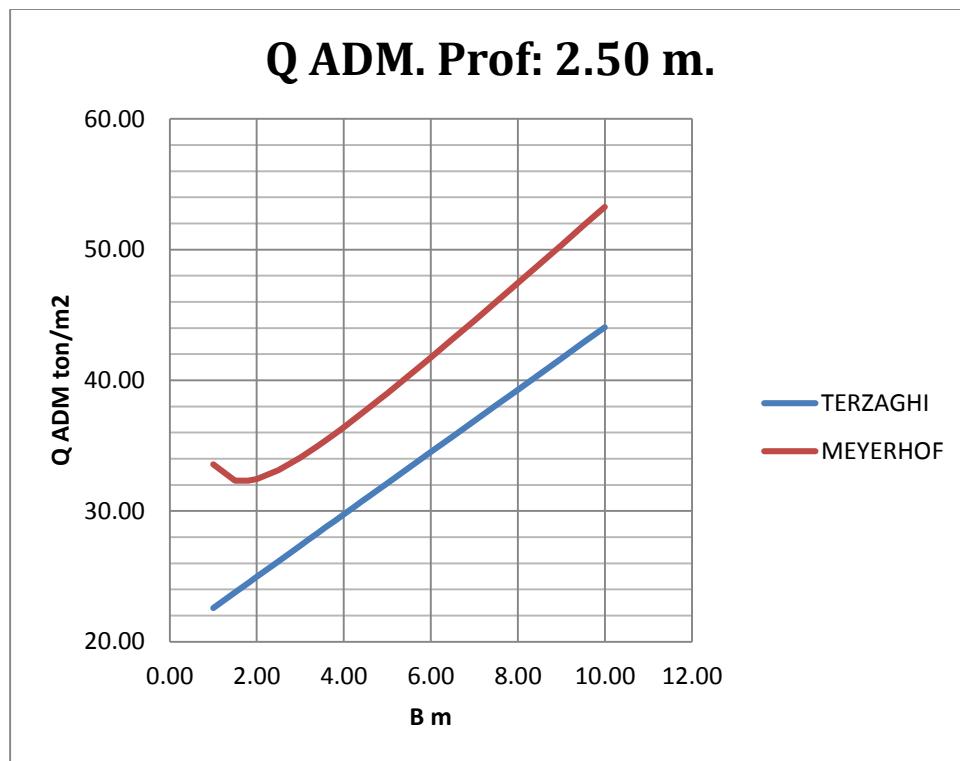
### Q ADM. Prof: 0.50 m.

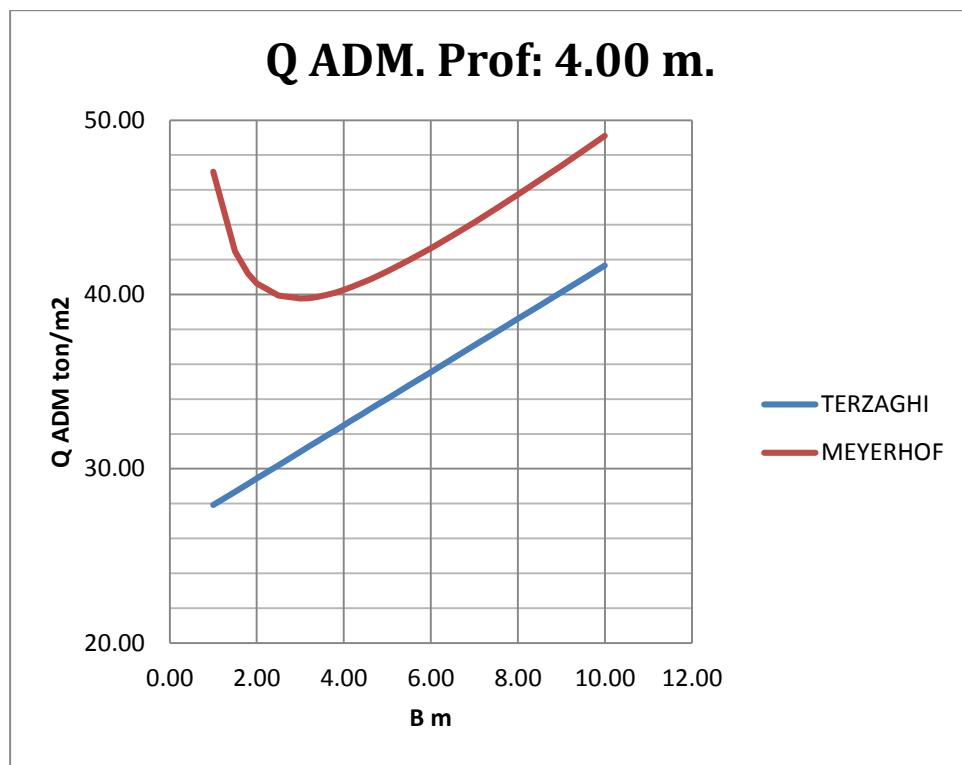
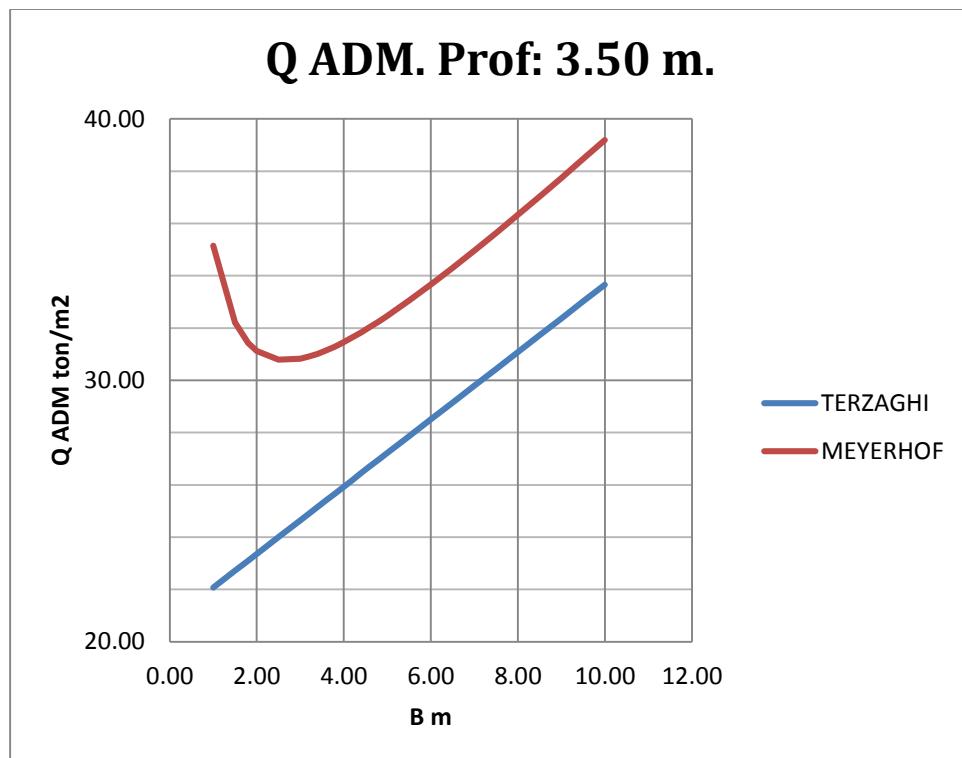


### Q ADM. Prof: 1.00 m.









Se debe señalar que los valores obtenidos anteriormente representan el esfuerzo máximo permisible para que el suelo de apoyo no llegue al estado límite de falla por fáctica en condiciones estáticas y accidentales.

Para revisar la seguridad de la cimentación, debe verificarse su estabilidad para las acciones verticales últimas que se esperan soportar al nivel de desplante de la cimentación, las cuales deben ser menores a la capacidad de carga admisible del suelo.

De tal manera, la cimentación propuesta deberá cumplir la siguiente desigualdad:

$$\frac{\sum(F_z * F_c) + W_{cim}}{A_c} \leq Q_{adm}$$

## Capacidad de Carga Admisible Zapata Corrida, por Terzaghi.

TERZAGUI CORRIDA FRICCIÓNANTE								
ANCHO DE LOSA B (m)	PROUNDIDAD DE DESPLANTE Df (m)	Ø°	COEFICIENTE N'c	COEFICIENTE N'q	COEFICIENTE N'Y	ESFUERZO EFECTIVO σ v (ton/m <sup>2</sup> )	PESO VOLUMETRICO γ (ton/m <sup>3</sup> )	CAPACIDAD DE CARGA ADMISIBLE FRICCIÓNANTE QADM. (ton/m <sup>2</sup> )
0.25	0.25	30	37.16	22.46	19.13	0.43	1.70	4.55
0.50	0.25	30	37.16	22.46	19.13	0.43	1.70	5.90
0.75	0.25	30	37.16	22.46	19.13	0.43	1.70	7.26
1.00	0.25	30	37.16	22.46	19.13	0.43	1.70	8.62
1.25	0.25	30	37.16	22.46	19.13	0.43	1.70	9.98
1.50	0.25	30	37.16	22.46	19.13	0.43	1.70	11.34
1.75	0.25	30	37.16	22.46	19.13	0.43	1.70	12.69
2.00	0.25	30	37.16	22.46	19.13	0.43	1.70	14.05
0.25	0.50	30	37.16	22.46	19.13	0.85	1.70	7.74
0.50	0.50	30	37.16	22.46	19.13	0.85	1.70	9.09
0.75	0.50	30	37.16	22.46	19.13	0.85	1.70	10.45
1.00	0.50	30	37.16	22.46	19.13	0.85	1.70	11.81
1.25	0.50	30	37.16	22.46	19.13	0.85	1.70	13.17
1.50	0.50	30	37.16	22.46	19.13	0.85	1.70	14.53
1.75	0.50	30	37.16	22.46	19.13	0.85	1.70	15.88
2.00	0.50	30	37.16	22.46	19.13	0.85	1.70	17.24
0.25	0.75	35	57.75	41.44	45.41	1.30	1.86	21.49
0.50	0.75	35	57.75	41.44	45.41	1.30	1.86	25.00
0.75	0.75	35	57.75	41.44	45.41	1.30	1.86	28.52
1.00	0.75	35	57.75	41.44	45.41	1.30	1.86	32.03
1.25	0.75	35	57.75	41.44	45.41	1.30	1.86	35.55
1.50	0.75	35	57.75	41.44	45.41	1.30	1.86	39.07
1.75	0.75	35	57.75	41.44	45.41	1.30	1.86	42.58
2.00	0.75	35	57.75	41.44	45.41	1.30	1.86	46.10
0.25	1.00	35	57.75	41.44	45.41	1.77	1.86	27.90
0.50	1.00	35	57.75	41.44	45.41	1.77	1.86	31.42
0.75	1.00	35	57.75	41.44	45.41	1.77	1.86	34.94
1.00	1.00	35	57.75	41.44	45.41	1.77	1.86	38.45
1.25	1.00	35	57.75	41.44	45.41	1.77	1.86	41.97
1.50	1.00	35	57.75	41.44	45.41	1.77	1.86	45.48
1.75	1.00	35	57.75	41.44	45.41	1.77	1.86	49.00
2.00	1.00	35	57.75	41.44	45.41	1.77	1.86	52.51
0.25	1.25	28	31.61	17.81	13.70	2.23	1.88	14.32
0.50	1.25	28	31.61	17.81	13.70	2.23	1.88	15.39
0.75	1.25	28	31.61	17.81	13.70	2.23	1.88	16.46
1.00	1.25	28	31.61	17.81	13.70	2.23	1.88	17.54
1.25	1.25	28	31.61	17.81	13.70	2.23	1.88	18.61
1.50	1.25	28	31.61	17.81	13.70	2.23	1.88	19.68
1.75	1.25	28	31.61	17.81	13.70	2.23	1.88	20.76
2.00	1.25	28	31.61	17.81	13.70	2.23	1.88	21.83
0.25	1.50	28	31.61	17.81	13.70	2.70	1.88	17.11
0.50	1.50	28	31.61	17.81	13.70	2.70	1.88	18.18
0.75	1.50	28	31.61	17.81	13.70	2.70	1.88	19.25
1.00	1.50	28	31.61	17.81	13.70	2.70	1.88	20.33
1.25	1.50	28	31.61	17.81	13.70	2.70	1.88	21.40
1.50	1.50	28	31.61	17.81	13.70	2.70	1.88	22.47
1.75	1.50	28	31.61	17.81	13.70	2.70	1.88	23.54
2.00	1.50	28	31.61	17.81	13.70	2.70	1.88	24.62

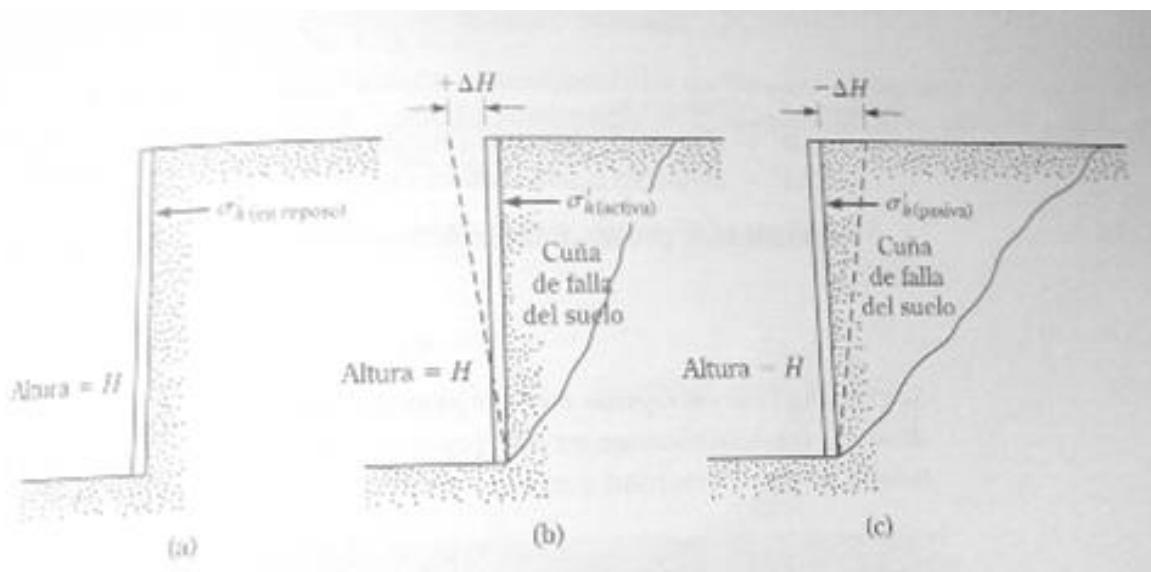
## Empuje de tierras sobre muros de contención.

Los taludes verticales o casi verticales de suelo son soportados por muros de contención, tabla estacas en voladizo vertical, cortes apuntalados y otras estructuras similares. El diseño adecuado de esas estructuras requiere la estimación de la presión lateral de tierra, que es una función de varios factores, tales como:

- El tipo y magnitud del movimiento de los muros.
- Los parámetros de resistencia cortante del suelo.
- El peso específico del suelo
- Las condiciones de drenada en el relleno.

La siguiente figura muestra un muro de contención de altura  $H$ . Para tipos similares de relleno:

- a) El muro está restringido contra movimientos. La presión lateral de tierra sobre el muro a cualquier profundidad se llama presión de tierra en reposo.
- b) El muro se aleja del suelo retenido. Con suficiente inclinación el muro, fallará una cuña triangular de suelo detrás del muro. La presión lateral para esta condición se llama presión activa de tierra.
- c) El muro es empujado hacia el suelo retenido. Con suficiente movimiento del muro, fallará una cuña de suelo. La presión lateral para esta condición se llama presión pasiva de tierra.



Naturaleza de la presión lateral de tierra sobre un muro de contención. (Braja, 2010).

### **Esfuerzos verticales total y efectivo:**

Esfuerzo total

$$\sigma = \gamma Z$$

Presión de poro

$$U = \gamma H2O * Z$$

Esfuerzo Efectivo

$$\sigma' = \sigma - u$$

### **Coeficiente de Empuje Activo:**

$$Ka = \tan\left(45 - \frac{\phi}{2}\right)^2$$

### **Esfuerzo Horizontal Activo**

Para suelos donde predomina la fricción

$$\sigma A = Ka * \gamma * Z$$

Para suelos donde predomina la resistencia no drenada

$$\sigma A = \gamma Z - 2Su$$

Para suelos donde predomina la fricción y la resistencia no drenada

$$\sigma A = (Ka * \gamma * Z) - 2Su * \sqrt{Ka}$$

### **Coeficiente de Empuje Pasivo:**

$$Kp = \tan\left(45 + \frac{\phi}{2}\right)^2$$

### **Esfuerzo Horizontal Pasivo:**

Para suelos donde predomina la fricción

$$\sigma P = Kp * \gamma * Z$$

Para suelos donde predomina la resistencia no drenada

$$\sigma A = \gamma Z + 2Su$$

Para suelos donde predomina la fricción y la resistencia no drenada

$$\sigma A = (K_a * \gamma * Z) + 2S_u * \sqrt{K_a}$$

### Esfuerzo Horizontal en Reposo:

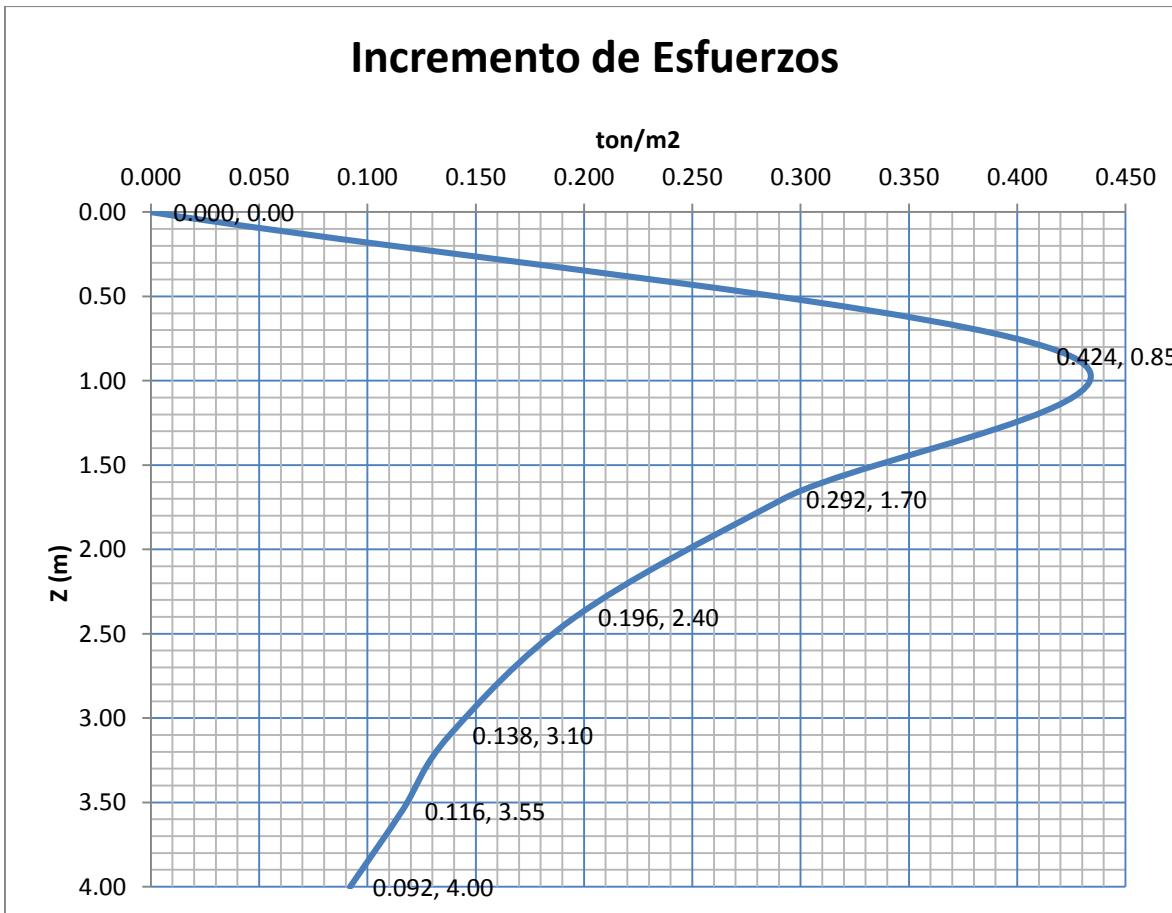
$$K_o = 1 - \sin \phi$$

### Esfuerzo Horizontal en Reposo:

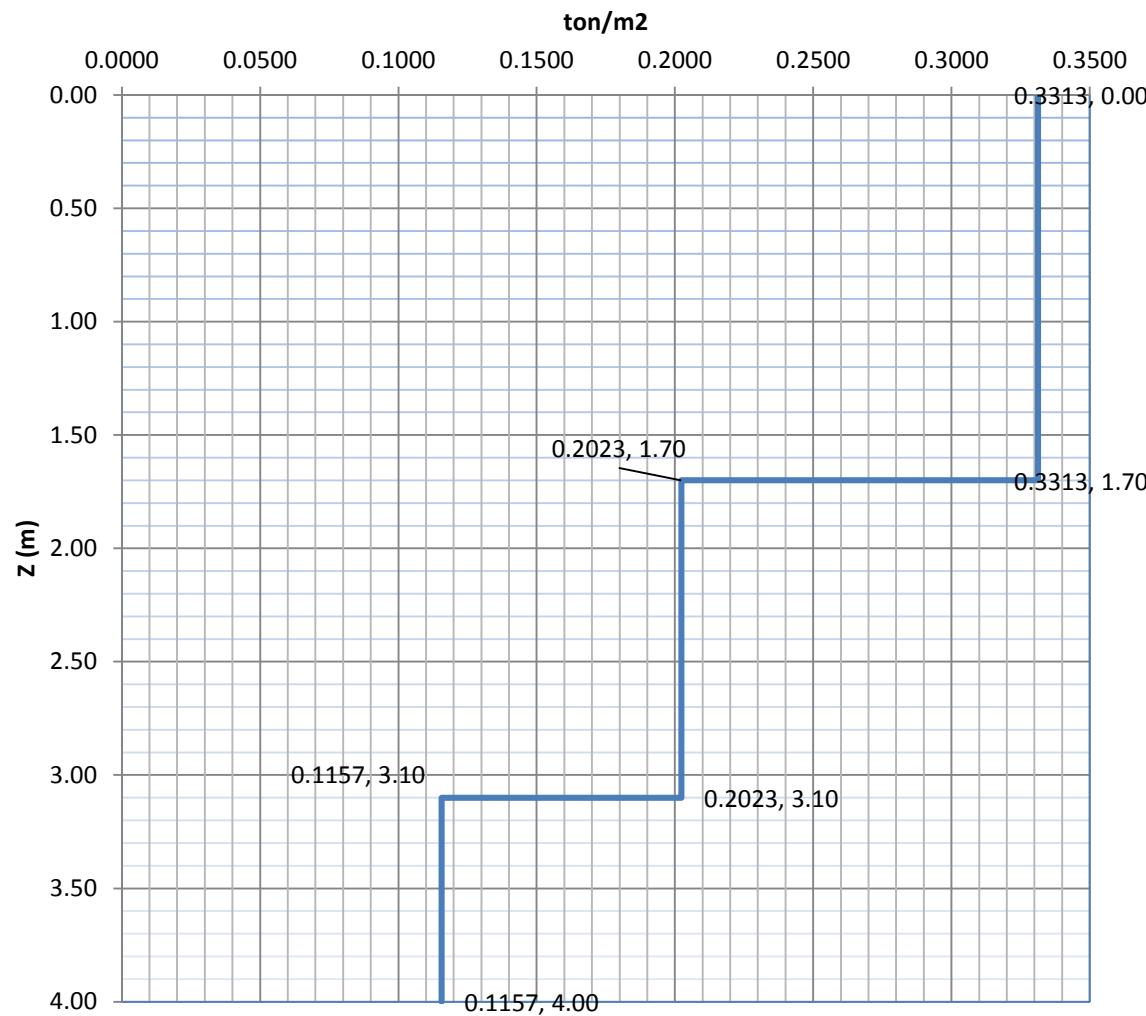
$$\sigma_{oh} = K_o * (\gamma * Z) + u$$

Incremento de esfuerzos vertical debidos a la carga de equipos.

Punto	Carga ton/m <sup>2</sup>	Z m	B m	L m	m	n	I <sub>p</sub>	Δσ ton/m <sup>2</sup>
A	2.00	0.00	2	1	0	0	0	0
a	2.00	0.85	2	1	2.35	1.18	0.212	0.424
B	2.00	1.70	2	1	1.18	0.59	0.146	0.292
b	2.00	2.40	2	1	0.83	0.42	0.098	0.196
C	2.00	3.10	2	1	0.65	0.32	0.069	0.138
c	2.00	3.55	2	1	0.56	0.28	0.058	0.116
D	2.00	4.00	2	1	0.50	0.25	0.046	0.092



## Incremento de Esfuerzos



Esfuerzos Horizontales:

Presiones Horizontales									
Estrato	Punto	Prof. (m)	Su ton/m <sup>2</sup>	Ø	Ka	Kp	Esfuerzo Efectivo Vertical ton/m <sup>2</sup>	Esfuerzo Activo Horizontal ton/m <sup>2</sup>	Esfuerzo Pasivo Horizontal ton/m <sup>2</sup>
I	Sup.	0.00	0.00	31	0.32	3.12	0.33	0.11	1.03
	Inf.	1.70	0.00	31	0.32	3.12	3.41	1.09	10.66
II	Sup.	1.70	0.00	25	0.41	2.46	3.41	1.38	8.41
	Inf.	3.10	0.00	25	0.41	2.46	6.23	2.53	15.36
III	Sup.	3.10	0.00	22	0.45	2.20	6.23	2.84	13.70
	Inf.	4.00	0.00	22	0.45	2.20	7.85	3.57	17.25

Diagrama de Esfuerzos Horizontales Activos:

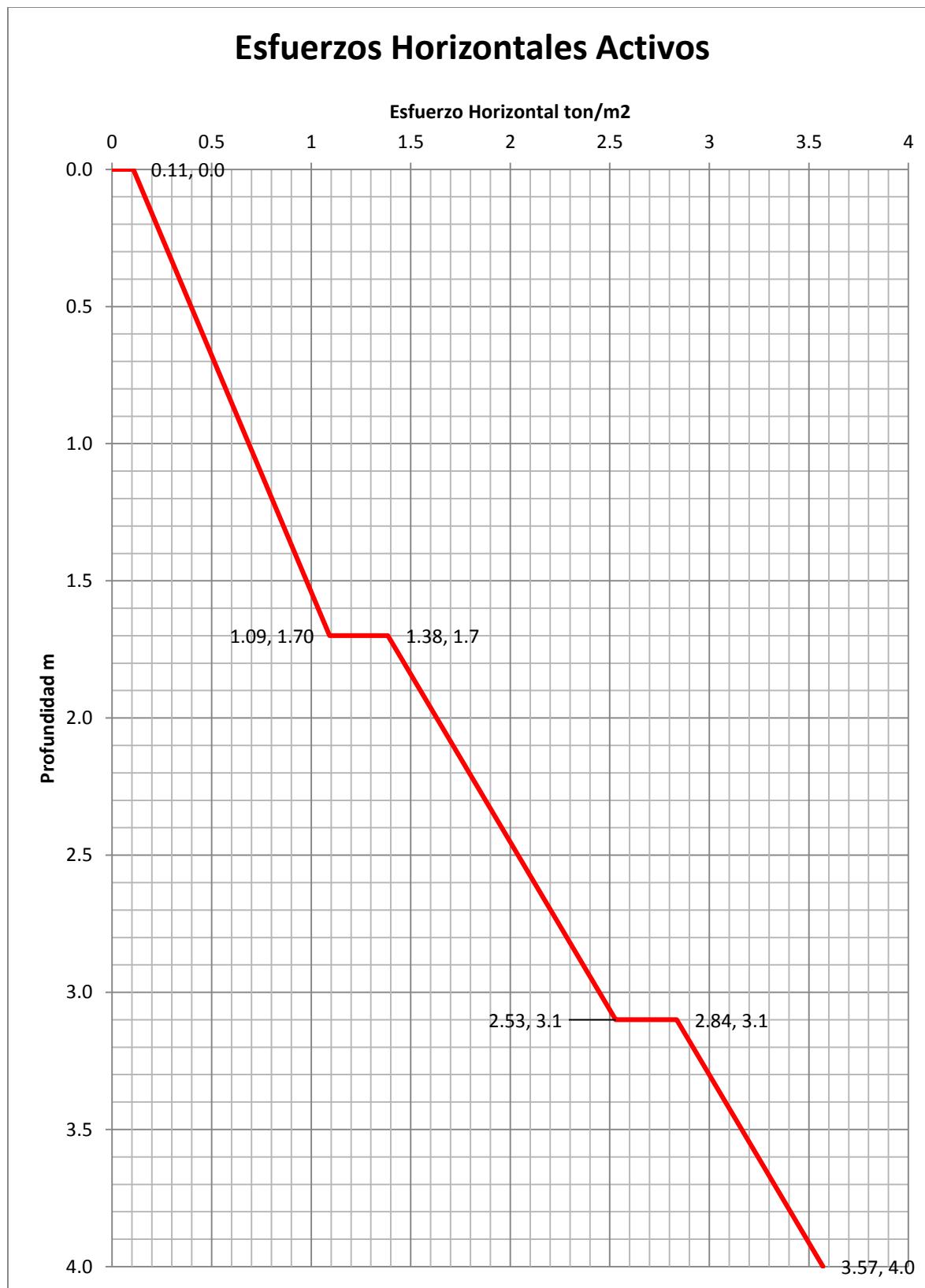
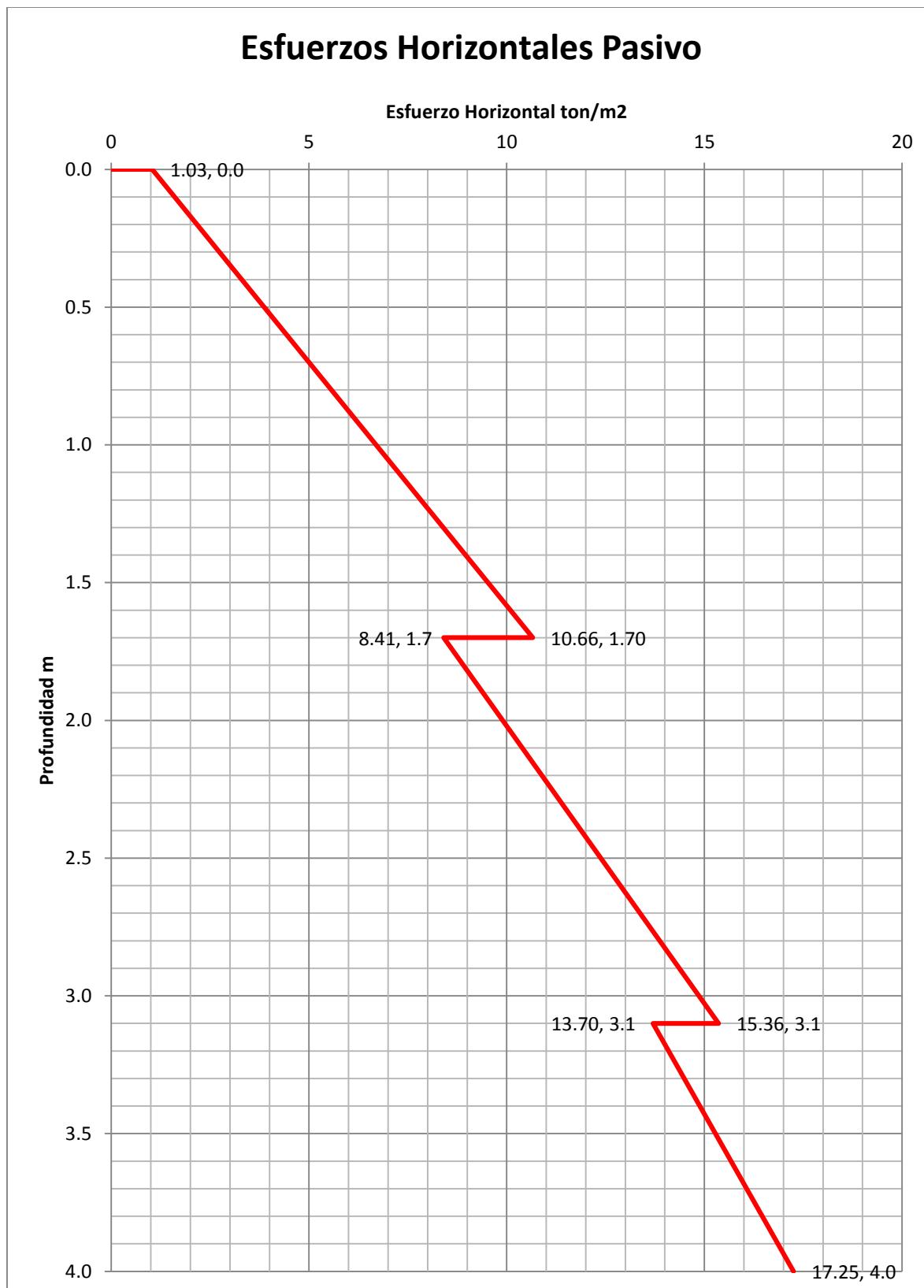


Diagrama de Esfuerzos Horizontales Pasivos:



## 5.2. \_ Revisión Estado Límite de Servicio:

Las deformaciones instantáneas se determinaron en base a la elasticidad, cuyos datos fueron obteniéndose de la correlación de la prueba de penetración estándar y las propiedades mecánicas del suelo. Para el cálculo de asentamientos se recurrió a la teoría de elástica, cuya expresión es.

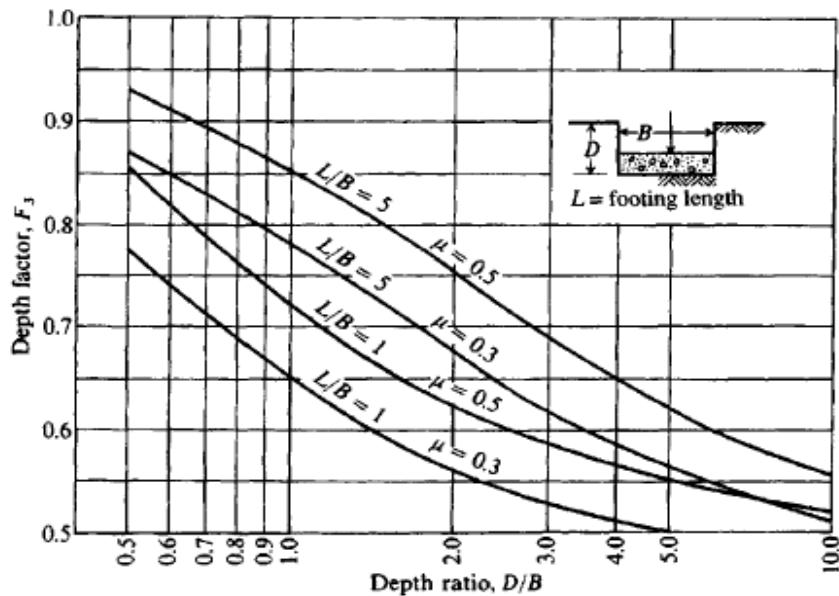
$$\Delta Se = qo * B' * \frac{1 - \mu^2}{Es} * m * Is * If$$

**TABLE 5-2**

**Values of  $I_1$  and  $I_2$  to compute the Steinbrenner influence factor  $I_s$  for use in Eq. (5-16a) for several  $N = H/B'$  and  $M = L/B$  ratios**

$N$	$M = 1.0$	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	1.7	1.8	1.9	2.0
0.2	$I_1 = 0.009$ $I_2 = 0.041$	0.008 0.042	0.008 0.042	0.008 0.042	0.008 0.042	0.008 0.042	0.007 0.043	0.007 0.043	0.007 0.043	0.007 0.043	0.007 0.043
0.4		0.033 0.066	0.032 0.068	0.031 0.069	0.030 0.070	0.029 0.070	0.028 0.071	0.028 0.071	0.027 0.072	0.027 0.072	0.027 0.073
0.6		0.066 0.079	0.064 0.081	0.063 0.083	0.061 0.085	0.060 0.087	0.059 0.088	0.058 0.089	0.057 0.090	0.056 0.091	0.056 0.091
0.8		0.104 0.083	0.102 0.087	0.100 0.090	0.098 0.093	0.096 0.095	0.095 0.097	0.093 0.098	0.092 0.100	0.091 0.101	0.090 0.102
1.0		0.142 0.083	0.140 0.088	0.138 0.091	0.136 0.095	0.134 0.098	0.132 0.100	0.130 0.102	0.129 0.104	0.127 0.106	0.126 0.108
1.5		0.224 0.075	0.224 0.080	0.224 0.084	0.223 0.089	0.222 0.093	0.220 0.096	0.219 0.099	0.217 0.102	0.216 0.105	0.214 0.108
2.0		0.285 0.064	0.288 0.069	0.290 0.074	0.292 0.078	0.292 0.083	0.292 0.086	0.292 0.090	0.291 0.094	0.290 0.097	0.289 0.100
3.0		0.363 0.048	0.372 0.052	0.379 0.056	0.384 0.060	0.389 0.064	0.393 0.068	0.396 0.071	0.398 0.075	0.400 0.078	0.401 0.081
4.0		0.408 0.037	0.421 0.041	0.431 0.044	0.440 0.048	0.448 0.051	0.455 0.054	0.460 0.057	0.465 0.060	0.469 0.063	0.473 0.066
5.0		0.437 0.031	0.452 0.034	0.465 0.036	0.477 0.039	0.487 0.042	0.496 0.045	0.503 0.048	0.510 0.050	0.516 0.053	0.522 0.055
											0.526 0.058

**Figure 5-7** Influence factor  $I_F$  for footing at a depth  $D$ . Use actual footing width and depth dimension for this  $D/B$  ratio. Use program FFACTOR for values to avoid interpolation.



Módulo de elasticidad obtenido de la prueba de SPT datos empíricos:

SUELO	S.P.T.	C.P.T.
Arena	$E = 500(N + 15)$ $= 7000\sqrt{N}$ $= 6000N$	$E = (2 \text{ a } 4)q_u$ $= 8000 \text{ qc}$ $= 6000N$
Arena saturada	$E = (15000 \text{ a } 22000) \text{ en } N$ $E = 250(N + 15)$	$E = 1.2(3Dr^2 + 2)qc$ $E = (1 + Dr^2)qc$ $E = F qc$ $e = 1.0 \quad F = 3$ $e = 0.6 \quad F = 7$
Arena grava	$E = 1200(N + 6)$ $= 600(N + 6) \quad N \leq 15$ $= 600(N + 6) + 200 \quad N > 15$	$c$ - cohesión no drenada del suelo de arcilla $E = (3 \text{ a } 6)qc$ $E = (1 \text{ a } 2)qc$
Arena arcillosa	$E = 320(N + 15)$	$E = (3 \text{ a } 8)qc$
Limos, limos arenosos, limos arcillosos	$E = 300(N + 6)$	
Arcillas blandas y limos arcillosos		

N= Número de golpes corregido, en la prueba de Penetración Estandar (SPT)  
 $q_c$ = Resistencia a la penetración en la punta, en la prueba de cono eléctrico  
 $D_r$ = Compacidad relativa

$$E = 320(N + 15)$$

Modulo de Poisson:

$$\nu = \frac{K_o}{1 + K_o}$$

Estrato	Ko	$\nu$
I	0.48	0.3
II	0.58	0.4
III	0.63	0.4

Modulo de Elasticidad			
Profundidad	N'70	E ton/m <sup>2</sup>	E 65% ton/m <sup>2</sup>
0.50	11	853.22	554.59
1.00	19	1115.77	725.25
1.50	8	753.12	489.53
2.00	4	619.96	402.97
2.50	5	663.72	431.42
3.00	5	663.72	431.42
3.50	3	572.14	371.89
4.00	3	600.05	390.03

Valores representativos del módulo de elasticidad y relación de Poisson.

SUELO	E, Mpa	Tipo de suelo	Relación de Poisson $\mu$
Arcillas			
Muy blanda	2 - 15	Arena suelta	0.20 - 0.40
Blandas	5 - 25	Arena de compacidad media	0.25 - 0.40
Media	15 - 24	Arena densa	0.30 - 0.45
Duras	50 - 100	Arena limosa	0.20 - 0.40
Arenosas	25 - 250	Arena y grava	0.15 - 0.35
Glaciales		Arcilla blanda	
Suelto	10 - 150	Arcilla media	0.20 - 0.50
Denso	150 - 720	Arcilla dura	
Muy denso	500 - 1440		
Loess	15 - 60		
Arenas			
Limosa	5 - 20		
Suelta	10 - 25		
Densa	50 - 81		
Arenas y gravas			
Suelta	50 - 150		
Densa	100 - 200		
limos	2 - 20		

Tablas de valores representativos de módulo de elasticidad y relación de Poisson. Bowles,









5.50	5.50	4.00	0.70	2.75	0.25	0.51	1.00	0.050349941	0.07435144	0.01401918	0.04943074	0.249	0.030	0.73	1.00	0.755	1.322	390.03	0.64	0.04	207.58
6.00	6.00	4.00	0.70	3.00	0.23	0.47	1.00	0.043237826	0.07155799	0.01185293	0.04634763	0.234	0.027	0.67	1.00	0.773	1.111	390.03	0.56	0.03	197.41
6.50	6.50	4.00	0.70	3.25	0.22	0.43	1.00	0.037486186	0.06881494	0.01014851	0.0436006	0.221	0.025	0.62	1.00	0.787	0.947	390.03	0.50	0.03	189.57
7.00	7.00	4.00	0.70	3.50	0.20	0.40	1.00	0.032779167	0.06616632	0.00878434	0.04114313	0.209	0.022	0.57	1.00	0.797	0.816	390.03	0.44	0.02	183.60
7.50	7.50	4.00	0.70	3.75	0.19	0.37	1.00	0.028884831	0.0636355	0.00767611	0.03893528	0.199	0.021	0.53	1.00	0.808	0.711	390.03	0.40	0.02	178.08
8.00	8.00	4.00	0.70	4.00	0.18	0.35	1.00	0.025630574	0.06123308	0.00676394	0.03694321	0.189	0.019	0.50	1.00	0.817	0.625	390.03	0.36	0.02	173.56
8.50	8.50	4.00	0.70	4.25	0.16	0.33	1.00	0.022886278	0.05896181	0.0060044	0.03513835	0.180	0.018	0.47	1.00	0.831	0.554	390.03	0.33	0.02	168.44
9.00	9.00	4.00	0.70	4.50	0.16	0.31	1.00	0.020552631	0.05681971	0.00536539	0.0334966	0.172	0.017	0.44	1.00	0.840	0.494	390.03	0.30	0.01	164.74
9.50	9.50	4.00	0.70	4.75	0.15	0.29	1.00	0.018552946	0.05480207	0.00482281	0.03199758	0.165	0.015	0.42	1.00	0.847	0.443	390.03	0.27	0.01	161.71
10.00	10.00	4.00	0.70	5.00	0.14	0.28	1.00	0.016827354	0.05290268	0.00435826	0.03062403	0.158	0.015	0.40	1.00	0.855	0.400	390.03	0.25	0.01	158.74

Los asentamientos calculados se consideran valores aceptables de deformación, por lo que la estructura tendrá un comportamiento adecuado en el estado límite de servicio.

---

## 6.\_CONCLUSIONES:

De acuerdo con la exploración realizada en campo, ensayos realizados en el laboratorio y al análisis efectuado se concluye con lo siguiente.

Sitio 179146 Degollado, Cerrada Josefa Ortiz de Domínguez #6, Col. Magdalena Atlicpac, Los Reyes Acaquilpan, Estado de México. Coordenadas: Latitud 19.3740350 N, Longitud -98.950217 W.

La regionalización sísmica de acuerdo con el programa PRODISIS de CFE 2015, el sitio en estudio se ubica en la Zona **C** suelo blando , El coficiente sismico de diseño obtenido de **0.500** para estructuras del grupo **A**. Sin embargo, se recomienda efectuar un análisis sísmico de la estructura, cuyo resultado se deberá utilizar para el calculo del proyecto.

Los trabajos realizados de exploración y muestreo fue un sondeo de penetración estándar a 10.20 m. de profundidad, para obtener diferentes muestras del suelo del sitio, predominando materiales granulares (arenas con limos) que fueron envueltas en un material impermeable y colocados en un recipiente para su traslado al laboratorio y posteriormente la realización de las pruebas correspondientes.

Los estratos encontrados en el sitio se describen a continuación:

De acuerdo con la exploración física realizada, se presentan las estratigrafías del ensaye SPT.

De 0.00 a 1.70. De profundidad se presenta una arena limosa SM, con 0.00% de gravas, 80.72% de arenas y 19.28% de finos, Color cafe, de tonalidad obscuro, en estado suelto, peso específico 1.81 ton/m<sup>3</sup>, contenido de humedad de 11.27 % con un numero de golpes promedio de 18 golpes, angulo de fricción interna obtenido de 31°, densidad de solidos de 2.68, El material fino es clasificado como limo orgánico ML, polvo de roca, de baja plasticidad y resistencia en estado seco de nula a ligera, Limite liquido de 32.53 %, Limite Plastico de 31.75 % y un índice de plasticidad de 0.78 %.

De 1.70 a 3.10. De profundidad se presenta una arena limosa SM, con 2.12% de gravas, 95.34% de arenas y 0.54% de finos, Color cafe, de tonalidad clara, en estado suelto, peso específico 2.14 ton/m<sup>3</sup>, contenido de humedad de 14.96 % con un numero de golpes promedio de 9 golpes, angulo de fricción interna obtenido de 25°, densidad de solidos de 2.62, El material fino es clasificado como limo orgánico ML, polvo de roca, de baja plasticidad y resistencia en estado seco de nula a ligera, Limite liquido de 26.58 %, Limite Plastico de 24.02 % y un índice de plasticidad de 2.56 %.

De 3.10 a 4.60. De profundidad se presenta una arena limosa SM, con 1.49% de gravas, 97.51% de arenas y 1.00% de finos, Color cafe, de tonalidad oscuro, en estado suelto, peso específico 1.90 ton/m<sup>3</sup>, contenido de humedad de 26.42 % con un numero de golpes promedio de 5 golpes, angulo de fricción interna obtenido de 22°, densidad de solidos de 2.64.

De 4.60 a 5.50. De profundidad se presenta un Limo inorgano ML, Color cafe, de tonalidad oscuro, en estado suelto, peso específico 1.73 ton/m<sup>3</sup>, contenido de humedad de 43.04 % con un numero de golpes promedio de 1 golpes, angulo de fricción interna obtenido de 19°, densidad de solidos de 2.68. El material fino es polvo de roca, de baja plasticidad y resistencia en estado seco de nula a ligera, Limite liquido de 34.51 %, Limite Plastico de 28.23 % y un índice de plasticidad de 6.28 %.

De 5.50 a 7.30. De profundidad se presenta una arena bien graduada SW, con 0.00% de gravas, 94.07% de arenas y 5.93% de finos, Color negro, de tonalidad oscuro, en estado compacto, peso específico 1.99 ton/m<sup>3</sup>, contenido de humedad de 29.21 % con un numero de golpes promedio de 33 golpes, angulo de fricción interna obtenido de 34°, densidad de solidos de 2.56.

De 7.30 a 10.20. De profundidad se presenta un estrato de arenisca constituida por una arenas y limos como segmentantes, Color gris, de tonalidad oscuro, en estado muy compacto, peso específico 2.17 ton/m<sup>3</sup>, contenido de humedad de 24.02 % con un numero de golpes promedio de 48 golpes, angulo de fricción interna obtenido de 38°.

Se detectó la posición del nivel de aguas freáticas a 4.30 m. de profundidad, durante los trabajos de exploración del suelo.

Se ejecuto el sondeo a la profundidad de 10.20 m respectivamente, no continuando a mayor profundidad por encontrarse con un estrato muy resistente (mas de 50 golpes SPT), que imposibilita este tipo de exploración.

Se desarrollaron pruebas índices, mecánicas y correlación de número de golpes para obtener parámetros mecánicos empíricos con el fin de conocer el comportamiento mecánico y propiedades físicas.

Se determinaron los parámetros de resistencia y propiedades elásticas del suelo a partir de estos resultados, podemos obtener la capacidad de carga última y

---

admisible, además de los asentamientos elásticos que se darán con respecto del tiempo.

Se somete a revisión y análisis por el estado límite de falla estática de la roca de desplante, obteniendo resultados de capacidad de carga con un factor de seguridad de 3, dando como resultado valores aceptables para una zapata de acuerdo con geometría, profundidad y factores dados por los parámetros mecánicos del suelo, estando en lo especificado de las NTC del RCDF.

Se obtiene diagrama de esfuerzos horizontales del análisis de empujes de tierra en estado activo mostrado en la sección 5.1.

También obtenemos los parámetros de la teoría elástica aplicada al material para calcular los asentamientos instantáneos respecto a la carga obteniendo posibles asentamientos con referencia a las tablas de asentamientos mencionadas en la sección 5.2, con valores admisibles estando dentro del límite permisible que establecen las Normas Técnicas Complementarias de Cimentaciones del RCDF.

Todas las pruebas realizadas en laboratorio se rigen por las normas ASTM vigentes.

## 7.\_RECOMENDACIONES:

- a) De acuerdo con lo anterior, la cimentación del para el proyecto de bodega se podrá resolver mediante un sistema de losa de cimentación, cimentación integrada por losa y dados, a una profundidad mínima de 1.50 m. refiriendo al nivel del terreno natural existente en sitio.
- b) Las dimensiones y geometría propuestas se deberán de sujetarse a la revisión del proyectista de la estructura.
- c) Deberá seguirse el procedimiento constructivo para la construcción de las cimentaciones y mejoramiento del terreno o construcción de la plataforma.
- d) Por ningún motivo, las cimentaciones de las diferentes estructuras podrán desplantarse en estratos blandos, rellenos sueltos o de desperdicio o con apreciable contenido de materia orgánica, de presentarse deberá retirarse por completo y colocarse en su lugar un material volumétricamente inerte procedente de banco y compactado en capas no mayores a 25 cm y cuando menos al 95% de su peso volumétrico seco máximo obtenido de una prueba de compactación Proctor estándar.

Se recomienda sustituir material del suelo por lo menos 1.00 m. si el proyectista propone una profundidad de desplante mayor de 2.50 de profundidad en el lugar de estudio y hacer un mejoramiento de suelo. De mínimo de 1.00 cm en la cimentación, para evitar asentamientos diferenciales en la estructura.

De los datos obtenidos de las pruebas de compactación se obtendrán los parámetros de la resistencia al corte del cuerpo del terraplén que deberán cumplir con un ángulo de fricción interna mínimo de 30°

- e) Para cualquiera de los casos de cimentación, para el desplante de las losas se deberá colocar una plantilla de concreto pobre  $f'c= 150 \text{ Kg/cm}^2$  de 5 cm de espesor, sobre la cual se apoyarán las cimentaciones; lo anterior a fin evitar la contaminación del concreto estructural con partículas del suelo de apoyo. Posteriormente se iniciará con la colocación y armado del acero de refuerzo previamente habilitado.
- f) Las excavaciones que alojarán las estructuras y su cimentación podrán realizarse por medios mecánicos a excepción de los últimos 15 cm, los cuales se removerán manualmente para evitar el remoldeo del material de la superficie de desplante.

- g) En caso de que los trabajos de excavación se efectúen durante temporada de lluvias, o cuando el material de los cortes refleje cualquier evidencia de inestabilidad local, el material expuesto de los mismos se protegerá contra la intemperización mediante la colocación de un repellado de concreto pobre de 2 cm de espesor reforzado con malla de gallinero hexagonal.
- h) Se recomienda colocar un material que sirva como filtro y además también como un mejoramiento de suelo en la zona de excavación y así evitar asentamientos diferenciales por la saturación del suelo rebasando límite líquido.
- i) La cepa de cimentación deberá quedar abierta el menor tiempo posible (15 días) evitando así, el intemperismo de los taludes y su pérdida de estabilidad.
- j) Procedimientos que impiden la entrada del agua del sitio de la excavación, interceptándola mediante pantallas impermeables que rodean al sitio de la construcción y en ocasiones forman también un fondo impermeable cuando no existen en forma natural estratos impermeables que impidan la filtración por el fondo, esto mediante una pantalla de lechada bentónica o membranas geotextil.
- k) Al momento de realizar la excavación, se recomienda que los taludes se tiendan con una relación  $\frac{1}{2}:1$  (horizontal:vertical) hasta la profundidad de desplante recomendada.
- l) En suelos friccionantes como son las arenas se puede presentar un fenómeno denominado licuación, este fenómeno se presenta cuando se incrementa la resistencia al esfuerzo cortante temporal o definitivo, presentándose en arenas sueltas o arenas muy saturadas de baja compacidad, para evitar este tipo de fenómenos se deben seguir el tratamiento necesario al suelo de tipo friccionante como son la inyección para impermeabilización del suelo o el reemplazo del material con relleno compactado.
- m) El buen funcionamiento de la cimentación recomendada dependerá de que se cumpla con los requisitos indicados en el procedimiento constructivo, tomando en cuenta que no debe existir alteración, por descuido del contacto de losa de fondo con el suelo de apoyo.

## **8.\_REFERENCIA:**

- 1.\_ Mecánica de suelos Tomo I, Eulalio Juárez Badillo, Editorial Limosa.
2. \_ Foundation, Analysis and Design, Joseph E. Bowles. Third Edition, Mc Graw Hill.
- 3.\_ Principios de Ingeniería de Cimentaciones, Braja M. Das, Quinta Edición
- 4.\_ Programa Municipal de Desarrollo Los Reyes Acaquilpan, Estado de México.
- 5.\_ Prontuario del INEGI del Municipio de Los Reyes Acaquilpan, Estado de México.
- 6.\_ Normas Técnicas Complementarias Cimentaciones (RCDF 2017)
- 7.\_ COMISIÓN FEDERAL DE ELECTRICIDAD “Manual de Diseño de Obras Civiles, Geotecnia”, Libro B.1.3. Instituto de Investigaciones Eléctricas.
- 8.\_ Sofware de CFE Prodisis.
- 9.\_ American Society for Testing and Materials (Soil)
- 10.\_ Google Earth

## 9.\_ ANEXOS:

### 9.1.\_Ensayos de Laboratorio.

**OBRA:** Sitio 179146 Degollado.

**Ubicación:** Cerrada Josefa Ortiz de Domínguez #6, Col. Magdalena Atlícpac, Los Reyes Acaquilpan, Estado de México. Coordenadas: Latitud 19.3740350 N, Longitud -98.950217 W.

**SONDEO:** SPT-1 ENSAYE:

**MUESTRA:** PROF: 10.20 mts.

**DESCRIPCIÓN:** Penetración Estándar

**FECHA:** 29 de Marzo del 2021

**ELABORÓ:** Daniel Vargas Colin

### PESO VOLUMÉTRICO NATURAL O PESO ESPECÍFICO POR NORMA ASTMC-127

SPT-1	PROFUNDIDAD	Wm	Wmp	Wmps	Vmp	Wp	$Vp = \frac{Wp}{0.97}$	Vm	$\gamma_m = \frac{Wm}{Vm}$
#	m	gr	gr	gr	cm³	gr	cm³	cm³	Ton / m³
A	0.00 - 0.60	25.22	25.77	10.40	15.37	0.55	0.57	14.80	1.70
B	0.60 - 1.20	35.77	36.43	16.50	19.93	0.66	0.68	19.25	1.86
C	1.20 - 1.80	13.35	14.53	6.21	8.32	1.18	1.22	7.10	1.88
D	1.80 - 2.40	8.05	8.30	4.28	4.02	0.25	0.26	3.76	2.14
E	2.40 - 3.00	6.51	6.72	3.47	3.25	0.21	0.22	3.03	2.15
F	3.00 - 3.60	24.78	25.35	11.70	13.65	0.57	0.59	13.06	1.90
G	3.60 - 4.20	27.73	28.58	13.18	15.40	0.85	0.88	14.52	1.91
H	4.20 - 4.80	28.35	29.04	13.35	15.69	0.69	0.71	14.98	1.89
I	4.80 - 5.40	38.13	39.12	16.05	23.07	0.99	1.02	22.05	1.73
J	5.40 - 6.00	24.83	25.56	12.38	13.18	0.73	0.75	12.43	2.00
K	6.00 - 6.60	22.20	23.14	11.00	12.14	0.94	0.97	11.17	1.99
L	6.60 - 7.20	19.89	20.80	9.82	10.98	0.91	0.94	10.04	1.98
M	7.20 - 7.80	27.64	28.76	14.31	14.45	1.12	1.15	13.30	2.08
N	7.80 - 8.40	28.24	29.29	15.02	14.27	1.05	1.08	13.19	2.14
Ñ	8.40 - 9.00	29.46	30.57	16.09	14.48	1.11	1.14	13.34	2.21
O	9.00 - 9.60	30.14	31.18	16.41	14.77	1.04	1.07	13.70	2.20
P	9.60 - 10.20	31.25	32.28	16.99	15.29	1.03	1.06	14.23	2.20

Wm: PESO DE LA MUESTRA

Vp: VOLUMEN DE LA PARAFINA

Wmp: PESO DE LA MUESTRA CON PARAFINA

Vm: VOLUMEN DE LA MUESTRA

Wmps: PESO DE LA MUESTRA CON PARAFINA SUMERGIDA EN AGUA

$\gamma_m$ : PESO VOLUMETRICO

Vmp: VOLUMEN DE LA MUESTRA CON PARAFINA

$\gamma_d$ : PESO VOLUMETRICO SECO

Wp: PESO DE LA PARAFINA

**OBSERVACIONES:** Ninguna.

**OBRA:** Sitio 179146 Degollado.

**Ubicación:** Cerrada Josefa Ortiz de Domínguez #6, Col. Magdalena Atlicpac, Los Reyes Acaquilpan, Estado de México. Coordenadas: Latitud 19.3740350 N, Longitud -98.950217 W.

**SONDEO:** SPT-1 ENSAYE:

**MUESTRA:** PROF: 10.20 mts.

**DESCRIPCIÓN:** Penetración Estándar

**FECHA:** 29 de Marzo del 2021

**ELABORÓ:** Daniel Vargas Colin

## CONTENIDO NATURAL DE HUMEDAD

### POR NORMA ASTMD-2216

MUESTRA Nº SPT-1	CAPSULA		Wtm (gr) -2	Wts (gr) -3	Ww (gr) -4 (2) – (3)	Ws (gr) -5 (3) – (1)	CONTENIDO DE HUMEDAD %
	Nº	Wt (gr)					
A	116	13.21	43.03	39.60	3.43	26.39	13.00%
B	216	13.17	52.87	48.76	4.11	35.59	11.55%
C	44	13.05	43.95	41.33	2.62	28.28	9.26%
D	41	13.13	42.10	38.69	3.41	25.56	13.34%
E	8	13.19	48.71	43.66	5.05	30.47	16.57%
F	6	14.55	65.06	55.43	9.63	40.88	23.56%
G	16	14.26	45.04	39.78	5.26	25.52	20.61%
H	15	13.38	37.79	31.45	6.34	18.07	35.09%
I	11	14.41	51.83	40.57	11.26	26.16	43.04%
J	50	14.33	47.48	40.08	7.40	25.75	28.74%
K	18	14.37	45.99	38.78	7.21	24.41	29.54%
L	92	14.40	43.96	37.25	6.71	22.85	29.37%
M	120	12.95	38.22	33.50	4.72	20.55	22.97%
N	300	14.21	51.19	45.25	5.94	31.04	19.14%
Ñ	20	12.89	59.17	50.32	8.85	37.43	23.64%
O	22	13.16	77.05	62.38	14.67	49.22	29.80%
P	38	14.57	68.24	57.67	10.57	43.10	24.52%

**Wt:** PESO DE LA TARA O CAPSULA

**Wtm:** PESO DE LA TARA CON MUESTRA EN SU ESTADO NATURAL

**Wts:** PESO DE LA TARA CON MUESTRA EN SU ESTADO SECO

**Ww:** PESO DEL AGUA

**Ws:** PESO DE LA MUESTRA EN ESTADO SECO      **W%:** CONTENIDO DE HUMEDAD

$$W\% = \frac{(Ww)}{(Ws)} * 100$$

**OBSERVACIONES:** Ninguna.

**OBRA:** Sitio 179146 Degollado.

**Ubicación:** Cerrada Josefa Ortiz de Domínguez #6, Col. Magdalena Atlipac, Los Reyes Acaquilpan, Estado de México. Coordenadas: Latitud 19.3740350 N, Longitud -98.950217 W.

**SONDEO:** SPT-1 ENSAYE:

**MUESTRA:** PROF: 10.20 mts.

**DESCRIPCIÓN:** Penetración Estándar

**FECHA:** 29 de Marzo del 2021

**ELABORÓ:** Daniel Vargas Colin

## DENSIDAD DE SOLIDOS

O

## PESO RELATIVO ESPECÍFICO

## POR NORMA ASTMD 854

Densidad de Sólidos SPT-1							
Nº de Prueba	Wm	Wms	Ws	Wmsfs	T°	Wmwf	Ss
	gr	gr	gr	gr	(°C)	gr	
A	196.80	274.32	77.52	739.58	39.00	691.00	2.68
B	182.00	265.74	83.74	729.75	41.00	678.00	2.62
C	196.80	270.36	73.56	735.71	41.00	690.00	2.64
D	182.80	271.40	88.60	734.52	40.00	679.00	2.68
E	196.80	254.36	57.56	727.08	38.00	692.00	2.56

Wmw: PESO DEL MATRAZ CON AGUA

Wmws: PESO DEL MATRAZ CON AGUA Y SUELO Ws: PESO DE EL SUELO

Wmwfs: PESO DEL MATRAZ AFORADO CON AGUA Y SUELO t°: TEMPERATURA

Wmwf: PESO DEL MATRAZ AFORADO CON AGUA Ss: DENSIDAD DE SOLIDOS

$$Ss = \frac{Ws}{Ws + Wmwf - Wmwfs}$$

**OBSERVACIONES:** Ninguna

**OBRA:** Sitio 179146 Degollado.

**Ubicación:** Cerrada Josefa Ortiz de Domínguez #6, Col. Magdalena Atlicpac, Los Reyes Acaquilpan, Estado de México. Coordenadas: Latitud 19.3740350 N, Longitud -98.950217 W.

**SONDEO:** SPT-1 ENSAYE:

**MUESTRA:** PROF: 1.50mts.

**DESCRIPCIÓN:** Penetración Estándar

**FECHA:** 29 de Marzo del 2021

**ELABORÓ:** Daniel Vargas Colin

## LIMITES DE CONSISTENCIA

### POR NORMA ASTM D-4318

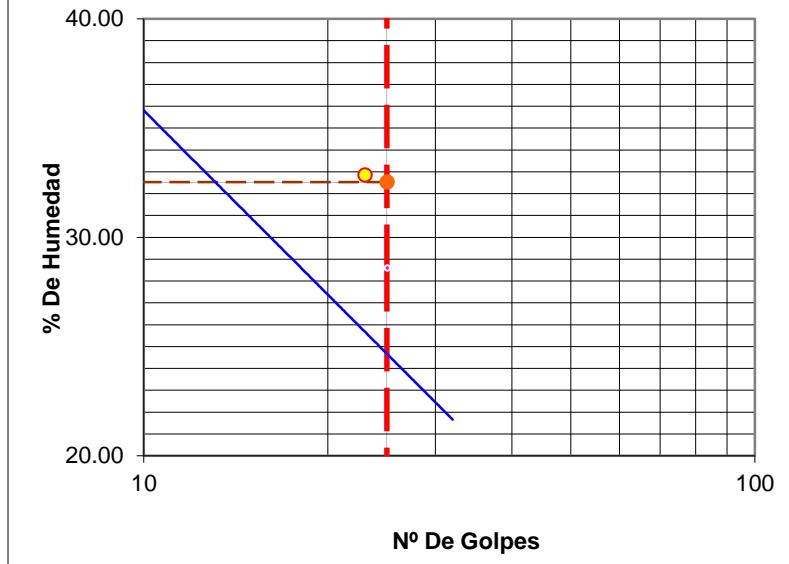
#### LIMITE LÍQUIDO:

LATA	1	2	3
PESO DE LATA grs	13.10	13.19	13.20
PESO DEL SUELO HUMEDO + LATA grs	29.69	36.44	34.12
PESO DEL SUELO SECO + LATA grs	24.90	30.69	31.25
PESO DEL AGUA grs	4.79	5.75	2.87
PESO DEL SUELO SECO grs	11.80	17.50	18.05
% DE HUMEDAD	40.59	32.86	15.90
NUMERO DE GOLPES	6	23	32

#### LIMITE PLÁSTICO:

LATA	1	2
PESO DE LATA grs	14.39	13.15
PESO DEL SUELO HUMEDO + LATA grs	16.28	16.42
PESO DEL SUELO SECO + LATA grs	15.82	15.64
PESO DEL AGUA grs	0.46	0.78
PESO DEL SUELO SECO grs	1.43	2.49
% DE HUMEDAD	32.17	31.33
% PROMEDIO	31.75	

**DIAGRAMA DE FLUIDEZ**



Límite Líquido (%)	32.53
Límite Plástico (%)	31.75
Indice de Plasticidad Ip (%)	0.78
Clasificación SUCS	ML

**CLASIFICACIÓN:** Limo inorgánico, color cafe, de tonalidad oscura, de consistencia de baja plasticidad, polvo de roca, limos arenosos, de resistencia en estado seco de nula a ligera. (ML)

**OBRA:** Sitio 179146 Degollado.  
**Ubicación:** Cerrada Josefa Ortiz de Domínguez #6, Col. Magdalena Atlícpac, Los Reyes Acaquilpan, Estado de México.  
 Coordenadas: Latitud 19.3740350 N, Longitud -98.950217 W.  
**SONDEO:** SPT-1 ENSAYE:  
**MUESTRA:** PROF: 2.50mts.  
**DESCRIPCIÓN:** Penetración Estándar  
**FECHA:** 29 de Marzo del 2021  
**ELABORO:** Daniel Vargas Colin

## LIMITES DE CONSISTENCIA

### POR NORMA ASTM D-4318

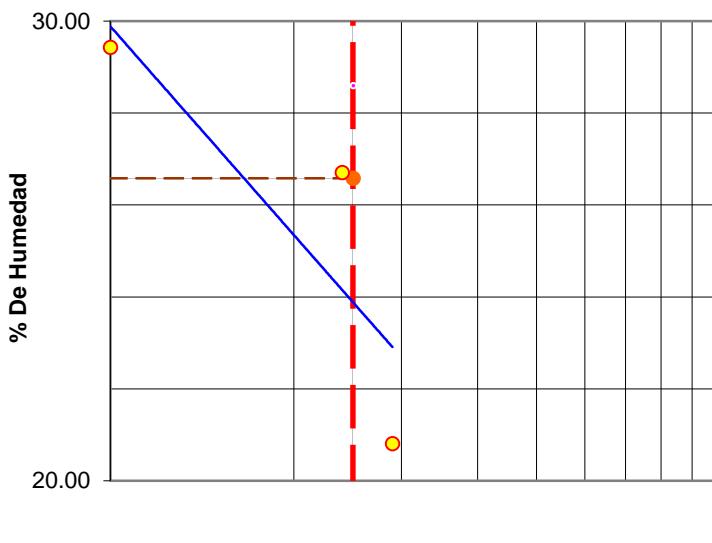
#### LIMITE LÍQUIDO:

LATA	1	2	3
PESO DE LATA grs	14.49	14.24	14.20
PESO DEL SUELO HUMEDO + LATA grs	41.45	28.90	34.52
PESO DEL SUELO SECO + LATA grs	35.32	25.81	31.02
PESO DEL AGUA grs	6.13	3.09	3.50
PESO DEL SUELO SECO grs	20.83	11.57	16.82
% DE HUMEDAD	29.43	26.71	20.81
NUMERO DE GOLPES	10	24	29

#### LIMITE PLASTICO:

LATA	1	2
PESO DE LATA grs	14.09	14.20
PESO DEL SUELO HUMEDO + LATA grs	16.63	16.30
PESO DEL SUELO SECO + LATA grs	16.13	15.90
PESO DEL AGUA grs	0.50	0.40
PESO DEL SUELO SECO grs	2.04	1.70
% DE HUMEDAD	24.51	23.53
% PROMEDIO	24.02	

#### DIAGRAMA DE FLUIDEZ



Límite Líquido (%)	26.58
Límite Plástico (%)	24.02
Indice de Plasticidad Ip (%)	2.56
Clasificación SUCS	ML

**CLASIFICACION:** Limo inorgánico, color cafe, de tonalidad clara, de consistencia de baja plasticidad, polvo de roca, limos arenosos, de resistencia en estado seco de nula a ligera. (ML)

**OBRA:** Sitio 179146 Degollado.  
**Ubicación:** Cerrada Josefa Ortiz de Domínguez #6, Col. Magdalena Atlícpac, Los Reyes Acaquilpan, Estado de México.  
 Coordenadas: Latitud 19.3740350 N, Longitud -98.950217 W.  
**SONDEO:** SPT-1 ENSAYE:  
**MUESTRA:** PROF: 5.00mts.  
**DESCRIPCIÓN:** Penetración Estándar  
**FECHA:** 29 de Marzo del 2021  
**ELABORO:** Daniel Vargas Colin

## LIMITES DE CONSISTENCIA

### POR NORMA ASTM D-4318

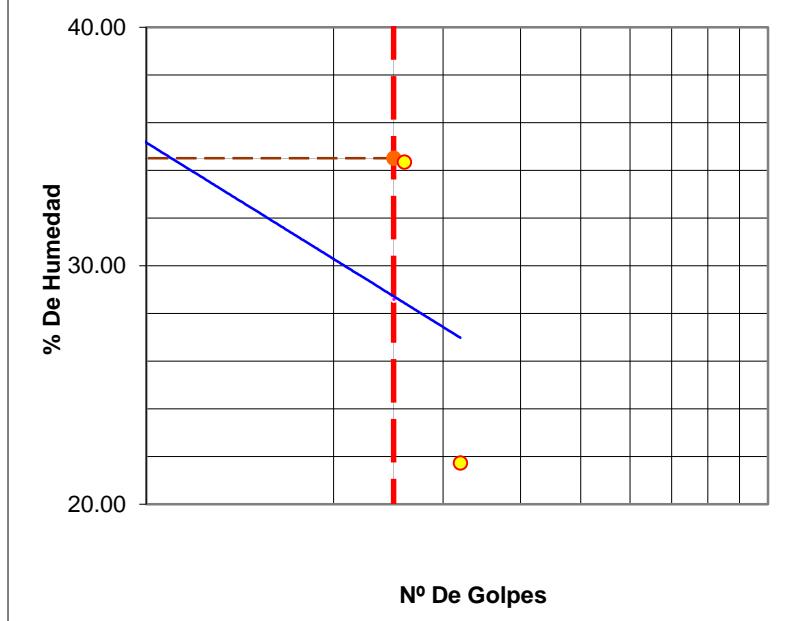
#### LIMITE LÍQUIDO:

LATA	1	2	3
PESO DE LATA grs	14.25	14.24	13.20
PESO DEL SUELO HUMEDO + LATA grs	39.84	35.48	32.47
PESO DEL SUELO SECO + LATA grs	32.61	30.05	29.03
PESO DEL AGUA grs	7.23	5.43	3.44
PESO DEL SUELO SECO grs	18.36	15.81	15.83
% DE HUMEDAD	39.38	34.35	21.73
NUMERO DE GOLPES	5	26	32

#### LIMITE PLASTICO:

LATA	1	2
PESO DE LATA grs	14.13	13.25
PESO DEL SUELO HUMEDO + LATA grs	17.42	16.23
PESO DEL SUELO SECO + LATA grs	16.70	15.57
PESO DEL AGUA grs	0.72	0.66
PESO DEL SUELO SECO grs	2.57	2.32
% DE HUMEDAD	28.02	28.45
% PROMEDIO	28.23	

**DIAGRAMA DE FLUIDEZ**



Límite Líquido (%)	34.51
Límite Plástico (%)	28.23
Indice de Plasticidad Ip (%)	6.28
Clasificación SUCS	ML

**CLASIFICACION:** Limo inorgánico, color cafe, de tonalidad obscura, de consistencia de baja plasticidad, polvo de roca, limos arenosos, de resistencia en estado seco de nula a ligera. (ML)

**OBRA:** Sitio 179146 Degollado.

**Ubicación:** Cerrada Josefa Ortiz de Domínguez #6, Col. Magdalena Atlipac, Los Reyes Acaquilpan, Estado de México. Coordenadas: Latitud 19.3740350 N, Longitud -98.950217 W.

**SONDEO:** SPT-1 ENSAYE:

**MUESTRA:** PROF: 1.50 mts.

**DESCRIPCIÓN:** Penetración Estándar

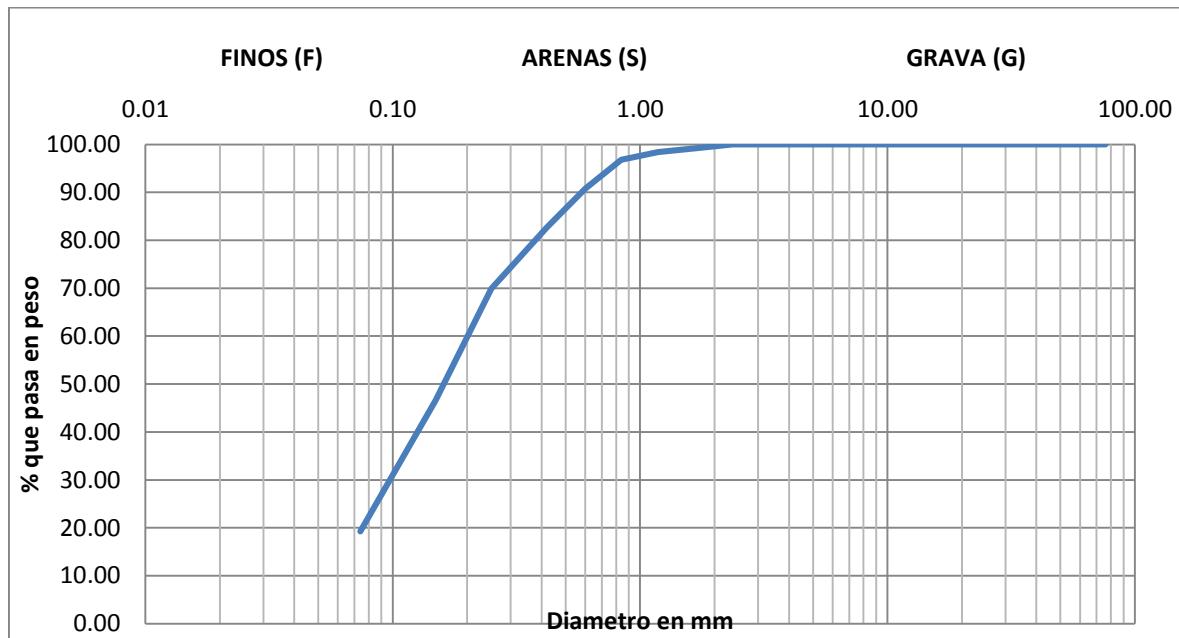
**FECHA:** 29 de Marzo del 2021

**ELABORÓ:** Daniel Vargas Colin

## ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

### POR NORMA ASTMD-422

Malla	Abertura	Peso Suelo Retenido	Porciento Retenido	Porciento que Pasa	Malla	Abertura	Peso Suelo Retenido	Porciento Retenido	Porciento que Pasa
N°	mm	gr	%	%	N°	mm	Gr	%	%
3"	76.20	0.00	0.00	100.00	8	2.360	0.00	0.00	100.00
2"	50.80	0.00	0.00	100.00	10	2.000	1.00	0.40	99.60
1 1/2"	36.10	0.00	0.00	100.00	16	1.180	3.00	1.20	98.39
1"	25.40	0.00	0.00	100.00	20	0.840	4.00	1.61	96.79
3/4"	19.05	0.00	0.00	100.00	30	0.600	15.00	6.02	90.76
1/2"	12.70	0.00	0.00	100.00	40	0.420	20.00	8.03	82.73
3/8"	9.52	0.00	0.00	100.00	50	0.300	0.00	0.00	82.73
1/4"	6.35	0.00	0.00	100.00	60	0.250	32.00	12.85	69.88
N° 4	4.75	0.00	0.00	100.00	100	0.149	58.00	23.29	46.59
Pasa N° 4		249.00	100.00		200	0.074	68.00	27.31	19.28
Suma		<b>249.00</b>			Pasa 200		48.00	19.28	0.00



$$D_{10} = 0.060$$

$$C_U = \frac{D_{60}}{D_{10}} = 3.333$$

$$\%G = 0.00 \%$$

$$D_{30} = 0.100$$

$$C_C = \frac{D_{30}^2}{D_{10} \times D_{60}} = 0.833$$

$$\%S = 80.72 \%$$

$$D_{60} = 0.200$$

$$\%F = 19.28 \%$$

**CLASIFICACIÓN DE SUELO:** Arena Limosa SM con un 0.00 % de gravas, 80.72 % de arenas y 19.28 % de finos partículas, Color cafe de tonalidad oscura, en estado suelto partículas arenosas.

**OBRA:** Sitio 179146 Degollado.

**Ubicación:** Cerrada Josefa Ortiz de Domínguez #6, Col. Magdalena Atlícpac, Los Reyes Acaquilpan, Estado de México. Coordenadas: Latitud 19.3740350 N, Longitud -98.950217 W.

**SONDEO:** SPT-1 ENSAYE:

**MUESTRA:** PROF: 2.50 mts.

**DESCRIPCIÓN:** Penetración Estándar

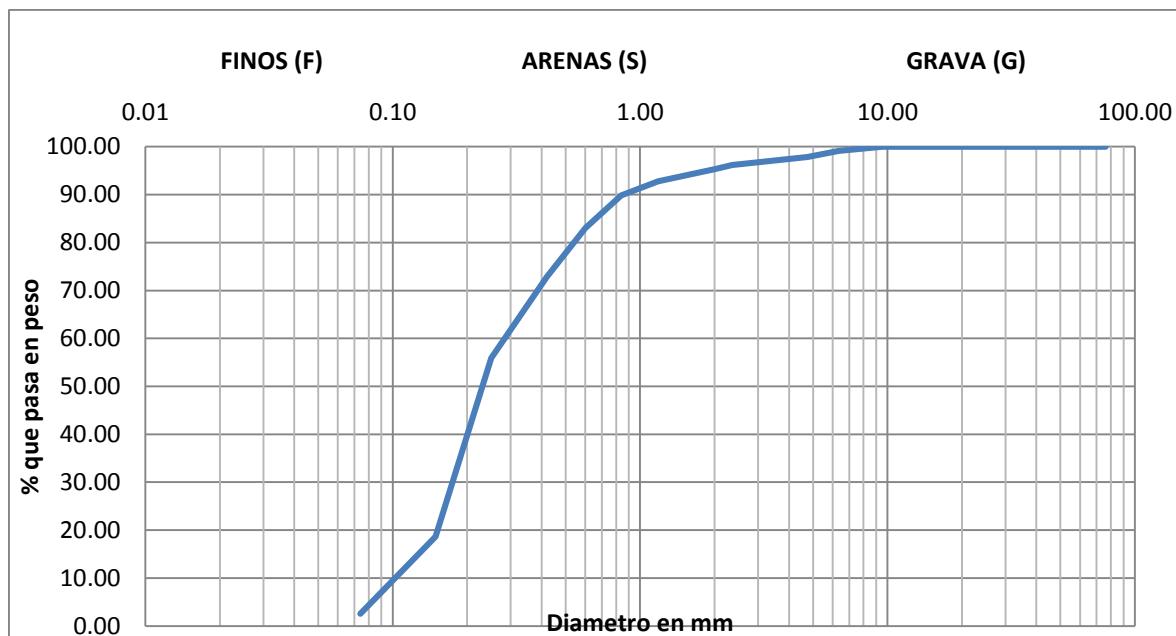
**FECHA:** 29 de Marzo del 2021

**ELABORO:** Daniel Vargas Colin

## ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

### POR NORMA ASTMD-422

Malla	Abertura	Peso Suelo Retenido	Porciento Retenido	Porciento que Pasa	Malla	Abertura	Peso Suelo Retenido	Porciento Retenido	Porciento que Pasa
N°	mm	gr	%	%	N°	mm	Gr	%	%
3"	76.20	0.00	0.00	100.00	8	2.360	4.00	1.69	96.19
2"	50.80	0.00	0.00	100.00	10	2.000	2.00	0.85	95.34
1 1/2"	36.10	0.00	0.00	100.00	16	1.180	6.00	2.54	92.80
1"	25.40	0.00	0.00	100.00	20	0.840	7.00	2.97	89.83
3/4"	19.05	0.00	0.00	100.00	30	0.600	16.00	6.78	83.05
1/2"	12.70	0.00	0.00	100.00	40	0.420	24.00	10.17	72.88
3/8"	9.52	0.00	0.00	100.00	50	0.300	0.00	0.00	72.88
1/4"	6.35	2.00	0.85	99.15	60	0.250	40.00	16.95	55.93
Nº 4	4.75	3.00	1.27	97.88	100	0.149	88.00	37.29	18.64
Pasa N°4		231.00	97.88		200	0.074	38.00	16.10	2.54
Suma		<b>236.00</b>			Pasa 200		6.00	2.54	0.00



$$D_{10} = 0.100$$

$$C_U = \frac{D_{60}}{D_{10}} = 2.800$$

$$\%G = 2.12 \%$$

$$D_{30} = 0.180$$

$$C_c = \frac{D_{30}^2}{D_{10} * D_{60}} = 1.157$$

$$\%S = 95.34 \%$$

$$D_{60} = 0.280$$

$$\%F = 2.54 \%$$

**CLASIFICACIÓN DE SUELO:** Arena Limosa SM con un 2.12 % de gravas, 95.34 % de arenas y .54 % de finos partículas, Color cafe de tonalidad clara, en estado compacto partículas arenosas.

**OBRA:** Sitio 179146 Degollado.

**Ubicación:** Cerrada Josefa Ortiz de Domínguez #6, Col. Magdalena Atlicpac, Los Reyes Acaquilpan, Estado de México. Coordenadas: Latitud 19.3740350 N, Longitud -98.950217 W.

**SONDEO:** SPT-1 ENSAYE:

**MUESTRA:** PROF: 4.00 mts.

**DESCRIPCIÓN:** Penetración Estándar

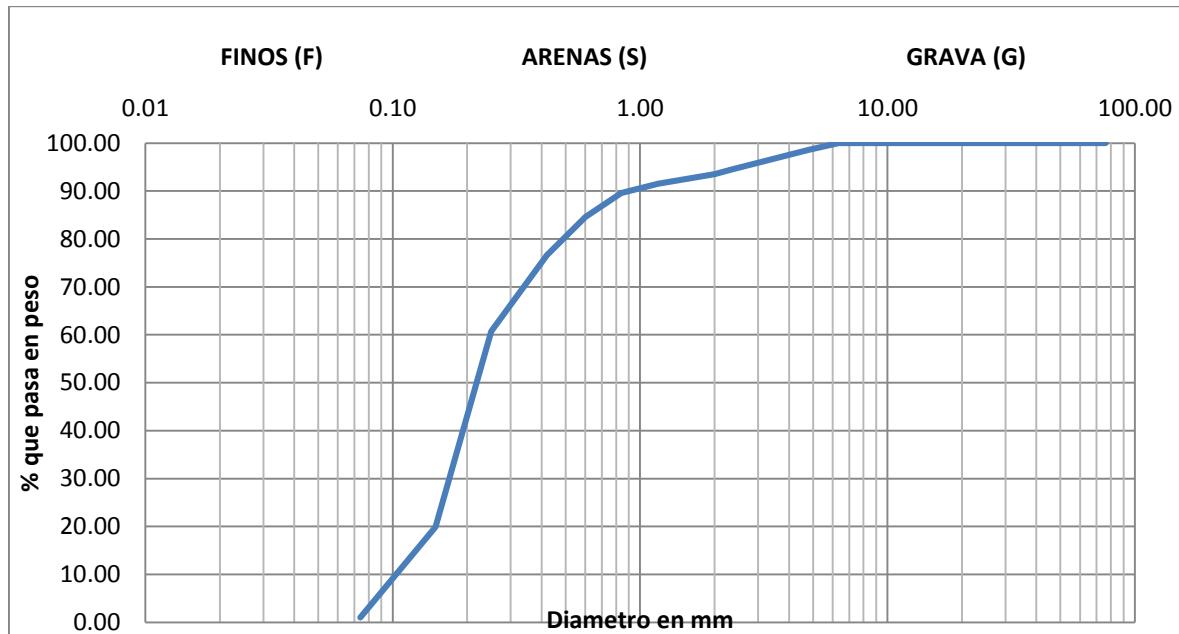
**FECHA:** 29 de Marzo del 2021

**ELABORO:** Daniel Vargas Colin

## ANALISIS GRANULOMÉTRICO

### POR NORMA ASTMD-422

Malla	Abertura	Peso Suelo Retenido	Porciento Retenido	Porciento que Pasa	Malla	Abertura	Peso Suelo Retenido	Porciento Retenido	Porciento que Pasa
N°	mm	gr	%	%	N°	mm	Gr	%	%
3"	76.20	0.00	0.00	100.00	8	2.360	8.00	3.98	94.53
2"	50.80	0.00	0.00	100.00	10	2.000	2.00	1.00	93.53
1 1/2"	36.10	0.00	0.00	100.00	16	1.180	4.00	1.99	91.54
1"	25.40	0.00	0.00	100.00	20	0.840	4.00	1.99	89.55
3/4"	19.05	0.00	0.00	100.00	30	0.600	10.00	4.98	84.58
1/2"	12.70	0.00	0.00	100.00	40	0.420	16.00	7.96	76.62
3/8"	9.52	0.00	0.00	100.00	50	0.300	0.00	0.00	76.62
1/4"	6.35	0.00	0.00	100.00	60	0.250	32.00	15.92	60.70
N° 4	4.75	3.00	1.49	98.51	100	0.149	82.00	40.80	19.90
Pasa N°4		198.00	98.51		200	0.074	38.00	18.91	1.00
Suma		<b>201.00</b>			Pasa 200		2.00	1.00	0.00



$$D_{10} = 0.100$$

$$C_U = \frac{D_{60}}{D_{10}} = 2.500$$

$$\%G = 1.49$$

$$D_{30} = 0.170$$

$$C_C = \frac{D_{30}^2}{D_{10} \cdot D_{60}} = 1.156$$

$$\%S = 97.51$$

$$D_{60} = 0.250$$

$$\%F = 1.00$$

**CLASIFICACIÓN DE SUELO:** Arena Limosa SM con un 1.49 % de gravas, 97.51 % de arenas y 1.00 % de finos partículas, Color cafe de tonalidad obscuro, en estado suelto partículas arenosas.

**OBRA:** Sitio 179146 Degollado.

**Ubicación:** Cerrada Josefa Ortiz de Domínguez #6, Col. Magdalena Atlipac, Los Reyes Acaquilpan, Estado de México. Coordenadas: Latitud 19.3740350 N, Longitud -98.950217 W.

**SONDEO:** SPT-1 ENSAYE:

**MUESTRA:** PROF: 6.50 mts.

**DESCRIPCIÓN:** Penetración Estándar

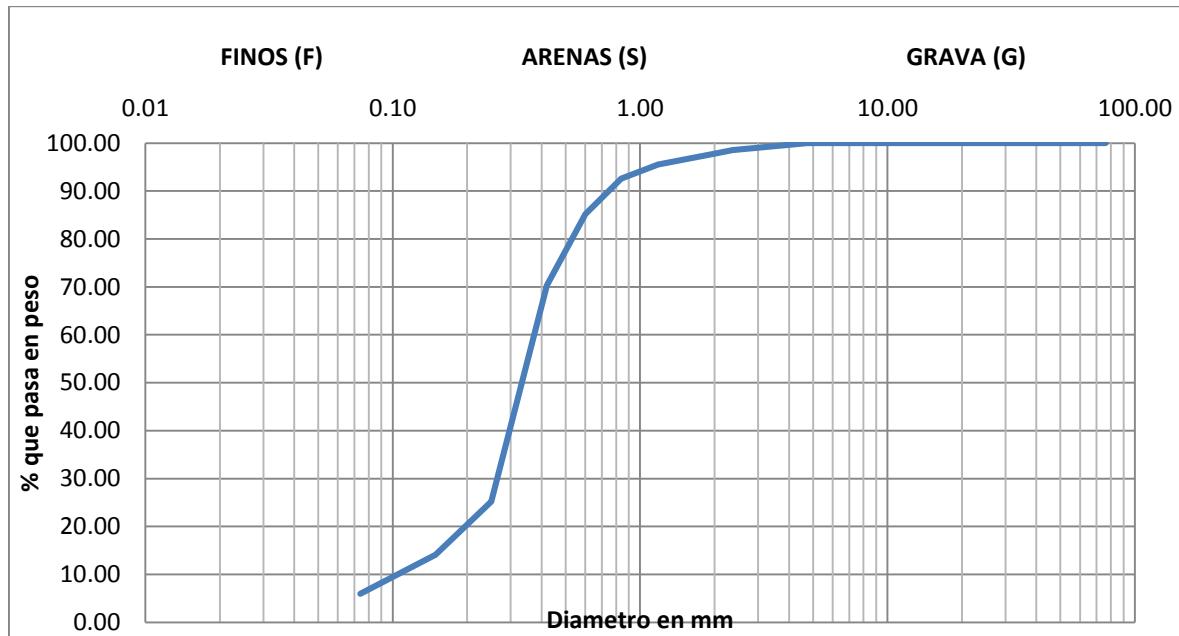
**FECHA:** 29 de Marzo del 2021

**ELABORO:** Daniel Vargas Colin

## ANALISIS GRANULOMÉTRICO

### POR NORMA ASTMD-422

Malla	Abertura	Peso Suelo Retenido	Porciento Retenido	Porciento que Pasa	Malla	Abertura	Peso Suelo Retenido	Porciento Retenido	Porciento que Pasa
N°	mm	gr	%	%	N°	mm	Gr	%	%
3"	76.20	0.00	0.00	100.00	8	2.360	4.00	1.48	98.52
2"	50.80	0.00	0.00	100.00	10	2.000	2.00	0.74	97.78
1 1/2"	36.10	0.00	0.00	100.00	16	1.180	6.00	2.22	95.56
1"	25.40	0.00	0.00	100.00	20	0.840	8.00	2.96	92.59
3/4"	19.05	0.00	0.00	100.00	30	0.600	20.00	7.41	85.19
1/2"	12.70	0.00	0.00	100.00	40	0.420	40.00	14.81	70.37
3/8"	9.52	0.00	0.00	100.00	50	0.300	0.00	0.00	70.37
1/4"	6.35	0.00	0.00	100.00	60	0.250	122.00	45.19	25.19
N° 4	4.75	0.00	0.00	100.00	100	0.149	30.00	11.11	14.07
Pasa N°4		270.00	100.00		200	0.074	22.00	8.15	5.93
Suma		<b>270.00</b>			Pasa 200		16.00	5.93	0.00



$$D_{10} = 0.100$$

$$C_U = \frac{D_{60}}{D_{10}} = 3.800$$

$$\%G = 0.00$$

$$D_{30} = 0.260$$

$$C_C = \frac{D_{30}^2}{D_{10} \cdot D_{60}} = 1.779$$

$$\%S = 94.07$$

$$D_{60} = 0.380$$

$$\%F = 5.93$$

**CLASIFICACIÓN DE SUELO:** Arena Bien Graduada SW con un 0.00 % de gravas, 94.07 % de arenas y 5.93 % de finos partículas, Color negro de tonalidad oscuro, en estado compacto partículas arenosas.

## 9.2.\_ Reporte Fotográfico



Vista General del sitio 179146 Degollado.



Ubicación de equipo para ensaye SPT.



**Desarrollo de trabajos de Mecánica de Suelos.**



**Sondeo de Penetración Estándar.**



**Recuperación de muestras.**



**Recolección de muestras en tubo partido.**



**Extraccion de tubo de perforación y en tubo partido.**



**Muestras en tubo partido.**



**Muestras en tubo partido.**



**Muestras en tubo partido.**



**Barreno de perforación.**



**Vista General al término de los trabajos de Exploración y muestreo.**