

# INFORME GEOTÉCNICO

## CENTRO DE SERVICIOS INFONAVIT

### “CESI” SEDE MÉRIDA

Elaborado por:  
ROCK SOIL INGENIERÍA GEOTÉCNICA S.A. DE C.V.  
M. en I. JOAO MORALES AMAYA  
JUNIO 2017

## ÍNDICE

1.	INTRODUCCIÓN .....	4
1.1	ANTECEDENTES .....	4
1.2	OBJETIVO DEL ESTUDIO .....	4
1.3	LOCALIZACIÓN DEL SITIO .....	5
2.	MARCO GEOLÓGICO .....	6
2.1	GEOLOGÍA REGIONAL .....	6
2.2	REGIONALIZACIÓN SÍSMICA .....	9
3.	METODOLOGÍA DE EXPLORACIÓN DEL SUBSUELO .....	11
4.	ENSAYES DE LABORATORIO .....	14
5.	ESTRATIGRAFÍA DEL SITIO .....	16
6.	PROPIEDADES ADOPTADAS PARA ANÁLISIS GEOTÉCNICOS .....	18
6.1	PARÁMETROS DE RESISTENCIA .....	18
6.2	PARÁMETROS DE DEFORMABILIDAD .....	19
7.	ANÁLISIS GEOTÉCNICOS .....	20
7.1	CAPACIDAD DE CARGA (ESTADOS LÍMITES DE FALLA) .....	20
7.1.1	CAPACIDAD DE CARGA ESTÁTICA .....	20
7.1.2	CAPACIDAD DE CARGA DINÁMICA .....	22
7.2	ASENTAMIENTOS (ESTADOS LÍMITES DE SERVICIO) .....	23
7.2.1	ASENTAMIENTOS ELÁSTICOS .....	23
8.	ESTABILIDAD DE LAS PAREDES DE LA EXCAVACIÓN Y CORTES .....	25
9.	EMPUJES HORIZONTALES SOBRE MUROS .....	27
10.	MÓDULOS DE REACCIÓN DEL SUELO DE APOYO .....	28
11.	RESISTIVIDAD ELÉCTRICA .....	29
12.	PERMEABILIDAD DEL SUELO .....	30
13.	IDENTIFICACIÓN DE SUELOS EXPANSIVOS O COLAPSABLES, CRITERIO BUREAU OF RECLAMATION .....	31
14.	TERRAPLENES Y PAVIMENTOS (LINEAMIENTOS GENERALES) .....	32
15.	PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO .....	34
16.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	36
17.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	38
18.	RELACIÓN DE EQUIPO Y MATERIALES .....	39
19.	RELACIÓN DEL PERSONAL .....	40

## LISTA DE ANEXOS

### I. FIGURAS

No. de figura.	Descripción:
01	Localización del proyecto
02	Ubicación del sitio
03	Geología regional
04	Regionalización sísmica
05	Ubicación de pozos y sondeos
06	Perfil estratigráfico del pozos a cielo abierto No. 1
07	Perfil estratigráfico del pozos a cielo abierto No. 2
08	Perfil estratigráfico del pozos a cielo abierto No. 3
10	Perfil estratigráfico del sondeo mixto No. 1
11	Perfil estratigráfico del sondeo mixto No. 2

### II. REGISTROS DE EXPLORACIÓN

No.	Descripción:
01	Registros de exploración de pozos a cielo abierto y sondeos mixtos

### III. PRUEBAS DE LABORATORIO

No.	Descripción:
01	Pruebas de laboratorio a las muestras recolectadas en los pozos y sondeos.

### IV. MEMORIA DE CÁLCULO

No. Prueba.	Descripción:
01	Capacidad de carga, asentamientos, empujes, estabilidad de taludes y módulos de reacción

### V. REPORTE FOTOGRÁFICO

No.	Descripción:
01	Registro fotográfico de pozos a cielo abierto y sondeos mixtos

## 1. INTRODUCCIÓN

Se encomendó a Juan José Astorga Arquitecto los trabajos correspondientes al levantamiento topográfico del predio donde se realizará el **CENTRO DE SERVICIOS INFONAVIT “CESI” SEDE MÉRIDA**, los trabajos correspondientes al estudio de mecánica de suelos, para determinar las alternativas más adecuadas de cimentación para el proyecto.

Con el objeto de conocer las condiciones estratigráficas del suelo de apoyo y poder definir la alternativa de cimentación más apropiada, se realizó el estudio de mecánica de suelos correspondiente.

### 1.1 ANTECEDENTES

Los Centros de Servicio INFONAVIT (CESI) son oficinas que están en todo el país para darte atención personalizada sobre todos los trámites relativos al ahorro y crédito, de ahí la importancia de conocer el subsuelo donde habrá de construirse el proyecto de la sede de Mérida.

### 1.2 OBJETIVO DEL ESTUDIO

El objetivo del presente estudio es conocer las características del subsuelo desde el punto de vista geotécnico para evaluar en forma cuantitativa, directa e indirecta los parámetros físicos y mecánicos del subsuelo con el fin de conocer las propiedades mecánicas de los materiales de apoyo, para determinar la estratigrafía del sitio y realizar el análisis geotécnico de la cimentación con base en las necesidades del proyecto.

Los aspectos que se cubren en el estudio, son los siguientes:

- Visita técnica al sitio por un ingeniero especialista en geotecnia.
- Descripción de los trabajos de campo (métodos de exploración empleados, profundidad alcanzada, ubicación), así como la presentación de sus resultados (Perfiles estratigráficos y determinación del nivel freático).
- Ensayes de laboratorio (Características físicas y mecánicas del subsuelo).
- Capacidad de carga del subsuelo y sus deformaciones (asentamientos).
- Recomendaciones de cimentación y profundidades de desplante.
- Recomendaciones técnicas para las excavaciones (estabilidad de las excavaciones) y rellenos compactados.
- Procedimientos constructivos.
- Conclusiones y recomendaciones.

### 1.3 LOCALIZACIÓN DEL SITIO

El CENTRO DE SERVICIOS INFONAVIT “CESI” SEDE MÉRIDA se ubica sobre la calle No. 74, esquina con calle No. 39 en Mérida Yucatán, México. La ubicación en las coordenadas UTM bajo el DATUM ITRF-92, son las siguientes:

Tabla 1.3.1 Ubicación del sitio en coordenadas.

SITIO	X	Y	ZONA	USO
“CESI” SEDE MÉRIDA	226,815.00	2,322,302.00	Q	16

Observe la siguiente figura:

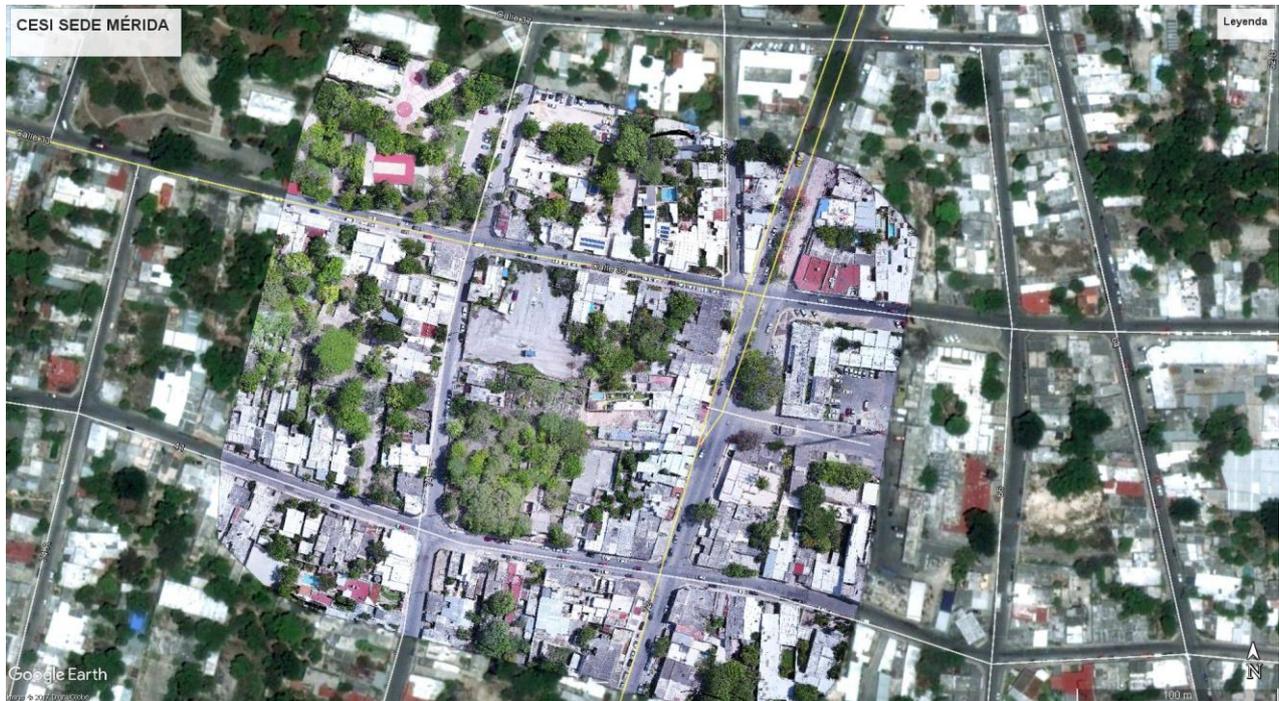


Figura 1.1 Vista área de la localización del sitio.



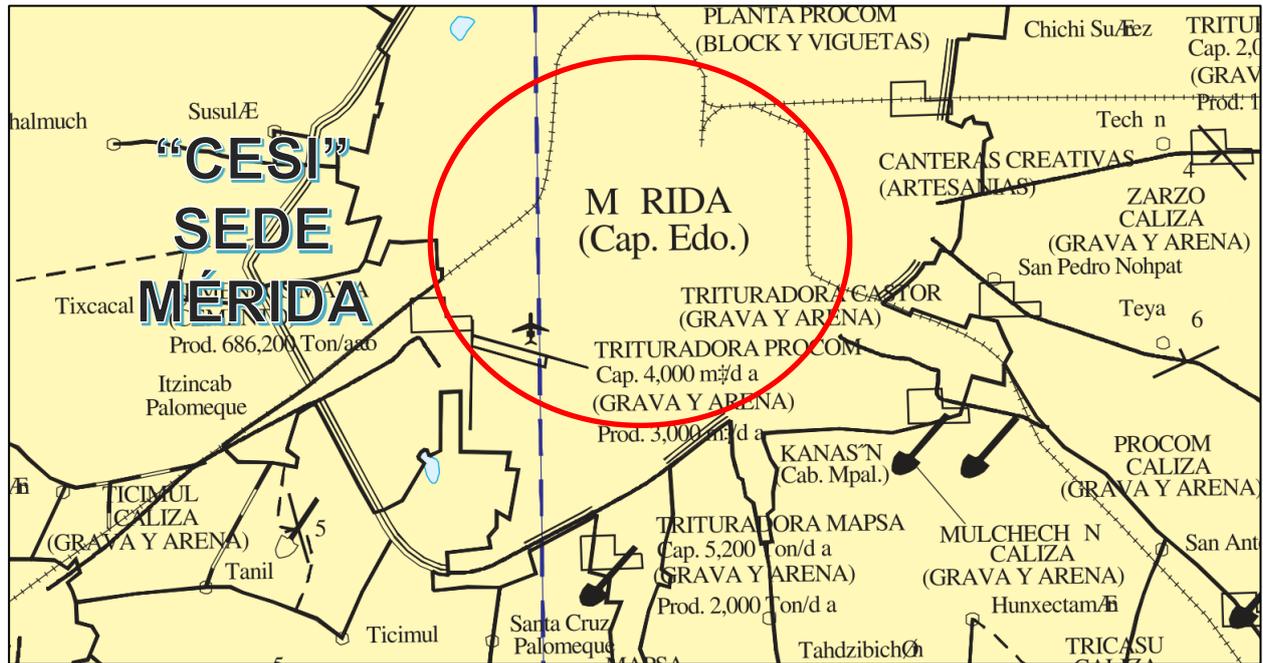


Figura 2.2 Ubicación del sitio del estudio.

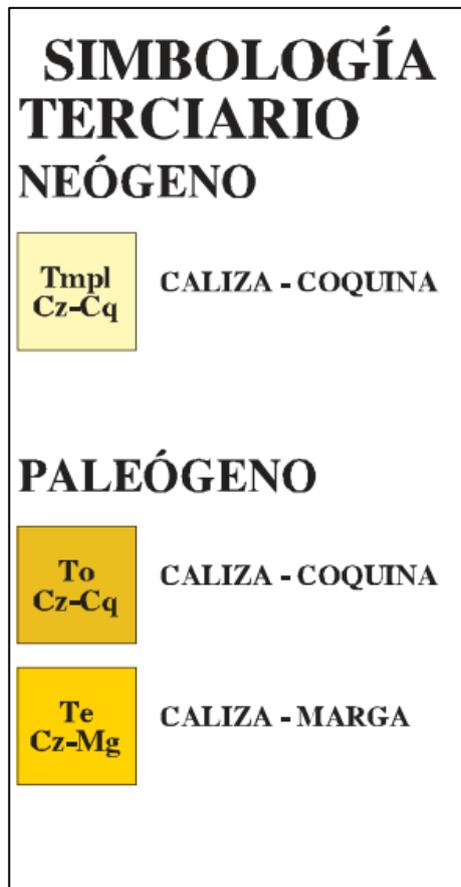


Figura 2.3 Simbología.

## COLUMNA GEOLÓGICA

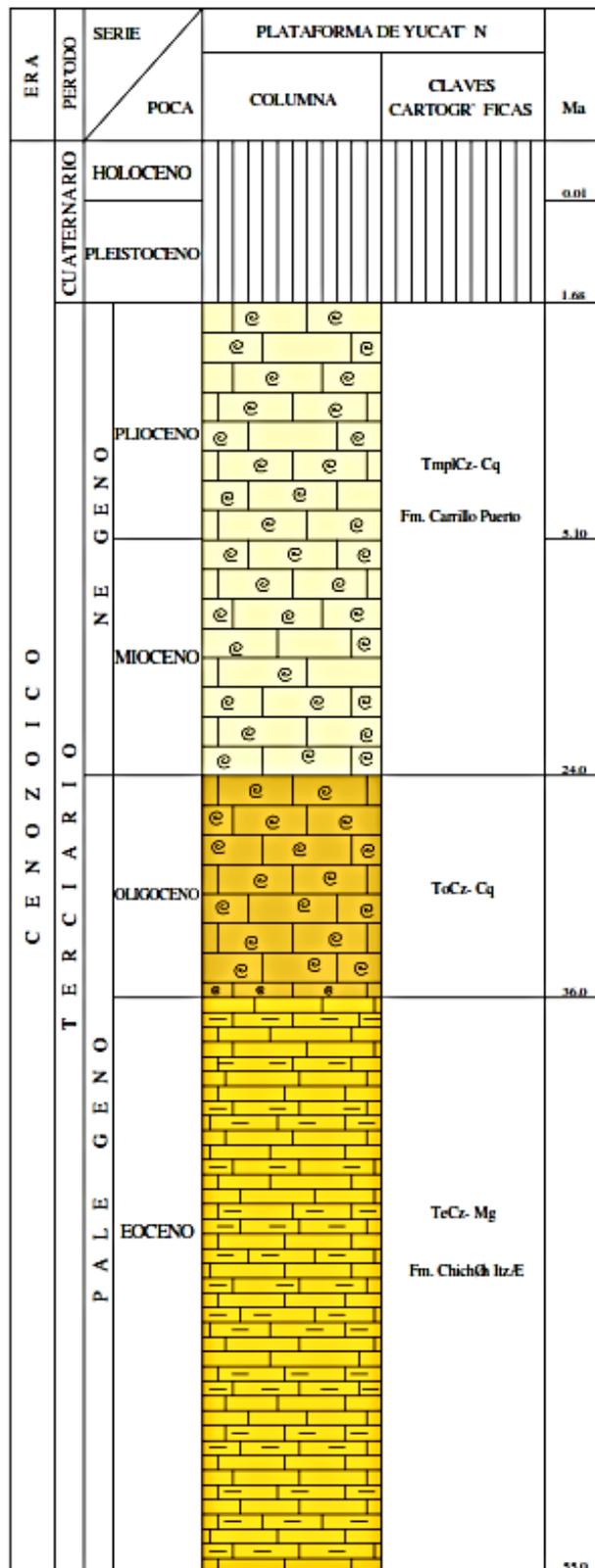


Figura 2.4 Columna geológica.

## 2.2 REGIONALIZACIÓN SÍSMICA

La República Mexicana se encuentra dividida en cuatro zonas sísmicas. Esto se realizó con fines de diseño antisísmico. Para realizar esta división se utilizaron los catálogos de sismos de la República Mexicana desde inicios de siglo, grandes sismos que aparecen en los registros históricos y los registros de aceleración del suelo de algunos de los grandes temblores ocurridos en el siglo XX.

Estas zonas son un reflejo de que tan frecuentes son los sismos en las diversas regiones y la máxima aceleración del suelo a esperar durante un siglo.

La zona A es una zona donde no se tienen registros históricos de sismos, no se han reportado sismos en los últimos 80 años y no se esperan aceleraciones del suelo mayores a un 10% de la aceleración de la gravedad a causa de temblores.

La zona D es una zona donde se han reportado grandes sismos históricos, donde la ocurrencia de sismos es muy frecuente y las aceleraciones del suelo pueden sobrepasar el 70% de la aceleración de la gravedad.

Las otras dos zonas (B y C) son zonas intermedias, donde se registran sismos no tan frecuentemente o son zonas afectadas por altas aceleraciones pero que no sobrepasan el 70% de la aceleración del suelo. Aunque la Ciudad de México se encuentra ubicada en la zona B, debido a las condiciones del subsuelo del valle de México, pueden esperarse altas aceleraciones. El mapa que aparece en la siguiente figura se tomó del Manual de diseño de Obras Civiles (Diseño por Sismo) de la Comisión Federal de Electricidad.

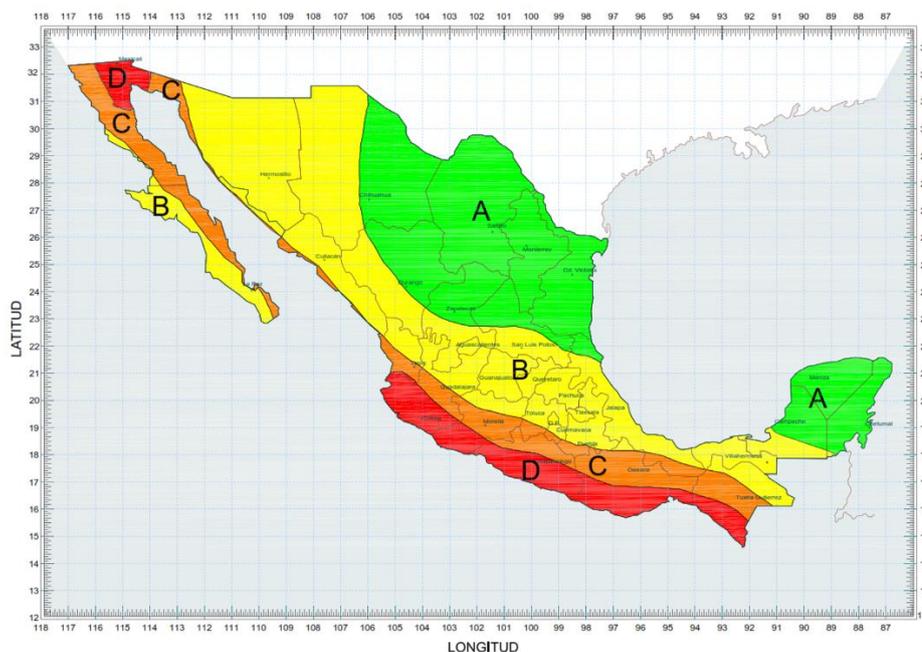


Figura 2.5 Regionalización sísmica de la República Mexicana.

La zona en estudio se encuentra la zona sísmica B, por lo que se deberán tomar los coeficientes de aceleración del suelo y de sismo de dicha zona.

**Tabla 2.1 Coeficientes sísmicos por zona de la República Mexicana.**

Zona Sísmica	Tipo de Suelo	$a_0$	$c$	$T_a$ (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	0.36	0.36	0.0	0.6	1/2
	II	0.64	0.64	0.0	1.4	2/3
	III	0.64	0.64	0.0	1.9	1
D	I	0.50	0.50	0.0	0.6	1/2
	II	0.86	0.86	0.0	1.2	2/3
	III	0.86	0.86	0.0	1.7	1

### 3. METODOLOGÍA DE EXPLORACIÓN DEL SUBSUELO

Se realizó un reconocimiento técnico del sitio del proyecto con la finalidad:

- Primero de identificar el sitio físicamente, observando todas las interferencias que pudieran afectar el desarrollo de los trabajos.
- Ubicar en campo los sitios para realizar el sondeo y los pozos a cielo abierto con base en los requerimientos del proyecto.

Se estableció un programa de exploración para conocer las características del subsuelo en el sitio, el cual consistió en la realización de 2 sondeos exploratorios denominados mixtos, en el cuales se alternó la técnica de penetración estándar y la técnica perforación de rotación, además se realizaron tres pozos a cielo abierto mediante medios mecánicos (retroexcavadora). A continuación se describe la técnica empleada en los sondeos y pozos:

- Pozo a cielo abierto:

Consiste en hacer excavaciones con la finalidad de poder examinar los distintos estratos del subsuelo en su estado natural, y de este modo poder observar directamente la estratigrafía del sitio, además del agua contenida, color, plasticidad, consistencia, compacidad, etc. Las excavaciones de los pozos para este proyecto se realizaron mediante medios mecánicos (retroexcavadora).

- Sondeos de penetración estándar SPT:

El procedimiento de penetración estándar para la obtención de especímenes consiste en el hincando a percusión de un muestreador de pared gruesa de 3.5 cm de diámetro interior y de 60 cm de longitud, mediante un martinete de 63.5 kg de peso que se deja caer de un altura de 76 cm; a partir del número de golpes requerido para penetrar los 30 cm intermedios, es posible inferir mediante correlaciones empíricas, la consistencia o compacidad de los suelos encontrados.

- Sondeo de rotación:

Los sondeos de rotación pueden perforar cualquier tipo de suelo o roca a diferentes profundidades y con distintas inclinaciones, consta de los siguientes elementos: cabeza, tubo portatestigo, extractor, portaextractor y corona de corte.

En la siguiente tabla se muestra la profundidad alcanzada en los trabajos de exploración, los registros se anexan en el apartado II.

**Tabla 3.1 Exploración geotécnica realizada en el sitio en estudio, pozos a cielo abierto.**

No.	PCA/SM	Coordenadas UTM		Profundidad (m)	N.A.F. (m)	Realizado mediante:
		X (m)	Y (m)			
1	PCA-1	226,842.568	2,322,290.194	0.40	No se detectó	Medios manuales
2	PCA-2	226,834.401	2,322,299.138	0.90	No se detectó	Medios manuales
3	PCA-3	226,823.060	2,322,325.668	0.70	No se detectó	Medios manuales
4	SM-1	226,816.073	2,322,295.341	4.05	No se detectó	Long Year 24
5	SM-2	226,801.614	2,322,298.344	5.45	No se detectó	Long Year 24

La ubicación de los sondeos y pozos a cielo abierto se definió en función de las necesidades del proyecto. A continuación se describe cada uno de ellos:

- Pozo a cielo abierto PCA-01, consistió en la realización de una excavación mediante medios mecánicos hasta una profundidad promedio de 0.40 m, con obtención de muestras. No se detectó el nivel de aguas freáticas.
- Pozo a cielo abierto PCA-02, consistió en la realización de una excavación mediante medios mecánicos hasta una profundidad promedio de 0.90 m, con obtención de muestras. No se detectó el nivel de aguas freáticas.
- Pozo a cielo abierto PCA-03, consistió en la realización de una excavación mediante medios mecánicos hasta una profundidad promedio de 0.70 m, con obtención de muestras. No se detectó el nivel de aguas freáticas.
- Sondeo SM-1 consistió en la perforación de un sondeo mediante la técnica penetración estándar y perforación rotaria a 4.05 m de profundidad, con obtención de muestras. No se detectó el nivel de aguas freáticas.
- Sondeo SM-2 consistió en la perforación de un sondeo mediante la técnica penetración estándar y perforación rotaria a 5.45 m de profundidad, con obtención de muestras. No se detectó el nivel de aguas freáticas.

Para la ejecución del sondeo y pozos a cielo abierto se empleó el siguiente equipo:

- Perforadora Long Year 24
- Barras de perforación
- Bomba de agua de alta potencia
- Camioneta Ford
- Herramienta menor como cables, llaves, picos, palas, barretas, machetes, arcos con seguetas, bolsas, cinta adhesiva, flexómetros, etc.

El equipo que realizó los trabajos de exploración fue operado por brigadas constituidas por un operador, ayudantes y un ingeniero supervisor especialista en geotecnia quien tuvo a su cargo la ejecución de las siguientes actividades:

- Supervisar los trabajos de excavación, muestreo, almacenamiento, manejo e identificación de las muestras.
- La clasificación de todas las muestras obtenidas siguiendo los lineamientos del Sistema Unificado de Clasificación de Suelos, SUCS y con el criterio de la ISRM.
- La elaboración del registro de campo.

La totalidad de las muestras recuperadas, previamente identificadas y debidamente protegidas, fueron enviadas al laboratorio central, en la Ciudad de México.



Figura 3.1 Ubicación de pozos a cielo abierto y sondeos.

#### 4. ENSAYES DE LABORATORIO

En el laboratorio central se realizaron ensayos de tipo índice sobre las muestras obtenidas en los trabajos de exploración, con la finalidad de conocer en forma cuantitativa y cualitativa sus propiedades, entre las cuales podemos señalar las siguientes:

- Humedad natural (contenido de humedad).
- Límites de Atterberg (de consistencia).
- Análisis de granulometría.
- Peso volumétrico.
- Proctor estándar.
- Compresión simple.

Los resultados de los ensayos realizados se muestran en el anexo III, al final del informe. A continuación se muestran el resumen de los resultados obtenidos de las pruebas de laboratorio:

**Tabla 4.1 Resumen de la prueba contenido de agua.**

No. De Pozo	Profundidad (m)	$\omega$ (%)
SM-1	0.05 - 0.65	13.91
		12.65
	0.65 - 1.15	13.70
		19.98
SM-2	0.05 - 0.65	27.39
	0.65 - 1.25	16.82
PCA - 1	0.05 - 0.30	7.09
	0.30 - 0.40	5.44
PCA - 2	0.05 - 0.20	13.30
	0.20 - 0.40	13.64
	0.40 - 0.90	35.56
PCA - 3	0.05 - 0.20	9.63
	0.20 - 0.40	9.86
	0.40 - 0.50	15.57
	0.50 - 0.70	23.52

Tabla 4.2 Resumen de la prueba de límites de consistencia y granulometría.

No. De Pozo	Profundidad (m)	Límite líquido (%)	Límite plástico (%)	Índice de plasticidad (%)	Grava (%)	Arena (%)	Finos (%)	SUCS
SM - 1	0.05 - 0.65	16.80	14.46	2.34	8.28	57.62	34.11	SM (Arena limosa de baja plasticidad)
	0.65 - 1.15	36.30	25.20	11.10	43.71	24.68	31.62	GM (Grava limosa de baja plasticidad con arena)
SM - 2	0.05 - 0.65	43.40	24.91	18.49	33.73	27.21	39.06	GC (Grava arcillosa de baja plasticidad con arena)
	0.65 - 1.25	43.40	24.77	18.63	58.49	19.44	22.07	GC (Grava arcillosa de baja plasticidad con arena)
PCA - 1	0.05 - 0.30	17.00	15.25	1.75	26.89	50.19	22.92	SM (Arena limosa de baja plasticidad con grava)
	0.30 - 0.40	25.20	18.64	6.56	48.89	29.87	21.24	GC-GM (Grava limo-arcillosa de baja plasticidad con arena)
PCA - 2	0.05 - 0.20	17.40	14.81	2.59	24.07	53.47	22.46	SM (Arena limosa de baja plasticidad con grava)
	0.40 - 0.90	65.60	39.55	26.05	35.98	26.48	37.54	GM (Grava limosa de alta plasticidad con arena)
PCA - 3	0.05 - 0.20	17.80	15.09	2.71	26.17	51.02	22.81	SM (Arena limosa de baja plasticidad con grava)
	0.50 - 0.70	64.20	38.25	25.95	43.57	14.69	41.74	GM (Grava limosa de alta plasticidad)

Tabla 4.3 Resumen de la prueba peso volumétrico.

No. De Pozo	Profundidad (m)	Peso volumétrico, $\gamma$ (t/m <sup>3</sup> )
SM - 1	0.05 - 0.65	2.065
	0.65 - 1.15	1.806
SM - 2	0.05 - 0.65	1.617
	0.65 - 1.25	1.624
PCA - 1	0.05 - 0.30	1.739
	0.30 - 0.40	2.133
PCA - 2	0.05 - 0.20	1.649
	0.40 - 0.90	1.583
PCA - 3	0.05 - 0.20	2.164
	0.50 - 0.70	1.566

Tabla 4.4 Resumen de la prueba Proctor estándar

No. De Pozo	Profundidad (m)	Compactación Proctor modificado	
		$\gamma$ (t/m <sup>3</sup> )	$\omega$ (%)
PCA - 1	0.05 - 0.40	1.828	14.40
PCA - 2	0.05 - 0.90	1.720	15.80
PCA - 3	0.05 - 0.70	1.698	16.80

Tabla 4.5 Resumen del compresión simple.

No. De Pozo	Profundidad (m)	Peso volumétrico, $\gamma$ (t/m <sup>3</sup> )	Esfuerzo máximo, $q_u$ (t/m <sup>2</sup> )	$c = q_u/2$ (kg/m <sup>2</sup> )	Módulo de elasticidad, $E$ (t/cm <sup>2</sup> )
SM-1	1.75 - 2.35	2.087	2,096.83	1,048.42	275,301.497
	2.95 - 3.55	2.379	2,589.39	1,294.70	-
SM-2	3.05 - 3.65	2.294	2,948.27	1,474.14	-
	4.35 - 5.45	1.830	765.924	382.96	84,599.021
PCA-1	0.00 - 0.40	2.069	2,760.40	1,380.20	-
PCA-2	0.00 - 0.70	2.401	3,930.73	1,965.37	-
PCA-3	0.00 - 0.70	2.440	3,966.40	1,983.20	-

## 5. ESTRATIGRAFÍA DEL SITIO

Con base en los resultados obtenidos en los trabajos de exploración realizados en sitio, así como en los ensayos de laboratorio realizados se tiene la siguiente caracterización estratigráfica general, la cual se describe a continuación.

0.00-0.05 m Carpeta asfáltica:

0.05-0.30 m Se encuentra arena de compacidad media limosa de baja plasticidad con grava de color café claro. Las propiedades obtenidas a partir de los ensayos de laboratorio, son las siguientes:

PRUEBA DE LABORATORIO	RESULTADOS
Contenido de agua %	7.00 – 13.00
Grava %	24.00 – 27.00
Arena %	50.00 – 53.00
Finos %	22.00 – 23.00
Límite líquido %	17.00 – 18.00
Límite plástico %	15.00
Índice de plasticidad %	2.00 – 3.00
Proctor estándar	$\gamma = 1.828 \text{ t/m}^3$
	$\omega = 14.40 \%$
Peso volumétrico ( $\text{t/m}^3$ )	1.60 – 2.20
Esfuerzo máximo en compresión $q_u$ ( $\text{t/m}^2$ )	2,760
Cohesión ( $\text{t/m}^2$ )	1,380
SUCS:	SM, GM

0.30-1.25 m Se encuentra grava de compacidad media limo arcillosa con arena de color café claro. Las propiedades obtenidas a partir de los ensayos de laboratorio, son las siguientes:

PRUEBA DE LABORATORIO	RESULTADOS
Contenido de agua %	5.00 – 36.00
Grava %	8.00 – 58.00
Arena %	15.00 – 58.00
Finos %	21.00 – 42.00
Límite líquido %	17.00 – 66.00
Límite plástico %	15.00 – 40.00
Índice de plasticidad %	2.00 – 26.00
Proctor estándar	$\gamma = 1.698 - 1.720 \text{ t/m}^3$
	$\omega = 15.80 - 16.80 \%$
Peso volumétrico ( $\text{t/m}^3$ )	1.60 – 2.10
Esfuerzo máximo en compresión $q_u$ ( $\text{t/m}^2$ )	2,760.00 – 3,966.00
Cohesión ( $\text{t/m}^2$ )	1,965.00 – 1,983.00
SUCS:	SM, GM, GC-GM

1.25-5.45 m Se encuentra roca sedimentaria caliza de tonalidad blanca. Las propiedades obtenidas a partir de los ensayos de laboratorio, son las siguientes:

PRUEBA DE LABORATORIO	RESULTADOS
Peso volumétrico (t/m <sup>3</sup> )	1.80 – 2.40
Esfuerzo máximo en compresión qu (t/m <sup>2</sup> )	2,096.00 – 2,948.00
Cohesión (t/m <sup>2</sup> )	1,048.00 – 1,474.00
Módulo de elasticidad E (t/m <sup>2</sup> )	84,600.00 – 275,300.00

El nivel de aguas freáticas no se detectó en ninguno de los pozos a cielo abierto y sondeos.

## 6. PROPIEDADES ADOPTADAS PARA ANÁLISIS GEOTÉCNICOS

Los análisis geotécnicos realizados en este estudio son los siguientes:

- Capacidad de carga.
- Asentamientos.
- Estabilidad de Taludes.
- Empujes horizontales sobre muros.
- Módulos de reacción

Las propiedades empleadas para los análisis geotécnicos se presentan a continuación:

### 6.1 PARÁMETROS DE RESISTENCIA

Los parámetros de resistencia empleados para los análisis geotécnicos se determinaron de la siguiente manera:

#### Cohesión:

La cohesión empleada para los análisis geotécnicos se obtuvo a partir de los resultados obtenidos en laboratorio sobre las muestras extraídas en la exploración geotécnica realizada.

#### Ángulo de Fricción:

La fricción empleada para los análisis geotécnicos se obtuvo a partir de valores típicos del material encontrado en la exploración, ver la siguiente tabla, referencia 6.

Tabla 6.1 Valor típicos de cohesión y fricción en roca.

Roca	Cohesión $c$ (t/m <sup>2</sup> )	Ángulo de fricción $f$ (°)
Caliza	50 - 400	35 - 50

#### Peso volumétrico:

El peso volumétrico utilizado para los análisis geotécnicos se obtuvo a partir de los resultados obtenidos en los ensayos de laboratorio.

## 6.2 PARÁMETROS DE DEFORMABILIDAD

Los parámetros de deformabilidad empleados para los análisis geotécnicos se determinaron de la siguiente manera:

El módulo de elasticidad utilizado para los análisis geotécnicos fue obtenido a partir de los resultados obtenidos en los ensayos de laboratorio. En tanto que la relación de Poisson fue obtenido del Manual de Procedimientos de Ingeniería de Diseño de PEMEX, a continuación se presenta para diferentes tipos de suelo:

**Tabla 6.2 Exploración geotécnica realizada en el sitio en estudio, pozos a cielo abierto.**

Tipo de suelo	Consistencia	$\nu$ ( $t/m^2$ )
Arcillas	Saturada	0.40 - 0.50
	No saturada	0.10 - 0.30
	Arenosa	0.20 - 0.25
Limo		0.30 - 0.35
Arenas	Densa	0.20 - 0.40
	Densa a gruesa	0.15 - 0.25

## 7. ANÁLISIS GEOTÉCNICOS

Con base en el punto anterior se evaluó la capacidad de carga admisible del terreno de apoyo, así como las deformaciones verticales esperadas. Las propiedades adoptadas para los análisis geotécnicos son las siguientes:

Tabla 7.1 Propiedades adoptadas.

$\gamma$ (t/m <sup>3</sup> )	c (t/m <sup>2</sup> )	$\phi$ (°)	E (t/m <sup>2</sup> )	$\nu$
1.60 – 2.40	5.00 – 10.00	30.00 – 36.00	3,000.00	0.35

### 7.1 CAPACIDAD DE CARGA (ESTADOS LÍMITES DE FALLA)

El diseño geotécnico de la cimentación se realizó apegándose a los requerimientos del proyecto, considerando la siguiente alternativa de solución para el diseño de cimentación:

- Cimentación Superficial: Zapatas

La capacidad de carga se determinó considerando que se presentará una distribución de esfuerzos en la masa de suelo, la cual disminuirá con la profundidad de acuerdo a la teoría de la elasticidad.

#### 7.1.1 CAPACIDAD DE CARGA ESTÁTICA

La capacidad de carga estática admisible se determinó aplicando la teoría de Karl Von Terzaghi, representado por la siguiente expresión:

$$Q_{adm} = \frac{Q_{últ}}{F.S.} = cN_c + qN_q + 0.5\gamma B N_\gamma \quad (7.1)$$

Dónde:

$Q_{adm}$  = Capacidad de carga admisible en la base de la zapata, en t/m<sup>2</sup>

$Q_{últ}$  = Capacidad de carga neta en la base de la zapata, en t/m<sup>2</sup>

B = Ancho de la zapata, en m

q = Esfuerzo efectivo vertical al nivel de la base de la zapata, en t/m<sup>2</sup>

$N_c, N_q, N_\gamma$  = Factores de capacidad de carga, adimensionales

F.S. = Factor de seguridad = 3.00

$D_f$  = Nivel de desplante del cimiento, en m

c = Cohesión media del suelo a lo largo de la superficie de falla, en t/m<sup>2</sup>

$\gamma$  = Peso volumétrico de desplante, en t/m<sup>3</sup>

Los factores de capacidad de carga, adimensional, están determinados por las siguientes expresiones:

$$Nq = \tan^2 \left( 45 + \frac{\phi}{2} \right) e^{\pi \tan \phi} \quad (7.2)$$

$$Nc = (Nq + 1) \cot \phi \quad (7.3)$$

$$Ny = 2(Nq + 1) \tan \phi \quad (7.4)$$

Dónde:

$\phi$  = Angulo de fricción interna del suelo.

A continuación se presenta el resumen de la capacidad de carga, la cual se determinó con un factor de seguridad de 3, para diferentes anchos de zapata y diferentes profundidades de desplante:

**Tabla 7.2 Resumen de la capacidad de carga admisible.**

Ancho de zapata (m)	Df = 1.00 m	Df = 1.50 m	Df = 2.00 m	Df = 2.50 m
0.50	19.48	21.40	23.93	26.27
0.60	19.64	21.56	24.13	26.47
0.70	19.81	21.73	24.32	26.67
0.80	19.97	21.89	24.52	26.87
0.90	20.13	22.05	24.72	27.06
1.00	20.29	22.21	24.92	27.26
1.10	20.45	22.37	25.11	27.46
1.20	20.61	22.53	25.31	27.66
1.30	20.78	22.69	25.51	27.85
1.40	20.94	22.86	25.71	28.05
1.50	21.10	23.02	25.90	28.25
1.60	21.26	23.18	26.10	28.45
1.70	21.42	23.34	26.30	28.64
1.80	21.58	23.50	26.50	28.84
1.90	21.74	23.66	26.69	29.04
2.00	21.91	23.83	26.89	29.24
2.10	22.07	23.99	27.09	29.43
2.20	22.23	24.15	27.29	29.63
2.30	22.39	24.31	27.48	29.83
2.40	22.55	24.47	27.68	30.03
2.50	22.71	24.63	27.88	30.22

En la siguiente gráfica se resumen los valores obtenidos para distintas profundidades y anchos de zapatas; los cálculos se anexan en el apartado IV.

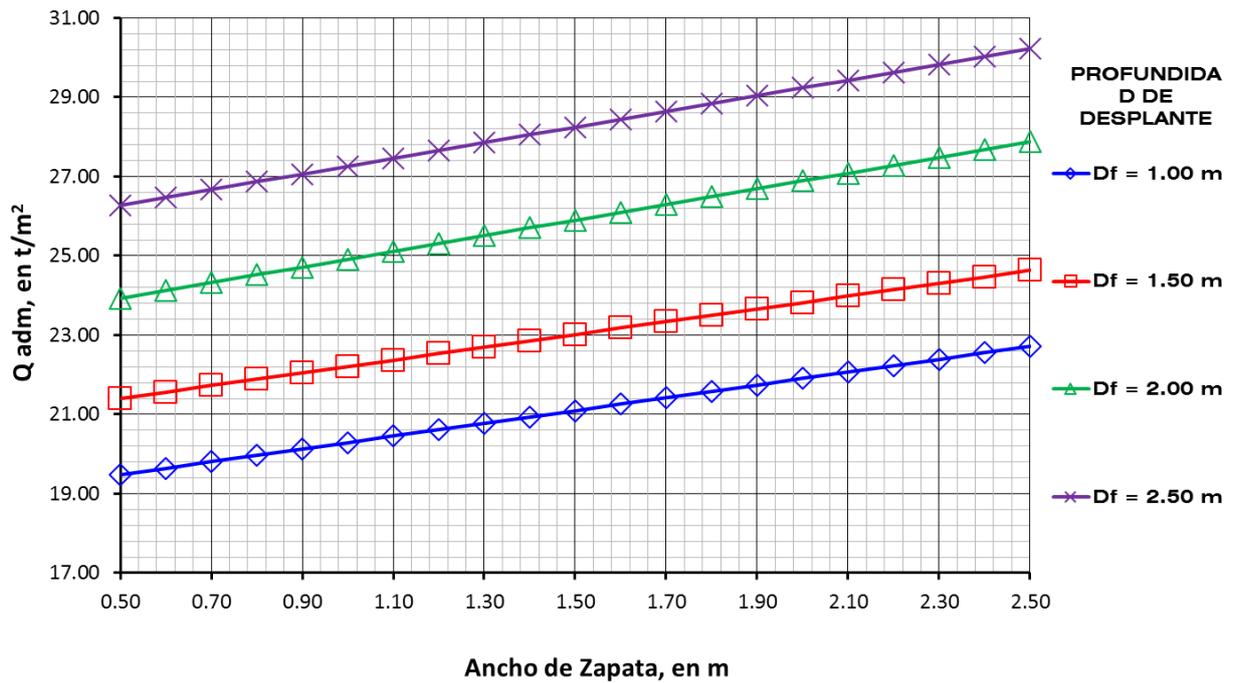


Figura 7.1 Gráfica de la capacidad de carga admisible contra el ancho de zapata.

### 7.1.2 CAPACIDAD DE CARGA DINÁMICA

Para la capacidad de carga dinámica, se recomienda que para la acción combinada de cargas estáticas con accidentales se revisará que esa presión no exceda de 1.3 veces la presión de contacto admisible.

## 7.2 ASENTAMIENTOS (ESTADOS LÍMITES DE SERVICIO)

Las propiedades adoptadas para el análisis de asentamientos son las siguientes:

Peso volumétrico $\gamma$ (t/m <sup>3</sup> )	E (t/m <sup>2</sup> )	$\nu$
1.60 – 2.40	3,000.00	0.25 - 0.35

Tomando en cuenta las características del subsuelo, las deformaciones se determinaron aplicando la teoría de la elasticidad. Debido a que en el sitio de estudio se encuentran materiales duros solo fueron obtenidos los asentamientos elásticos de la siguiente manera:

### 7.2.1 ASENTAMIENTOS ELÁSTICOS

Para el cálculo de asentamientos instantáneos se aplicó la teoría de la elasticidad empleando el criterio Steinbrenner con la siguiente expresión:

$$S = qB \frac{(1 - \mu^2)}{E} I_w \quad (7.7)$$

Donde:

- S = Asentamientos elásticos, en cm)
- q = Sobrecarga debida a la estructura, en t/m<sup>2</sup>
- B = Ancho de la cimentación, en m
- $\mu$  = Relación de Poisson del material de apoyo, adimensional
- E = Modulo de Elasticidad del suelo de apoyo de la cimentación, en t/m<sup>2</sup>
- $I_w$  = Factor de influencia al centro de la cimentación = 1.12
- $I_w$  = Factor de influencia en la esquina de la cimentación = 0.56

Para el análisis se realizaron dos revisiones, al centro y en la esquina del cimientto. A continuación se presenta el resumen de los asentamientos totales, los cálculos se anexan en el apartado IV.

**Tabla 7.3 Resumen de asentamientos al centro del cimiento**

Ancho (m)	Profundidad de desplante (m)	Presión de contacto* t/m <sup>2</sup>	Asentamientos Elásticos (cm)
0.50	1.00	19.48	0.32
1.00	1.00	20.29	0.66
0.50	1.50	21.40	0.35
1.00	1.50	22.21	0.73

\*Presión considerada para el cálculo de asentamientos.

**Tabla 7.4 Resumen de asentamientos en la esquina del cimiento**

Ancho (m)	Profundidad de desplante (m)	Presión de contacto* t/m <sup>2</sup>	Asentamientos Elásticos (cm)
0.50	1.00	19.48	0.16
1.00	1.00	20.29	0.33
0.50	1.50	21.40	0.18
1.00	1.50	22.21	0.36

\*Presión considerada para el cálculo de asentamientos.

Los resultados para los asentamientos estimados son del orden de 1 cm a una profundidad de desplante de 1.50 m.

## 8. ESTABILIDAD DE LAS PAREDES DE LA EXCAVACIÓN Y CORTES

Considerando las excavaciones necesarias para la realización de los trabajos de cimentación, se realizó el análisis de la estabilidad de las paredes de la excavación, considerando que los taludes serán temporales, se realizó un análisis de estabilidad de taludes con el software ROCSCIENCE, con un programa electrónico SLIDE 5.0. Los valores de diseño corresponden a 1.00, 1.50, 2.00 y 2.50 m de excavación. El método de diseño empleado para análisis es Mohr – Coulomb.

Se consideró un corte vertical 0:1 y un talud con distribución 1:1, Las condiciones son estáticas y dinámicas (estáticas más sismo). Para el cálculo de estabilidad de taludes se han considerado las siguientes propiedades y características:

**Tabla 8.1 Estratigrafía y propiedades**

Materiales	Profundidad (m)	Peso volumétrico (t/m <sup>3</sup> )	Cohesión (t/m <sup>2</sup> )	Ángulo de fricción (°)
Arena de compactación media limosa de baja plasticidad con grava de color café claro.	0.00 – 0.30	1.80	2.00	20.00
Grava de compactación media limo arcillosa con arena de color café claro.	0.30 – 1.25	1.80	3.00	20.00
Roca sedimentaria caliza de tonalidad blanca.	1.25 – 5.45	2.40	10.00	37.00

SOBRECARGA = 1.5 t/m <sup>2</sup>	COEFICIENTE SÍSMICO = 0.4	NIVEL FREÁTICO NO SE DETECTÓ.
-----------------------------------	---------------------------	-------------------------------

El resumen de resultados de los factores de seguridad se muestra en la siguiente tabla. Los cálculos se anexan en el apartado IV.

**Tabla 8.2 Factor de seguridad**

Distribución del Talud (Horizontal - Vertical)	Profundidad (m)	Factor de Seguridad (Fs) Condición Estática	Factor de Seguridad (Fs) Condición Dinámica
0:1	1.00	2.612	2.338
0:1	1.50	2.511	2.091
0:1	2.00	2.438	2.066
0:1	2.50	2.444	2.062
1:1	1.00	4.907	3.736
1:1	1.50	4.845	3.686
1:1	2.00	4.832	3.674
1:1	2.50	4.877	3.707

Se revisó además por el criterio de altura máxima, la cual se determina mediante la expresión:

$$H_{CRÍTICA} = \frac{4c}{\gamma_{suelo}} \quad (8.1)$$

Donde:

$H_{CRÍTICA}$  = Altura crítica del talud, en m

$c$  = Cohesión del suelo, en  $t/m^2$

$\gamma$  = Peso volumétrico del suelo, en  $t/m^3$

Se obtiene que la altura crítica del talud, es del orden de 5.00 m

Con base en lo anterior, el mejor comportamiento para la estabilidad de la excavación en condición estática y dinámica, es realizar un talud 0:1 (Horizontal-Vertical) a una profundidad máxima de 2.50 metros. En caso de presentarse desprendimientos o desconchamientos, será necesario incrementar los taludes, apuntalar los cortes o proteger las caras de los cortes mediante la colocación de malla de gallinero sobre toda la cara del talud anclándola con varillas de 3/8" en cantidad suficiente para sostenerla, y un repellado de concreto simple  $f'c = 100 \text{ kg/cm}^2$  de 3 a 5 cm de espesor reforzado con la malla de gallinero, empleando varilla de 3/8" de 50 cm de longitud ancladas al terreno, en distribución en tres bolillo de 2 a 3m sobre la cara del talud, hacer traslapes de 20 cm y amarres con alambre recocado para la malla de gallinero.

## 9. EMPUJES HORIZONTALES SOBRE MUROS

Para evaluar la magnitud de los empujes de tierra actuantes sobre los elementos de retención (muros), se empleó la teoría de Rankine para un empuje activo  $K_a$ , considerando que el suelo a largo plazo alcanzará una condición en reposo. Además de los empujes horizontales del suelo, se consideró la acción de una sobrecarga uniformemente distribuida sobre la superficie del terreno, con una magnitud de  $1.50 \text{ t/m}^2$ , así como el empuje debido a la acción del sismo; para este caso se consideró un coeficiente sísmico básico,  $c$ , de 0.20; de acuerdo a la zonificación sísmica propuesta por CFE, Tabla 2.1 Coeficientes sísmicos por zona de la República Mexicana. El área en estudio se encuentra en la zona A.

Para muros de altura menores a la analizada podrán utilizarse las porciones correspondientes de los diagramas de presiones horizontales, a fin de calcular la magnitud de los empujes resultantes. Cabe señalar que se considera un bloque inestable de masa de suelo, siendo lo más desfavorable que puede ocurrir durante el proceso constructivo

Se consideró para el cálculo de empujes una altura de muro de hasta 3.00 m, obteniendo un empuje unitario de 7.00 toneladas, por cada metro de muro, los resultados se muestran en la siguiente tabla. Los cálculos se muestran en el anexo IV.

Tabla 9.1 Empujes horizontales sobre muros

Prof. m	RESULTANTE t/m	Punto aplicación (m)
0.50	0.35	0.26
1.00	1.03	0.53
1.50	2.05	0.80
2.00	3.39	1.07
2.50	5.07	1.35
3.00	7.07	1.62

## 10. MÓDULOS DE REACCIÓN DEL SUELO DE APOYO

Para obtener los módulos de reacción se empleó la siguiente expresión:

$$k_s = \frac{E}{B(1 - \mu^2)} \quad (10.1)$$

Donde:

- Ks = Módulo de reacción en t/m<sup>3</sup>
- E = Módulo de deformabilidad en t/m<sup>2</sup>
- B = Ancho de la cimentación
- μ = Relación de Poisson, adimensional

A continuación se presentan los resultados de los valores obtenidos para distintos diámetros de pila de la cimentación para casa sondeo:

Tabla 10.1 Módulos de reacción

Ancho de la cimentación B (m)	μ (adimensional)	E (t/m <sup>2</sup> )	Ks (t/m <sup>3</sup> )
0.50	0.25	3,000	6,400
0.60	0.25	3,000	5,333
0.70	0.25	3,000	4,571
0.80	0.25	3,000	4,000
0.90	0.25	3,000	3,556
1.00	0.25	3,000	3,200
1.10	0.25	3,000	2,909
1.20	0.25	3,000	2,667
1.30	0.25	3,000	2,462
1.40	0.25	3,000	2,286
1.50	0.25	3,000	2,133
1.60	0.25	3,000	2,000
1.70	0.25	3,000	1,882
1.80	0.25	3,000	1,778
1.90	0.25	3,000	1,684
2.00	0.25	3,000	1,600
2.10	0.25	3,000	1,524
2.20	0.25	3,000	1,455
2.30	0.25	3,000	1,391
2.40	0.25	3,000	1,333
2.50	0.25	3,000	1,280

## 11. RESISTIVIDAD ELÉCTRICA

Los métodos eléctricos son aquellos que estudian la respuesta del terreno cuando se propagan a través de él corrientes eléctricas continuas (DC). El parámetro físico que se controla es la resistividad “ $\rho$ ” y la interpretación final se hace en función de las características geológicas de la zona en que se aplican. Su aplicación es muy frecuente en ingeniería geológica. La resistividad es una propiedad intrínseca de los suelos y las rocas y depende de la litología, estructura interna y sobre todo de su contenido de agua, no siendo, por tanto una propiedad isótropa en la masa rocosa. La medida de las resistividades del subsuelo se lleva a cabo en los siguientes pasos:

- Introducción al terreno de una corriente continua intensa “ $I$ ”
- Medida de la diferencia del potencial “ $\Delta V$ ”
- Cálculo de la resistividad del espesor del terreno afectado por el paso de la corriente.

La resistividad que se obtiene, define al conjunto de materiales afectados por el paso de corriente y se denomina resistividad aparente “ $\rho_a$ ”:

$$\rho_a = K \frac{\Delta V}{I}$$

Para la determinación de la resistividad eléctrica representativa del sitio, se ha utilizado el criterio de la tabla siguiente, basada en los valores de resistividad de las formaciones geológicas más comunes, referencia 6.

**Tabla 11.1 Valores de resistencia de las formaciones geológicas más comunes**

Materiales	Resistividad ( $\Omega$ -m)
Margas	50 - 5,000
Calizas	300 - 10,000
Pizarras	100 - 1,000
Granito	300 - 10,000
Arcillas	1 - 20
Arenas	50 - 500
Conglomerados	1,000 - 10,000
Areniscas	50 - 5,000
Aluviones	50 - 800

Haciendo uso de la clasificación visual y de los resultados obtenidos en laboratorio para materiales y formaciones de suelos arenas arcillosas, el valor representativo para las unidades litológicas es de 50 a 500  $\Omega$ -m, en tanto que para las calizas es del orden de 300 – 10,000  $\Omega$ -m.

## 12. PERMEABILIDAD DEL SUELO

La permeabilidad de un suelo se define como la facilidad para que el agua circule a través del él, se mide mediante un coeficiente de permeabilidad llamado “k”. Dicha permeabilidad dependerá de:

- La granulometría, es decir, de la distribución de tamaños de los granos del suelo (y por lo tanto de sus poros), siendo “k” menor cuanto más pequeñas sean las partículas del suelo.
- La densidad del suelo, habida cuenta que, para una misma granulometría, cuanto más denso sea el terreno menor será su volumen de huecos, y menor será también “K”.
- La forma y orientación de las partículas, y ya que si las condiciones de sedimentación dan lugar a orientaciones preferenciales, la permeabilidad podrá variar sustancialmente en función de la dirección de flujo.

El coeficiente de permeabilidad se mide en unidades de velocidad (m/s, m/día, o cm/s).

Para la determinación del coeficiente de permeabilidad en el sitio, se ha utilizado el criterio de la siguiente tabla, basada en el Sistema Unificado De Clasificación de Suelos (S.U.C.S), referencia 6.

**Tabla 12.1 Rango de valores de coeficiente de permeabilidad en suelos.**

Tipo de suelo	k (cm/s)
Grava mal graduada (GP)	$\geq 1$
Grava uniforme (GP)	0.2 - 1
Grava bien graduada (GW)	0.05 - 0.3
Arena uniforme (SP)	$5 \times 10^{-3}$ - 0.2
Arena bien graduada (SW)	$10^{-3}$ - 0.1
Arena limosa (SM)	$10^{-3}$ - $5 \times 10^{-3}$
Arena arcillosa (SC)	$10^{-4}$ - $10^{-3}$
Limo de baja plasticidad (ML)	$5 \times 10^{-5}$ - $10^{-4}$
Arcillas de baja plasticidad (CL)	$10^{-5}$ - $10^{-8}$

Con base en la clasificación obtenida en los ensayos de laboratorio, en general en el sitio de estudio se encuentran arenas limosa de baja plasticidad, el coeficiente de permeabilidad “k” se estima en  $k = 10^{-4}$  cm/s, en tanto que para gravas el coeficiente de permeabilidad “k” se estima de 0.05 a 1 cm/s

### 13. IDENTIFICACIÓN DE SUELOS EXPANSIVOS O COLAPSABLES, CRITERIO BUREAU OF RECLAMATION

Este criterio presenta la clasificación unificada de suelos expansivos y colapsables, que fue desarrollada por el Bureau of Reclamation, E.U.A. utilizando como parámetros índice peso volumétrico seco y límite líquido, los resultados y las propiedades utilizadas son las siguientes:

Tabla 13.1 Propiedades de peso volumétrico y límite líquido promedio.

No. De Pozo	Profundidad (m)	Límite líquido (%)	Índice de plasticidad (%)	Peso volumétrico $\gamma$ (t/m <sup>3</sup> )	Clasificación de suelo expansivo
SM - 1	0.05 - 0.65	16.80	2.34	2.065	Baja
	0.65 - 1.15	36.30	11.10	1.806	Baja
SM - 2	0.05 - 0.65	43.40	18.49	1.617	Baja
	0.65 - 1.25	43.40	18.63	1.624	Baja
PCA - 1	0.05 - 0.30	17.00	1.75	1.739	Estable
	0.30 - 0.40	25.20	6.56	2.133	Baja
PCA - 2	0.05 - 0.20	17.40	2.59	1.649	Estable
	0.40 - 0.90	65.60	26.05	1.583	Alta
PCA - 3	0.05 - 0.20	17.80	2.71	2.164	Baja
	0.50 - 0.70	64.20	25.95	1.566	Alta

En la tabla observamos en general que el suelo del sitio del proyecto es de clasificación estable a baja, esto también se puede ver en la gráfica siguiente:

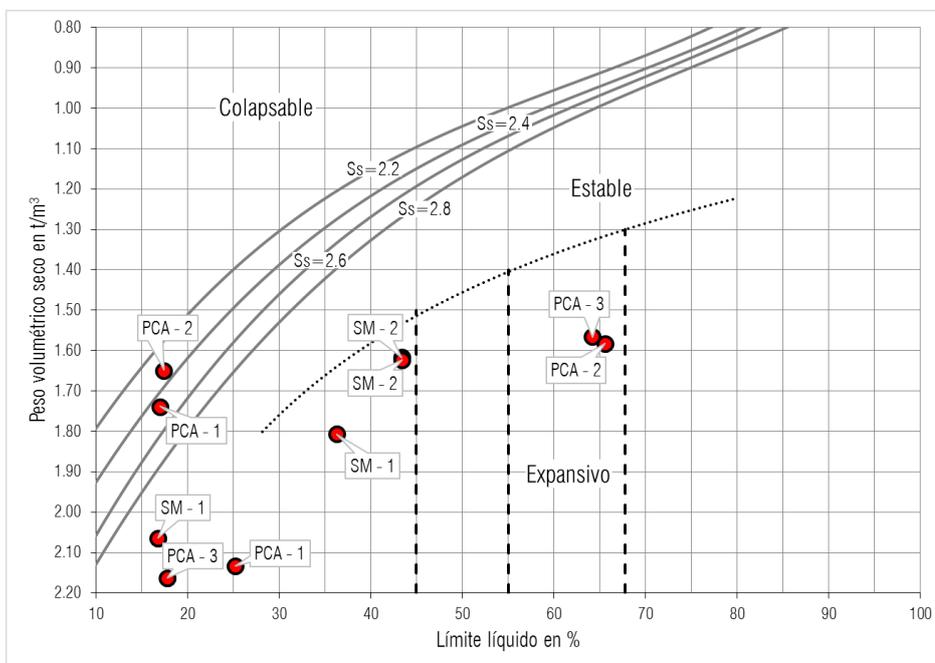


Figura 13.1 Gráfica de clasificación de suelo

Con base en el criterio Bureau of Reclamation, E.U.A. el suelo del sitio en general es estable.

## 14. TERRAPLENES Y PAVIMENTOS (LINEAMIENTOS GENERALES)

Bajo los lineamientos de las especificaciones de la SCT, se describen los siguientes conceptos para el diseño de la estructura del pavimento:

Para los terraplenes que se pretendan realizar, estos estarán formados por material de banco de tipo inerte (arcilla arenosa o arena limosa). Estos materiales se colocarán en capas de 0.20 m de espesor compactados al 95 % de su Peso Seco Volumétrico Máximo (PVSM) con respecto al patrón de prueba de compactación prueba AASHTO. Para este estudio se realizaron pruebas de compactación Proctor estándar del material obtenido en la exploración, los resultados obtenidos son los siguientes:

**Tabla 14.1 Resumen de la prueba Proctor estándar**

No. De Pozo	Profundidad (m)	Compactación Proctor modificado	
		$\gamma$ (t/m <sup>3</sup> )	$\omega$ (%)
PCA - 1	0.05 - 0.40	1.828	14.40
PCA - 2	0.05 - 0.90	1.720	15.80
PCA - 3	0.05 - 0.70	1.698	16.80

Para la capa sub base se recomienda utilizar material de banco y deberá ser compactada al 95 % de su P.V.S.M.

En cuanto a los valores de diseño se deberán considerar los siguientes valores, como mínimo, de CBR:

**Tabla 14.2 Valores de diseño.**

Capa	CBR (%)
Base	80
Sub rasante	25
Terreno Natural	5

Para la estructura del pavimento rígido considerar los siguientes valores, como mínimo:

**Tabla 14.3 Valores de diseño del pavimento**

Capa	Espesor recomendado cm
Losa de concreto hidráulico	15
Base hidráulica	40

Esta estructura se apoyará sobre una capa sub rasante de 30 cm de espesor, para ello se recomienda realizar una excavación de 0.30 m de profundidad y colocar un relleno formado por tepetate compactado al 95 % de su PVSM y colocar las losas de concreto armado. La losa de concreto hidráulico deberá tener como mínimo un módulo de ruptura

MR = 42 kg/cm<sup>2</sup>, y se deberá colocar en franjas longitudinales alternadas.

Por otro lado las vialidades para su buen funcionamiento deben alojar en su construcción de obras de drenaje, las cuáles juegan un papel muy importante durante la operación y funcionamiento.

Procedimiento constructivo de pavimentos:

El procedimiento constructivo, se basa en las recomendaciones desde el punto de vista geotécnico y es solo aplicable al sitio en estudio.

Se recomiendan el siguiente procedimiento constructivo de pavimentos:

1. Demolición de las estructuras existentes, para dar paso a los pavimentos nuevos.
2. Realizar el retiro total del material.
3. Conformar, nivelar y compactar la superficie horizontal de trabajo; esta deberá estar compactada al 90% de su P.V.S.M respecto de la prueba AASHTO Estándar.
4. En caso de requerirse se construirá el cuerpo de terraplén en capas de 0.20 m.
5. Después se construirá la capa subrasante de 0.30 m de espesor en dos capas de 15 cm cada una, al 95% de su P.V.S.M. respecto de la prueba AASHTO Estándar.
6. Posteriormente se construirá la capa de Base Hidráulica de 0.40 m de espesor, en dos capas de 20.0 cm cada una al 95% de su P.V.S.M respecto de la prueba AASHTO Modificado.
7. Sobre la capa de Base Hidráulica se dará un riego de impregnación RL a razón de 1.50 lts/m<sup>2</sup>.
8. Finalmente se construirá la Losa de Concreto Hidráulico de 0.15 m de espesor con un MR = 42 kg/cm<sup>2</sup>, de preferencia en franjas longitudinales, alternadas y con la pendiente superficial para el drenaje.

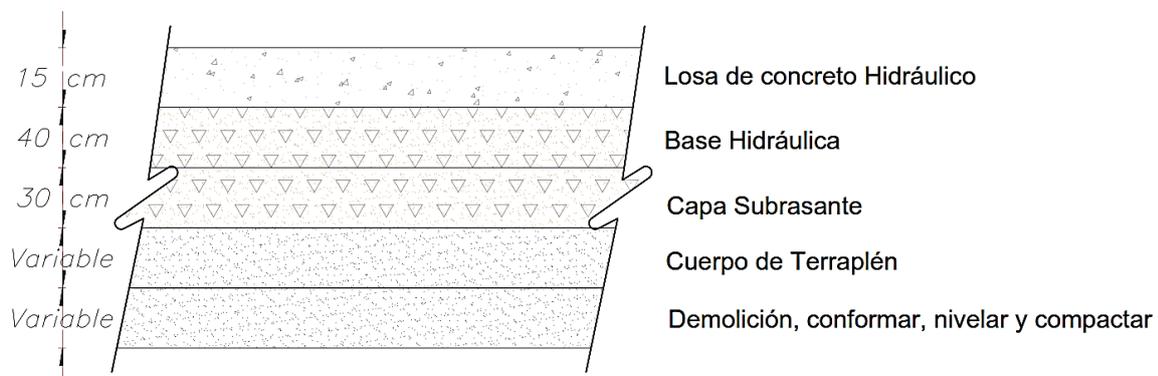


Figura 14.1. Esquema de pavimento recomendado.

## 15. PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO

Es importante mencionar que estas recomendaciones son de carácter general desde el punto de vista geotécnico y podrán variar sustancialmente, en función de los requerimientos y programa de obra del constructor:

La cimentación propuesta para el proyecto podrá consistir en zapatas, comprendida a una profundidad promedio de 1.50 m debajo del nivel de piso terminado, por ningún motivo, se deberá desplantar en materiales de relleno.

- Para excavar la zona donde estará alojada la zapata se podrá utilizar equipo mecánico, excepto los últimos 25 cm que se removerán con herramienta manual y con cuidado para evitar la alteración del terreno de cimentación. Es importante mencionar que en caso de aparecer algún tirante de agua freática, se requerirá de equipo de bombeo para el achique del agua en la excavación.
- De acuerdo con lo anterior, primeramente se realizará la delimitación y trazo de la zona en la que se construirá la cimentación, dejando un sobre ancho de excavación para facilitar la construcción de la misma, para posteriormente llevar a cabo las excavaciones hasta el nivel de desplante requerido, teniendo un talud 0:1 (horizontal: vertical) si es necesario, teniéndose que tender más si se observan desconchamientos en las paredes de los cortes.
- Realizado lo anterior, se llevará a cabo el afine y perfilamiento del terreno, a fin de dejar una superficie adecuada para la colocación de una plantilla de concreto simple de 5 cm de espesor o de acuerdo a lo indicado en los planos estructurales correspondientes.
- A continuación se colocará el acero de refuerzo y se colará el concreto.
- Después de coladas las zapatas, las excavaciones se rellenarán perimetralmente con material producto de la excavación, compactado con equipo manual en capas no mayores de 20 cm de espesor suelto, a un grado mínimo del 90 a 95 % de su peso volumétrico seco máximo (PVSM) respecto a la prueba AASHTO estándar, a fin de llegar a los niveles de piso terminado que indique el proyecto arquitectónico y estructural.
- En la obra se llevará un registro de la construcción de la cimentación, que incluirá:
  - Nombre de la obra.
  - Número y localización de la cimentación
  - Elevación de la superficie del terreno antes de excavar.
  - Fechas de inicio y terminación de cada excavación.

- Profundidad y elevación del piso final de la excavación, verificación y descripción del material de apoyo.
- Información relativa a obstrucciones, instalaciones o interrupciones, y el tratamiento aplicado.
- Elevación, espesor y fecha de colado de la plantilla.
- Fechas de armado y colado de la zapata.
- Cualquier circunstancia que al excavar indique condiciones del terreno diferentes a las previstas; además de anotarse, se reportarán de inmediato al asesor de mecánica de suelos.

A este registro se agregarán los datos de control de calidad del concreto. El registro se llevará al corriente y se tendrá en obra, a fin de hacer las verificaciones en el momento que fuera necesario.

## 16. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Con base en los resultados obtenidos en los trabajos de campo, laboratorio y de los análisis efectuados se llegó a las siguientes conclusiones para el proyecto:

- El material encontrado es arcillas, limos, arenas y grava.
- El subsuelo en estudio se puede caracterizar geotécnicamente en los siguientes estratos:  
  
0.00 a 0.05 m, Carpeta asfáltica.  
  
0.05 a 0.30 m, Arena de compacidad media limosa de baja plasticidad con grava de color café claro.  
  
0.30 a 1.25 m, Grava de compacidad media limo arcillosa con arena de color café claro.  
  
1.25 a 5.45 m, Roca sedimentaria caliza de tonalidad blanca.
- El nivel de aguas freáticas no fue detectado en el sondeo ni en los pozos a cielo abierto.
- Para determinar el nivel de desplante de la cimentación del proyecto se requiere además de desplantar la cimentación en materiales que proporcionen una resistencia a esfuerzo cortante adecuada, siendo en materiales competentes encontrados en la fase de la excavación.
- Teniendo en cuenta el tipo y la magnitud de la estructura proyectada, así como las propiedades del subsuelo de la zona, se han presentado la siguiente alternativa de cimentación, zapatas, las cuales podrán realizarse a una profundidad mínima de 1.50 m, el ancho estará sujeto a las necesidades de carga permisibles del proyectista las cuales están reflejadas en la tabla 7.2, garantizando la estabilidad de la cimentación. En su defecto puede modificarse si no se encuentran antes los materiales de apoyo indicados en la estratigrafía.
- Para la capacidad de carga dinámica, se recomienda que para la acción combinada de cargas estáticas con accidentales se revisará que esa presión no exceda de 1.3 veces la presión de contacto admisible.
- Se estiman asentamientos máximos totales del orden de 1 cm.
- Se deberá verificar que en ningún momento se sobrepasen las presiones de contacto de diseño, para evitar asentamientos diferenciales importantes en la estructura.

- Para realizar las excavaciones y cortes temporales en caso de presentarse, se recomienda tener como altura máxima de 2.50 m con taludes de 0:1 (horizontal: vertical). En caso de presentarse desprendimientos será necesario incrementar los taludes, apuntalar los cortes o proteger las caras de los cortes mediante la colocación de malla de gallinero sobre toda la cara del talud anclándola con varillas de 3/8" en cantidad suficiente para sostenerla, y un repellado de concreto simple  $f'c=100$  kg/cm<sup>2</sup> de 3 a 5cm de espesor reforzado con la malla de gallinero, empleando varilla de 3/8" de 50 cm de longitud ancladas al terreno, en distribución en tres bolillo de 2 a 3m sobre la cara del talud, hacer traslapes de 20cm y amarres con alambre recocido para la malla de gallinero.
- Los empujes sobre los muros resultaron ser de 7.00 toneladas para una altura de 3.00 m por metro unitario de muro.
- Para el relleno de las excavaciones deberá emplearse material proveniente de banco del sitio, de tipo inerte (arena arcillosa o limo arenoso), compactado en capas como máximo de 20 cm de espesor terminado, al 95 % de su peso volumétrico seco máximo (PVSM), respecto al patrón de prueba AASHTO. Para este estudio se realizaron pruebas de compactación Proctor estándar del material obtenido en la exploración, los resultados obtenidos son los siguientes:

No. De Pozo	Profundidad (m)	Compactación Proctor modificado	
		$\gamma$ (t/m <sup>3</sup> )	$\omega$ (%)
PCA - 1	0.05 - 0.40	1.828	14.40
PCA - 2	0.05 - 0.90	1.720	15.80
PCA - 3	0.05 - 0.70	1.698	16.80

- La resistividad eléctrica representativa para materiales y formaciones de suelos arenas arcillosas, el valor representativo para las unidades litológicas es de 50 a 500  $\Omega$ -m, en tanto que para las calizas es del orden de 300 – 10,000  $\Omega$ -m
- La permeabilidad representativa del subsuelo para arenas limosa de baja plasticidad, el coeficiente de permeabilidad "k" se estima en  $k = 10^{-4}$  cm/s, en tanto que para gravas el coeficiente de permeabilidad "k" se estima de 0.05 a 1 cm/s
- Con base en el criterio Bureau of Reclamation, E.U.A. el suelo del sitio en general es estable.
- Cualquier cambio a lo recomendado en este informe deberá ser notificado para ratificar o modificar lo antes mencionado.

## 17. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ASTM. American Society for Testing and Materials
  - ASTM D-2216-98 (Contenido de Agua)
  - ASTM D-4318-00 (Límites de consistencia)
  - ASTM D-422-98 (Granulometría)
  - ASTM D-2488-00 (Identificación Y Clasificación De Los Suelos)
  - ASTM D-2850 (Ensaye Triaxial UU)
  - ASTM C-29 (Peso volumétrico)
  - ASTM D-1557 (Proctor Estándar)
  
2. Braja M. Das., "Principios de ingeniería de cimentaciones", Ed. Thomson, 1999. Cuarta edición.
  
3. Braja M. Das., "Fundamentos de ingeniería geotécnica", Ed. Thomson, 2001. Cuarta edición.
  
4. Comisión Federal de Electricidad (CFE), "Manual de Diseño de Obras Civiles", Diseño por Sismo, México, 1993.
  
5. Servicio Geológico Mexicano (SGM), 2000.
  
6. González de Vallejo, F., "ingeniería Geológica" Prentice Hall, Madrid 2002.
  
7. Manual de Procedimientos de Ingeniería de diseño, Sección C, mecánica de suelos. PEMEX, Subdirección de proyecto y construcción de obras, Gerencia de Ingeniería de Proyecto.

## 18. RELACIÓN DE EQUIPO Y MATERIALES

La relación de equipo y materiales empleados durante la exploración ensayos de laboratorio y trabajos de gabinete durante la elaboración del estudio de mecánica de suelos para el proyecto son los siguientes:

### TRABAJOS DE CAMPO

- Camioneta Ford
- Perforadora Long Year 24
- Bomba para lodos Honda de 5.5
- Lote de barras y herramienta para perforación
- Ademe metálico
- Herramienta menor (picos, palas, rotomartillo, seguetas, bolsas, flexómetros, etc.)

### TRABAJOS DE LABORATORIO

- Copa de Casagrande con accesorios
- Prensa hidráulica
- Juego de mallas para granulometría
- Horno
- Juego de accesorios para determinar contenido de agua
- Computadora Toshiba Satellite 4025
- Impresora de inyección de tinta y láser.

### TRABAJOS DE GABINETE

- Computadora HP Pavilion
- Impresora Láser Hewlett Packard F4280
- Plotter DeskJet 650C
- Software Microsoft Office 2013 (Excel y Word) y AutoCAD 2014

## 19. RELACIÓN DEL PERSONAL

A continuación se presenta una relación del personal que participo durante la exploración, ensayos de laboratorio y trabajos de gabinete durante la elaboración del estudio de mecánica de suelos para el proyecto:

### PERSONAL DE ADMINISTRACIÓN

- Gerente General
- Administrador
- Secretaria

### PERSONAL PARA TRABAJOS DE CAMPO

- Ingeniero Coordinador de campo
- Ingeniero Residente
- Operador de maquinaria
- Ayudantes

### TRABAJOS DE LABORATORIO

- Ingeniero Coordinador de Geotecnia
- Jefe de laboratorio
- Laboratorista
- Ayudantes técnicos

### TRABAJOS DE GABINETE

- Ingeniero Coordinador de Geotecnia
- Ingeniero proyectista de Geotecnia
- Capturista de datos
- Técnico especializado

# ANEXOS

## “CESI” SEDE MÉRIDA

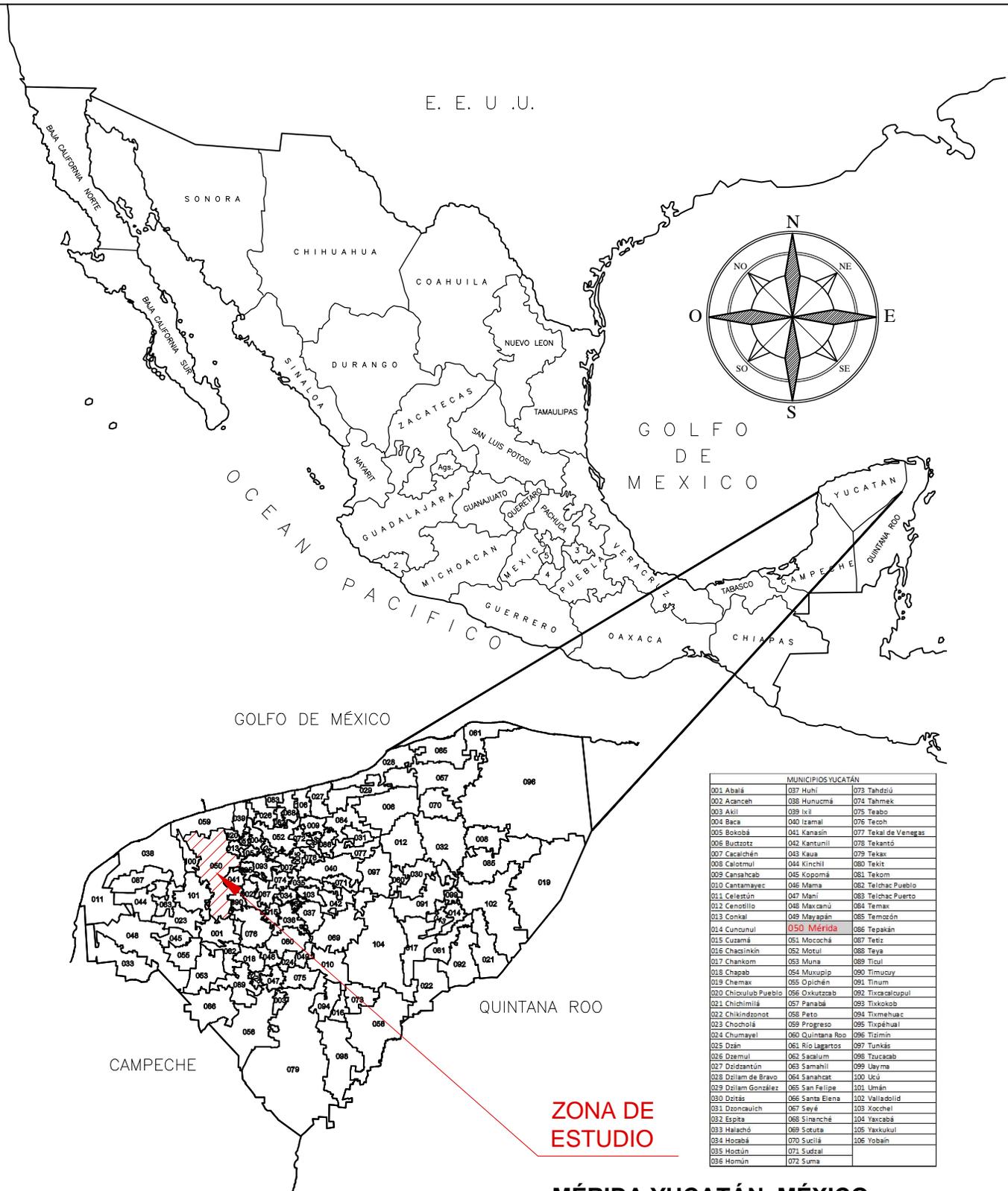


# ANEXO I

## FIGURAS Y PERFILES.

### “CESI” SEDE MÉRIDA

## LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO



### MÉRIDA YUCATÁN, MÉXICO.

ELABORÓ:

ING. ARMANDO CORONA ARREGOYTE

REVISÓ:

ING. VÍCTOR CAMACHO H.

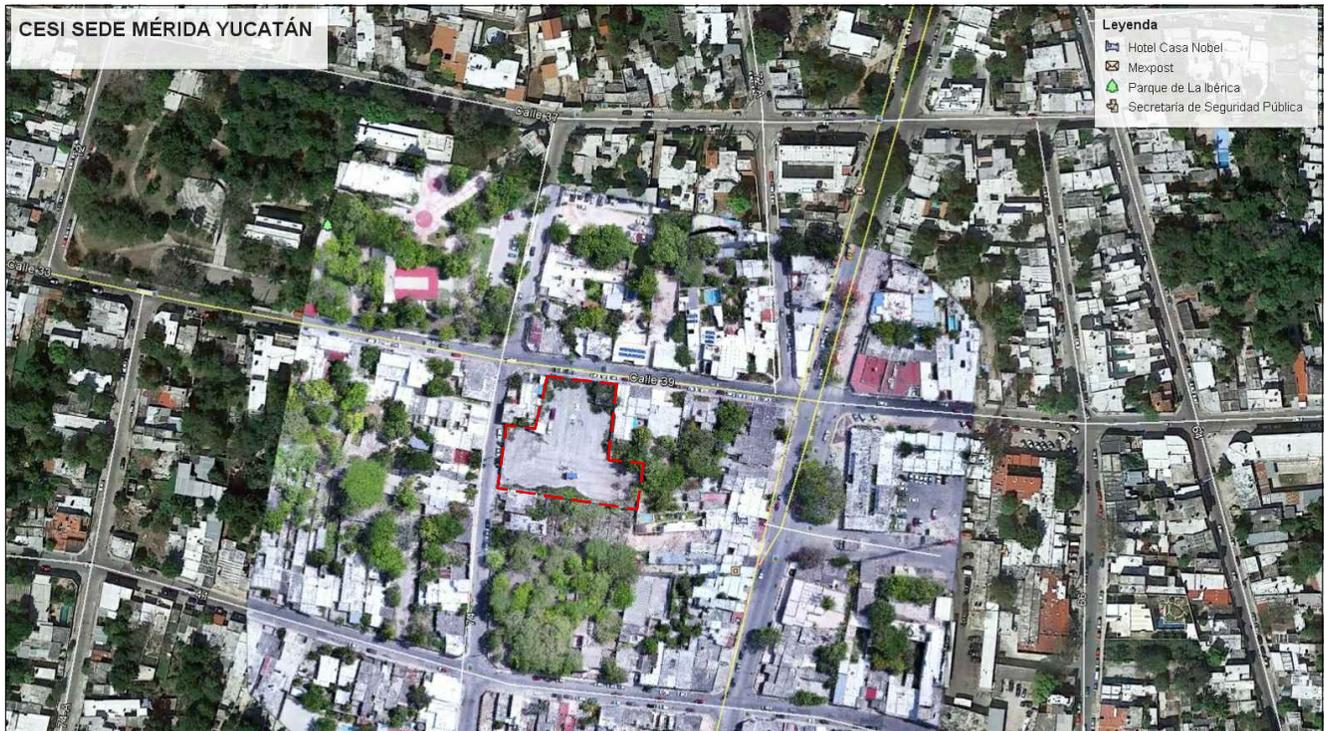
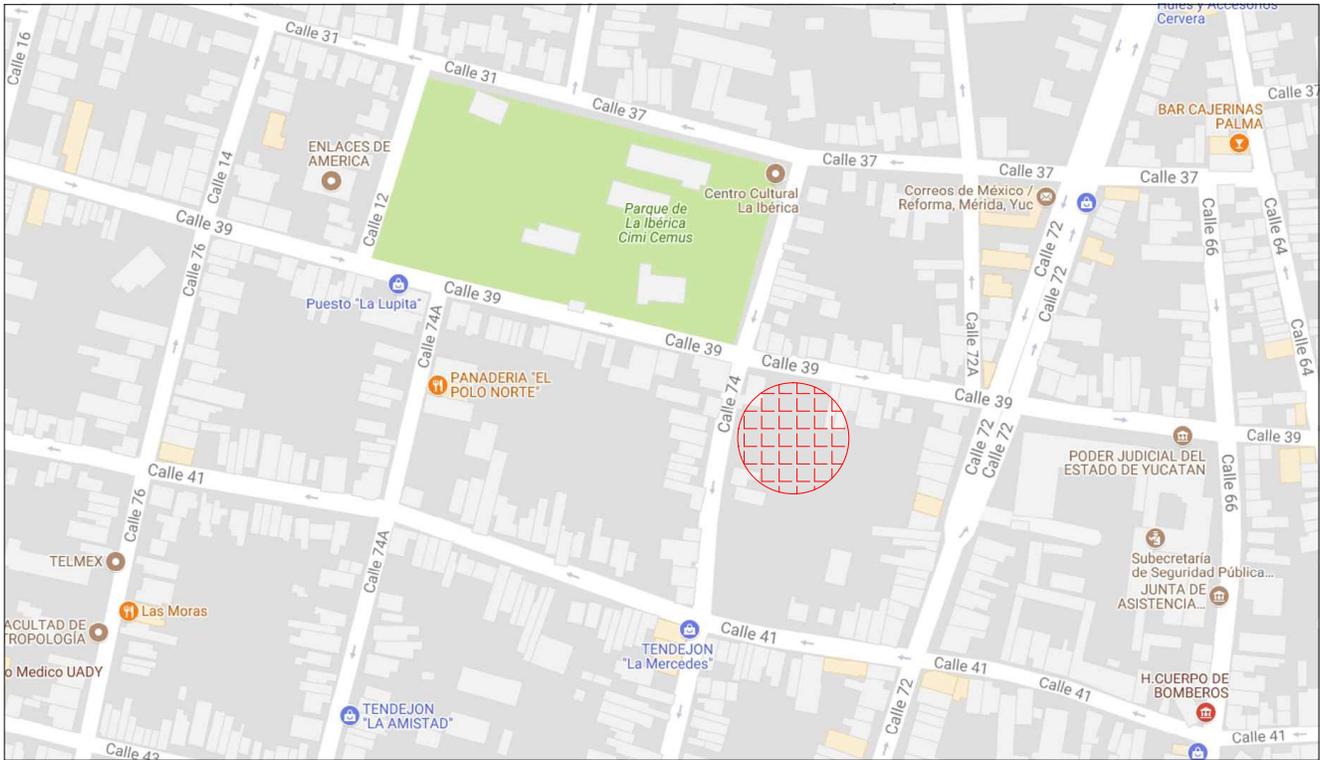
APROBÓ:

M.I. JOAO MORALES AMAYA  
CED. 5298533

FIGURA No.

01

# UBICACIÓN DEL PROYECTO



ELABORÓ:  
ING. ARMANDO CORONA ARREGOYTE

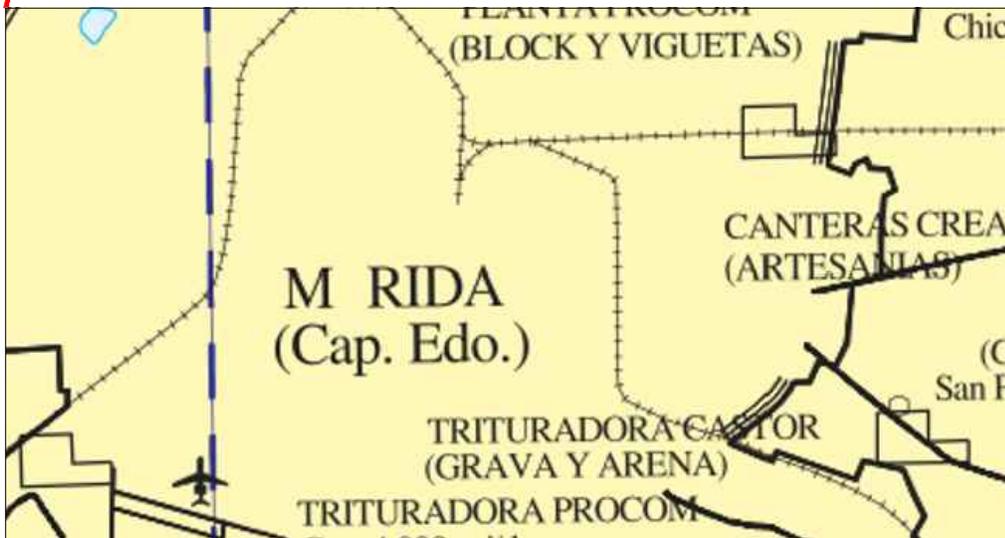
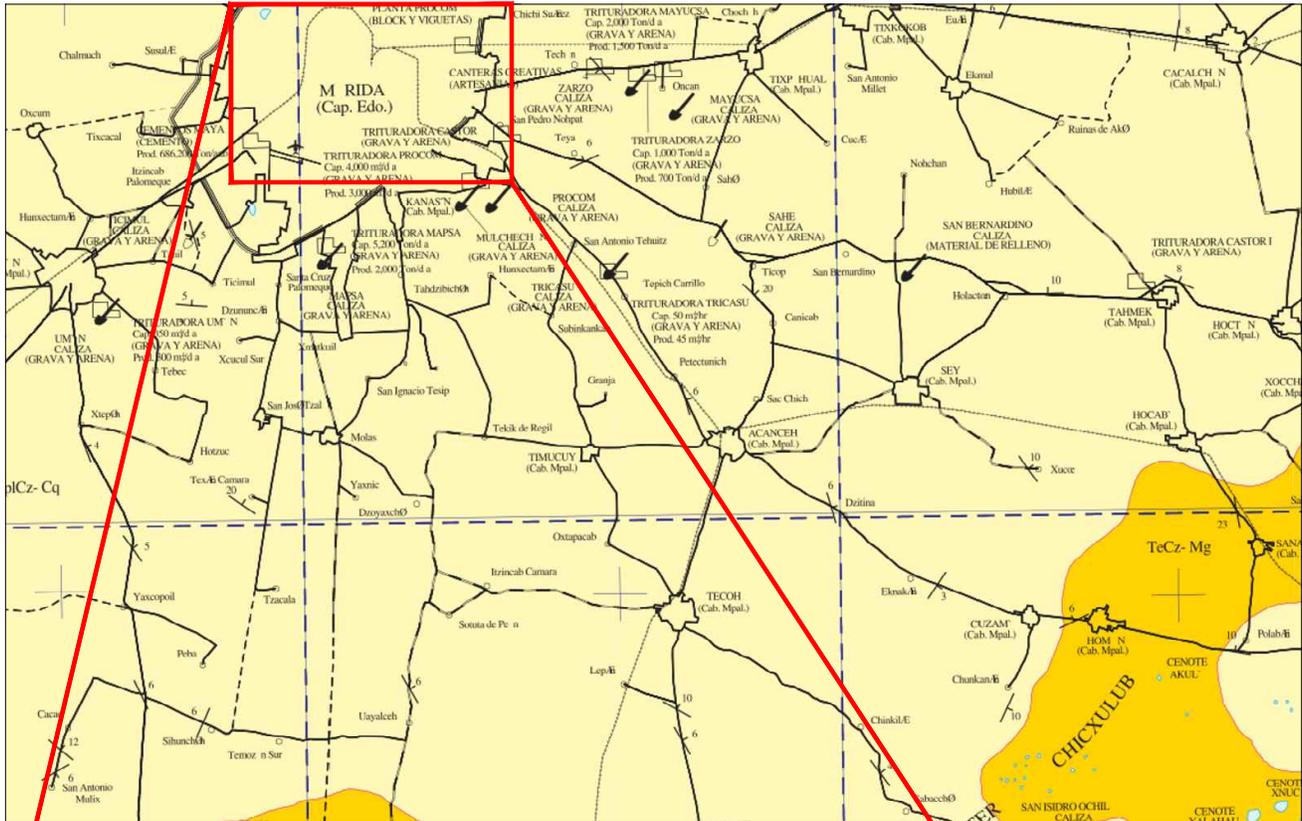
REVISÓ:  
ING. VÍCTOR CAMACHO H.

APROBÓ:  
M.I. JOAO MORALES AMAYA  
CED. 5298533

FIGURA No.  
02



# GEOLOGÍA REGIONAL



SIMBOLOGÍA Terciario Neógeno	
	CALIZA - COQUINA
PALEÓGENO	
	CALIZA - COQUINA
	CALIZA - MARGA

**Zona de estudio**

ELABORÓ

ING. ARMANDO CORONA ARREGOYTE

REVISÓ:

ING. VÍCTOR CAMACHO H.

APROBÓ:

M.I. JOAO MORALES AMAYA  
CED. 5298533

FIGURA No.

03

## REGIONALIZACIÓN SÍSMICA



**Tabla de Valores de  $a_0$ ,  $c$ ,  $T_a$ ,  $T_b$  y  $r$ , para distintas zonas sísmicas**

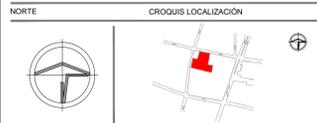
Zona Sísmica	Tipo de Suelo	$a_0$	$c$	$T_a$ (s)	$T_b$ (s)	$r$
A	I	0.020	0.080	0.200	0.600	1/2
	II	0.040	0.160	0.300	1.500	5/8
	III	0.050	0.20	0.600	2.900	1
B	I	0.040	0.140	0.200	0.600	1/2
	II	0.080	0.30	0.300	1.500	5/8
	III	0.10	0.36	0.600	2.900	1
C	I	0.360	0.360	0.0	0.600	1/2
	II	0.640	0.640	0.0	1.400	5/8
	III	0.640	0.64	0.0	1.900	1
D	I	0.50	0.50	0.0	0.600	1/2
	II	0.860	0.860	0.0	1.200	5/8
	III	0.860	0.86	0.0	1.700	1

# UBICACIÓN DE POZOS A CIELO ABIERTO Y SONDEO MIXTO.



PCA-3

SM-1



SIMBOLOGÍA GENERAL		NOMENCLATURA GENERAL	
—	INDICA LINEA DE CORTE	N.P.T.	NIVEL DE PROYECTO
—	INDICA PROYECCIÓN	N.L.B.L.	NIVEL LECHO BAJO DE LOSA DE CIMENTACIÓN
—	INDICA DIRECCIÓN DE PENDIENTE	N.L.A.C.	NIVEL LECHO ALTO DE CIMENTACIÓN
—	INDICA CAMBIO DE NIVEL EN PLANO	N.L.B.C.	NIVEL LECHO BAJO DE CIMENTACIÓN
—	INDICA CAMBIO DE NIVEL EN PISO	N.L.B.L.	NIVEL LECHO BAJO DE LOSA ESTRUCTURAL
—	INDICA NIVEL EN PLANTA	S.A.P.T.	SOBRE NIVEL DE PROYECTO
—	INDICA NIVEL EN ALZADO	N.P.	NIVEL PRETEL
—	INDICA COTA ENTRE Ejes	N.C.M.	NIVEL CORONAMIENTO DE MURO
—	INDICA COTA A CENTRO	N.C.	NIVEL DE CERRAMIENTO
—	INDICA COTA A PAROS	N.S.	NIVEL DE BANDERETA
—	INDICA NOMENCLATURA DE Ejes	N.J.	NIVEL DE JARDÓN
		N.G.	NIVEL DE GUARNICIÓN
		N.A.V.	NIVEL DE ANCHURA DE CALZADA
		S.A.A.	SOBRE NIVEL DE BANDERETA

SIMBOLOGÍA

FECHA	REVISIÓN	OBSERVACIONES

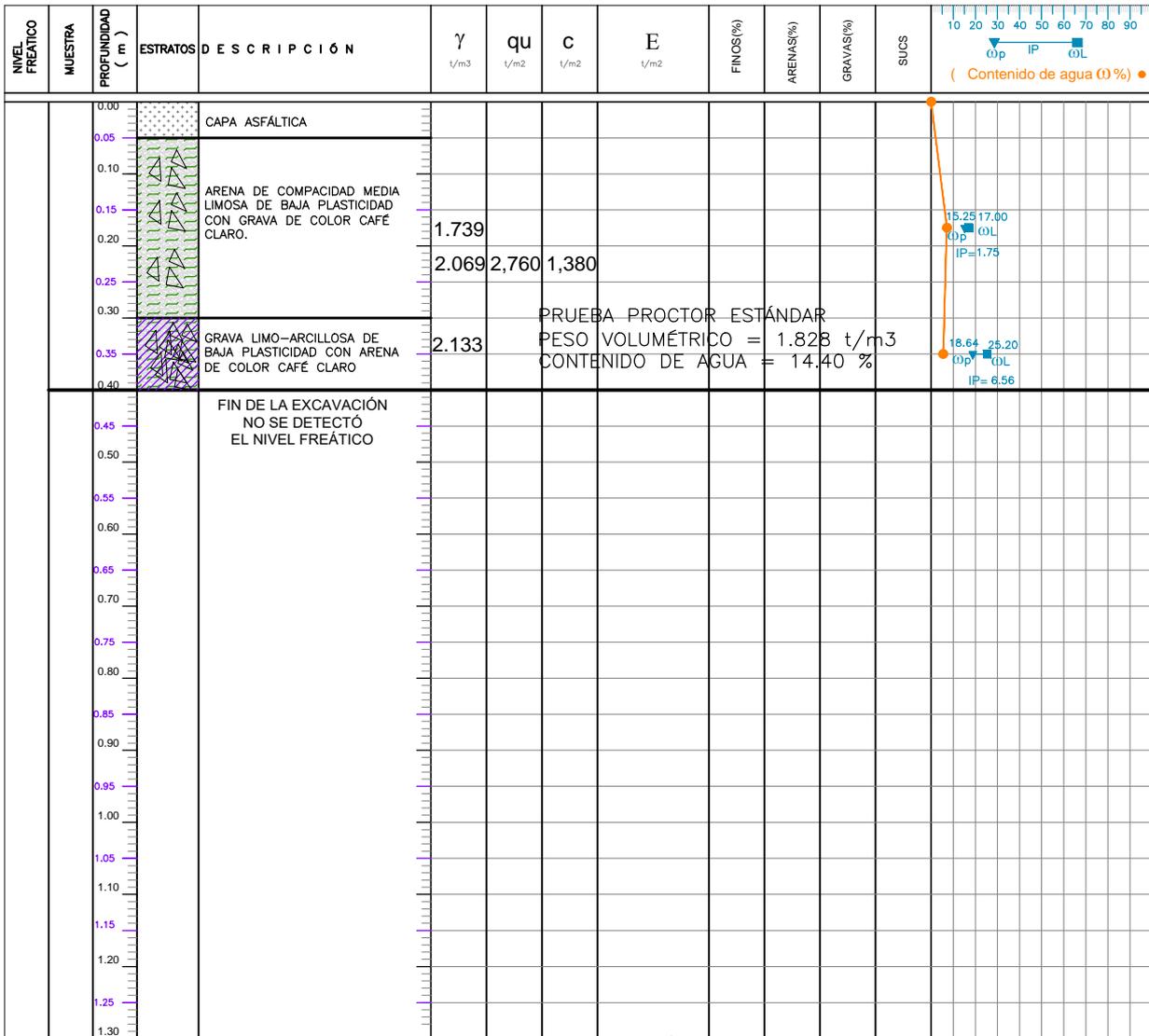
COORDINADOR GENERAL: ARO. JUAN JOSÉ ASTORGA RUIZ DEL HOYO  
 JEFE DE TALLER: ARO. MARISA CASTILLO FLORES  
 DIBUJO: ELIZABETH LEÓN

CUADRO DE CONSTRUCCIÓN	
Superficie del predio	2,656.52 M <sup>2</sup> Superficie construida 0.00 M <sup>2</sup>
Superficie de desplante	0.00 M <sup>2</sup> Área libre 0.00 M <sup>2</sup>
Superficie construida	0.00 M <sup>2</sup>
Área libre	0.00 M <sup>2</sup>
Uso del Predio	OFICINAS

PROYECTO: CENTRO DE SERVICIOS INFONAVIT "CESI" SEDE AGUASCALIENTES  
 DIRECCIÓN: AV. REFORMA ESQUINA CON CALLE 74  
 ANTEPROYECTO

ESCALA: UNIDADES: metros  
 FIGURA No. 5

LOCALIZACIÓN	Calle No. 74 esquina Calle No.39			<b>POZO A CIELO ABIERTO PCA - 1</b>	<b>FIGURA 06</b>		
UBICACIÓN	Mérida Yucatán, México,						
INCLINACIÓN	90 °	CLIMA : SOLEADO					
PROFUNDIDAD	0.40 M	ZONA:Q; USO:16; X = 226,842.568; Y = 2,322,290.194					
EQUIPO	PICO, PALA, ETC.				FECHA	INICIO	16-JUNIO-2016
MÉTODO	MANUAL	COTAS	FONDO :	0.40 m		FIN	16-JUNIO-2016



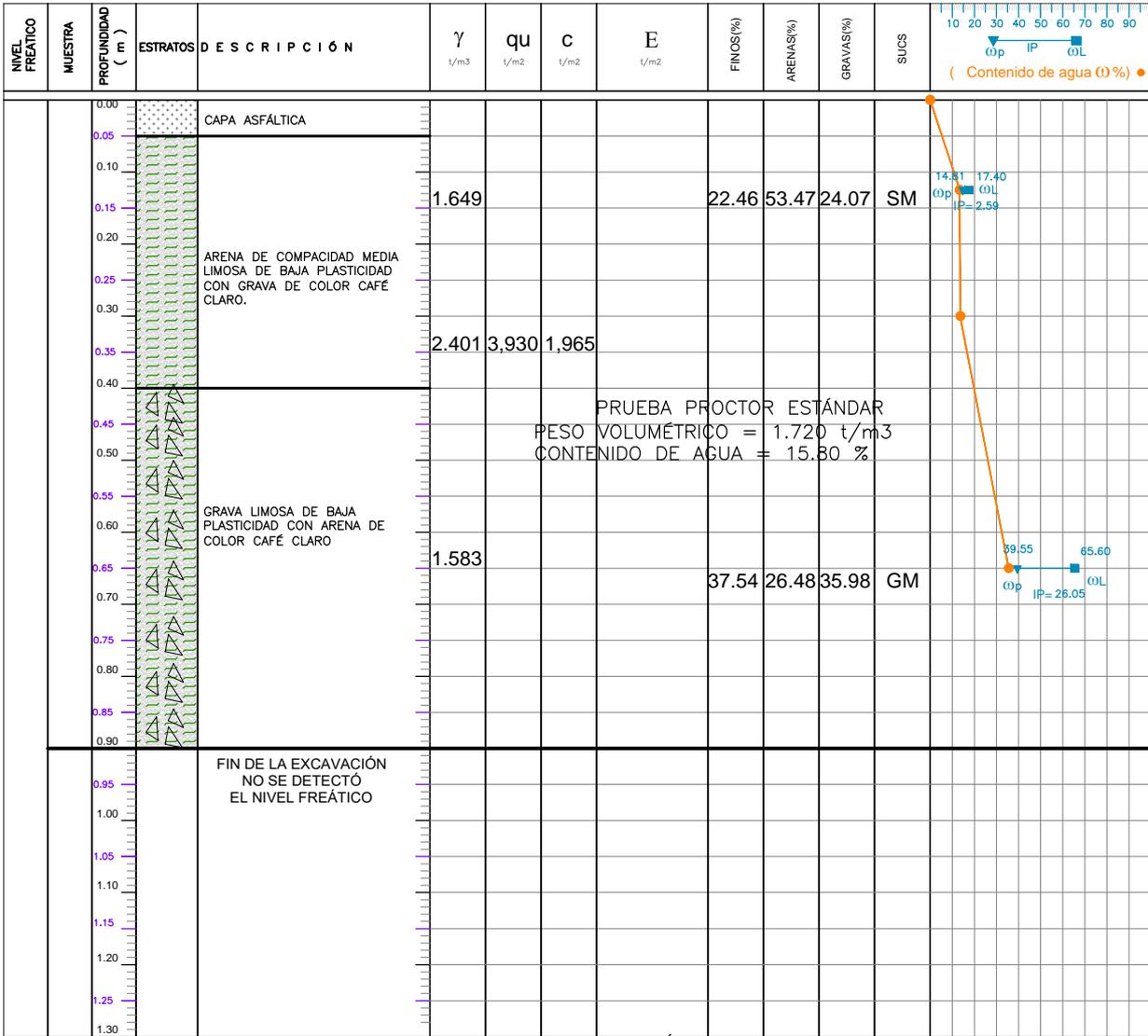
**EVIDENCIA FOTOGRÁFICA**



<p><b>SIMBOLOGÍA</b></p> <p>  ARENA                 CARPETA ASFÁLTICA   ARCILLA                 LIMO                 GRAVA         </p>				<p><b>NOMENCLATURA</b></p> <p>             ● IP INDICE DE PLASTICIDAD              ■ OL LIMITE LÍQUIDO              ▼ (w) LIMITE PLÁSTICO              G : GRAVAS              A : ARENAS              F : FINOS              SUCS : CLASIFICACIÓN SUCS         </p>			
<p><math>\gamma</math> PESO VOLUMÉTRICO              (w) CONTENIDO NATURAL DE AGUA              C COHESIÓN  <math>q_u</math> ESFUERZO MÁXIMO DE COMPRESIÓN              E MÓDULO DE ELASTICIDAD</p>							

<p><b>ELABORÓ :</b> ING. HÉCTOR CABAÑAS DE LA ROSA</p>	<p><b>REVISÓ :</b> ING. ARMADO CORONA ARREGOYTE</p>	<p><b>APROBÓ :</b> M.I. JOAO MORALES AMAYA CED. 5298533</p>
--	---	---

LOCALIZACIÓN	Calle No. 74 esquina Calle No.39			<b>POZO A CIELO ABIERTO PCA - 2</b>	<b>FIGURA 07</b>		
UBICACIÓN	Mérida Yucatán, México,						
INCLINACIÓN	90 °	CLIMA : SOLEADO					
PROFUNDIDAD	0.90 M	ZONA:Q; USO:16; X = 226,834.401; Y = 2,322,299.138					
EQUIPO	PICO, PALA, ETC.				FECHA	INICIO	16-JUNIO-2016
MÉTODO	MANUAL	COTAS	FONDO :	0.90 m		FIN	16-JUNIO-2016



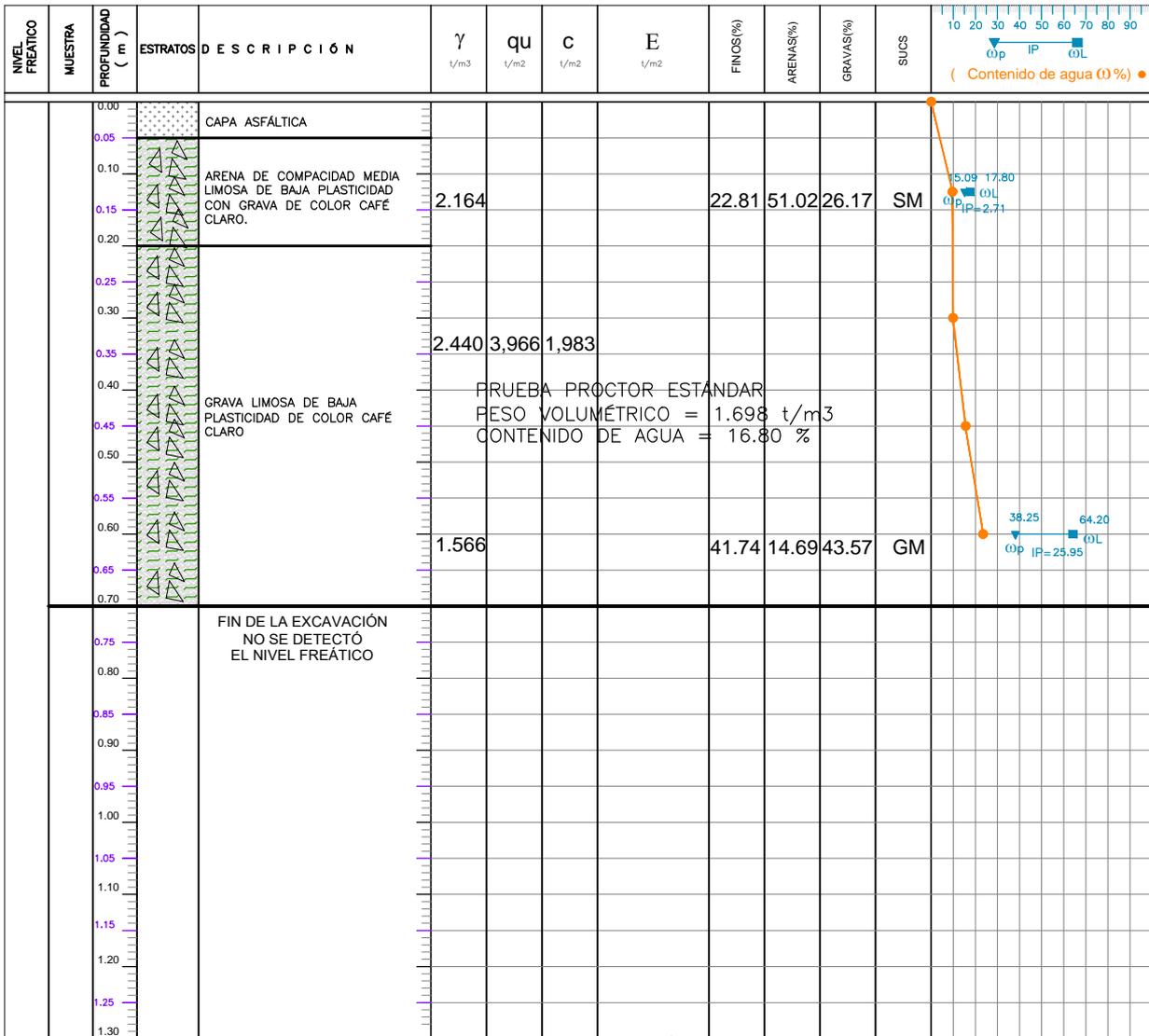
EVIDENCIA FOTOGRÁFICA



<p><b>SIMBOLOGÍA</b></p> <p>ARENA      CARPETA ASFÁLTICA</p> <p>ARCILLA      LIMO      GRAVA</p>		<p><math>\gamma</math> PESO VOLUMÉTRICO</p> <p>(w) CONTENIDO NATURAL DE AGUA</p> <p>C COHESIÓN</p> <p><math>q_u</math> ESFUERZO MÁXIMO DE COMPRESIÓN</p> <p>E MÓDULO DE ELASTICIDAD</p>	<p><b>NOMENCLATURA</b></p> <p>G : GRAVAS</p> <p>A : ARENAS</p> <p>F : FINOS</p> <p>SUCS : CLASIFICACIÓN SUCS</p> <p>● IP INDICE DE PLASTICIDAD</p> <p>■ OL LIMITE LÍQUIDO</p> <p>▼ (w) LIMITE PLÁSTICO</p>
--	--	---	--

<p><b>ELABORÓ :</b></p> <p>ING. HÉCTOR CABAÑAS DE LA ROSA</p>	<p><b>REVISÓ :</b></p> <p>ING. ARMADO CORONA ARREGOYTE</p>	<p><b>APROBÓ :</b></p> <p>M.I. JOAO MORALES AMAYA CED. 5298533</p>
---	--	--

LOCALIZACIÓN	Calle No. 74 esquina Calle No.39			<b>POZO A CIELO ABIERTO PCA - 3</b>	<b>FIGURA 08</b>		
UBICACIÓN	Mérida Yucatán, México,						
INCLINACIÓN	90 °	CLIMA : SOLEADO					
PROFUNDIDAD	0.70 M	ZONA:Q; USO:16; X = 226,823.060; Y = 2,322,325.668					
EQUIPO	PICO, PALA, ETC.				FECHA	INICIO	16-JUNIO-2016
MÉTODO	MANUAL	COTAS	FONDO :	0.70 m		FIN	16-JUNIO-2016



EVIDENCIA FOTOGRÁFICA



<p><b>SIMBOLOGÍA</b></p> <p>ARENA      CARPETA ASFÁLTICA</p> <p>ARCILLA      LIMO      GRAVA</p>		<p><math>\gamma</math> PESO VOLUMÉTRICO</p> <p>Q CONTENIDO NATURAL DE AGUA</p> <p>C COHESIÓN</p> <p>QU ESFUERZO MÁXIMO DE COMPRESIÓN</p> <p>E MÓDULO DE ELASTICIDAD</p>	<p><b>NOMENCLATURA</b></p> <p>G : GRAVAS</p> <p>A : ARENAS</p> <p>F : FINOS</p> <p>SUCS : CLASIFICACIÓN SUCS</p>	<p>● IP INDICE DE PLASTICIDAD</p> <p>■ OL LIMITE LÍQUIDO</p> <p>▼ OP LIMITE PLÁSTICO</p>
--	--	---	--	--

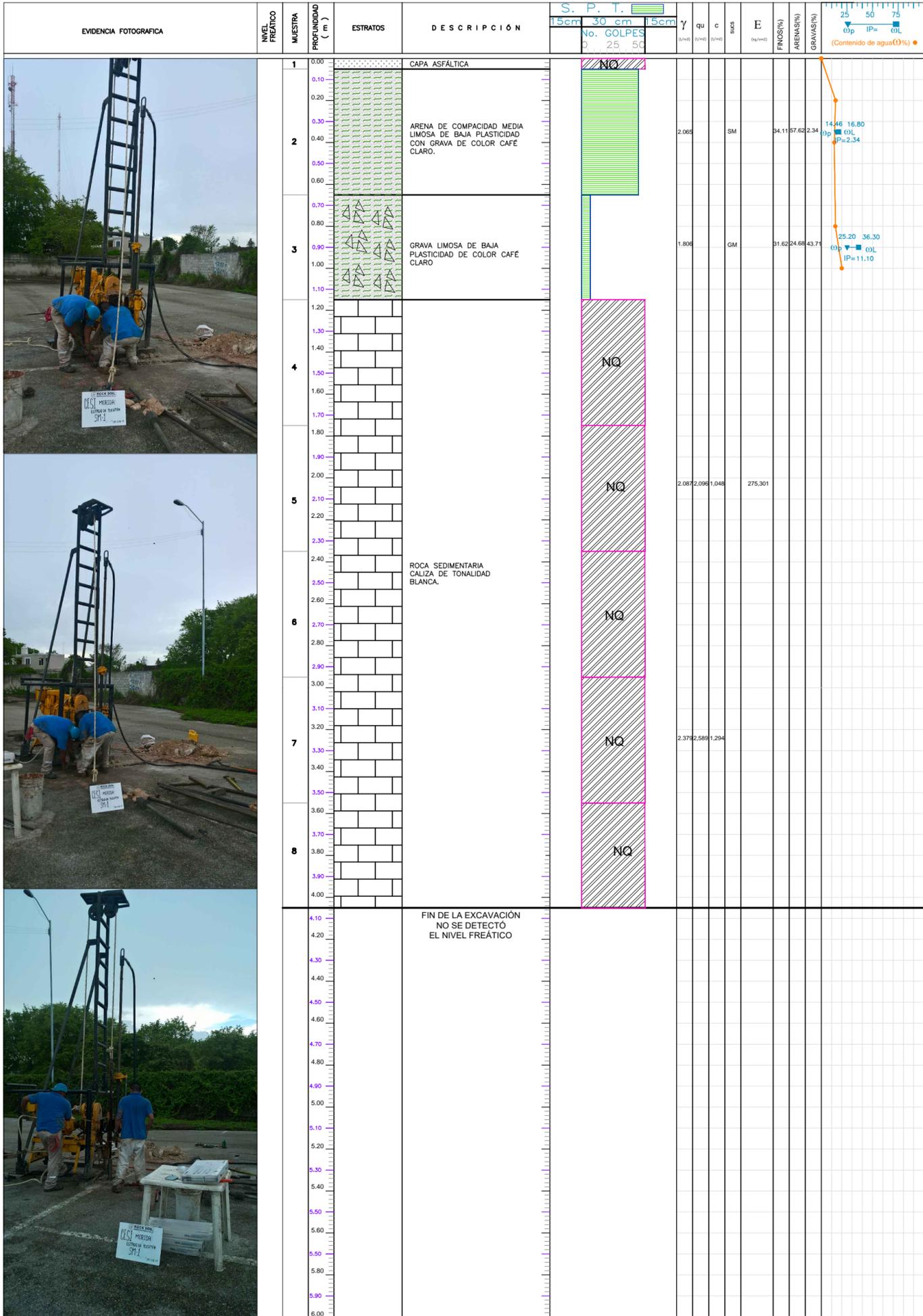
<p><b>ELABORÓ :</b></p> <p>ING. HÉCTOR CABAÑAS DE LA ROSA</p>	<p><b>REVISÓ :</b></p> <p>ING. ARMADO CORONA ARREGOYTE</p>	<p><b>APROBÓ :</b></p> <p>M.I. JOAO MORALES AMAYA CED. 5298533</p>
---	--	--

LOCALIZACIÓN	Calle Bañero, esquina con avenida Tecnológico.		
UBICACIÓN	Aguascalientes, México.		
INCLINACIÓN	90 °	CLIMA :	SOLEADO
PROFUNDIDAD	4.05 M	ZONA:Q; USO:16 X	=226,816; Y =-2,322,295
EQUIPO	LONG YEAR 24	COTAS	ROCA :
MÉTODO	MIXTO	FONDO :	4.05 M

## SONDEO MIXTO SM-1

FIGURA 09

FECHA	INICIO	15 DE JUNIO DE 2017
	FIN	15 DE JUNIO DE 2017



### SIMBOLOGÍA

	LIMO		No. DE GOLPES
	ARENA		TUBO PARTIDO
	GRAVA		BARRIL NQ
	CALIZA		

### NOMENCLATURA

	NIVEL FREÁTICO	G:	ROCA DE PEDRAPLÉN
$\gamma$	PESO VOLUMÉTRICO	A:	ARENAS
qu	RESISTENCIA MÁXIMA COMPRESIÓN SIMPLE	F:	FINOS
c	COHESIÓN	Ss:	DENSIDAD DE SÓLIDOS
E	MÓDULO DE ELASTICIDAD		

ELABORÓ : ING. HECTOR CABAÑAS DE LA ROSA

REVISÓ : ING. VICTOR HUGO CAMACHO HERRERA

APROBÓ : M.I. JOAO MORALES AMAYA  
CED. 5298533



# ANEXO II

## REGISTROS DE EXPLORACIÓN.

### “CESI” SEDE MÉRIDA

## REGISTRO DE EXPLORACIÓN DE POZOS A CIELO ABIERTO

PROYECTO:	CENTRO DE SERVICIOS INFONAVIT "CESI" SEDE MÉRIDA	FECHA DE INICIO:	16/06/2017	DIMENSIONES:
LOCALIZACIÓN:	Mérida Yucatán, México.	FECHA DE TERMINACIÓN:	16/06/2017	ANCHO (m):
PCA No.:	PCA-1	MÉTODOS MECÁNICOS		LARGO (m):
		COORDENADAS UTM:	X= 226,842.568; Y=2,322,290.194	

FECHA		MUESTREO			PROFUNDIDAD (m)		CLASIFICACIÓN Y OBSERVACIONES	PLASTICIDAD				CONSISTENCIA					COMPACIDAD					HUMEDAD EN CAMPO								
DIA/MES/AÑO	No.	BOLSA	CÚBICA	PESO (Kg)	INICIAL	FINAL		BAJA	MEDIA	ALTA	PLÁSTICA	MUY BLANDA	BLANDA	MEDIA	FIRME	MUY FIRME	DURA	MUY SUELTA	SUELTA	MEDIA	DENSA	MUY DENSA	SECO	POCO HÚMEDO	HÚMEDO	MUY HÚMEDO	SATU-RADO			
16/06/2017	X	X		50	0.00	0.05	Carpeta asfáltica		X					X						X			X							
					0.05	0.30	Arena limosa de baja plasticidad con grava de color café claro.		X							X						X			X					
					0.30	0.40	Grava limo arcillosa de baja plasticidad con arena de color café claro.		X								X						X			X				
					0.40	-	Roca caliza.	X	X								X						X			X				

**FIN DE LA EXCAVACIÓN.**

**REGISTRO FOTOGRÁFICO.**



NIVEL FREÁTICO (m.):

NO SE DETECTÓ

OBSERVACIONES:

La excavación del PCA-01 se realizó mediante manuales hasta una profundidad de 0.40 metros.

## REGISTRO DE EXPLORACIÓN DE POZOS A CIELO ABIERTO

PROYECTO:	CENTRO DE SERVICIOS INFONAVIT "CESI" SEDE MÉRIDA	FECHA DE INICIO:	16/06/2017	DIMENSIONES:
LOCALIZACIÓN:	Mérida Yucatán, México.	FECHA DE TERMINACIÓN:	16/06/2017	ANCHO (m):
PCA No.:	PCA-2	MÉTODOS MECÁNICOS		LARGO (m):
		COORDENADAS UTM:	X= 226,834.401; Y=2,322,299.138	

FECHA		MUESTREO			PROFUNDIDAD (m)		CLASIFICACIÓN Y OBSERVACIONES	PLASTICIDAD				CONSISTENCIA					COMPACIDAD					HUMEDAD EN CAMPO									
DIA/MES/AÑO	No.	BOLSA	CÚBICA	PESO (Kg)	INICIAL	FINAL		BAJA	MEDIA	ALTA	PLÁSTICA	MUY BLANDA	BLANDA	MEDIA	FIRME	MUY FIRME	DURA	MUY SUELTA	SUELTA	MEDIA	DENSA	MUY DENSA	SECO	POCO HÚMEDO	HÚMEDO	MUY HÚMEDO	SATU-RADO				
16/06/2017	X	X		50	0.00	0.05								X						X				X							
					0.05	0.40						X					X						X				X				
					0.40	0.90						X					X						X				X				
					0.90	-					X	X					X						X				X				

**FIN DE LA EXCAVACIÓN.**

**REGISTRO FOTOGRÁFICO.**



NIVEL FREÁTICO (m.):

NO SE DETECTÓ

OBSERVACIONES:

La excavación del PCA-02 se realizó mediante manuales hasta una profundidad de 0.90 metros.

## REGISTRO DE EXPLORACIÓN DE POZOS A CIELO ABIERTO

PROYECTO:	CENTRO DE SERVICIOS INFONAVIT "CESI" SEDE MÉRIDA	FECHA DE INICIO:	16/06/2017	DIMENSIONES:
LOCALIZACIÓN:	Mérida Yucatán, México.	FECHA DE TERMINACIÓN:	16/06/2017	ANCHO (m):
PCA No.:	PCA-3	MÉTODOS MECÁNICOS		LARGO (m):
		COORDENADAS UTM:	X= 226,823.060; Y=2,322,325.668	

FECHA		MUESTREO			PROFUNDIDAD (m)		CLASIFICACIÓN Y OBSERVACIONES	PLASTICIDAD				CONSISTENCIA					COMPACIDAD					HUMEDAD EN CAMPO								
DIA/MES/AÑO	No.	BOLSA	CÚBICA	PESO (Kg)	INICIAL	FINAL		BAJA	MEDIA	ALTA	PLÁSTICA	MUY BLANDA	BLANDA	MEDIA	FIRME	MUY FIRME	DURA	MUY SUELTA	SUELTA	MEDIA	DENSA	MUY DENSA	SECO	POCO HÚMEDO	HÚMEDO	MUY HÚMEDO	SATU-RADO			
16/06/2017	X	X		50	0.00	0.05	Carpeta asfáltica		X					X						X				X						
					0.05	0.20	Arena limosa de baja plasticidad con grava de color café claro.		X							X						X				X				
					0.20	0.70	Grava limosa de baja plasticidad de color café claro.		X								X						X				X			
					0.70	-	Roca caliza.	X	X								X						X				X			

**FIN DE LA EXCAVACIÓN.**

**REGISTRO FOTOGRÁFICO.**



NIVEL FREÁTICO (m.):

NO SE DETECTÓ

OBSERVACIONES:

La excavación del PCA-03 se realizó mediante manuales hasta una profundidad de 0.70 metros.

# REGISTRO DE PERFORACIÓN

PROYECTO: "CENTRO DE SERVICIOS INFONAVIT "CESI" SEDE MÉRIDA	RESPONSABLE: ING. ABEL GRAJEDA ESCAMILLA
UBICACIÓN: MÉRIDA YUCATÁN, MÉXICO.	OPERADOR: JORGE ROMERO C.
COORDENADAS: X= 226,816.073; Y= 2,322,295.341	PERFORADORA: LONG YEAR 24
NOMBRE DEL SONDEO: SM-1	BOMBA: KOHLER 02
No se detectó el nivel freático	FECHA: 15/06/2017

FECHA DÍA/MES/AÑO	No. DE MUESTRA	PROFUNDIDAD (m.)			RECUPERACIÓN		PENETRACIÓN ESTÁNDAR 60 cm.			MUESTREO	RQD		CLASIFICACIÓN DE CAMPO Y OBSERVACIONES
		INICIAL	FINAL	AVANCE	cm.	%	15 cm	30 cm	15 cm		m.	%	
15/06/2017	1	0.00	0.05	0.05	0	0	-	-	-	-	0.00	0.00	Carpeta asfáltica
	2	0.05	0.65	0.60	15	25	7	45	7	T.P.	0.00	0.00	Arena limosa de baja plasticidad de color café claro.
	3	0.65	1.15	0.50	20	40	3	7	50/05	T.P.	0.00	0.00	Grava limosa de baja plasticidad con arena de color café claro.
	4	1.15	1.75	0.60	18	30	NQ	NQ	NQ	NQ	7.00	11.67	Roca sedimentaria caliza de tonalidad blanca.
	5	1.75	2.35	0.60	19	32	NQ	NQ	NQ	NQ	19.00	31.67	
	6	2.35	2.95	0.60	25	42	NQ	NQ	NQ	NQ	0.00	0.00	
	7	2.95	3.55	0.60	50	83	NQ	NQ	NQ	NQ	49.00	81.67	
	8	3.55	4.05	0.50	23	46	NQ	NQ	NQ	NQ	23.00	46.00	

## FIN DEL SONDEO


Nomenclatura:			
BT: BROCA TRICONICA	BNQ: BARRIL NQ	SPT: ENSAYO DE PENETRACION ESTÁNDAR	T.P.: TUBO PARTIDO

# REGISTRO DE PERFORACIÓN

PROYECTO: "CENTRO DE SERVICIOS INFONAVIT "CESI" SEDE MÉRIDA	RESPONSABLE: ING. ABEL GRAJEDA ESCAMILLA
UBICACIÓN: MÉRIDA YUCATÁN, MÉXICO.	OPERADOR: JORGE ROMERO C.
COORDENADAS: X= 226,801.614; Y= 2,322,298.344	PERFORADORA: LONG YEAR 24
NOMBRE DEL SONDEO: SM-2	BOMBA: KOHLER 02
No se detectó el nivel freático	FECHA: 16/06/2017

FECHA DÍA/MES/AÑO	No. DE MUESTRA	PROFUNDIDAD (m.)			RECUPERACIÓN		PENETRACIÓN ESTÁNDAR 60 cm.			MUESTREO	RQD		CLASIFICACIÓN DE CAMPO Y OBSERVACIONES
		INICIAL	FINAL	AVANCE	cm.	%	15 cm	30 cm	15 cm		m.	%	
16/06/2017	1	0.00	0.05	0.05	0	0	-	-	-	-	0.00	0.00	Carpeta asfáltica
	2	0.05	0.65	0.60	40	67	13	33	20	T.P.	0.00	0.00	Grava arcillosa de baja plasticidad con arena de color café claro.
	3	0.65	1.25	0.60	28	47	50	NQ	NQ	NQ	0.00	0.00	
	4	1.25	1.86	0.61	50	82	NQ	NQ	NQ	NQ	0.00	0.00	Roca sedimentaria caliza de tonalidad blanca.
	5	1.86	2.45	0.59	30	51	NQ	NQ	NQ	NQ	0.00	0.00	
	6	2.45	3.05	0.60	40	67	NQ	NQ	NQ	NQ	22.00	36.67	
	7	3.05	3.65	0.60	50	83	NQ	NQ	NQ	NQ	40.00	66.67	
	8	3.65	4.25	0.60	30	50	NQ	NQ	NQ	NQ	0.00	0.00	
	9	4.25	4.85	0.60	42	70	NQ	NQ	NQ	NQ	18.00	30.00	
	10	4.85	5.45	0.60	58	97	NQ	NQ	NQ	NQ	34.00	56.67	

## FIN DEL SONDEO


Nomenclatura:			
BT: BROCA TRICONICA	BNQ: BARRIL NQ	SPT: ENSAYO DE PENETRACION ESTÁNDAR	T.P.: TUBO PARTIDO

# ANEXO III

## PRUEBAS DE LABORATORIO.

### “CESI” SEDE MÉRIDA

# Humedad natural (contenido de humedad).

# CONTENIDO DE AGUA Y CLASIFICACIÓN

OBRA: "CESI" SEDE MÉRIDA  
 OPERADOR: ÁLVARO VIVEROS  
 SONDEO: SM - 1

LOCALIZACIÓN: MÉRIDA YUCATÁN, MÉXICO.  
 CALCULÓ: IVÁN VIVEROS  
 FECHA: 23-jun-17

Mta. No.	Prof. (m)		Tramo	Longitud d (cm)	Capsula		Wm + C (g)	Ws + C (g)	Ww (g)	Ws (g)	ω (%)	CLASIFICACIÓN
	de	a			No.	(g)						
1	0.05	0.65	S		681	13.1	47.5	43.3	4.2	30.2	13.9	ARENA POCO LIMOSA CAFÉ CLARO
			I		647	13	78.9	71.5	7.4	58.5	12.6	ARENA LIMOSA CAFÉ CON POCAS GRILLAS
2	0.65	1.15	S		785	13.2	79.6	71.6	8.0	58.4	13.7	ARENA POCO CAFÉ CLARO
			I		424	13.5	114.4	97.6	16.8	84.1	20.0	GRAVAS ARCILLA ARENOSA CAFÉ OSCURO
			S									
			I									
			S									
			I									
			S									
			I									
			S									
			I									
			S									
			I									
			S									
			I									
			S									
			I									
			S									
			I									





# CONTENIDO DE AGUA Y CLASIFICACIÓN

OBRA: "CESI" SEDE MÉRIDA  
 OPERADOR: ÁLVARO VIVEROS  
 SONDEO: PCA - 1

LOCALIZACIÓN: MÉRIDA YUCATÁN, MÉXICO.  
 CALCULÓ: IVÁN VIVEROS  
 FECHA: 23-jun-17

Mta. No.	Prof. (m)		Tramo	Longitud (cm)	Capsula		Wm + C (g)	Ws + C (g)	Ww (g)	Ws (g)	ω (%)	CLASIFICACIÓN
	de	a			No.	(g)						
B - 2	0.05	0.30	S I		531	13.5	213.0	199.8	13.2	186.3	7.1	ARENA POCO LIMOSA CAFE CLARO CON GRAVAS
B - 3	0.30	0.40	S I		T - 10	13.2	435.7	413.9	21.8	400.7	5.4	GRAVAS CON ARENA POCO LIMOSA CAFÉ
			S I									
			S I									
			S I									
			S I									
			S I									
			S I									
			S I									
			S I									
			S I									
			S I									
			S I									
			S I									
			S I									
			S I									
			S I									
			S I									
			S I									
			S I									



# CONTENIDO DE AGUA Y CLASIFICACIÓN

OBRA: "CESI" SEDE MÉRIDA  
 OPERADOR: ÁLVARO VIVEROS  
 SONDEO: PCA - 2

LOCALIZACIÓN: MÉRIDA YUCATÁN, MÉXICO.  
 CALCULÓ: IVÁN VIVEROS  
 FECHA: 23-jun-17

Mta. No.	Prof. (m)		Tramo	Longitud (cm)	Capsula		Wm + C (g)	Ws + C (g)	Ww (g)	Ws (g)	ω (%)	CLASIFICACIÓN
	de	a			No.	(g)						
B - 2	0.05	0.20	S I		767	13.7	232.6	206.9	25.7	193.2	13.3	ARENA POCO LIMOSA CAFÉ CLARO CON POCAS GRAVAS
B - 3	0.20	0.40	S I		T -5	32.2	307.1	274.1	33.0	241.9	13.6	GRAVAS CON ARENA POCO LIMOSA CAFÉ
B - 4	0.40	0.90	S I		T -9	32.5	320.7	245.1	75.6	212.6	35.6	GRAVAS CON LIMO ARENOSO CAFÉ OSCURO
			S I									
			S I									
			S I									
			S I									
			S I									
			S I									
			S I									
			S I									
			S I									
			S I									
			S I									
			S I									
			S I									
			S I									
			S I									
			S I									
			S I									
			S I									



# CONTENIDO DE AGUA Y CLASIFICACIÓN

OBRA: "CESI" SEDE MÉRIDA  
 OPERADOR: ÁLVARO VIVEROS  
 SONDEO: PCA - 3

LOCALIZACIÓN: MÉRIDA YUCATÁN, MÉXICO.  
 CALCULÓ: IVÁN VIVEROS  
 FECHA: 23-jun-17

Mta. No.	Prof. (m)		Tramo	Longitud d (cm)	Capsula		Wm + C (g)	Ws + C (g)	Ww (g)	Ws (g)	ω %	CLASIFICACIÓN
	de	a			No.	(g)						
B - 2	0.05	0.20	S I		T - 8	30.5	271.8	250.6	21.2	220.1	9.6	ARENA POCO LIMOSA CON POCAS GRAVAS CAFÉ CLARO
B - 3	0.20	0.40	S I		T - 11	32.2	439.9	403.3	36.6	371.1	9.9	GRAVAS CON ARENA POCO LIMOSA CAFÉ
B - 4	0.40	0.50	S I		T - 4	32.3	361.2	316.9	44.3	284.6	15.6	GRAVAS CON ARENA MUY POCO LIMOSA CAFÉ CLARO
B - 5	0.50	0.70	S I		T - 12	30.5	401.3	330.7	70.6	300.2	23.5	GRAVAS CON LIMO CAFÉ OSCURO CON MUY POCAS ARENA
			S I									
			S I									
			S I									
			S I									
			S I									
			S I									
			S I									
			S I									

# Límites de Atterberg (de consistencia).

# LÍMITE DE CONSISTENCIA

OBRA: "CESI" SEDE MÉRIDA  
 LOCALIZACIÓN: MÉRIDA YUCATÁN. MÉXICO.  
 CALCULÓ: IVÁN VIVEROS

SONDEO: SM - 1  
 MUESTRA: 1 P/SUP.  
 PROF. (m): 0.05 - 0.65

## LÍMITE LÍQUIDO

Tara No.	No. De Golpes	Wm + Tara (g)	Wd + Tara (g)	Tara (g)	Ww (g)	Ws (g)	$\omega$ %
214	6	20.84	19.25	11.27	1.59	7.98	19.92
257	16	21.76	20.18	11.32	1.58	8.86	17.83
129	26	22.21	20.60	10.92	1.61	9.68	16.63
21	46	22.89	21.31	11.11	1.58	10.20	15.49

## LÍMITE PLÁSTICO

97	---	24.36	22.68	11.10	1.68	11.58	14.51
374	---	23.48	21.80	10.14	1.68	11.66	14.41



### RESULTADOS

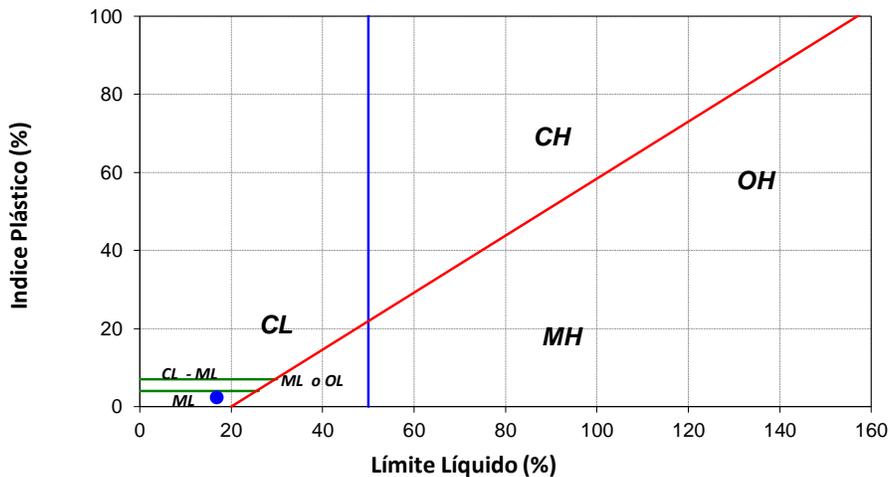
LL= 16.80 %  
 LP= 14.46 %  
 IP= 2.34 %

### CLASIFICACIÓN SUCS

ML

### CONTRACCIÓN LINEAL

Li \_\_\_\_\_  
 Lf \_\_\_\_\_  
 CL= \_\_\_\_\_ %



# LÍMITE DE CONSISTENCIA

OBRA: "CESI" SEDE MÉRIDA  
 LOCALIZACIÓN: MÉRIDA YUCATÁN. MÉXICO.  
 CALCULÓ: IVÁN VIVEROS

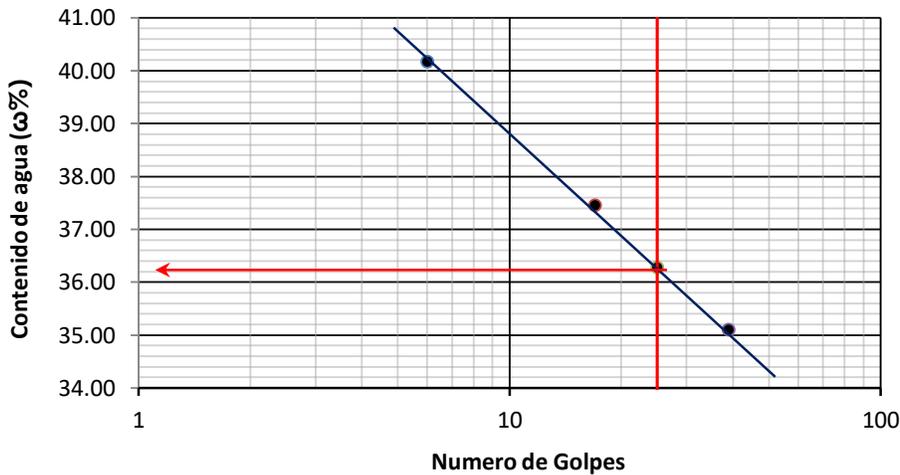
SONDEO: SM - 1  
 MUESTRA: 2 P/INF.  
 PROF. (m): 0.65 - 1.15

## LÍMITE LÍQUIDO

Tara No.	No. De Golpes	Wm + Tara (g)	Wd + Tara (g)	Tara (g)	Ww (g)	Ws (g)	$\omega$ %
851	6	19.64	17.80	13.22	1.84	4.58	40.17
719	17	20.86	18.71	12.97	2.15	5.74	37.46
759	25	21.17	19.12	13.47	2.05	5.65	36.28
626	39	23.11	20.67	13.72	2.44	6.95	35.11

## LÍMITE PLÁSTICO

435	---	37.42	32.53	13.22	4.89	19.31	25.32
836	---	36.34	31.66	13.00	4.68	18.66	25.08



### RESULTADOS

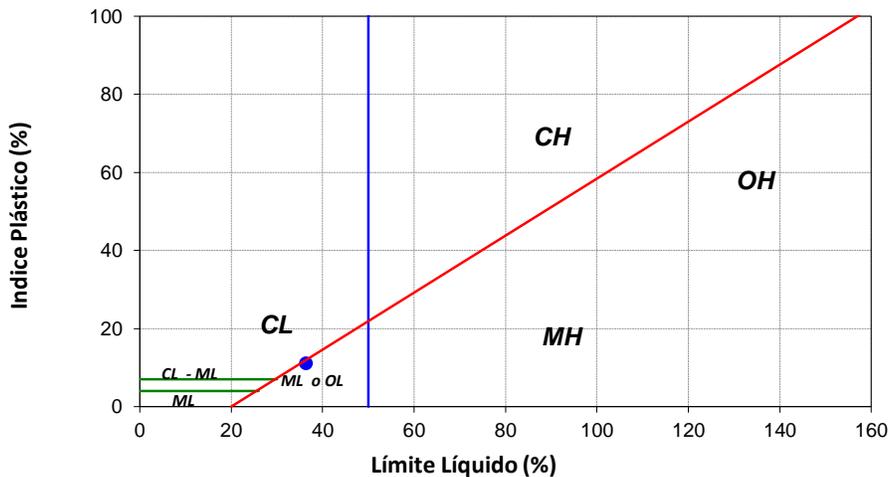
LL= 36.30 %  
 LP= 25.20 %  
 IP= 11.10 %

### CLASIFICACIÓN SUCS

ML

### CONTRACCIÓN LINEAL

Li \_\_\_\_\_  
 Lf \_\_\_\_\_  
 CL= \_\_\_\_\_ %



# LÍMITE DE CONSISTENCIA

OBRA: "CESI" SEDE MÉRIDA  
 LOCALIZACIÓN: MÉRIDA YUCATÁN. MÉXICO.  
 CALCULÓ: IVÁN VIVEROS

SONDEO: SM - 2  
 MUESTRA: 1  
 PROF. (m): 0.05 - 0.65

## LÍMITE LÍQUIDO

Tara No.	No. De Golpes	Wm + Tara (g)	Wd + Tara (g)	Tara (g)	Ww (g)	Ws (g)	$\omega$ %
781	7	20.46	18.05	13.08	2.41	4.97	48.49
741	15	21.04	18.53	13.02	2.51	5.51	45.55
849	25	22.29	19.66	13.60	2.63	6.06	43.40
603	40	23.77	20.66	13.17	3.11	7.49	41.52

## LÍMITE PLÁSTICO

724	---	36.62	31.95	13.33	4.67	18.62	25.08
721	---	36.35	31.75	13.15	4.60	18.60	24.73



### RESULTADOS

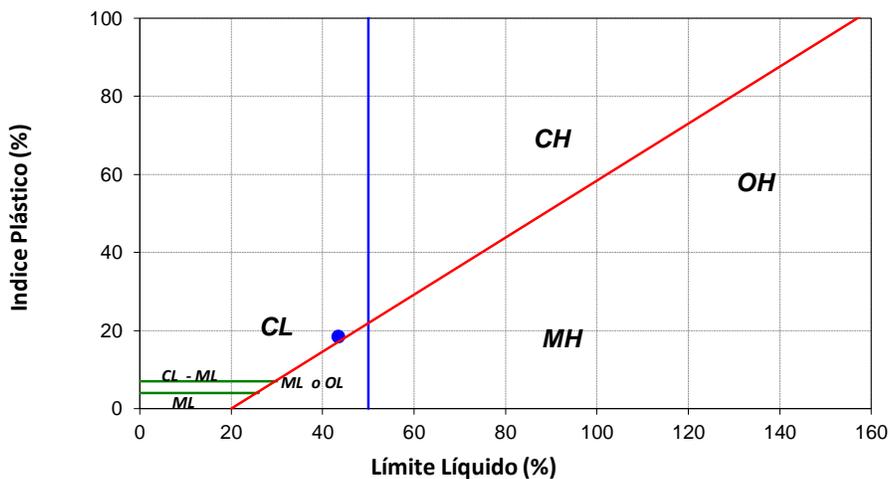
LL= 43.40 %  
 LP= 24.91 %  
 IP= 18.49 %

### CLASIFICACIÓN SUCS

CL

### CONTRACCIÓN LINEAL

Li \_\_\_\_\_  
 Lf \_\_\_\_\_  
 CL= \_\_\_\_\_ %



# LÍMITE DE CONSISTENCIA

OBRA: "CESI" SEDE MÉRIDA  
 LOCALIZACIÓN: MÉRIDA YUCATÁN. MÉXICO.  
 CALCULÓ: IVÁN VIVEROS

SONDEO: SM - 2  
 MUESTRA: 2  
 PROF. (m): 0.65 - 1.25

## LÍMITE LÍQUIDO

Tara No.	No. De Golpes	Wm + Tara (g)	Wd + Tara (g)	Tara (g)	Ww (g)	Ws (g)	$\omega$ %
427	6	20.53	18.09	13.11	2.44	4.98	49.00
800	15	21.67	18.95	12.95	2.72	6.00	45.33
778	24	22.46	19.66	13.17	2.80	6.49	43.14
779	36	23.17	20.19	13.12	2.98	7.07	42.15

## LÍMITE PLÁSTICO

538	---	32.86	28.90	12.86	3.96	16.04	24.69
621	---	33.42	29.40	13.22	4.02	16.18	24.85



### RESULTADOS

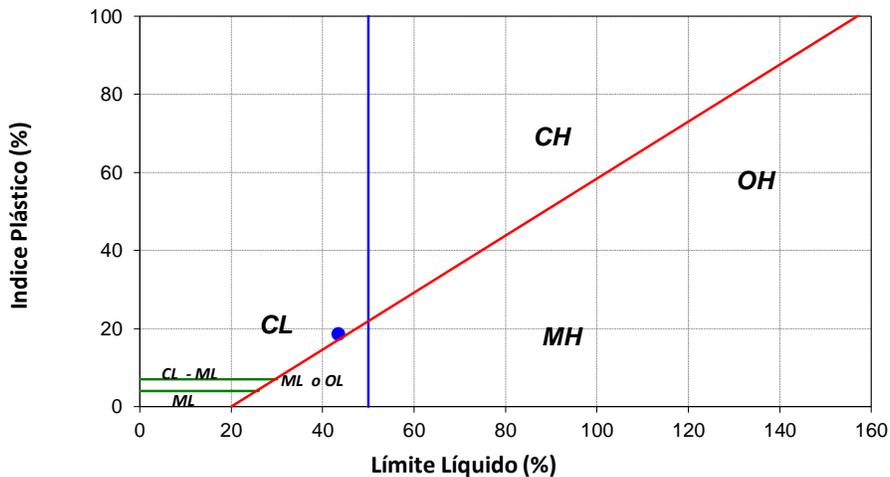
LL= 43.40 %  
 LP= 24.77 %  
 IP= 18.63 %

### CLASIFICACIÓN SUCS

CL

### CONTRACCIÓN LINEAL

Li \_\_\_\_\_  
 Lf \_\_\_\_\_  
 CL= \_\_\_\_\_ %



# LÍMITE DE CONSISTENCIA

OBRA: "CESI" SEDE MÉRIDA  
 LOCALIZACIÓN: MÉRIDA YUCATÁN. MÉXICO.  
 CALCULÓ: IVÁN VIVEROS

SONDEO: PCA - 1  
 MUESTRA: B - 2  
 PROF. (m): 0.05 - 0.30

## LÍMITE LÍQUIDO

Tara No.	No. De Golpes	Wm + Tara (g)	Wd + Tara (g)	Tara (g)	Ww (g)	Ws (g)	$\omega$ %
659	8	20.56	19.37	13.34	1.19	6.03	19.73
695	16	21.32	20.07	13.12	1.25	6.95	17.99
754	25	22.08	20.76	13.00	1.32	7.76	17.01
409	43	23.23	21.84	13.16	1.39	8.68	16.01

## LÍMITE PLÁSTICO

667	---	32.08	29.57	13.05	2.51	16.52	15.19
544	---	32.00	29.50	13.16	2.50	16.34	15.30



### RESULTADOS

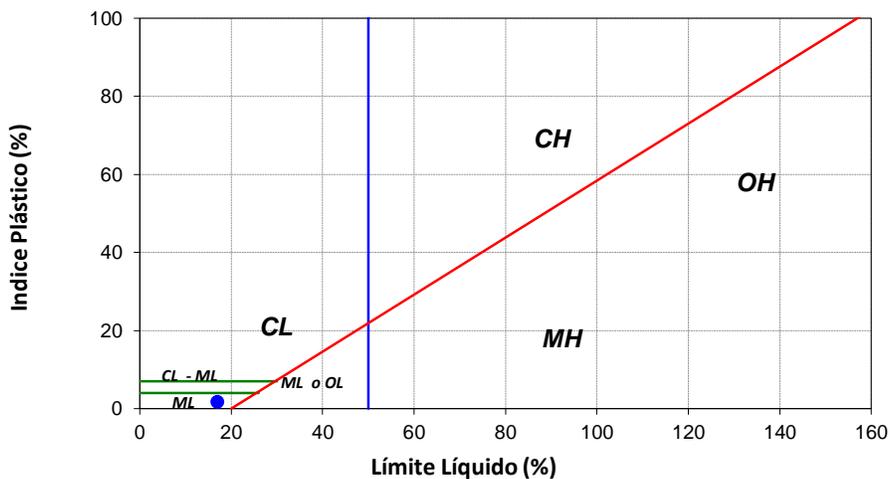
LL= 17.00 %  
 LP= 15.25 %  
 IP= 1.75 %

### CLASIFICACIÓN SUCS

ML

### CONTRACCIÓN LINEAL

Li \_\_\_\_\_  
 Lf \_\_\_\_\_  
 CL= \_\_\_\_\_ %



# LÍMITE DE CONSISTENCIA

OBRA: "CESI" SEDE MÉRIDA  
 LOCALIZACIÓN: MÉRIDA YUCATÁN. MÉXICO.  
 CALCULÓ: IVÁN VIVEROS

SONDEO: PCA - 1  
 MUESTRA: B - 3  
 PROF. (m): 0.30 - 0.40

## LÍMITE LÍQUIDO

Tara No.	No. De Golpes	Wm + Tara (g)	Wd + Tara (g)	Tara (g)	Ww (g)	Ws (g)	$\omega$ %
706	8	21.46	19.63	13.14	1.83	6.49	28.20
814	15	22.08	20.22	13.18	1.86	7.04	26.42
680	26	23.68	21.60	13.31	2.08	8.29	25.09
446	42	24.64	22.48	13.43	2.16	9.05	23.87

## LÍMITE PLÁSTICO

419	---	36.14	32.49	12.83	3.65	19.66	18.57
804	---	38.90	34.85	13.22	4.05	21.63	18.72



### RESULTADOS

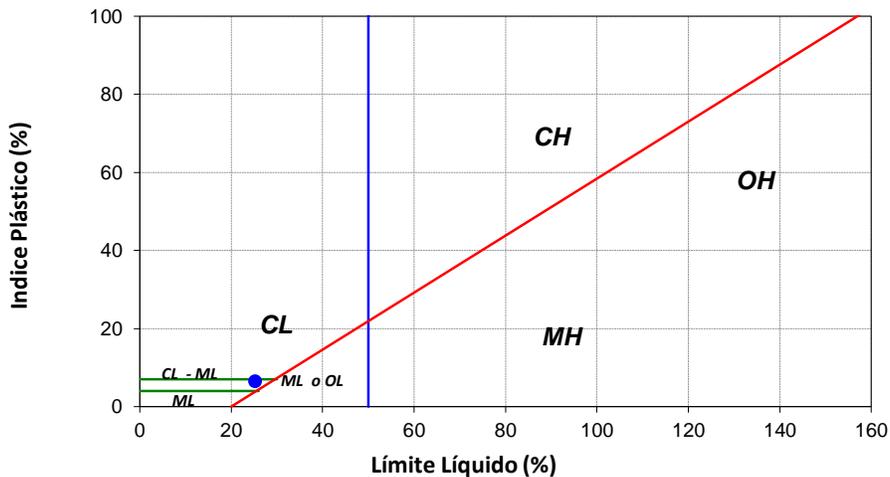
LL= 25.20 %  
 LP= 18.64 %  
 IP= 6.56 %

### CLASIFICACIÓN SUCS

CL - ML

### CONTRACCIÓN LINEAL

Li \_\_\_\_\_  
 Lf \_\_\_\_\_  
 CL= \_\_\_\_\_ %



# LÍMITE DE CONSISTENCIA

OBRA: "CESI" SEDE MÉRIDA  
 LOCALIZACIÓN: MÉRIDA YUCATÁN. MÉXICO.  
 CALCULÓ: IVÁN VIVEROS

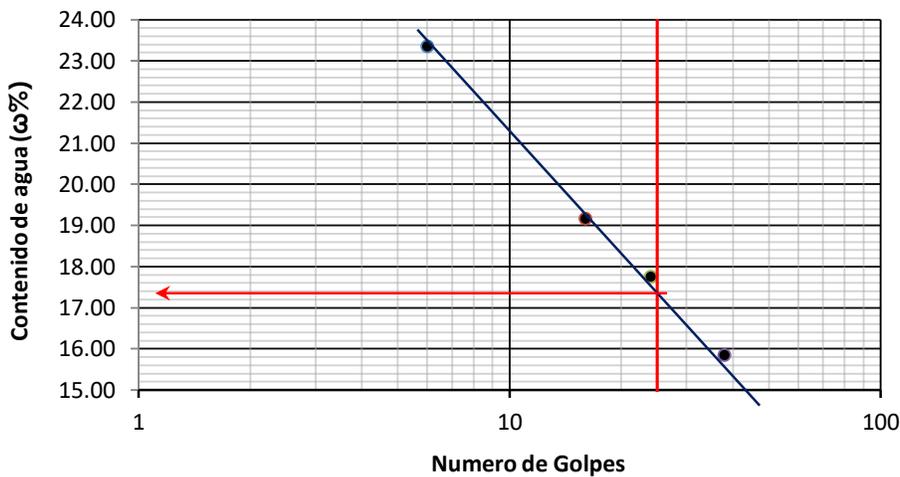
SONDEO: PCA - 2  
 MUESTRA: B - 2  
 PROF. (m): 0.05 - 0.20

## LÍMITE LÍQUIDO

Tara No.	No. De Golpes	Wm + Tara (g)	Wd + Tara (g)	Tara (g)	Ww (g)	Ws (g)	$\omega$ %
437	6	22.65	20.90	13.41	1.75	7.49	23.36
700	16	21.26	19.92	12.93	1.34	6.99	19.17
717	24	22.88	21.34	12.67	1.54	8.67	17.76
790	38	23.01	21.65	13.07	1.36	8.58	15.85

## LÍMITE PLÁSTICO

729	---	35.12	32.28	13.17	2.84	19.11	14.86
736	---	31.90	29.49	13.15	2.41	16.34	14.75



### RESULTADOS

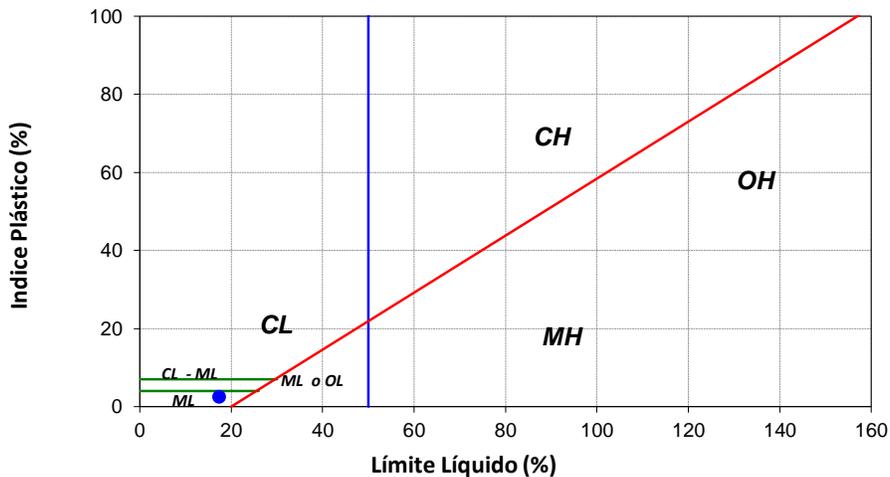
LL= 17.40 %  
 LP= 14.81 %  
 IP= 2.59 %

### CLASIFICACIÓN SUCS

ML

### CONTRACCIÓN LINEAL

Li \_\_\_\_\_  
 Lf \_\_\_\_\_  
 CL= \_\_\_\_\_ %



# LÍMITE DE CONSISTENCIA

OBRA: "CESI" SEDE MÉRIDA  
 LOCALIZACIÓN: MÉRIDA YUCATÁN. MÉXICO.  
 CALCULÓ: IVÁN VIVEROS

SONDEO: PCA - 2  
 MUESTRA: B - 4  
 PROF. (m): 0.40 - 0.90

## LÍMITE LÍQUIDO

Tara No.	No. De Golpes	Wm + Tara (g)	Wd + Tara (g)	Tara (g)	Ww (g)	Ws (g)	$\omega$ %
641	7	21.50	17.90	12.77	3.60	5.13	70.18
786	17	22.56	18.62	12.75	3.94	5.87	67.12
812	25	23.89	19.61	13.10	4.28	6.51	65.75
735	39	24.87	20.26	13.03	4.61	7.23	63.76

## LÍMITE PLÁSTICO

763	---	38.15	31.19	13.58	6.96	17.61	39.52
733	---	37.83	30.85	13.21	6.98	17.64	39.57



### RESULTADOS

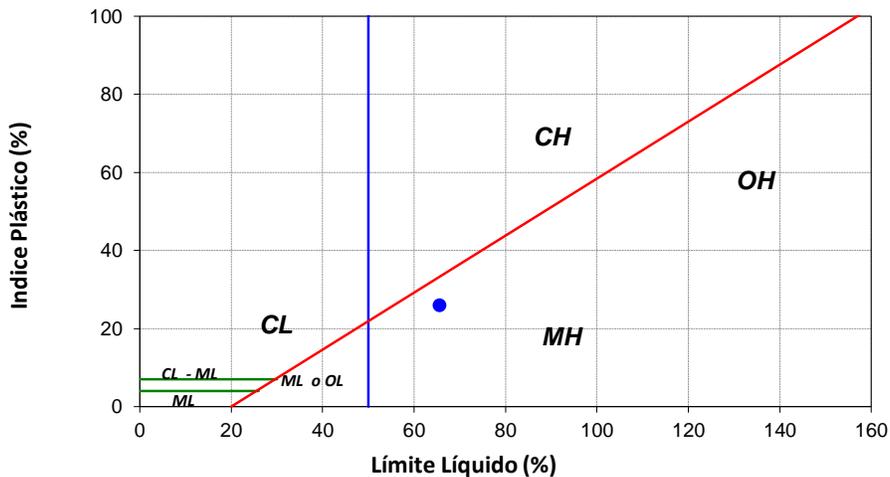
LL= 65.60 %  
 LP= 39.55 %  
 IP= 26.05 %

### CLASIFICACIÓN SUCS

MH

### CONTRACCIÓN LINEAL

Li \_\_\_\_\_  
 Lf \_\_\_\_\_  
 CL= \_\_\_\_\_ %



# LÍMITE DE CONSISTENCIA

OBRA: "CESI" SEDE MÉRIDA  
 LOCALIZACIÓN: MÉRIDA YUCATÁN. MÉXICO.  
 CALCULÓ: IVÁN VIVEROS

SONDEO: PCA - 3  
 MUESTRA: B - 2  
 PROF. (m): 0.05 - 0.20

## LÍMITE LÍQUIDO

Tara No.	No. De Golpes	Wm + Tara (g)	Wd + Tara (g)	Tara (g)	Ww (g)	Ws (g)	$\omega$ %
839	7	21.39	20.00	13.20	1.39	6.80	20.44
636	14	23.33	21.69	13.07	1.64	8.62	19.03
838	24	23.59	21.98	12.90	1.61	9.08	17.73
698	39	23.69	22.19	13.33	1.50	8.86	16.93

## LÍMITE PLÁSTICO

234	---	29.58	27.18	11.31	2.40	15.87	15.12
2	---	27.05	24.92	10.77	2.13	14.15	15.05



### RESULTADOS

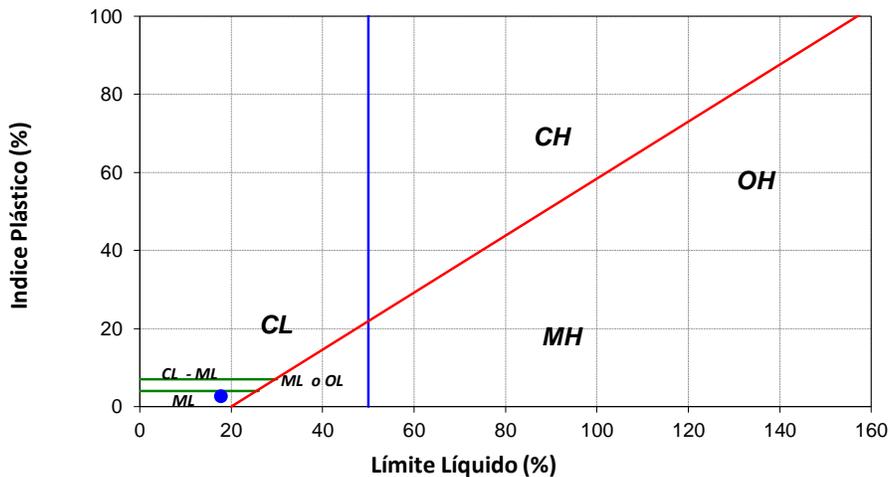
LL= 17.80 %  
 LP= 15.09 %  
 IP= 2.71 %

### CLASIFICACIÓN SUCS

ML

### CONTRACCIÓN LINEAL

Li \_\_\_\_\_  
 Lf \_\_\_\_\_  
 CL= \_\_\_\_\_ %



# LÍMITE DE CONSISTENCIA

OBRA: "CESI" SEDE MÉRIDA  
 LOCALIZACIÓN: MÉRIDA YUCATÁN. MÉXICO.  
 CALCULÓ: IVÁN VIVEROS

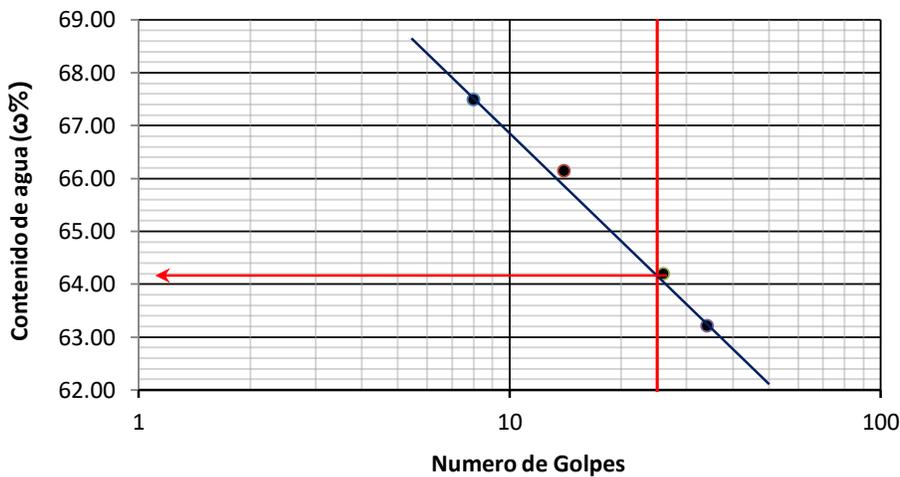
SONDEO: PCA - 3  
 MUESTRA: B - 5  
 PROF. (m): 0.50 - 0.70

## LÍMITE LÍQUIDO

Tara No.	No. De Golpes	Wm + Tara (g)	Wd + Tara (g)	Tara (g)	Ww (g)	Ws (g)	$\omega$ %
200	8	22.65	17.77	10.54	4.88	7.23	67.50
397	14	23.07	17.93	10.16	5.14	7.77	66.15
187	26	24.32	19.12	11.02	5.20	8.10	64.20
40	34	26.00	20.19	11.00	5.81	9.19	63.22

## LÍMITE PLÁSTICO

381	---	30.46	24.85	10.13	5.61	14.72	38.11
250	---	30.59	25.10	10.80	5.49	14.30	38.39



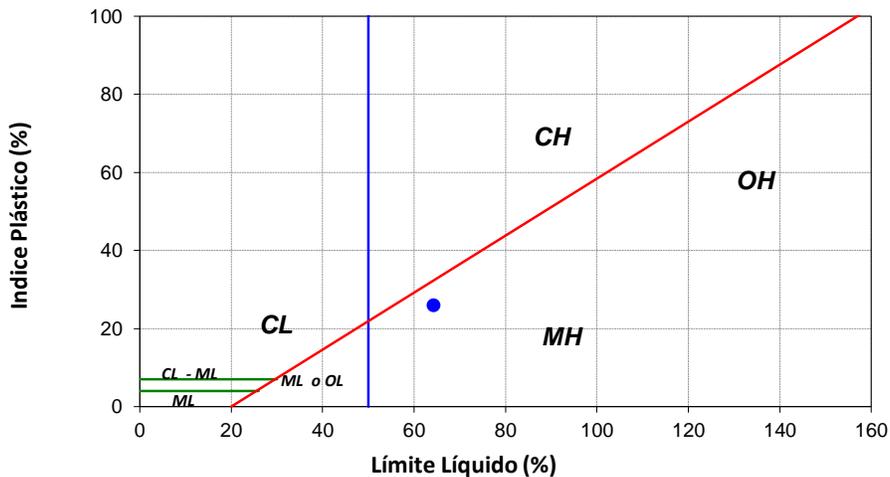
### RESULTADOS

LL= 64.20 %  
 LP= 38.25 %  
 IP= 25.95 %

CLASIFICACIÓN SUCS  
 MH

### CONTRACCIÓN LINEAL

Li \_\_\_\_\_  
 Lf \_\_\_\_\_  
 CL= \_\_\_\_\_ %



# Análisis de granulometría.



# GRANULOMETRÍA POR MALLAS

OBRA: "CESI" SEDE MÉRIDA  
 LOCALIZACIÓN: MÉRIDA YUCATÁN, MÉXICO.  
 CALCULÓ: IVÁN VIVEROS

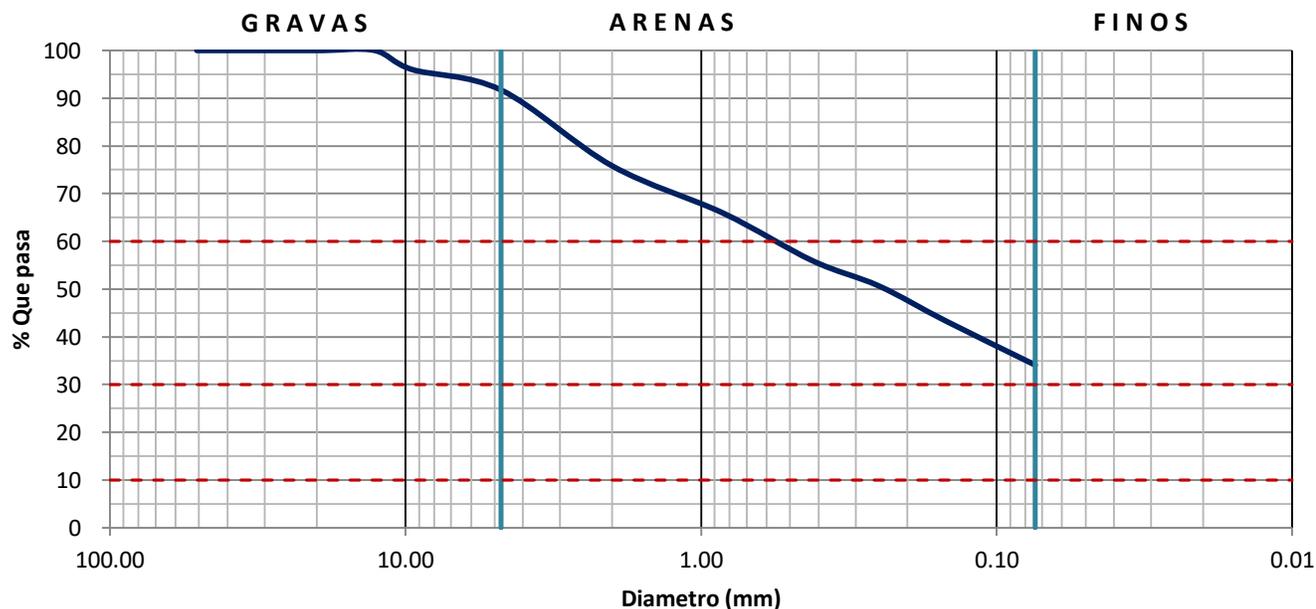
SONDEO: SM - 1  
 MUESTRA: 1 P/INF.  
 PROFUNDIDAD (m): 0.05 - 0.65

Peso de la muestra: 30.2 g

## COMPOSICIÓN GRANULOMÉTRICA

Malla No.	2"	1 1/2"	1"	3/4"	1/2"	3/8"	No. 4	10	20	40	60	100	200
Abertura (mm)	50.80	36.10	25.40	19.05	12.70	9.52	4.75	2.00	0.84	0.42	0.25	0.149	0.074
Wsuelo retenido	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.2	1.3	4.8	3.0	3.0	1.6	2.2	2.8
% retenido	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.0	4.3	15.9	9.9	9.9	5.3	7.3	9.3
% que pasa	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	96.0	91.7	75.8	65.9	56.0	50.7	43.4	34.1

## CURVA GRANULOMÉTRICA



$D_{10} = 0.00$  mm

$D_{30} = 0.00$  mm

$D_{60} = 0.56$  mm

$C_u =$  \_\_\_\_\_

$C_c =$  \_\_\_\_\_

GRAVA = 8.28 %

ARENA = 57.62 %

FINOS = 34.11 %

# GRANULOMETRÍA POR MALLAS

OBRA: "CESI" SEDE MÉRIDA  
 LOCALIZACIÓN: MÉRIDA YUCATÁN, MÉXICO.  
 CALCULÓ: IVÁN VIVEROS

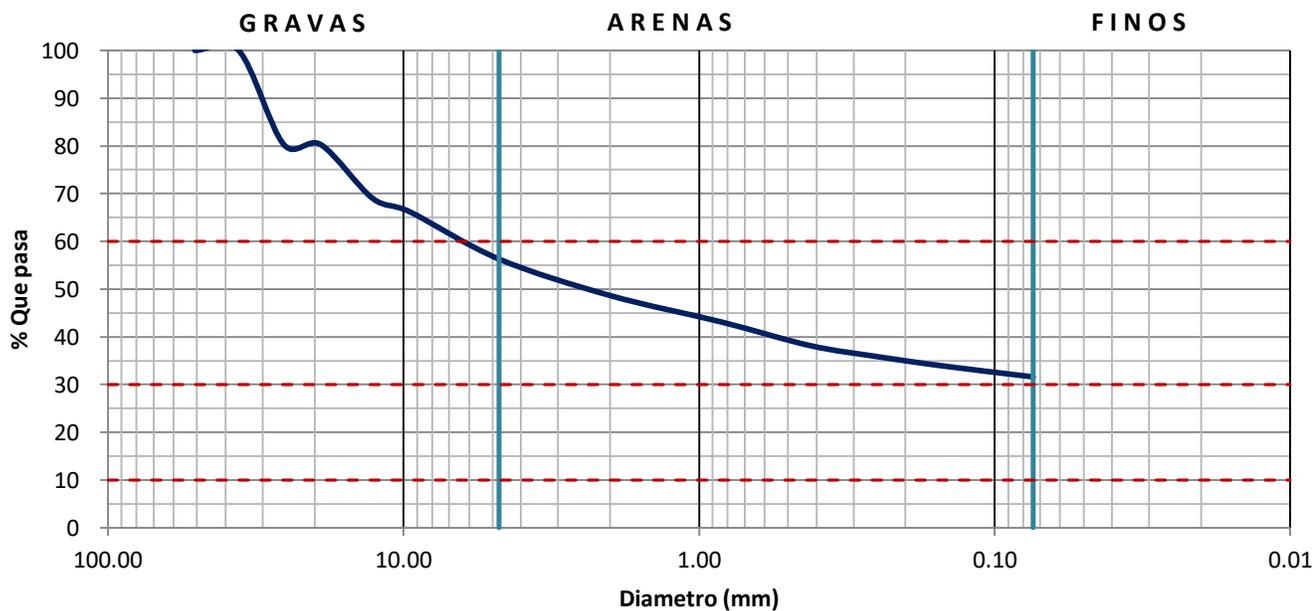
SONDEO: SM - 1  
 MUESTRA: 2 P/INF.  
 PROFUNDIDAD (m): 0.65 - 1.15

Peso de la muestra: 100.9 g

## COMPOSICIÓN GRANULOMÉTRICA

Malla No.	2"	1 1/2"	1"	3/4"	1/2"	3/8"	No. 4	10	20	40	60	100	200
Abertura (mm)	50.80	36.10	25.40	19.05	12.70	9.52	4.75	2.00	0.84	0.42	0.25	0.149	0.074
Wsuelo retenido	0.0	0.0	19.9	0.0	11.4	2.8	10.0	7.7	5.6	5.0	2.3	2.0	2.3
% retenido	0.0	0.0	19.7	0.0	11.3	2.8	9.9	7.6	5.6	5.0	2.3	2.0	2.3
% que pasa	100.0	100.0	80.3	80.3	69.0	66.2	56.3	48.7	43.1	38.2	35.9	33.9	31.6

## CURVA GRANULOMÉTRICA



$$D_{10} = 0.00 \text{ mm}$$

$$D_{30} = 0.00 \text{ mm}$$

$$D_{60} = 6.16 \text{ mm}$$

$$C_u =$$

$$C_c =$$

$$\text{GRAVA} = 43.71 \%$$

$$\text{ARENA} = 24.68 \%$$

$$\text{FINOS} = 31.62 \%$$

# GRANULOMETRÍA POR MALLAS

OBRA: "CESI" SEDE MÉRIDA  
 LOCALIZACIÓN: MÉRIDA YUCATÁN, MÉXICO.  
 CALCULÓ: IVÁN VIVEROS

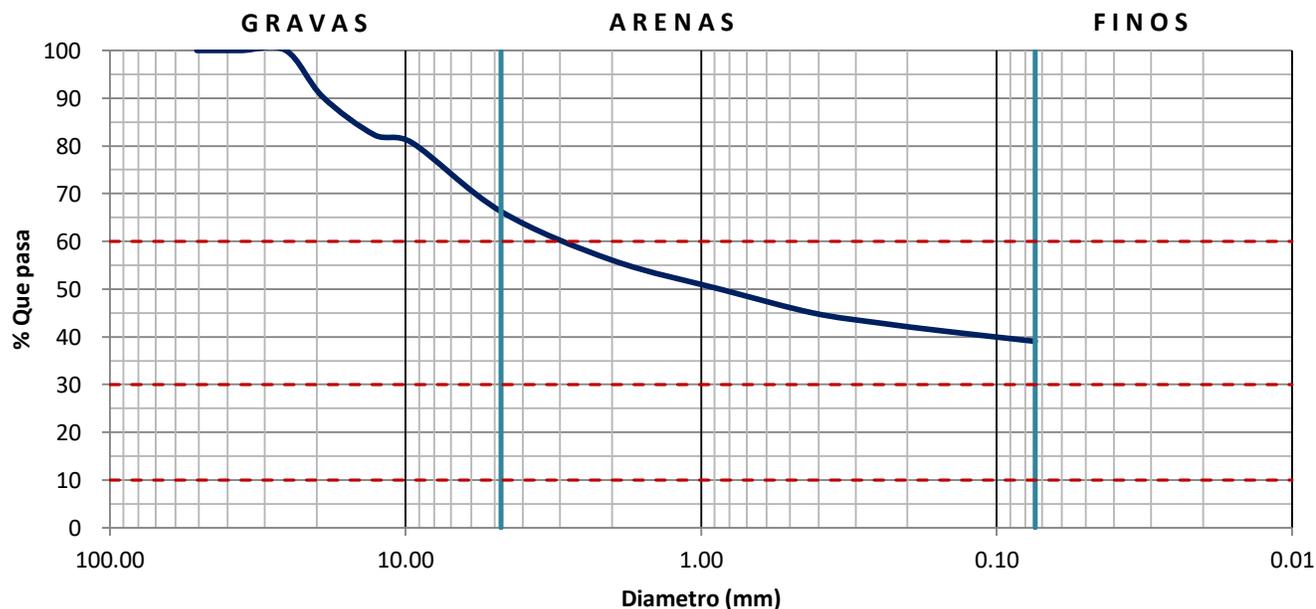
SONDEO: SM - 2  
 MUESTRA: 1  
 PROFUNDIDAD (m): 0.05 - 0.65

Peso de la muestra: 108.8 g

## COMPOSICIÓN GRANULOMÉTRICA

Malla No.	2"	1 1/2"	1"	3/4"	1/2"	3/8"	No. 4	10	20	40	60	100	200
Abertura (mm)	50.80	36.10	25.40	19.05	12.70	9.52	4.75	2.00	0.84	0.42	0.25	0.149	0.074
Wsuelo retenido	0.0	0.0	0.0	10.6	8.7	1.7	15.7	11.1	6.8	5.2	2.3	1.9	2.3
% retenido	0.0	0.0	0.0	9.7	8.0	1.6	14.4	10.2	6.3	4.8	2.1	1.7	2.1
% que pasa	100.0	100.0	100.0	90.3	82.3	80.7	66.3	56.1	49.8	45.0	42.9	41.2	39.1

## CURVA GRANULOMÉTRICA



$$D_{10} = \frac{0.00}{\text{mm}}$$

$$D_{30} = \frac{0.00}{\text{mm}}$$

$$D_{60} = \frac{2.79}{\text{mm}}$$

$$C_u = \frac{\quad}{\quad}$$

$$C_c = \frac{\quad}{\quad}$$

$$\text{GRAVA} = \frac{33.73}{\%}$$

$$\text{ARENA} = \frac{27.21}{\%}$$

$$\text{FINOS} = \frac{39.06}{\%}$$

# GRANULOMETRÍA POR MALLAS

OBRA: "CESI" SEDE MÉRIDA  
 LOCALIZACIÓN: MÉRIDA YUCATÁN, MÉXICO.  
 CALCULÓ: IVÁN VIVEROS

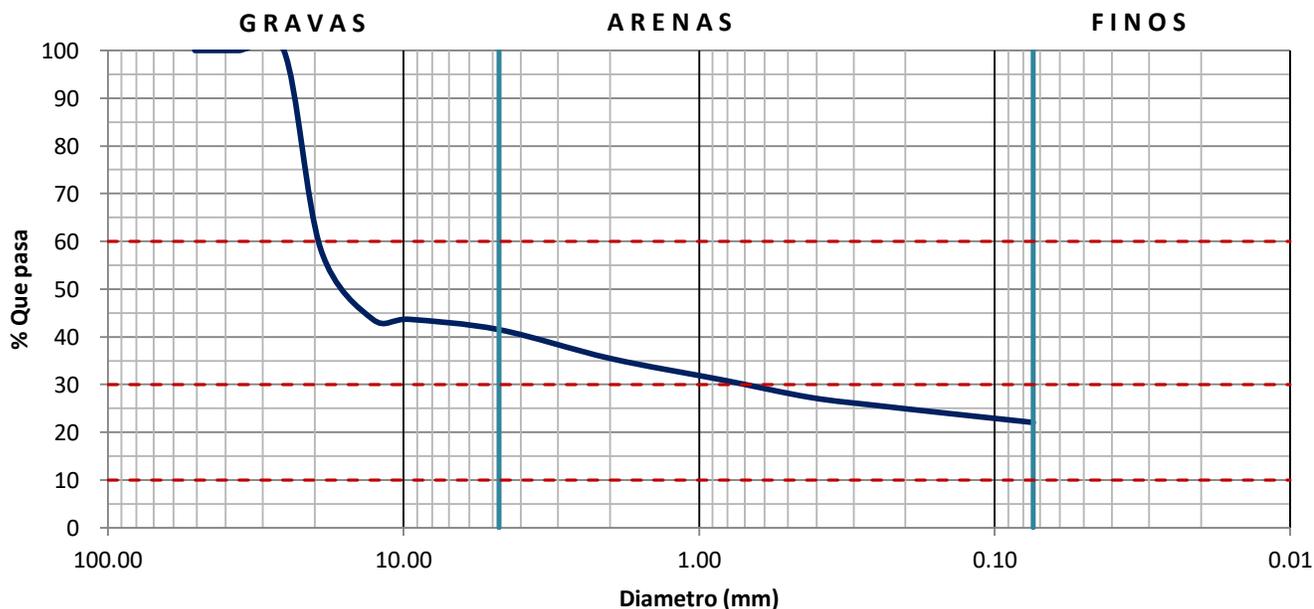
SONDEO: SM - 2  
 MUESTRA: 2  
 PROFUNDIDAD (m): 0.65 - 1.25

Peso de la muestra: 64.8 g

## COMPOSICIÓN GRANULOMÉTRICA

Malla No.	2"	1 1/2"	1"	3/4"	1/2"	3/8"	No. 4	10	20	40	60	100	200
Abertura (mm)	50.80	36.10	25.40	19.05	12.70	9.52	4.75	2.00	0.84	0.42	0.25	0.149	0.074
Wsuelo retenido	0.0	0.0	0.0	27.0	9.5	0.0	1.4	3.9	2.9	2.4	1.1	1.0	1.3
% retenido	0.0	0.0	0.0	41.7	14.7	0.0	2.2	6.0	4.5	3.7	1.7	1.5	2.0
% que pasa	100.0	100.0	100.0	58.3	43.7	43.7	41.5	35.5	31.0	27.3	25.6	24.1	22.1

## CURVA GRANULOMÉTRICA



$D_{10} = 0.00$  mm

$D_{30} = 0.69$  mm

$D_{60} = 19.27$  mm

$C_u =$  \_\_\_\_\_

$C_c =$  \_\_\_\_\_

GRAVA = 58.49 %

ARENA = 19.44 %

FINOS = 22.07 %

# GRANULOMETRÍA POR MALLAS

OBRA: "CESI" SEDE MÉRIDA  
 LOCALIZACIÓN: MÉRIDA YUCATÁN, MÉXICO.  
 CALCULÓ: IVÁN VIVEROS

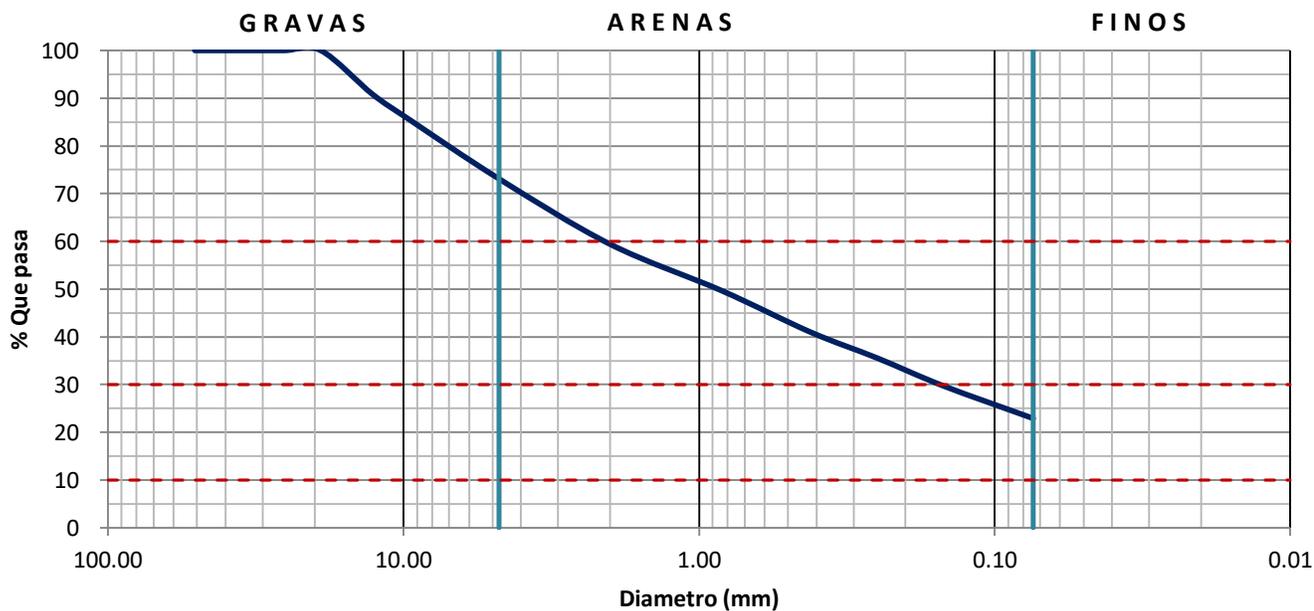
SONDEO: PCA - 1  
 MUESTRA: B - 2  
 PROFUNDIDAD (m): 0.05 - 0.30

Peso de la muestra: 186.3 g

## COMPOSICIÓN GRANULOMÉTRICA

Malla No.	2"	1 1/2"	1"	3/4"	1/2"	3/8"	No. 4	10	20	40	60	100	200
Abertura (mm)	50.80	36.10	25.40	19.05	12.70	9.52	4.75	2.00	0.84	0.42	0.25	0.149	0.074
Wsuelo retenido	0.0	0.0	0.0	0.0	17.2	9.9	23.0	25.5	18.1	16.2	10.1	10.9	12.7
% retenido	0.0	0.0	0.0	0.0	9.2	5.3	12.3	13.7	9.7	8.7	5.4	5.9	6.8
% que pasa	100.0	100.0	100.0	100.0	90.8	85.5	73.1	59.4	49.7	41.0	35.6	29.7	22.9

## CURVA GRANULOMÉTRICA



$D_{10} = 0.00$  mm

$D_{30} = 0.14$  mm

$D_{60} = 2.07$  mm

$C_u =$  \_\_\_\_\_

$C_c =$  \_\_\_\_\_

GRAVA = 26.89 %

ARENA = 50.19 %

FINOS = 22.92 %

# GRANULOMETRÍA POR MALLAS

OBRA: "CESI" SEDE MÉRIDA  
 LOCALIZACIÓN: MÉRIDA YUCATÁN, MÉXICO.  
 CALCULÓ: IVÁN VIVEROS

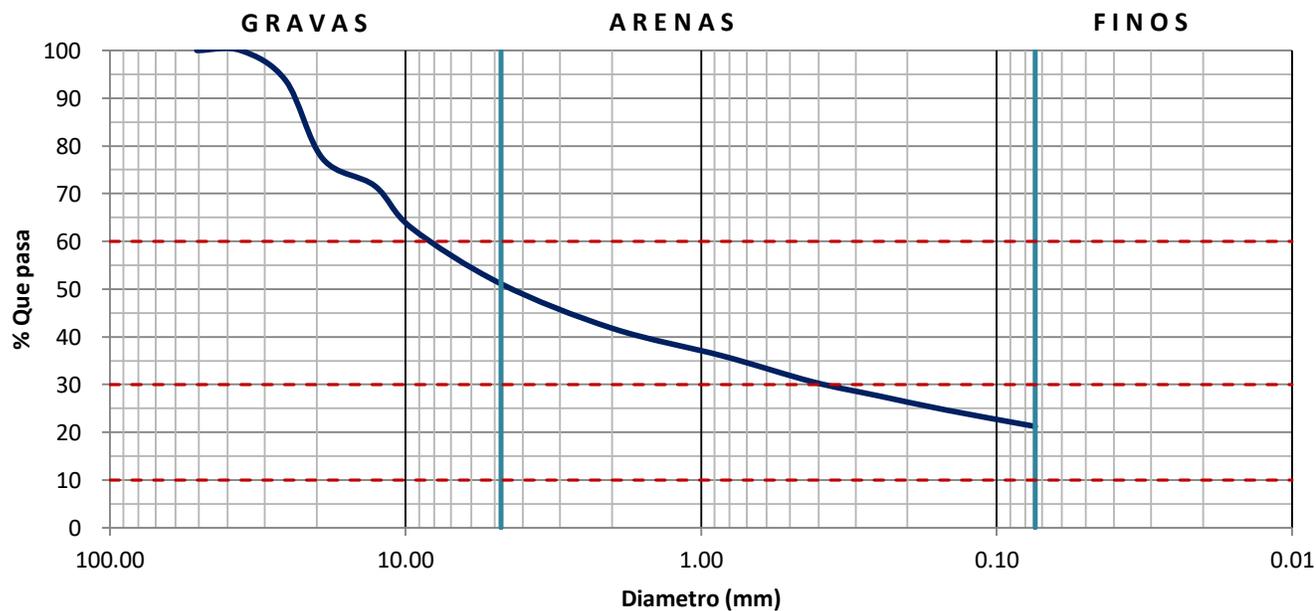
SONDEO: PCA - 1  
 MUESTRA: B - 3  
 PROFUNDIDAD (m): 0.30 - 0.40

Peso de la muestra: 400.7 g

## COMPOSICIÓN GRANULOMÉTRICA

Malla No.	2"	1 1/2"	1"	3/4"	1/2"	3/8"	No. 4	10	20	40	60	100	200
Abertura (mm)	50.80	36.10	25.40	19.05	12.70	9.52	4.75	2.00	0.84	0.42	0.25	0.149	0.074
Wsuelo retenido	0.0	0.0	25.4	65.5	22.8	35.5	46.7	37.3	23.4	21.5	11.9	11.7	13.9
% retenido	0.0	0.0	6.3	16.3	5.7	8.9	11.7	9.3	5.8	5.4	3.0	2.9	3.5
% que pasa	100.0	100.0	93.7	77.3	71.6	62.8	51.1	41.8	36.0	30.6	27.6	24.7	21.2

## CURVA GRANULOMÉTRICA



$D_{10} = 0.00$  mm

$D_{30} = 0.38$  mm

$D_{60} = 8.07$  mm

$C_u =$  \_\_\_\_\_

$C_c =$  \_\_\_\_\_

GRAVA = 48.89 %

ARENA = 29.87 %

FINOS = 21.24 %

# GRANULOMETRÍA POR MALLAS

OBRA: "CESI" SEDE MÉRIDA  
 LOCALIZACIÓN: MÉRIDA YUCATÁN, MÉXICO.  
 CALCULÓ: IVÁN VIVEROS

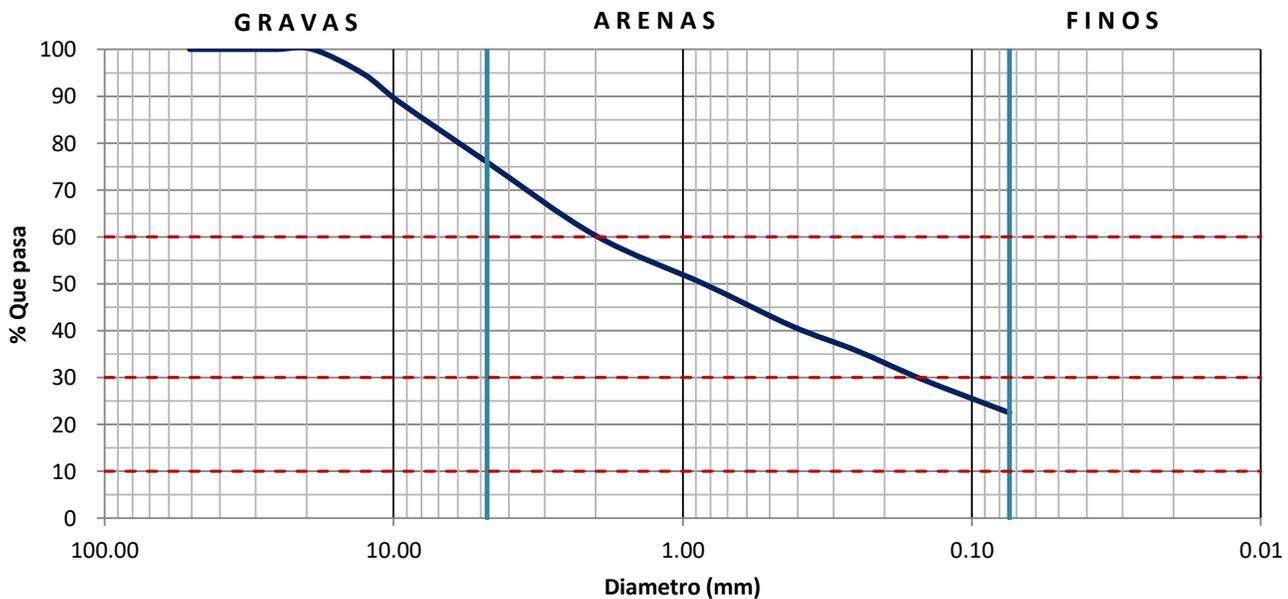
SONDEO: PCA - 2  
 MUESTRA: B - 2  
 PROFUNDIDAD (m): 0.05 - 0.20

Peso de la muestra: 193.2 g

## COMPOSICIÓN GRANULOMÉTRICA

Malla No.	2"	1 1/2"	1"	3/4"	1/2"	3/8"	No. 4	10	20	40	60	100	200
Abertura (mm)	50.80	36.10	25.40	19.05	12.70	9.52	4.75	2.00	0.84	0.42	0.25	0.149	0.074
Wsuelo retenido	0.0	0.0	0.0	0.0	10.2	11.7	24.6	30.3	20.0	17.2	10.2	11.7	13.9
% retenido	0.0	0.0	0.0	0.0	5.3	6.1	12.7	15.7	10.4	8.9	5.3	6.1	7.2
% que pasa	100.0	100.0	100.0	100.0	94.7	88.7	75.9	60.2	49.9	41.0	35.7	29.7	22.5

## CURVA GRANULOMÉTRICA



$$D_{10} = \frac{0.00}{\quad} \text{ mm}$$

$$D_{30} = \frac{0.14}{\quad} \text{ mm}$$

$$D_{60} = \frac{1.96}{\quad} \text{ mm}$$

$$C_u = \frac{\quad}{\quad}$$

$$C_c = \frac{\quad}{\quad}$$

$$\text{GRAVA} = \frac{24.07}{\quad} \%$$

$$\text{ARENA} = \frac{53.47}{\quad} \%$$

$$\text{FINOS} = \frac{22.46}{\quad} \%$$

# GRANULOMETRÍA POR MALLAS

OBRA: "CESI" SEDE MÉRIDA  
 LOCALIZACIÓN: MÉRIDA YUCATÁN, MÉXICO.  
 CALCULÓ: IVÁN VIVEROS

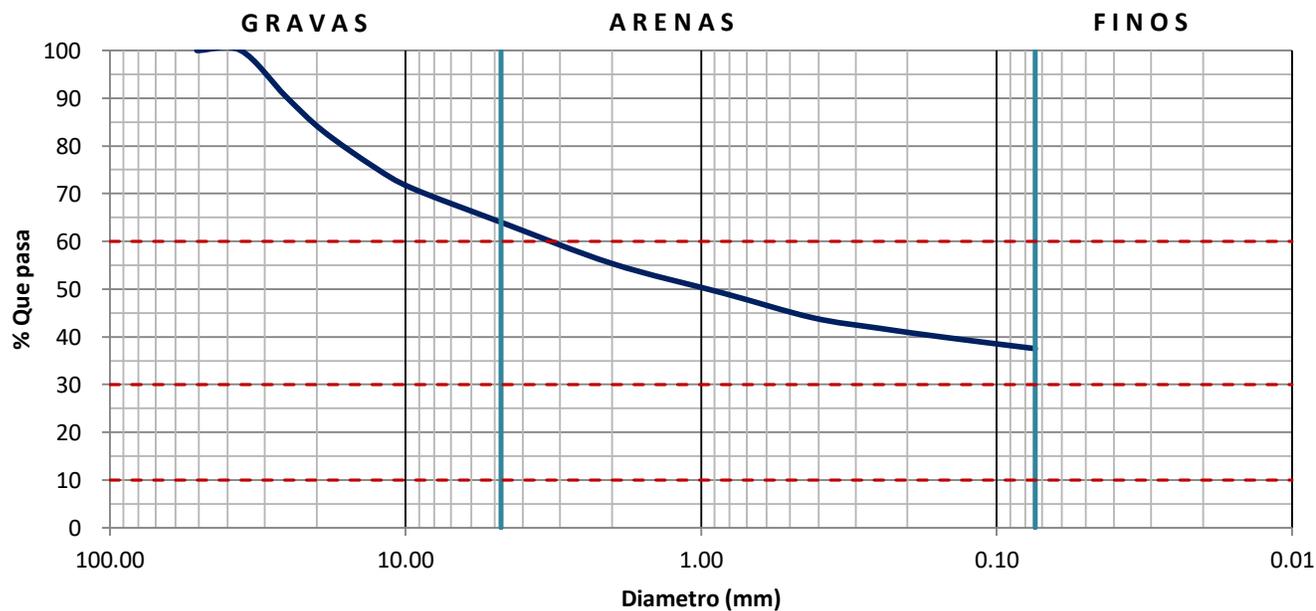
SONDEO: PCA - 2  
 MUESTRA: B - 4  
 PROFUNDIDAD (m): 0.40 - 0.90

Peso de la muestra: 212.6 g

## COMPOSICIÓN GRANULOMÉTRICA

Malla No.	2"	1 1/2"	1"	3/4"	1/2"	3/8"	No. 4	10	20	40	60	100	200
Abertura (mm)	50.80	36.10	25.40	19.05	12.70	9.52	4.75	2.00	0.84	0.42	0.25	0.149	0.074
Wsuelo retenido	0.0	0.0	20.5	15.3	16.3	9.2	15.2	18.4	13.2	10.9	4.7	4.1	5.0
% retenido	0.0	0.0	9.6	7.2	7.7	4.3	7.1	8.7	6.2	5.1	2.2	1.9	2.4
% que pasa	100.0	100.0	90.4	83.2	75.5	71.2	64.0	55.4	49.2	44.0	41.8	39.9	37.5

## CURVA GRANULOMÉTRICA



$D_{10} = 0.00$  mm

$D_{30} = 0.00$  mm

$D_{60} = 3.18$  mm

$C_u =$  \_\_\_\_\_

$C_c =$  \_\_\_\_\_

GRAVA = 35.98 %

ARENA = 26.48 %

FINOS = 37.54 %

# GRANULOMETRÍA POR MALLAS

OBRA: "CESI" SEDE MÉRIDA  
 LOCALIZACIÓN: MÉRIDA YUCATÁN, MÉXICO.  
 CALCULÓ: IVÁN VIVEROS

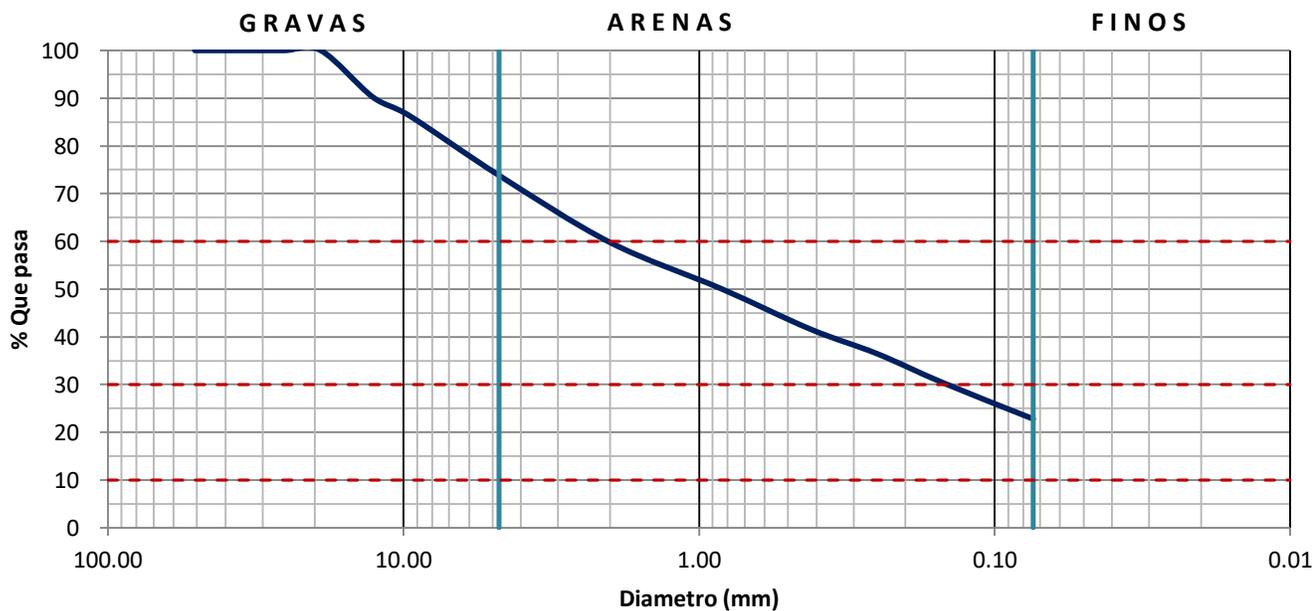
SONDEO: PCA - 3  
 MUESTRA: B - 2  
 PROFUNDIDAD (m): 0.05 - 0.20

Peso de la muestra: 220.1 g

## COMPOSICIÓN GRANULOMÉTRICA

Malla No.	2"	1 1/2"	1"	3/4"	1/2"	3/8"	No. 4	10	20	40	60	100	200
Abertura (mm)	50.80	36.10	25.40	19.05	12.70	9.52	4.75	2.00	0.84	0.42	0.25	0.149	0.074
Wsuelo retenido	0.0	0.0	0.0	0.0	21.5	8.7	27.4	30.9	21.4	18.6	11.3	13.5	16.6
% retenido	0.0	0.0	0.0	0.0	9.8	4.0	12.4	14.0	9.7	8.5	5.1	6.1	7.5
% que pasa	100.0	100.0	100.0	100.0	90.2	86.3	73.8	59.8	50.1	41.6	36.5	30.3	22.8

## CURVA GRANULOMÉTRICA



$$D_{10} = 0.00 \text{ mm}$$

$$D_{30} = 0.13 \text{ mm}$$

$$D_{60} = 2.03 \text{ mm}$$

$$C_u =$$

$$C_c =$$

$$\text{GRAVA} = 26.17 \%$$

$$\text{ARENA} = 51.02 \%$$

$$\text{FINOS} = 22.81 \%$$

# GRANULOMETRÍA POR MALLAS

OBRA: "CESI" SEDE MÉRIDA  
 LOCALIZACIÓN: MÉRIDA YUCATÁN, MÉXICO.  
 CALCULÓ: IVÁN VIVEROS

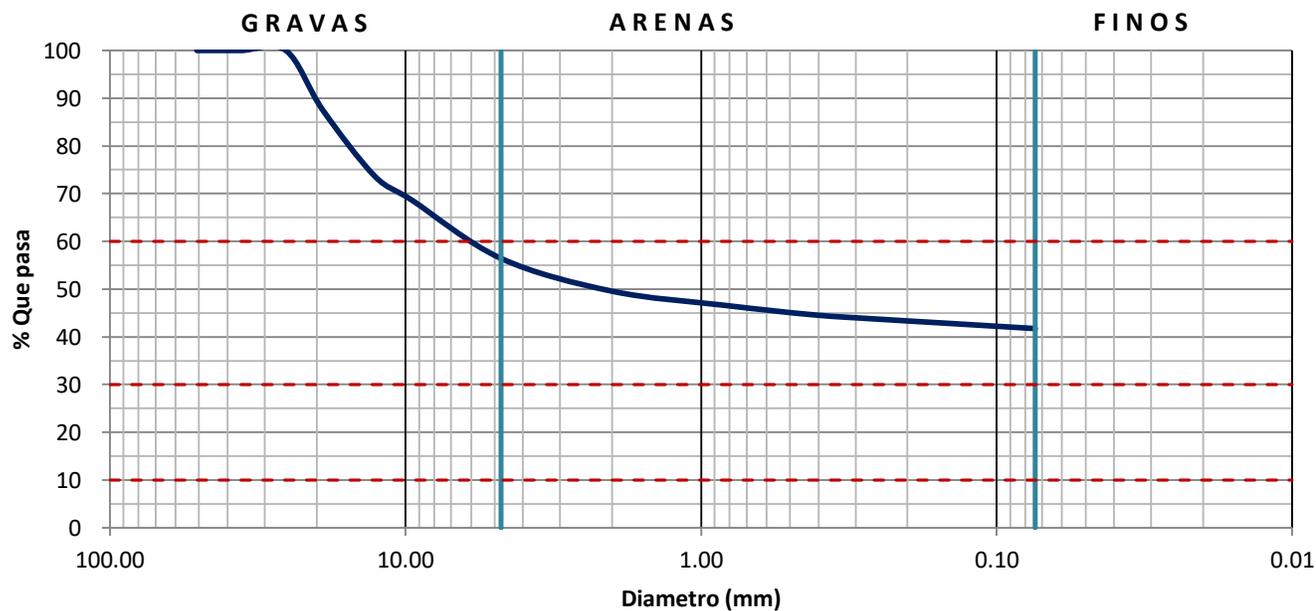
SONDEO: PCA - 3  
 MUESTRA: B - 5  
 PROFUNDIDAD (m): 0.50 - 0.70

Peso de la muestra: 300.2 g

## COMPOSICIÓN GRANULOMÉTRICA

Malla No.	2"	1 1/2"	1"	3/4"	1/2"	3/8"	No. 4	10	20	40	60	100	200
Abertura (mm)	50.80	36.10	25.40	19.05	12.70	9.52	4.75	2.00	0.84	0.42	0.25	0.149	0.074
Wsuelo retenido	0.0	0.0	0.0	37.5	41.6	15.0	36.7	20.6	8.8	6.0	2.8	2.5	3.4
% retenido	0.0	0.0	0.0	12.5	13.9	5.0	12.2	6.9	2.9	2.0	0.9	0.8	1.1
% que pasa	100.0	100.0	100.0	87.5	73.7	68.7	56.4	49.6	46.6	44.6	43.7	42.9	41.7

## CURVA GRANULOMÉTRICA



$$D_{10} = \frac{0.00}{\text{mm}}$$

$$D_{30} = \frac{0.00}{\text{mm}}$$

$$D_{60} = \frac{5.82}{\text{mm}}$$

$$C_u = \frac{\quad}{\quad}$$

$$C_c = \frac{\quad}{\quad}$$

$$\text{GRAVA} = \frac{43.57}{\%}$$

$$\text{ARENA} = \frac{14.69}{\%}$$

$$\text{FINOS} = \frac{41.74}{\%}$$

# Peso volumétrico.

# PESO VOLUMÉTRICO

---

## 1. Datos de la muestra

Obra: "CESI" SEDE MÉRIDA  
Banco: MÉRIDA YUCATÁN, MÉXICO.

PCA: SM - 1  
Muestra: M - 1 P/SUP.  
Prof. (m): 0.05 - 0.65  
Calculó: A. VIVEROS  
Fecha: 22-jun-17

## 2. Datos de la prueba

Peso de la muestra: 58.5 g  
Peso muestra + Cera: 64.7 g  
Peso de la cera: 6.2 g  
Volumen desalojado: 35.0 cm<sup>3</sup>  
Volumen de Cera: 6.7 cm<sup>3</sup>  
Volumen de muestra: 28.3 cm<sup>3</sup>

Peso Volumétrico de Cera: 0.93 g/cm<sup>3</sup>

Peso Volumétrico Muestra: 2.065 t/m<sup>3</sup>

# PESO VOLUMÉTRICO

---

## 1. Datos de la muestra

Obra: "CESI" SEDE MÉRIDA  
Banco: MÉRIDA YUCATÁN, MÉXICO.

PCA: SM - 1  
Muestra: M - 2 P/INF.  
Prof. (m): 0.65 - 1.15  
Calculó: A. VIVEROS  
Fecha: 22-jun-17

## 2. Datos de la prueba

Peso de la muestra: 73.2 g  
Peso muestra + Cera: 84.8 g  
Peso de la cera: 11.6 g  
Volumen desalojado: 53.0 cm<sup>3</sup>  
Volumen de Cera: 12.5 cm<sup>3</sup>  
Volumen de muestra: 40.5 cm<sup>3</sup>

Peso Volumétrico de Cera: 0.93 g/cm<sup>3</sup>  
Peso Volumétrico Muestra: 1.806 t/m<sup>3</sup>

# PESO VOLUMÉTRICO

---

## 1. Datos de la muestra

Obra: "CESI" SEDE MÉRIDA  
Banco: MÉRIDA YUCATÁN, MÉXICO.

PCA: SM - 2  
Muestra: M - 1  
Prof. (m): 0.05 - 0.65  
Calculó: A. VIVEROS  
Fecha: 22-jun-17

## 2. Datos de la prueba

Peso de la muestra: 53.6 g  
Peso muestra + Cera: 60.9 g  
Peso de la cera: 7.3 g  
Volumen desalojado: 41.0 cm<sup>3</sup>  
Volumen de Cera: 7.8 cm<sup>3</sup>  
Volumen de muestra: 33.2 cm<sup>3</sup>

Peso Volumétrico de Cera: 0.93 g/cm<sup>3</sup>

Peso Volumétrico Muestra: 1.617 t/m<sup>3</sup>

# PESO VOLUMÉTRICO

---

## 1. Datos de la muestra

Obra: "CESI" SEDE MÉRIDA  
Banco: MÉRIDA YUCATÁN, MÉXICO.

PCA: SM - 2  
Muestra: M - 2  
Prof. (m): 0.65 - 1.25  
Calculó: A. VIVEROS  
Fecha: 22-jun-17

## 2. Datos de la prueba

Peso de la muestra: 18.3 g  
Peso muestra + Cera: 22.7 g  
Peso de la cera: 4.4 g  
Volumen desalojado: 16.0 cm<sup>3</sup>  
Volumen de Cera: 4.7 cm<sup>3</sup>  
Volumen de muestra: 11.3 cm<sup>3</sup>

Peso Volumétrico de Cera: 0.93 g/cm<sup>3</sup>

Peso Volumétrico Muestra: 1.624 t/m<sup>3</sup>

# PESO VOLUMÉTRICO

---

## 1. Datos de la muestra

Obra: "CESI" SEDE MÉRIDA  
Banco: MÉRIDA YUCATÁN, MÉXICO.

PCA: PCA - 1  
Muestra: B - 2  
Prof. (m): 0.05 - 0.30  
Calculó: A. VIVEROS  
Fecha: 22-jun-17

## 2. Datos de la prueba

Peso de la muestra: 53.1 g  
Peso muestra + Cera: 61.9 g  
Peso de la cera: 8.8 g  
Volumen desalojado: 40.0 cm<sup>3</sup>  
Volumen de Cera: 9.5 cm<sup>3</sup>  
Volumen de muestra: 30.5 cm<sup>3</sup>

Peso Volumétrico de Cera: 0.93 g/cm<sup>3</sup>

Peso Volumétrico Muestra: 1.739 t/m<sup>3</sup>

# PESO VOLUMÉTRICO

---

## 1. Datos de la muestra

Obra: "CESI" SEDE MÉRIDA  
Banco: MÉRIDA YUCATÁN, MÉXICO.

PCA: PCA - 1  
Muestra: B - 3  
Prof. (m): 0.30 - 0.40  
Calculó: A. VIVEROS  
Fecha: 22-jun-17

## 2. Datos de la prueba

Peso de la muestra: 34.4 g  
Peso muestra + Cera: 38.0 g  
Peso de la cera: 3.6 g  
Volumen desalojado: 20.0 cm<sup>3</sup>  
Volumen de Cera: 3.9 cm<sup>3</sup>  
Volumen de muestra: 16.1 cm<sup>3</sup>

Peso Volumétrico de Cera: 0.93 g/cm<sup>3</sup>

Peso Volumétrico Muestra: 2.133 t/m<sup>3</sup>

# PESO VOLUMÉTRICO

---

## 1. Datos de la muestra

Obra: "CESI" SEDE MÉRIDA  
Banco: MÉRIDA YUCATÁN, MÉXICO.

PCA: PCA - 2  
Muestra: B - 2  
Prof. (m): 0.05 - 0.20  
Calculó: A. VIVEROS  
Fecha: 22-jun-17

## 2. Datos de la prueba

Peso de la muestra: 100.2 g  
Peso muestra + Cera: 108.8 g  
Peso de la cera: 8.6 g  
Volumen desalojado: 70.0 cm<sup>3</sup>  
Volumen de Cera: 9.2 cm<sup>3</sup>  
Volumen de muestra: 60.8 cm<sup>3</sup>

Peso Volumétrico de Cera: 0.93 g/cm<sup>3</sup>

Peso Volumétrico Muestra: 1.649 t/m<sup>3</sup>

# PESO VOLUMÉTRICO

---

## 1. Datos de la muestra

Obra: "CESI" SEDE MÉRIDA  
Banco: MÉRIDA YUCATÁN, MÉXICO.

PCA: PCA - 2  
Muestra: B - 4  
Prof. (m): 0.40 - 0.90  
Calculó: A. VIVEROS  
Fecha: 22-jun-17

## 2. Datos de la prueba

Peso de la muestra: 49.1 g  
Peso muestra + Cera: 62.1 g  
Peso de la cera: 13.0 g  
Volumen desalojado: 45.0 cm<sup>3</sup>  
Volumen de Cera: 14.0 cm<sup>3</sup>  
Volumen de muestra: 31.0 cm<sup>3</sup>

Peso Volumétrico de Cera: 0.93 g/cm<sup>3</sup>

Peso Volumétrico Muestra: 1.583 t/m<sup>3</sup>

# PESO VOLUMÉTRICO

---

## 1. Datos de la muestra

Obra: "CESI" SEDE MÉRIDA  
Banco: MÉRIDA YUCATÁN, MÉXICO.

PCA: PCA - 3  
Muestra: B - 2  
Prof. (m): 0.05 - 0.20  
Calculó: A. VIVEROS  
Fecha: 22-jun-17

## 2. Datos de la prueba

Peso de la muestra: 91.9 g  
Peso muestra + Cera: 98.9 g  
Peso de la cera: 7.0 g  
Volumen desalojado: 50.0 cm<sup>3</sup>  
Volumen de Cera: 7.5 cm<sup>3</sup>  
Volumen de muestra: 42.5 cm<sup>3</sup>

Peso Volumétrico de Cera: 0.93 g/cm<sup>3</sup>  
Peso Volumétrico Muestra: 2.164 t/m<sup>3</sup>

# PESO VOLUMÉTRICO

---

## 1. Datos de la muestra

Obra: "CESI" SEDE MÉRIDA  
Banco: MÉRIDA YUCATÁN, MÉXICO.

PCA: PCA - 3  
Muestra: B - 5  
Prof. (m): 0.50 - 0.70  
Calculó: A. VIVEROS  
Fecha: 22-jun-17

## 2. Datos de la prueba

Peso de la muestra: 83.9 g  
Peso muestra + Cera: 100.1 g  
Peso de la cera: 16.2 g  
Volumen desalojado: 71.0 cm<sup>3</sup>  
Volumen de Cera: 17.4 cm<sup>3</sup>  
Volumen de muestra: 53.6 cm<sup>3</sup>

Peso Volumétrico de Cera: 0.93 g/cm<sup>3</sup>

Peso Volumétrico Muestra: 1.566 t/m<sup>3</sup>

# Proctor Estándar

# PRUEBA DE COMPACTACIÓN PROCTOR ESTANDAR

## 1. Datos de la muestra

Obra: "CESI" SEDE MÉRIDA  
 Banco: MÉRIDA YUCATÁN, MÉXICO.

PCA: 1  
 Muestra: M. INTEGRAL  
 Prof. (m): 0.05 - 0.40  
 Elaboró: J. Viveros  
 Fecha: 24/06/2017

## 2. Datos de la prueba

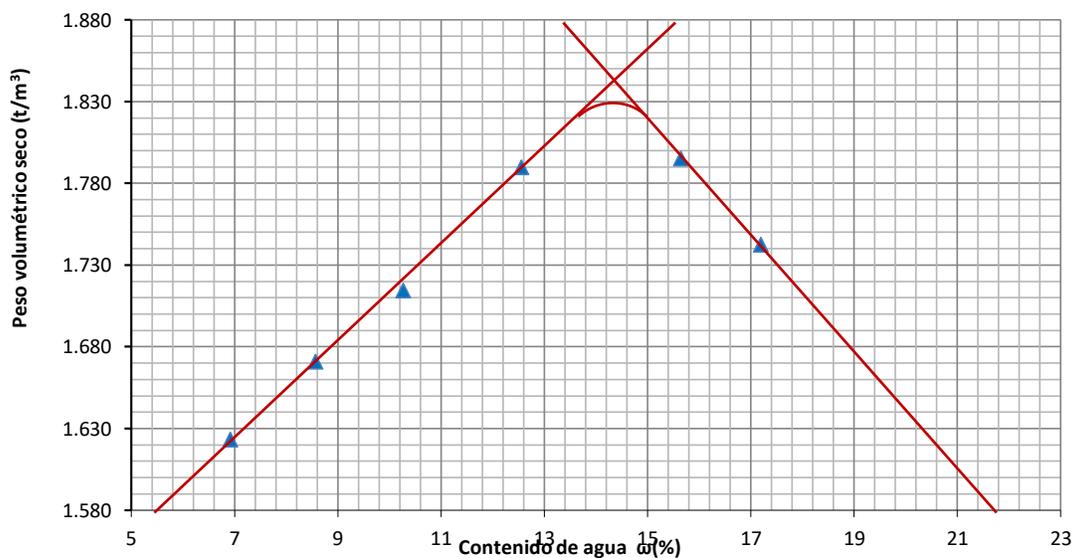
Molde No. 5  
 Diametro: 10.13 cm  
 Altura: 11.69 cm  
 Volumen: 942.2 cm<sup>3</sup>  
 Peso: 1.942 Kg

Peso del Martillo: 2.50 Kg  
 Diam. Del Martillo: 5.10 cm  
 Altura de caída: 30.00 cm  
 No. De Golpes: 25  
 No. De Capas: 3

Pasa malla No. 4

Energía de Compactación: 5.97 Kg\*cm/cm<sup>3</sup>

Tara No.	Peso Tara g	Wh + T g	Ws + T g	Ww g	Ws g	$\omega$ %	W <sub>sh</sub> + M Kg	W <sub>suelo</sub> en molde Kg	Peso espe. húmedo t/m <sup>3</sup>	Peso vol. seco t/m <sup>3</sup>
170	11.0	162.4	152.6	9.8	141.6	6.9	3.577	1.635	1.735	1.623
734	13.0	144.8	134.4	10.4	121.4	8.6	3.651	1.709	1.814	1.671
235	11.2	173.4	158.3	15.1	147.1	10.3	3.723	1.781	1.890	1.714
267	11.1	167.1	149.7	17.4	138.6	12.6	3.840	1.898	2.015	1.790
242	11.4	171.8	150.1	21.7	138.7	15.6	3.898	1.956	2.076	1.795
601	12.2	255.5	219.8	35.7	207.6	17.2	3.866	1.924	2.042	1.742



Peso volumétrico seco máximo: 1.828 t/m<sup>3</sup>

Humedad óptima: 14.4 %

# PRUEBA DE COMPACTACIÓN PROCTOR ESTANDAR

## 1. Datos de la muestra

Obra: "CESI" SEDE MÉRIDA  
 Banco: MÉRIDA YUCATÁN, MÉXICO.

PCA: PCA - 2  
 Muestra: M. INTEGRAL  
 Prof. (m): 0.05 - 0.90  
 Elaboró: J. Viveros  
 Fecha: 24/06/2017

## 2. Datos de la prueba

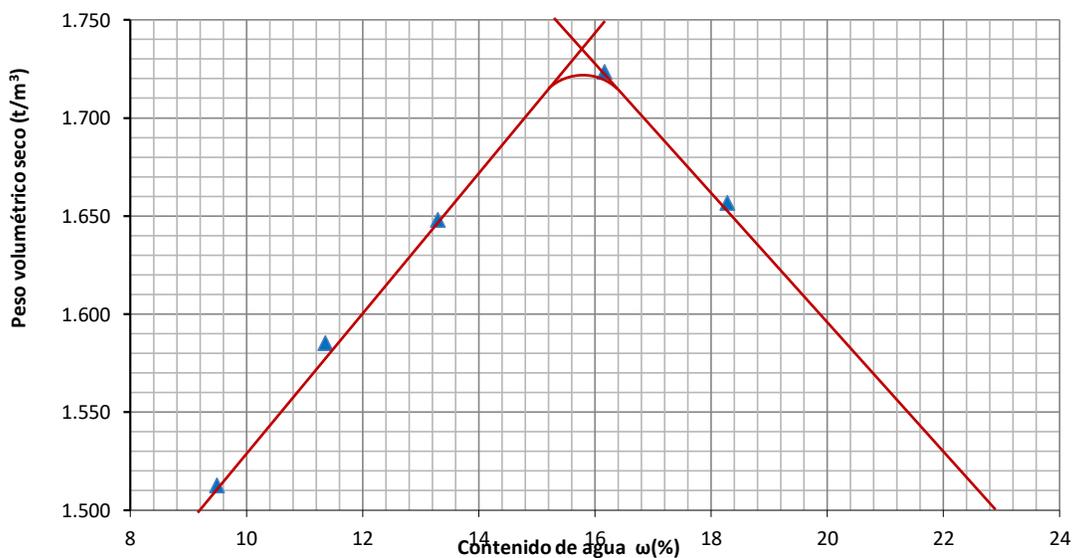
Molde No. 5  
 Diametro: 10.13 cm  
 Altura: 11.69 cm  
 Volumen: 942.2 cm<sup>3</sup>  
 Peso: 1.942 Kg

Peso del Martillo: 2.50 Kg  
 Diam. Del Martillo: 5.10 cm  
 Altura de caída: 30.00 cm  
 No. De Golpes: 25  
 No. De Capas: 3

Pasa malla No. 4

Energía de Compactación: 5.97 Kg\*cm/cm<sup>3</sup>

Tara No.	Peso Tara g	Wh + T g	Ws + T g	Ww g	Ws g	$\omega$ %	W <sub>sh</sub> + M Kg	W <sub>suelo</sub> en molde Kg	Peso espe. húmedo t/m <sup>3</sup>	Peso vol. seco t/m <sup>3</sup>
203	11.2	140.4	129.2	11.2	118.0	9.5	3.502	1.560	1.656	1.513
371	10.5	144.8	131.1	13.7	120.6	11.4	3.605	1.663	1.765	1.585
338	10.2	147.4	131.3	16.1	121.1	13.3	3.701	1.759	1.867	1.648
138	10.4	171.4	149.0	22.4	138.6	16.2	3.828	1.886	2.002	1.723
11	11.5	294.9	251.1	43.8	239.6	18.3	3.788	1.846	1.959	1.657



Peso volumétrico seco máximo: 1.720 t/m<sup>3</sup>

Humedad óptima: 15.8 %

# PRUEBA DE COMPACTACIÓN PROCTOR ESTANDAR

## 1. Datos de la muestra

Obra: "CESI" SEDE MÉRIDA  
 Banco: MÉRIDA YUCATÁN, MÉXICO.

PCA: PCA - 3  
 Muestra: M. INTEGRAL  
 Prof. (m): 0.05 - 0.70  
 Elaboró: J. Viveros  
 Fecha: 24/06/2017

## 2. Datos de la prueba

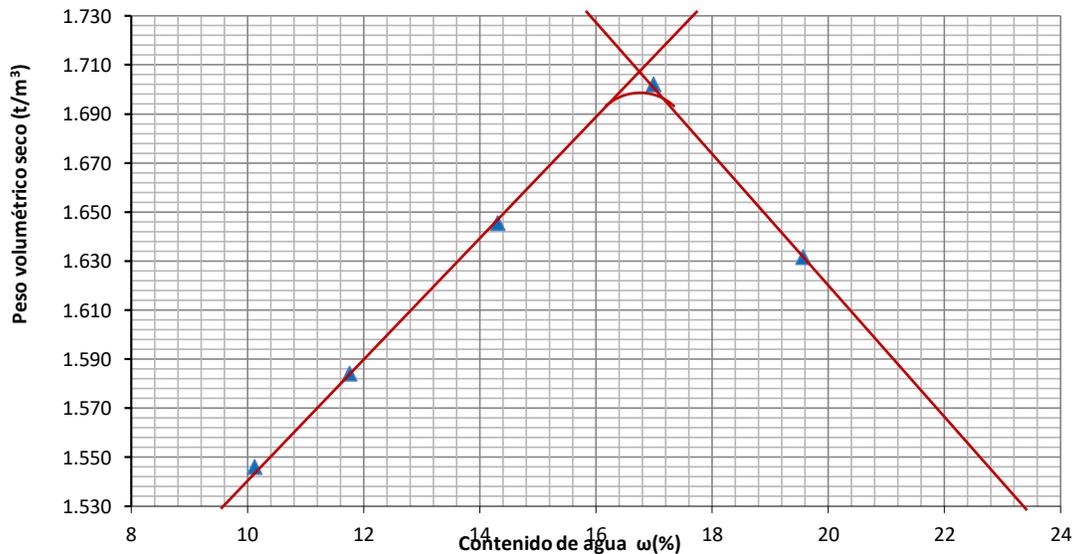
Molde No. 5  
 Diametro: 10.13 cm  
 Altura: 11.69 cm  
 Volumen: 942.2 cm<sup>3</sup>  
 Peso: 1.942 Kg

Peso del Martillo: 2.50 Kg  
 Diam. Del Martillo: 5.10 cm  
 Altura de caída: 30.00 cm  
 No. De Golpes: 25  
 No. De Capas: 3

Pasa malla No. 4

Energía de Compactación: 5.97 Kg\*cm/cm<sup>3</sup>

Tara No.	Peso Tara g	Wh + T g	Ws + T g	Ww g	Ws g	$\omega$ %	W <sub>sh</sub> + M Kg	W <sub>suelo</sub> en molde Kg	Peso espe. húmedo t/m <sup>3</sup>	Peso vol. seco t/m <sup>3</sup>
61	11.4	133.2	122.0	11.2	110.6	10.1	3.546	1.604	1.702	1.546
193	11.6	155.1	140.0	15.1	128.4	11.8	3.610	1.668	1.770	1.584
391	10.4	165.4	146.0	19.4	135.6	14.3	3.714	1.772	1.881	1.645
65	11.4	191.1	165.0	26.1	153.6	17.0	3.818	1.876	1.991	1.702
211	10.5	225.6	190.4	35.2	179.9	19.6	3.780	1.838	1.951	1.632



Peso volumétrico seco máximo: 1.698 t/m<sup>3</sup>

Humedad óptima: 16.8 %

# Compresión simple.













# COMPRESION SIMPLE

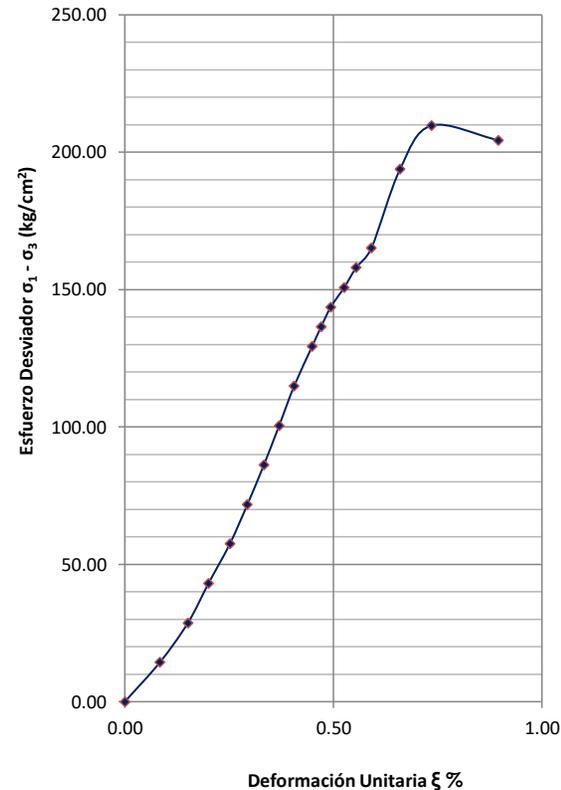
OBRA: "CESI" SEDE MÉRIDA	SONDEO: SM - 1	FECHA: 24/06/2017
LOCALIZACIÓN: MÉRIDA YUCATÁN, MÉXICO.	MUESTRA: M - 4	OPERADOR: ÁLVARO VIVEROS
	PROF. (m): 1.75 - 2.35	CALCULÓ: IVÁN VIVEROS

## Datos Iniciales

Altura: 11.16 cm	D <sub>sup</sub> : 4.62 cm	D <sub>prom</sub> : 4.67 cm	W <sub>s</sub> + T: 407.1 g
W <sub>m</sub> : 398.9 g	D <sub>med</sub> : 4.68 cm	Área: 17.13 cm <sup>2</sup>	Peso Tara: 13.1 g
Cte. Anillo: 12.300 Kg	D <sub>inf</sub> : 4.71 cm	Volumen: 191.16 cm <sup>3</sup>	W <sub>s</sub> : 394 g
		Peso Vol.: 2.087 ton/m <sup>3</sup>	ω: 1.24 %

No.	Anillo	Lectura Microm.	Carga P (kg)	Def. Unit. %	Área Correg cm <sup>2</sup>	σ <sub>1</sub> - σ <sub>3</sub> kg/cm <sup>2</sup>
1	0	0.000	0.000	0.000	17.13	0.000
2	20	0.094	246.000	0.084	17.13	14.362
3	40	0.169	492.000	0.151	17.13	28.724
4	60	0.224	738.000	0.201	17.13	43.086
5	80	0.281	984.000	0.252	17.13	57.447
6	100	0.328	1230.000	0.294	17.13	71.809
7	120	0.372	1476.000	0.333	17.13	86.171
8	140	0.413	1722.000	0.370	17.13	100.533
9	160	0.453	1968.000	0.406	17.13	114.895
10	180	0.501	2214.000	0.449	17.13	129.257
11	190	0.525	2337.000	0.470	17.13	136.438
12	200	0.551	2460.000	0.494	17.13	143.619
13	210	0.587	2583.000	0.526	17.13	150.799
14	220	0.619	2706.000	0.555	17.13	157.980
15	230	0.660	2829.000	0.591	17.13	165.161
16	270	0.737	3321.000	0.660	17.13	193.885
17	292	0.820	3591.600	0.735	17.13	209.683
18	280	1.000	3500.000	0.896	17.13	204.335

Peso volumétrico, γ (t/m <sup>3</sup> ) =	2.087
Esfuerzo máximo, q <sub>u</sub> (t/m <sup>2</sup> ) =	2,096.830
c = qu/2 (t/m <sup>2</sup> ) =	1,048.415
Módulo de elasticidad, E (t/m <sup>2</sup> ) =	275,301.497



Observaciones: \_\_\_\_\_

# COMPRESION SIMPLE

OBRA: "CESI" SEDE MÉRIDA  
 LOCALIZACIÓN: MÉRIDA YUCATÁN, MÉXICO.

SONDEO: SM - 2  
 MUESTRA: M - 9  
 PROF. (m): 4.35 - 5.45

FECHA: 24/06/2017  
 OPERADOR: ÁLVARO VIVEROS  
 CALCULÓ: IVÁN VIVEROS

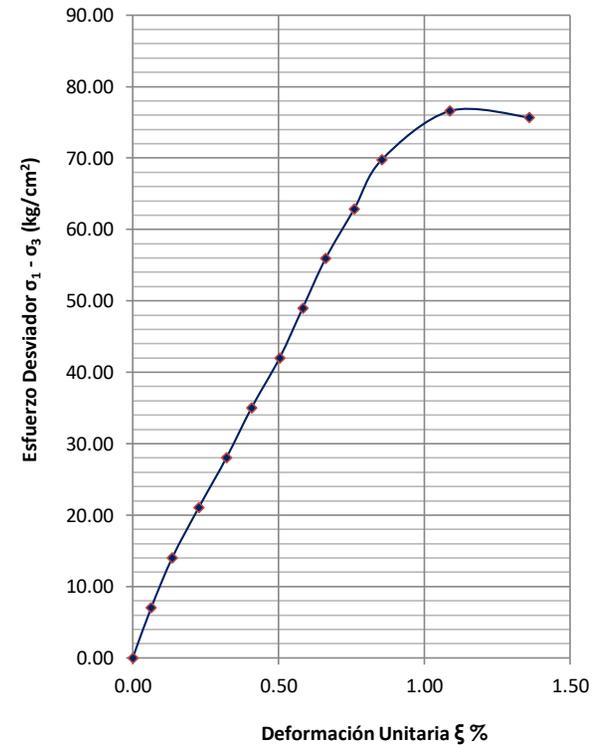
## Datos Iniciales

Altura:	11.03 cm	D <sub>sup</sub> :	4.75 cm	D <sub>prom</sub> :	4.72 cm	W <sub>s</sub> + T:	380.5 g
W <sub>m</sub> :	352.6 g	D <sub>med</sub> :	4.72 cm	Área:	17.47 cm <sup>2</sup>	Peso Tara:	32 g
Cte. Anillo:	12.300 Kg	D <sub>inf</sub> :	4.68 cm	Volumen:	192.72 cm <sup>3</sup>	W <sub>s</sub> :	348.5 g
				Peso Vol.	1.830 ton/m <sup>3</sup>	ω:	1.18 %

No.	Anillo	Lectura Microm.	Carga P (kg)	Def. Unit. %	Área Correg cm <sup>2</sup>	σ <sub>1</sub> - σ <sub>3</sub> kg/cm <sup>2</sup>
1	0	0.000	0.000	0.000	17.47	0.000
2	10	0.070	123.000	0.063	17.48	7.035
3	20	0.150	246.000	0.136	17.50	14.060
4	30	0.250	369.000	0.227	17.51	21.071
5	40	0.355	492.000	0.322	17.53	28.068
6	50	0.450	615.000	0.408	17.54	35.054
7	60	0.556	738.000	0.504	17.56	42.024
8	70	0.643	861.000	0.583	17.58	48.989
9	80	0.730	984.000	0.662	17.59	55.944
10	90	0.838	1107.000	0.760	17.61	62.874
11	100	0.943	1230.000	0.855	17.62	69.793
12	110	1.200	1353.000	1.088	17.66	76.592
13	109	1.500	1340.700	1.360	17.71	75.687

Peso volumétrico, γ (t/m <sup>3</sup> ) =	1.830
Esfuerzo máximo, q <sub>u</sub> (t/m <sup>2</sup> ) =	765.924
c = q <sub>u</sub> /2 (t/m <sup>2</sup> )	382.962
Módulo de elasticidad, E (t/m <sup>2</sup> )	84,599.021



Observaciones: \_\_\_\_\_

# ANEXO IV

## MEMORIA DE CÁLCULO.

### “CESI” SEDE MÉRIDA

# CAPACIDAD DE CARGA



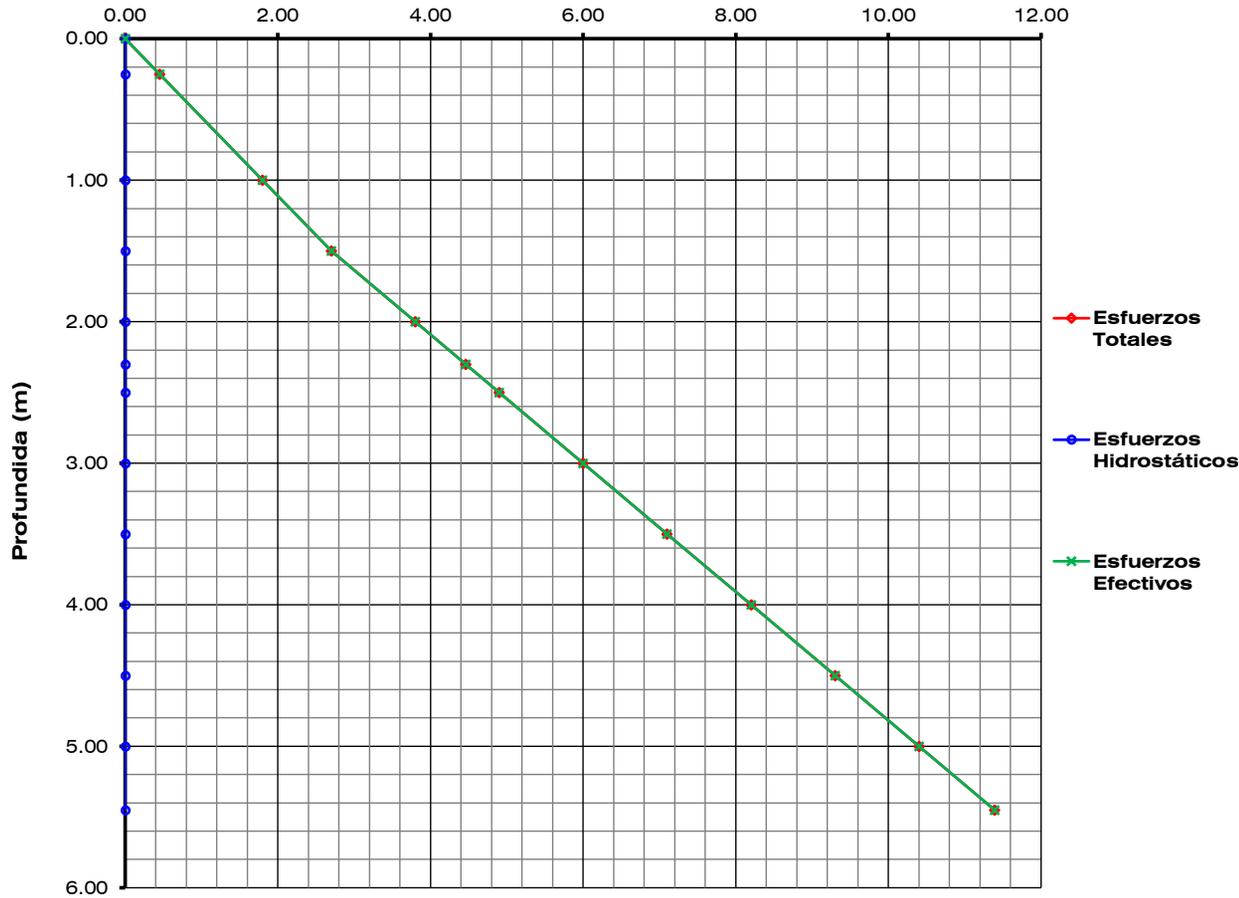


## CAPACIDAD DE CARGA EN ZAPATAS

PROYECTO: "CESI" SEDE MÉRIDA		HOJA: 2	DE: 4
UBICACIÓN: Mérida Yucatán, México.		REVISION N° 1	
DESCRIPCIÓN: CÁLCULO DE CAPACIDAD DE CARGA.		FECHA: jun-17	
ELABORÓ: Héctor Cabañas R. FECHA: jun-17	REVISÓ: Armando Corona A. FECHA: jun-17	AUTORIZÓ: M. en I. Joao Morales A. FECHA: jun-17	CLASIFICACION:

### Esfuerzos

Esfuerzos en el subsuelo (t/m<sup>2</sup>)



**$\sigma = \sigma' + u$**

$\sigma$  = Esfuerzos totales  
 $\sigma'$  = Esfuerzos efectivos  
 $u$  = Esfuerzos hidrostáticos

**Esfuerzos en la masa de suelo:**

Prof. (m)	$\sigma$ (t/m <sup>2</sup> )	$u$ (t/m <sup>2</sup> )	$\sigma'$ (t/m <sup>2</sup> )
0.00	0.00	0.00	0.00
0.25	0.45	0.00	0.45
1.00	1.80	0.00	1.80
1.50	2.70	0.00	2.70
2.00	3.80	0.00	3.80
2.30	4.46	0.00	4.46
2.50	4.90	0.00	4.90
3.00	6.00	0.00	6.00
3.50	7.10	0.00	7.10
4.00	8.20	0.00	8.20
4.50	9.30	0.00	9.30
5.00	10.40	0.00	10.40
5.45	11.39	0.00	11.39

## CAPACIDAD DE CARGA EN ZAPATAS

PROYECTO: "CESI" SEDE MÉRIDA

UBICACIÓN: Mérida Yucatán, México.

DESCRIPCIÓN: CÁLCULO DE CAPACIDAD DE CARGA.

ELABORÓ: Héctor Cabañas R.

FECHA: jun-17

REVISÓ: Armando Corona A.

FECHA: jun-17

AUTORIZÓ: M. en I. Joao Morales A.

FECHA: jun-17

HOJA: 3 DE: 4

REVISION N° 1

FECHA: jun-17

CLASIFICACION:

### CAPACIDAD DE CARGA APLICANDO LA TEORÍA GENERAL DE TERZAGHI

$$Q_{\text{últ}} = cN_c + qN_q + 0.5\gamma B N_\gamma$$

Donde:

$Q_{\text{últ}}$  : Capacidad carga neta en la base de la zapata, en t/m<sup>2</sup>

$Q_{\text{adm}}$  : Capacidad carga admisible en la base de la zapata, en t/m<sup>2</sup>

B: Ancho de la zapata, en m

q: Esfuerzo efectivo vertical al nivel de la base de la zapata, en t/m<sup>2</sup>

$N_c, N_q, N_\gamma$  : Factores de capacidad de carga, adimensionales

F.S. Factor de seguridad: **3.00**

Nivel de desplante Df = 1.00 m		
Ancho de Zapata (m)	$Q_{\text{últ}}$ (t/m <sup>2</sup> )	Capacidad de carga estática $Q_{\text{adm}}$ (t/m <sup>2</sup> )
0.50	58.45	19.48
0.60	58.93	19.64
0.70	59.42	19.81
0.80	59.90	19.97
0.90	60.39	20.13
1.00	60.87	20.29
1.10	61.36	20.45
1.20	61.84	20.61
1.30	62.33	20.78
1.40	62.81	20.94
1.50	63.29	21.10
1.60	63.78	21.26
1.70	64.26	21.42
1.80	64.75	21.58
1.90	65.23	21.74
2.00	65.72	21.91
2.10	66.20	22.07
2.20	66.69	22.23
2.30	67.17	22.39
2.40	67.66	22.55
2.50	68.14	22.71

Nivel de desplante Df = 1.50 m		
Ancho de Zapata (m)	$Q_{\text{últ}}$ (t/m <sup>2</sup> )	Capacidad de carga estática $Q_{\text{adm}}$ (t/m <sup>2</sup> )
0.50	64.21	21.40
0.60	64.69	21.56
0.70	65.18	21.73
0.80	65.66	21.89
0.90	66.15	22.05
1.00	66.63	22.21
1.10	67.11	22.37
1.20	67.60	22.53
1.30	68.08	22.69
1.40	68.57	22.86
1.50	69.05	23.02
1.60	69.54	23.18
1.70	70.02	23.34
1.80	70.51	23.50
1.90	70.99	23.66
2.00	71.48	23.83
2.10	71.96	23.99
2.20	72.45	24.15
2.30	72.93	24.31
2.40	73.42	24.47
2.50	73.90	24.63

Nivel de desplante Df = 2.00 m		
Ancho de Zapata (m)	$Q_{\text{últ}}$ (t/m <sup>2</sup> )	Capacidad de carga estática $Q_{\text{adm}}$ (t/m <sup>2</sup> )
0.50	71.78	23.93
0.60	72.38	24.13
0.70	72.97	24.32
0.80	73.56	24.52
0.90	74.15	24.72
1.00	74.75	24.92
1.10	75.34	25.11
1.20	75.93	25.31
1.30	76.52	25.51
1.40	77.12	25.71
1.50	77.71	25.90
1.60	78.30	26.10
1.70	78.89	26.30
1.80	79.49	26.50
1.90	80.08	26.69
2.00	80.67	26.89
2.10	81.26	27.09
2.20	81.86	27.29
2.30	82.45	27.48
2.40	83.04	27.68
2.50	83.63	27.88

Nivel de desplante Df = 2.50 m		
Ancho de Zapata (m)	$Q_{\text{últ}}$ (t/m <sup>2</sup> )	Capacidad de carga estática $Q_{\text{adm}}$ (t/m <sup>2</sup> )
0.50	78.82	26.27
0.60	79.42	26.47
0.70	80.01	26.67
0.80	80.60	26.87
0.90	81.19	27.06
1.00	81.79	27.26
1.10	82.38	27.46
1.20	82.97	27.66
1.30	83.56	27.85
1.40	84.16	28.05
1.50	84.75	28.25
1.60	85.34	28.45
1.70	85.93	28.64
1.80	86.53	28.84
1.90	87.12	29.04
2.00	87.71	29.24
2.10	88.30	29.43
2.20	88.90	29.63
2.30	89.49	29.83
2.40	90.08	30.03
2.50	90.67	30.22

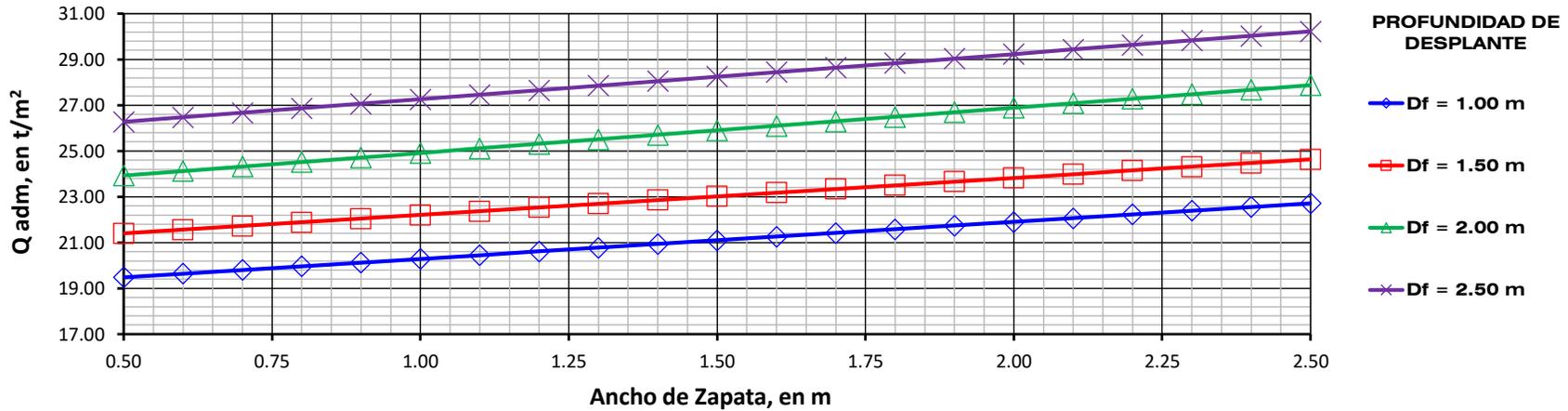


## CAPACIDAD DE CARGA EN ZAPATAS

PROYECTO: "CESI" SEDE MÉRIDA		HOJA: 4	DE: 4
UBICACIÓN: Mérida Yucatán, México.		REVISION N° 1	
DESCRIPCIÓN: CÁLCULO DE CAPACIDAD DE CARGA.		FECHA: jun-17	
ELABORÓ: Héctor Cabañas R. FECHA: jun-17	REVISÓ: Armando Corona A. FECHA: jun-17	AUTORIZÓ: M. en I. Joao Morales A. FECHA: jun-17	CLASIFICACIÓN:

### CAPACIDAD DE CARGA ADMISIBLE CONTRA EL ANCHO DE ZAPATA

Resumen de la Capacidad de carga admisible (t/m <sup>2</sup> )				
Ancho de zapata (m)	Df = 1.00 m	Df = 1.50 m	Df = 2.00 m	Df = 2.50 m
0.50	19.48	21.40	23.93	26.27
0.60	19.64	21.56	24.13	26.47
0.70	19.81	21.73	24.32	26.67
0.80	19.97	21.89	24.52	26.87
0.90	20.13	22.05	24.72	27.06
1.00	20.29	22.21	24.92	27.26
1.10	20.45	22.37	25.11	27.46
1.20	20.61	22.53	25.31	27.66
1.30	20.78	22.69	25.51	27.85
1.40	20.94	22.86	25.71	28.05
1.50	21.10	23.02	25.90	28.25
1.60	21.26	23.18	26.10	28.45
1.70	21.42	23.34	26.30	28.64
1.80	21.58	23.50	26.50	28.84
1.90	21.74	23.66	26.69	29.04
2.00	21.91	23.83	26.89	29.24
2.10	22.07	23.99	27.09	29.43
2.20	22.23	24.15	27.29	29.63
2.30	22.39	24.31	27.48	29.83
2.40	22.55	24.47	27.68	30.03
2.50	22.71	24.63	27.88	30.22





DISTRIBUCIÓN DE ESFUERZOS EN EL SUBSUELO, APLICANDO LA TEORÍA DE BOUSSINESQ		
PROYECTO: "CESI" SEDE MÉRIDA	Hoja: 1	De: 1
UBICACIÓN: Mérida Yucatán, México.	Fecha: jun-17	
DESCRIPCIÓN: Cálculo de la distribución de esfuerzos en el subsuelo		
Elaboró: Armando Corona A. Fecha: jun-17	Revisó: Héctor Cabañas R. Fecha: jun-17	Autorizó: M. en I. Joao Morales A. Fecha: jun-17

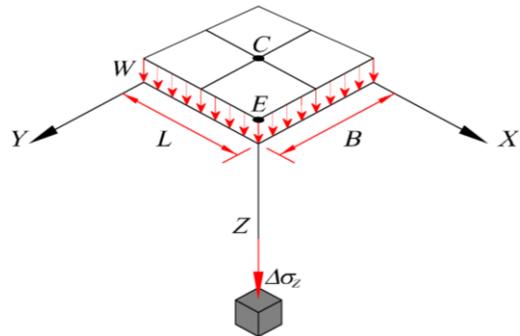
La distribución de esfuerzos en el subsuelo se obtuvo mediante la siguiente ecuación:

$$\Delta\sigma = (w_0) (W)$$

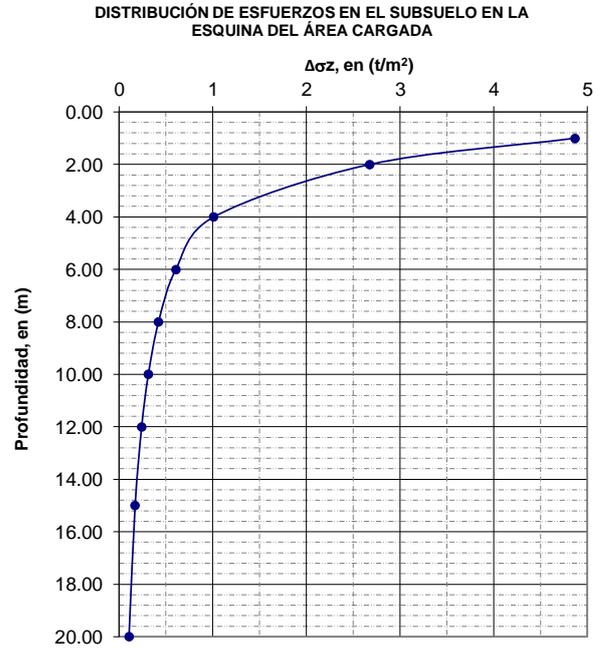
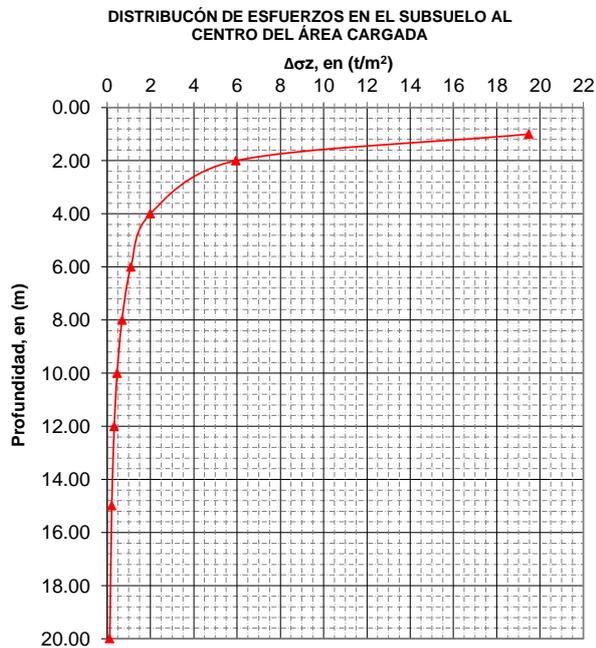
Donde: W = Carga uniformemente distribuida  
 Wo = Coeficiente de influencia

Para el análisis de distribución de esfuerzos en el subsuelo se ha considerado una carga uniformemente distribuida,  $W = 19.48 \text{ t/m}^2$ , la cual corresponde a la capacidad de carga admisible ( $Q_{adm}$ ) del cimiento de 0.50 m de ancho, a una profundidad de desplante de 1.00 m.

Carga uniformemente distribuida,  $W = \underline{19.48 \text{ t/m}^2}$   
 Longitud del cimiento,  $L = \underline{10.00 \text{ m}}$   
 Ancho del cimiento,  $B = \underline{0.50 \text{ m}}$   
 Profundidad de desplante,  $D_f = \underline{1.00 \text{ m}}$



ESFUERZOS EN EL CENTRO DEL ÁREA CARGADA "C"							ESFUERZOS EN LA ESQUINA DE LA CIMENTACIÓN "E"						
Prof. m	Z m	Coeficientes			Áreas	$\Delta S_z$ t/m <sup>2</sup>	Prof. m	Z m	Coeficientes			Áreas	$\Delta S_z$ t/m <sup>2</sup>
		m	n	W <sub>o</sub>					m	n	W <sub>o</sub>		
1.00	0.00	250.00	5000.00	0.250	4	19.48	1.00	0.00	500.00	10000.00	0.250	1	4.87
2.00	1.00	0.25	5.00	0.076	4	5.95	2.00	1.00	0.50	10.00	0.137	1	2.68
4.00	3.00	0.08	1.67	0.026	4	2.00	4.00	3.00	0.17	3.33	0.052	1	1.01
6.00	5.00	0.05	1.00	0.014	4	1.09	6.00	5.00	0.10	2.00	0.031	1	0.61
8.00	7.00	0.04	0.71	0.009	4	0.68	8.00	7.00	0.07	1.43	0.022	1	0.42
10.00	9.00	0.03	0.56	0.006	4	0.46	10.00	9.00	0.06	1.11	0.016	1	0.31
12.00	11.00	0.02	0.45	0.004	4	0.33	12.00	11.00	0.05	0.91	0.012	1	0.24
15.00	14.00	0.02	0.36	0.003	4	0.21	15.00	14.00	0.04	0.71	0.009	1	0.17
20.00	19.00	0.01	0.26	0.002	4	0.12	20.00	19.00	0.03	0.53	0.005	1	0.11





DISTRIBUCIÓN DE ESFUERZOS EN EL SUBSUELO, APLICANDO LA TEORÍA DE BOUSSINESQ		
PROYECTO: "CESI" SEDE MÉRIDA	Hoja: 1	De: 1
UBICACIÓN: Mérida Yucatán, México.	Fecha: jun-17	
DESCRIPCIÓN: Cálculo de la distribución de esfuerzos en el subsuelo		
Elaboró: Armando Corona A. Fecha: jun-17	Revisó: Héctor Cabañas R. Fecha: jun-17	Autorizó: M. en I. Joao Morales A. Fecha: jun-17

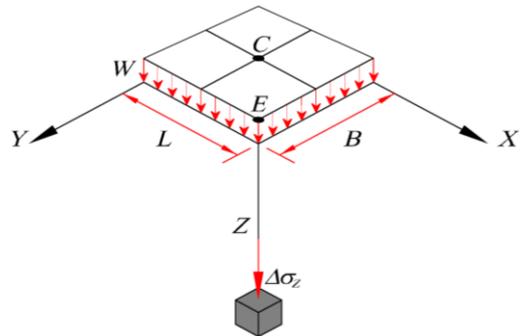
La distribución de esfuerzos en el subsuelo se obtuvo mediante la siguiente ecuación:

$$\Delta\sigma = (w_0) (W)$$

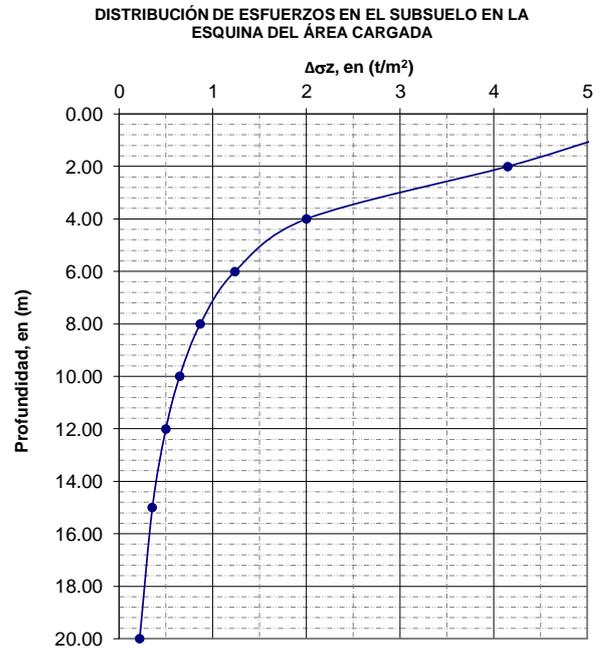
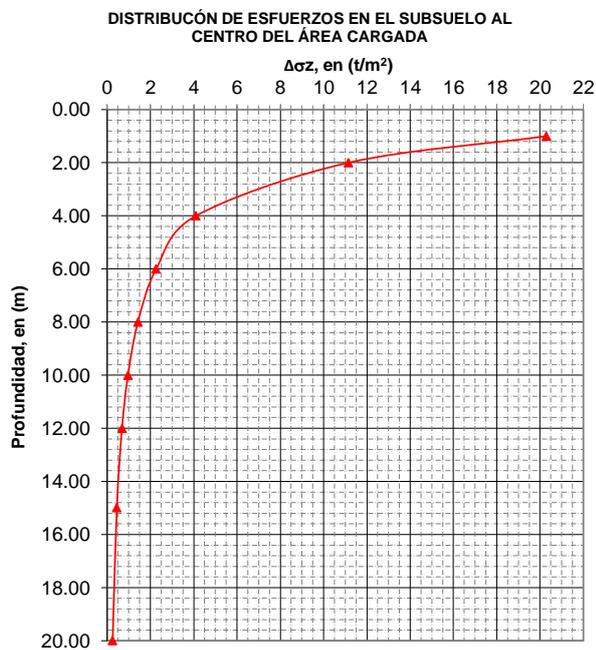
Donde: W = Carga uniformemente distribuida  
 Wo = Coeficiente de influencia

Para el análisis de distribución de esfuerzos en el subsuelo se ha considerado una carga uniformemente distribuida, W = 20.29 t/m<sup>2</sup>, la cual corresponde a la capacidad de carga admisible (Qadm) del cimiento de 1.00 m de ancho, a una profundidad de desplante de 1.00 m.

Carga uniformemente distribuida, W = 20.29 t/m<sup>2</sup>  
 Longitud del cimiento, L = 10.00 m  
 Ancho del cimiento, B = 1.00 m  
 Profundidad de desplante, Df = 1.00 m



ESFUERZOS EN EL CENTRO DEL ÁREA CARGADA "C"							ESFUERZOS EN LA ESQUINA DE LA CIMENTACIÓN "E"						
Prof. m	Z m	Coeficientes			Áreas	ΔS <sub>z</sub> t/m <sup>2</sup>	Prof. m	Z m	Coeficientes			Áreas	ΔS <sub>z</sub> t/m <sup>2</sup>
		m	n	W <sub>o</sub>					m	n	W <sub>o</sub>		
1.00	0.00	500.00	5000.00	0.250	4	20.29	1.00	0.00	1000.00	10000.00	0.250	1	5.07
2.00	1.00	0.50	5.00	0.137	4	11.15	2.00	1.00	1.00	10.00	0.205	1	4.15
4.00	3.00	0.17	1.67	0.051	4	4.10	4.00	3.00	0.33	3.33	0.099	1	2.00
6.00	5.00	0.10	1.00	0.028	4	2.27	6.00	5.00	0.20	2.00	0.061	1	1.24
8.00	7.00	0.07	0.71	0.018	4	1.42	8.00	7.00	0.14	1.43	0.043	1	0.87
10.00	9.00	0.06	0.56	0.012	4	0.96	10.00	9.00	0.11	1.11	0.032	1	0.65
12.00	11.00	0.05	0.45	0.008	4	0.69	12.00	11.00	0.09	0.91	0.025	1	0.50
15.00	14.00	0.04	0.36	0.006	4	0.45	15.00	14.00	0.07	0.71	0.018	1	0.36
20.00	19.00	0.03	0.26	0.003	4	0.25	20.00	19.00	0.05	0.53	0.011	1	0.22





**DISTRIBUCIÓN DE ESFUERZOS EN EL SUBSUELO, APLICANDO LA TEORÍA DE BOUSSINESQ**

PROYECTO: "CESI" SEDE MÉRIDA

Hoja: 1 De: 1

UBICACIÓN: Mérida Yucatán, México.

Fecha: jun-17

DESCRIPCIÓN: Cálculo de la distribución de esfuerzos en el subsuelo

Elaboró: Armando Corona A.  
Fecha: jun-17

Revisó: Héctor Cabañas R.  
Fecha: jun-17

Autorizó: M. en I. Joao Morales A.  
Fecha: jun-17

La distribución de esfuerzos en el subsuelo se obtuvo mediante la siguiente ecuación:

$$\Delta\sigma = (w_0) (W)$$

Donde: W = Carga uniformemente distribuida  
W<sub>0</sub> = Coeficiente de influencia

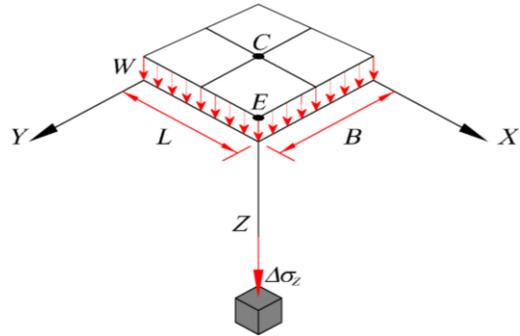
Para el análisis de distribución de esfuerzos en el subsuelo se ha considerado una carga uniformemente distribuida, W = 21.4 t/m<sup>2</sup>, la cual corresponde a la capacidad de carga admisible (Q<sub>adm</sub>) del cimiento de 0.50 m de ancho, a una profundidad de desplante de 1.50 m.

Carga uniformemente distribuida, W = 21.40 t/m<sup>2</sup>

Longitud del cimiento, L = 10.00 m

Ancho del cimiento, B = 0.50 m

Profundidad de desplante, D<sub>f</sub> = 1.50 m



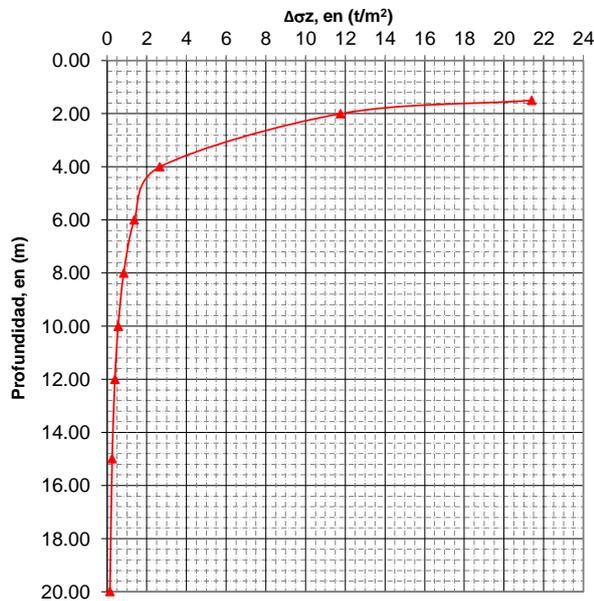
ESFUERZOS EN EL CENTRO DEL ÁREA CARGADA "C"

Prof. m	Z m	Coeficientes			Áreas	ΔS <sub>z</sub> t/m <sup>2</sup>
		m	n	W <sub>0</sub>		
1.50	0.00	250.00	5000.00	0.250	4	21.40
2.00	0.50	0.50	10.00	0.137	4	11.77
4.00	2.50	0.10	2.00	0.031	4	2.66
6.00	4.50	0.06	1.11	0.016	4	1.37
8.00	6.50	0.04	0.77	0.010	4	0.84
10.00	8.50	0.03	0.59	0.007	4	0.56
12.00	10.50	0.02	0.48	0.005	4	0.39
15.00	13.50	0.02	0.37	0.003	4	0.25
20.00	18.50	0.01	0.27	0.002	4	0.14

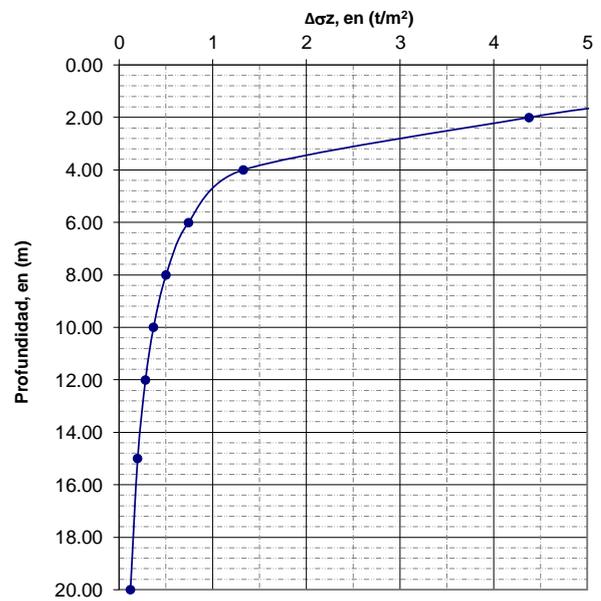
ESFUERZOS EN LA ESQUINA DE LA CIMENTACIÓN "E"

Prof. m	Z m	Coeficientes			Áreas	ΔS <sub>z</sub> t/m <sup>2</sup>
		m	n	W <sub>0</sub>		
1.50	0.00	500.00	10000.00	0.250	1	5.35
2.00	0.50	1.00	20.00	0.205	1	4.38
4.00	2.50	0.20	4.00	0.062	1	1.33
6.00	4.50	0.11	2.22	0.035	1	0.74
8.00	6.50	0.08	1.54	0.023	1	0.50
10.00	8.50	0.06	1.18	0.017	1	0.37
12.00	10.50	0.05	0.95	0.013	1	0.28
15.00	13.50	0.04	0.74	0.009	1	0.20
20.00	18.50	0.03	0.54	0.006	1	0.12

DISTRIBUCIÓN DE ESFUERZOS EN EL SUBSUELO AL CENTRO DEL ÁREA CARGADA



DISTRIBUCIÓN DE ESFUERZOS EN EL SUBSUELO EN LA ESQUINA DEL ÁREA CARGADA





DISTRIBUCIÓN DE ESFUERZOS EN EL SUBSUELO, APLICANDO LA TEORÍA DE BOUSSINESQ		
PROYECTO: "CESI" SEDE MÉRIDA	Hoja: 1	De: 1
UBICACIÓN: Mérida Yucatán, México.	Fecha: jun-17	
DESCRIPCIÓN: Cálculo de la distribución de esfuerzos en el subsuelo		
Elaboró: Armando Corona A. Fecha: jun-17	Revisó: Héctor Cabañas R. Fecha: jun-17	Autorizó: M. en I. Joao Morales A. Fecha: jun-17

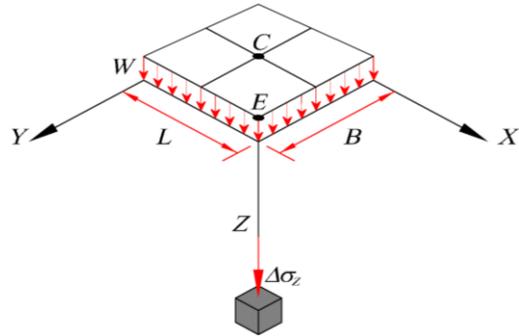
La distribución de esfuerzos en el subsuelo se obtuvo mediante la siguiente ecuación:

$$\Delta\sigma = (w_o) (W)$$

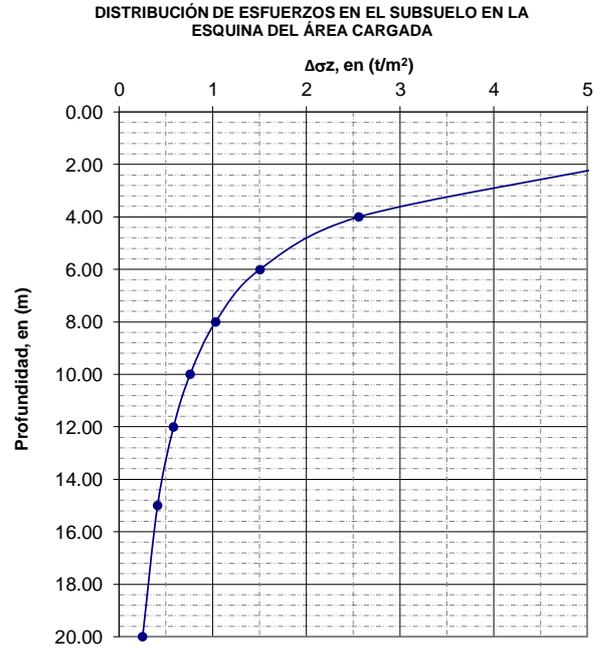
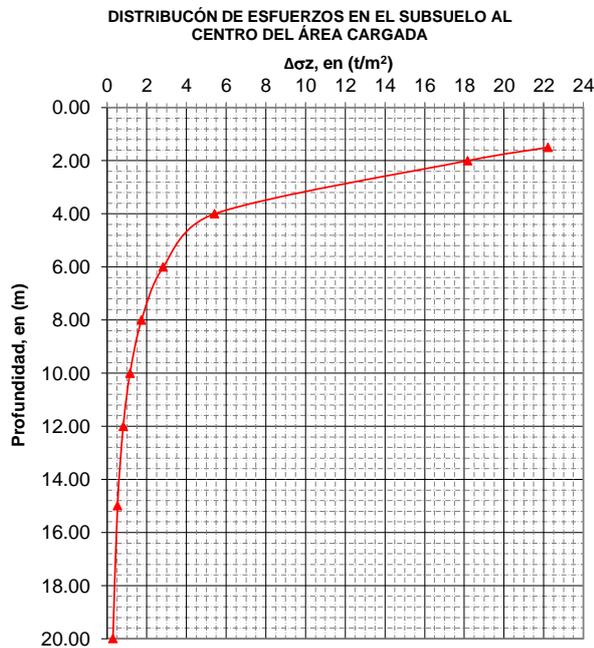
Donde: W = Carga uniformemente distribuida  
 Wo = Coeficiente de influencia

Para el análisis de distribución de esfuerzos en el subsuelo se ha considerado una carga uniformemente distribuida, W = 22.21 t/m<sup>2</sup>, la cual corresponde a la capacidad de carga admisible (Qadm) del cimiento de 1.00 m de ancho, a una profundidad de desplante de 1.50 m.

Carga uniformemente distribuida, W = 22.21 t/m<sup>2</sup>  
 Longitud del cimiento, L = 10.00 m  
 Ancho del cimiento, B = 1.00 m  
 Profundidad de desplante, Df = 1.50 m



ESFUERZOS EN EL CENTRO DEL ÁREA CARGADA "C"							ESFUERZOS EN LA ESQUINA DE LA CIMENTACIÓN "E"						
Prof. m	Z m	Coeficientes			Áreas	ΔS <sub>z</sub> t/m <sup>2</sup>	Prof. m	Z m	Coeficientes			Áreas	ΔS <sub>z</sub> t/m <sup>2</sup>
		m	n	W <sub>o</sub>					m	n	W <sub>o</sub>		
1.50	0.00	500.00	5000.00	0.250	4	22.21	1.50	0.00	1000.00	10000.00	0.250	1	5.55
2.00	0.50	1.00	10.00	0.205	4	18.17	2.00	0.50	2.00	20.00	0.240	1	5.33
4.00	2.50	0.20	2.00	0.061	4	5.42	4.00	2.50	0.40	4.00	0.115	1	2.56
6.00	4.50	0.11	1.11	0.032	4	2.83	6.00	4.50	0.22	2.22	0.068	1	1.50
8.00	6.50	0.08	0.77	0.020	4	1.74	8.00	6.50	0.15	1.54	0.046	1	1.03
10.00	8.50	0.06	0.59	0.013	4	1.15	10.00	8.50	0.12	1.18	0.034	1	0.76
12.00	10.50	0.05	0.48	0.009	4	0.81	12.00	10.50	0.10	0.95	0.026	1	0.58
15.00	13.50	0.04	0.37	0.006	4	0.52	15.00	13.50	0.07	0.74	0.018	1	0.41
20.00	18.50	0.03	0.27	0.003	4	0.29	20.00	18.50	0.05	0.54	0.011	1	0.25



# ASENTAMIENTOS



## CÁLCULO DE ASENTAMIENTOS ELÁSTICOS AL CENTRO DE LA CIMENTACIÓN

PROYECTO: "CESI" SEDE MÉRIDA

UBICACIÓN: Mérida Yucatán, México.

DESCRIPCIÓN: CÁLCULO DE ASENTAMIENTOS ELÁSTICOS A UNA PROFUNDIDAD DE DESPLANTE DE 1.00 m

ELABORÓ: Héctor Cabañas R.

FECHA: jun-17

REVISÓ: Armando Corona A.

FECHA: jun-17

AUTORIZÓ: M. en I. Joao Morales A.

FECHA: jun-17

HOJA: 1 DE: 1

REVISIÓN N° 1

FECHA: jun-17

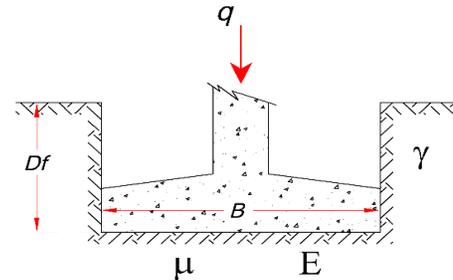
CLASIFICACION:

Para el cálculo de los asentamientos que se presentarán por la acción de la sobrecarga producida por la estructura se empleó la siguiente expresión:

$$S = qB \frac{(1 - \mu^2)}{E} I_w$$

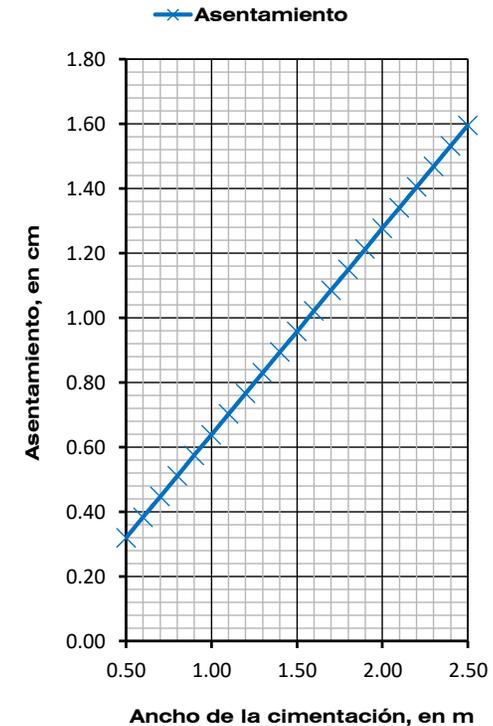
Donde:

- $S$  = Asentamientos elásticos (cm)
- $q$  = Sobrecarga debida a la estructura (t/m<sup>2</sup>)
- $B$  = Ancho de la cimentación (m)
- $\mu$  = Relación de Poisson del material de apoyo (adimensional)
- $E$  = Modulo de Elasticidad Tangencial del suelo de apoyo de la cimentación (t/m<sup>2</sup>)
- $I_w$  = Factor de influencia al centro de la cimentación = 1.12



Para el cálculo de asentamientos elásticos se ha considerado como sobrecarga la Capacidad Carga Admisible del cimiento de 0.5 m a una profundidad de desplante de  $D_f = 1.00$  m

Profundidad de desplante, (m)	$D_f$	Ancho de la cimentación (m)	Capacidad de carga última (t/m <sup>2</sup> )	Carga última que soporta el cimiento, asociada a la $Q_{adm}$ , (t)	$E$ (t/m <sup>2</sup> )	$\mu$	Asentamiento elástico (cm)
1.00		0.50	19.48	4.87	3000.00	0.35	0.32
1.00		0.60	19.48	7.01	3000.00	0.35	0.38
1.00		0.70	19.48	9.55	3000.00	0.35	0.45
1.00		0.80	19.48	12.47	3000.00	0.35	0.51
1.00		0.90	19.48	15.78	3000.00	0.35	0.57
1.00		1.00	19.48	19.48	3000.00	0.35	0.64
1.00		1.10	19.48	23.57	3000.00	0.35	0.70
1.00		1.20	19.48	28.05	3000.00	0.35	0.77
1.00		1.30	19.48	32.93	3000.00	0.35	0.83
1.00		1.40	19.48	38.19	3000.00	0.35	0.89
1.00		1.50	19.48	43.84	3000.00	0.35	0.96
1.00		1.60	19.48	49.87	3000.00	0.35	1.02
1.00		1.70	19.48	56.30	3000.00	0.35	1.09
1.00		1.80	19.48	63.12	3000.00	0.35	1.15
1.00		1.90	19.48	70.33	3000.00	0.35	1.21
1.00		2.00	19.48	77.93	3000.00	0.35	1.28
1.00		2.10	19.48	85.92	3000.00	0.35	1.34
1.00		2.20	19.48	94.29	3000.00	0.35	1.40
1.00		2.30	19.48	103.06	3000.00	0.35	1.47
1.00		2.40	19.48	112.22	3000.00	0.35	1.53
1.00		2.50	19.48	121.76	3000.00	0.35	1.60





### CÁLCULO DE ASENTAMIENTOS ELÁSTICOS EN LA ESQUINA DE LA CIMENTACIÓN

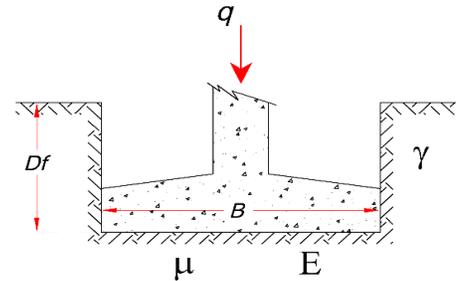
PROYECTO: "CESI" SEDE MÉRIDA		HOJA: 1	DE: 1
UBICACIÓN: Mérida Yucatán, México.		REVISIÓN N° 1	
DESCRIPCIÓN: CÁLCULO DE ASENTAMIENTOS ELÁSTICOS A UNA PROFUNDIDAD DE DESPLANTE DE 1.00 m			
ELABORÓ: Héctor Cabañas R.	REVISÓ: Armando Corona A.	AUTORIZÓ: M. en I. Joao Morales A.	
FECHA: jun-17	FECHA: jun-17	FECHA: jun-17	
		CLASIFICACION:	

Para el cálculo de los asentamientos que se presentarán por la acción de la sobrecarga producida por la estructura se empleó la siguiente expresión:

$$S = qB \frac{(1 - \mu^2)}{E} I_w$$

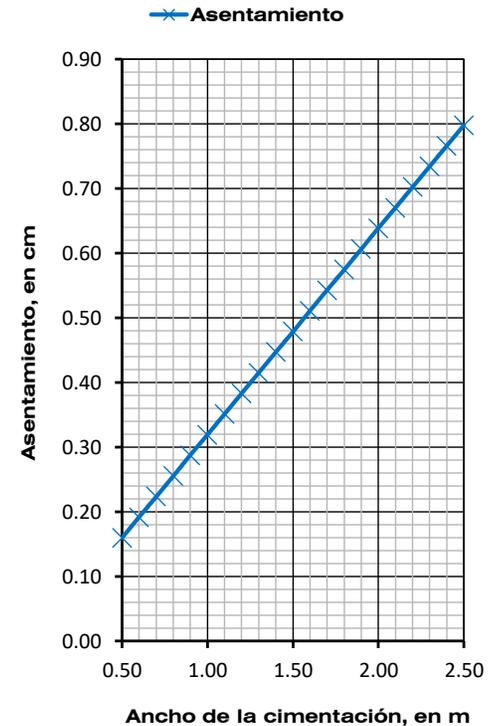
Donde:

- S = Asentamientos elásticos (cm)
- q = Sobrecarga debida a la estructura (t/m<sup>2</sup>)
- B = Ancho de la cimentación (m)
- μ = Relación de Poisson del material de apoyo (adimensional)
- E = Modulo de Elasticidad Tangencial del suelo de apoyo de la cimentación (t/m<sup>2</sup>)
- I<sub>w</sub> = Factor de influencia al centro de la cimentación = 0.56



Para el cálculo de asentamientos elásticos se ha considerado como sobrecarga la Capacidad Carga Admisible del cimienta de 0.5 m a una profundidad de desplante de Df =1.00 m

Profundidad de desplante, Df (m)	Ancho de la cimentación (m)	Capacidad de carga última (t/m <sup>2</sup> )	Carga última que soporta el cimienta, asociada a la Qadm, (t)	E (t/m <sup>2</sup> )	μ	Asentamiento elástico (cm)
1.00	0.50	19.48	4.87	3000.00	0.35	0.16
1.00	0.60	19.48	7.01	3000.00	0.35	0.19
1.00	0.70	19.48	9.55	3000.00	0.35	0.22
1.00	0.80	19.48	12.47	3000.00	0.35	0.26
1.00	0.90	19.48	15.78	3000.00	0.35	0.29
1.00	1.00	19.48	19.48	3000.00	0.35	0.32
1.00	1.10	19.48	23.57	3000.00	0.35	0.35
1.00	1.20	19.48	28.05	3000.00	0.35	0.38
1.00	1.30	19.48	32.93	3000.00	0.35	0.41
1.00	1.40	19.48	38.19	3000.00	0.35	0.45
1.00	1.50	19.48	43.84	3000.00	0.35	0.48
1.00	1.60	19.48	49.87	3000.00	0.35	0.51
1.00	1.70	19.48	56.30	3000.00	0.35	0.54
1.00	1.80	19.48	63.12	3000.00	0.35	0.57
1.00	1.90	19.48	70.33	3000.00	0.35	0.61
1.00	2.00	19.48	77.93	3000.00	0.35	0.64
1.00	2.10	19.48	85.92	3000.00	0.35	0.67
1.00	2.20	19.48	94.29	3000.00	0.35	0.70
1.00	2.30	19.48	103.06	3000.00	0.35	0.73
1.00	2.40	19.48	112.22	3000.00	0.35	0.77
1.00	2.50	19.48	121.76	3000.00	0.35	0.80



## CÁLCULO DE ASENTAMIENTOS ELÁSTICOS AL CENTRO DE LA CIMENTACIÓN

PROYECTO: "CESI" SEDE MÉRIDA

UBICACIÓN: Mérida Yucatán, México.

DESCRIPCIÓN: CÁLCULO DE ASENTAMIENTOS ELÁSTICOS A UNA PROFUNDIDAD DE DESPLANTE DE 1.00 m

ELABORÓ: Héctor Cabañas R.

FECHA: jun-17

REVISÓ: Armando Corona A.

FECHA: jun-17

AUTORIZÓ: M. en I. Joao Morales A.

FECHA: jun-17

HOJA: 1 DE: 1

REVISION N° 1

FECHA: jun-17

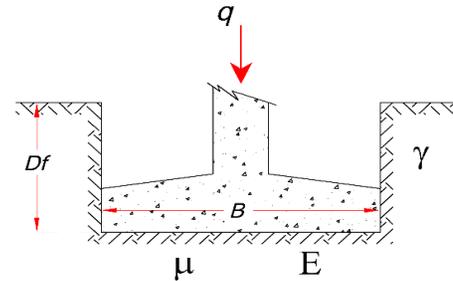
CLASIFICACION:

Para el cálculo de los asentamientos que se presentarán por la acción de la sobrecarga producida por la estructura se empleó la siguiente expresión:

$$S = qB \frac{(1 - \mu^2)}{E} I_w$$

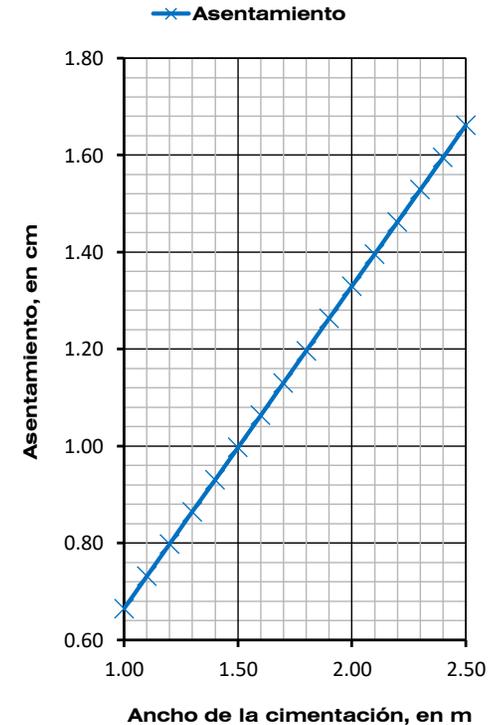
Donde:

- $S$  = Asentamientos elásticos (cm)
- $q$  = Sobrecarga debida a la estructura (t/m<sup>2</sup>)
- $B$  = Ancho de la cimentación (m)
- $\mu$  = Relación de Poisson del material de apoyo (adimensional)
- $E$  = Modulo de Elasticidad Tangencial del suelo de apoyo de la cimentación (t/m<sup>2</sup>)
- $I_w$  = Factor de influencia al centro de la cimentación = 1.12



Para el cálculo de asentamientos elásticos se ha considerado como sobrecarga la Capacidad Carga Admisible del cemento de 1 m a una profundidad de desplante de  $D_f = 1.00$  m

Profundidad de desplante, $D_f$ (m)	Ancho de la cimentación (m)	Capacidad de carga última (t/m <sup>2</sup> )	Carga última que soporta el cimient, asociada a la $Q_{adm}$ (t)	$E$ (t/m <sup>2</sup> )	$\mu$	Asentamiento elástico (cm)
1.00	1.00	20.29	20.29	3000.00	0.35	0.66
1.00	1.10	20.29	24.55	3000.00	0.35	0.73
1.00	1.20	20.29	29.22	3000.00	0.35	0.80
1.00	1.30	20.29	34.29	3000.00	0.35	0.86
1.00	1.40	20.29	39.77	3000.00	0.35	0.93
1.00	1.50	20.29	45.65	3000.00	0.35	1.00
1.00	1.60	20.29	51.94	3000.00	0.35	1.06
1.00	1.70	20.29	58.64	3000.00	0.35	1.13
1.00	1.80	20.29	65.74	3000.00	0.35	1.20
1.00	1.90	20.29	73.25	3000.00	0.35	1.26
1.00	2.00	20.29	81.16	3000.00	0.35	1.33
1.00	2.10	20.29	89.48	3000.00	0.35	1.40
1.00	2.20	20.29	98.20	3000.00	0.35	1.46
1.00	2.30	20.29	107.34	3000.00	0.35	1.53
1.00	2.40	20.29	116.87	3000.00	0.35	1.60
1.00	2.50	20.29	126.81	3000.00	0.35	1.66



## CÁLCULO DE ASENTAMIENTOS ELÁSTICOS EN LA ESQUINA DE LA CIMENTACIÓN

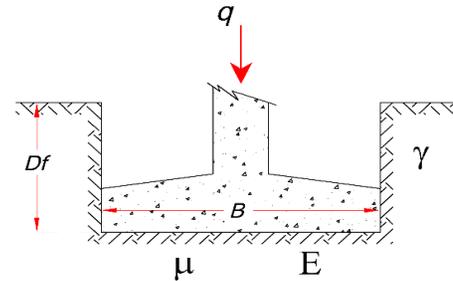
PROYECTO: "CESI" SEDE MÉRIDA			HOJA: 1	DE: 1
UBICACIÓN: Mérida Yucatán, México.			REVISION N° 1	
DESCRIPCIÓN: CÁLCULO DE ASENTAMIENTOS ELÁSTICOS A UNA PROFUNDIDAD DE DESPLANTE DE 1.00 m				
ELABORÓ: Héctor Cabañas R.		REVISÓ: Armando Corona A.	AUTORIZÓ: M. en I. Joao Morales A.	
FECHA: jun-17		FECHA: jun-17	FECHA: jun-17	
CLASIFICACION:				

Para el cálculo de los asentamientos que se presentarán por la acción de la sobrecarga producida por la estructura se empleó la siguiente expresión:

$$S = qB \frac{(1 - \mu^2)}{E} I_w$$

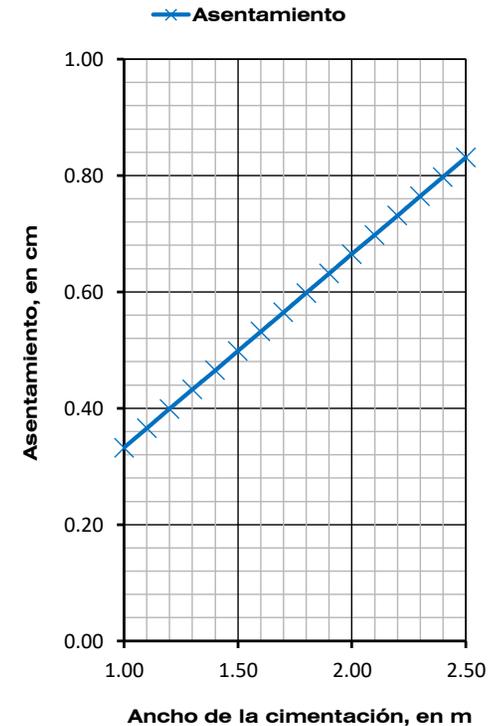
Donde:

- $S$  = Asentamientos elásticos (cm)
- $q$  = Sobrecarga debida a la estructura (t/m<sup>2</sup>)
- $B$  = Ancho de la cimentación (m)
- $\mu$  = Relación de Poisson del material de apoyo (adimensional)
- $E$  = Modulo de Elasticidad Tangencial del suelo de apoyo de la cimentación (t/m<sup>2</sup>)
- $I_w$  = Factor de influencia al centro de la cimentación = 0.56



Para el cálculo de asentamientos elásticos se ha considerado como sobrecarga la Capacidad Carga Admisible del cemento de 1 m a una profundidad de desplante de Df = 1.00 m

Profundidad de desplante, (m)	Ancho de la cimentación (m)	Capacidad de carga última (t/m <sup>2</sup> )	Carga última que soporta el ciminto, asociada a la Qadm, (t)	E (t/m <sup>2</sup> )	$\mu$	Asentamiento elástico (cm)
1.00	1.00	20.29	20.29	3000.00	0.35	0.33
1.00	1.10	20.29	24.55	3000.00	0.35	0.37
1.00	1.20	20.29	29.22	3000.00	0.35	0.40
1.00	1.30	20.29	34.29	3000.00	0.35	0.43
1.00	1.40	20.29	39.77	3000.00	0.35	0.47
1.00	1.50	20.29	45.65	3000.00	0.35	0.50
1.00	1.60	20.29	51.94	3000.00	0.35	0.53
1.00	1.70	20.29	58.64	3000.00	0.35	0.57
1.00	1.80	20.29	65.74	3000.00	0.35	0.60
1.00	1.90	20.29	73.25	3000.00	0.35	0.63
1.00	2.00	20.29	81.16	3000.00	0.35	0.66
1.00	2.10	20.29	89.48	3000.00	0.35	0.70
1.00	2.20	20.29	98.20	3000.00	0.35	0.73
1.00	2.30	20.29	107.34	3000.00	0.35	0.76
1.00	2.40	20.29	116.87	3000.00	0.35	0.80
1.00	2.50	20.29	126.81	3000.00	0.35	0.83



## CÁLCULO DE ASENTAMIENTOS ELÁSTICOS AL CENTRO DE LA CIMENTACIÓN

PROYECTO: "CESI" SEDE MÉRIDA

UBICACIÓN: Mérida Yucatán, México.

DESCRIPCIÓN: CÁLCULO DE ASENTAMIENTOS ELÁSTICOS A UNA PROFUNDIDAD DE DESPLANTE DE 1.50 m

ELABORÓ: Héctor Cabañas R.

REVISÓ: Armando Corona A.

AUTORIZÓ: M. en I. Joao Morales A.

FECHA: jun-17

FECHA: jun-17

FECHA: jun-17

HOJA: 1 DE: 1

REVISIÓN N° 1

FECHA: jun-17

CLASIFICACION:

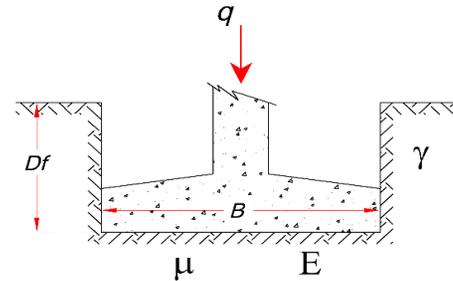


Para el cálculo de los asentamientos que se presentarán por la acción de la sobrecarga producida por la estructura se empleó la siguiente expresión:

$$S = qB \frac{(1 - \mu^2)}{E} I_w$$

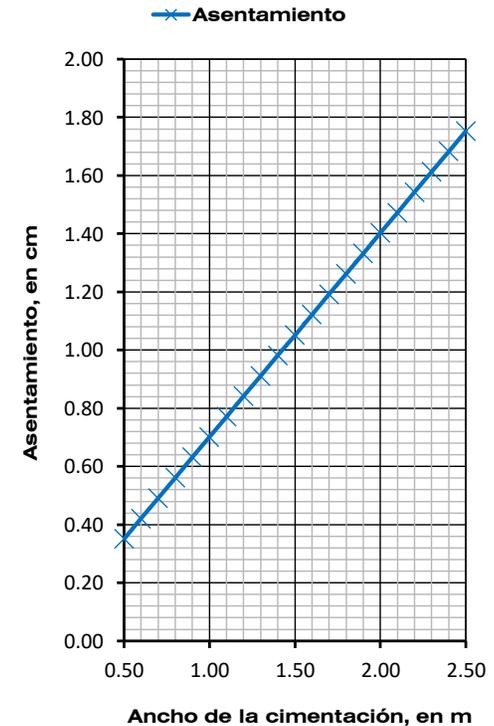
Donde:

- $S$  = Asentamientos elásticos (cm)
- $q$  = Sobrecarga debida a la estructura (t/m<sup>2</sup>)
- $B$  = Ancho de la cimentación (m)
- $\mu$  = Relación de Poisson del material de apoyo (adimensional)
- $E$  = Modulo de Elasticidad Tangencial del suelo de apoyo de la cimentación (t/m<sup>2</sup>)
- $I_w$  = Factor de influencia al centro de la cimentación = 1.12



Para el cálculo de asentamientos elásticos se ha considerado como sobrecarga la Capacidad Carga Admisible del cemento de 0.5 m a una profundidad de desplante de  $D_f = 1.50$  m

Profundidad de desplante, (m)	$D_f$	Ancho de la cimentación (m)	Capacidad de carga última (t/m <sup>2</sup> )	Carga última que soporta el cimientto, asociada a la $Q_{adm}$ , (t)	$E$ (t/m <sup>2</sup> )	$\mu$	Asentamiento elástico (cm)
1.50		0.50	21.40	5.35	3000.00	0.35	0.35
1.50		0.60	21.40	7.70	3000.00	0.35	0.42
1.50		0.70	21.40	10.49	3000.00	0.35	0.49
1.50		0.80	21.40	13.70	3000.00	0.35	0.56
1.50		0.90	21.40	17.34	3000.00	0.35	0.63
1.50		1.00	21.40	21.40	3000.00	0.35	0.70
1.50		1.10	21.40	25.90	3000.00	0.35	0.77
1.50		1.20	21.40	30.82	3000.00	0.35	0.84
1.50		1.30	21.40	36.17	3000.00	0.35	0.91
1.50		1.40	21.40	41.95	3000.00	0.35	0.98
1.50		1.50	21.40	48.15	3000.00	0.35	1.05
1.50		1.60	21.40	54.79	3000.00	0.35	1.12
1.50		1.70	21.40	61.85	3000.00	0.35	1.19
1.50		1.80	21.40	69.34	3000.00	0.35	1.26
1.50		1.90	21.40	77.26	3000.00	0.35	1.33
1.50		2.00	21.40	85.61	3000.00	0.35	1.40
1.50		2.10	21.40	94.38	3000.00	0.35	1.47
1.50		2.20	21.40	103.59	3000.00	0.35	1.54
1.50		2.30	21.40	113.22	3000.00	0.35	1.61
1.50		2.40	21.40	123.28	3000.00	0.35	1.68
1.50		2.50	21.40	133.76	3000.00	0.35	1.75





### CÁLCULO DE ASENTAMIENTOS ELÁSTICOS EN LA ESQUINA DE LA CIMENTACIÓN

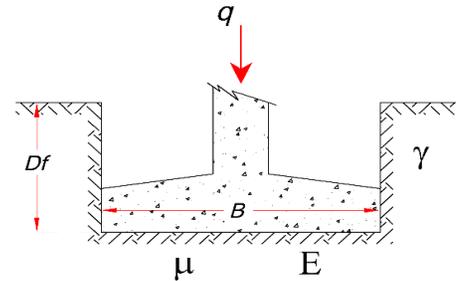
PROYECTO: "CESI" SEDE MÉRIDA		HOJA: 1 DE: 1
UBICACIÓN: Mérida Yucatán, México.		REVISIÓN N° 1
DESCRIPCIÓN: CÁLCULO DE ASENTAMIENTOS ELÁSTICOS A UNA PROFUNDIDAD DE DESPLANTE DE 1.50 m		
ELABORÓ: Héctor Cabañas R.	REVISÓ: Armando Corona A.	AUTORIZÓ: M. en I. Joao Morales A.
FECHA: jun-17	FECHA: jun-17	FECHA: jun-17
		CLASIFICACION:

Para el cálculo de los asentamientos que se presentarán por la acción de la sobrecarga producida por la estructura se empleó la siguiente expresión:

$$S = qB \frac{(1 - \mu^2)}{E} I_w$$

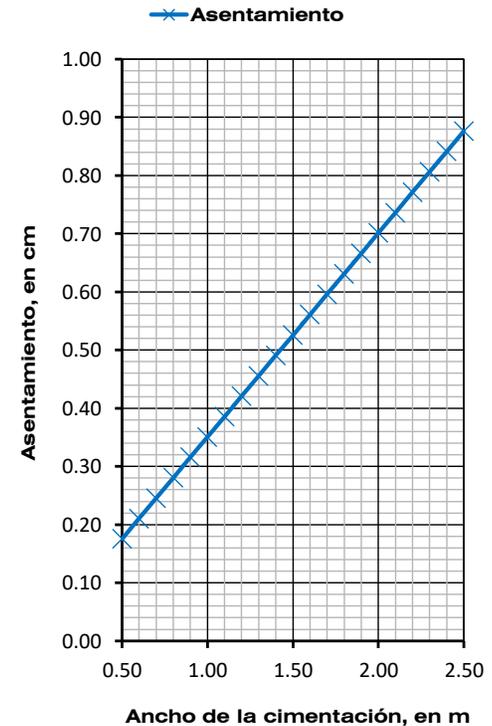
Donde:

- S = Asentamientos elásticos (cm)
- q = Sobrecarga debida a la estructura (t/m<sup>2</sup>)
- B = Ancho de la cimentación (m)
- μ = Relación de Poisson del material de apoyo (adimensional)
- E = Modulo de Elasticidad Tangencial del suelo de apoyo de la cimentación (t/m<sup>2</sup>)
- I<sub>w</sub> = Factor de influencia al centro de la cimentación = 0.56



Para el cálculo de asentamientos elásticos se ha considerado como sobrecarga la Capacidad Carga Admisible del cimientó de 0.5 m a una profundidad de desplante de Df = 1.50 m

Profundidad de desplante, Df (m)	Ancho de la cimentación (m)	Capacidad de carga última (t/m <sup>2</sup> )	Carga última que soporta el cimientó, asociada a la Qadm, (t)	E (t/m <sup>2</sup> )	μ	Asentamiento elástico (cm)
1.50	0.50	21.40	5.35	3000.00	0.35	0.18
1.50	0.60	21.40	7.70	3000.00	0.35	0.21
1.50	0.70	21.40	10.49	3000.00	0.35	0.25
1.50	0.80	21.40	13.70	3000.00	0.35	0.28
1.50	0.90	21.40	17.34	3000.00	0.35	0.32
1.50	1.00	21.40	21.40	3000.00	0.35	0.35
1.50	1.10	21.40	25.90	3000.00	0.35	0.39
1.50	1.20	21.40	30.82	3000.00	0.35	0.42
1.50	1.30	21.40	36.17	3000.00	0.35	0.46
1.50	1.40	21.40	41.95	3000.00	0.35	0.49
1.50	1.50	21.40	48.15	3000.00	0.35	0.53
1.50	1.60	21.40	54.79	3000.00	0.35	0.56
1.50	1.70	21.40	61.85	3000.00	0.35	0.60
1.50	1.80	21.40	69.34	3000.00	0.35	0.63
1.50	1.90	21.40	77.26	3000.00	0.35	0.67
1.50	2.00	21.40	85.61	3000.00	0.35	0.70
1.50	2.10	21.40	94.38	3000.00	0.35	0.74
1.50	2.20	21.40	103.59	3000.00	0.35	0.77
1.50	2.30	21.40	113.22	3000.00	0.35	0.81
1.50	2.40	21.40	123.28	3000.00	0.35	0.84
1.50	2.50	21.40	133.76	3000.00	0.35	0.88



## CÁLCULO DE ASENTAMIENTOS ELÁSTICOS AL CENTRO DE LA CIMENTACIÓN

PROYECTO: "CESI" SEDE MÉRIDA

UBICACIÓN: Mérida Yucatán, México.

DESCRIPCIÓN: CÁLCULO DE ASENTAMIENTOS ELÁSTICOS A UNA PROFUNDIDAD DE DESPLANTE DE 1.50 m

ELABORÓ: Héctor Cabañas R.

FECHA: jun-17

REVISÓ: Armando Corona A.

FECHA: jun-17

AUTORIZÓ: M. en I. Joao Morales A.

FECHA: jun-17

HOJA: 1 DE: 1

REVISION N° 1

FECHA: jun-17

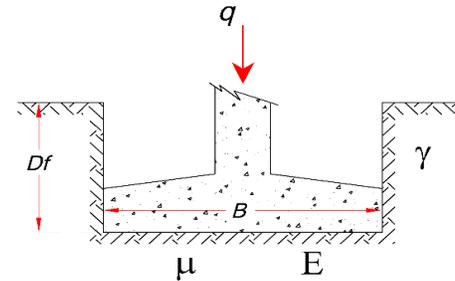
CLASIFICACION:

Para el cálculo de los asentamientos que se presentarán por la acción de la sobrecarga producida por la estructura se empleó la siguiente expresión:

$$S = qB \frac{(1 - \mu^2)}{E} I_w$$

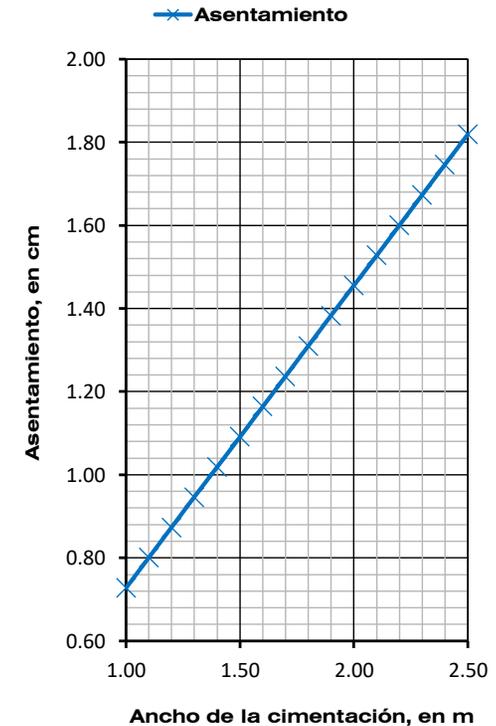
Donde:

- $S$  = Asentamientos elásticos (cm)
- $q$  = Sobrecarga debida a la estructura (t/m<sup>2</sup>)
- $B$  = Ancho de la cimentación (m)
- $\mu$  = Relación de Poisson del material de apoyo (adimensional)
- $E$  = Modulo de Elasticidad Tangencial del suelo de apoyo de la cimentación (t/m<sup>2</sup>)
- $I_w$  = Factor de influencia al centro de la cimentación = 1.12



Para el cálculo de asentamientos elásticos se ha considerado como sobrecarga la Capacidad Carga Admisible del cimientó de 1.00 m a una profundidad de desplante de  $D_f = 1.50$  m

Profundidad de desplante, (m)	Ancho de la cimentación (m)	Capacidad de carga última (t/m <sup>2</sup> )	Carga última que soporta el cimientó, asociada a la Qadm, (t)	E (t/m <sup>2</sup> )	$\mu$	Asentamiento elástico (cm)
1.50	1.00	22.21	22.21	3000.00	0.35	0.73
1.50	1.10	22.21	26.87	3000.00	0.35	0.80
1.50	1.20	22.21	31.98	3000.00	0.35	0.87
1.50	1.30	22.21	37.54	3000.00	0.35	0.95
1.50	1.40	22.21	43.53	3000.00	0.35	1.02
1.50	1.50	22.21	49.97	3000.00	0.35	1.09
1.50	1.60	22.21	56.86	3000.00	0.35	1.16
1.50	1.70	22.21	64.19	3000.00	0.35	1.24
1.50	1.80	22.21	71.96	3000.00	0.35	1.31
1.50	1.90	22.21	80.18	3000.00	0.35	1.38
1.50	2.00	22.21	88.84	3000.00	0.35	1.46
1.50	2.10	22.21	97.95	3000.00	0.35	1.53
1.50	2.20	22.21	107.50	3000.00	0.35	1.60
1.50	2.30	22.21	117.49	3000.00	0.35	1.67
1.50	2.40	22.21	127.93	3000.00	0.35	1.75
1.50	2.50	22.21	138.81	3000.00	0.35	1.82



## CÁLCULO DE ASENTAMIENTOS ELÁSTICOS EN LA ESQUINA DE LA CIMENTACIÓN

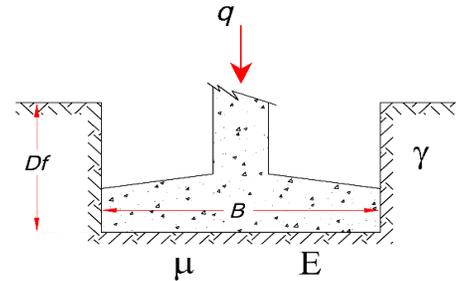
PROYECTO: "CESI" SEDE MÉRIDA			HOJA: 1 DE: 1
UBICACIÓN: Mérida Yucatán, México.			REVISION N° 1
DESCRIPCIÓN: CÁLCULO DE ASENTAMIENTOS ELÁSTICOS A UNA PROFUNDIDAD DE DESPLANTE DE 1.50 m			FECHA: jun-17
ELABORÓ: Héctor Cabañas R. FECHA: jun-17	REVISÓ: Armando Corona A. FECHA: jun-17	AUTORIZÓ: M. en I. Joao Morales A. FECHA: jun-17	CLASIFICACION:

Para el cálculo de los asentamientos que se presentarán por la acción de la sobrecarga producida por la estructura se empleó la siguiente expresión:

$$S = qB \frac{(1 - \mu^2)}{E} I_w$$

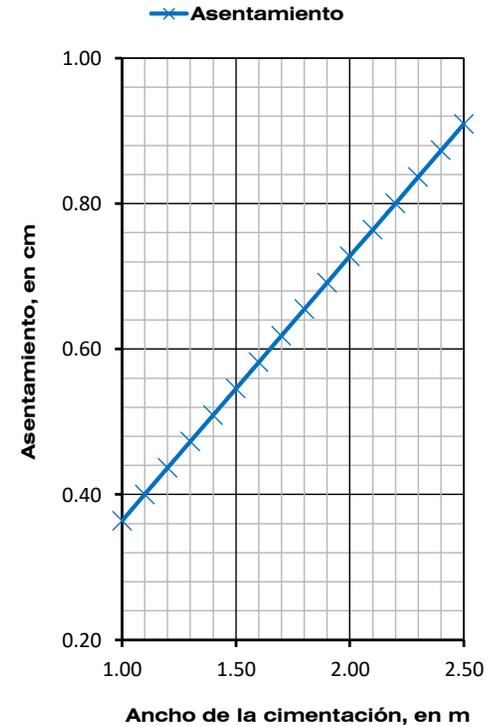
Donde:

- $S$  = Asentamientos elásticos (cm)
- $q$  = Sobrecarga debida a la estructura (t/m<sup>2</sup>)
- $B$  = Ancho de la cimentación (m)
- $\mu$  = Relación de Poisson del material de apoyo (adimensional)
- $E$  = Modulo de Elasticidad Tangencial del suelo de apoyo de la cimentación (t/m<sup>2</sup>)
- $I_w$  = Factor de influencia al centro de la cimentación = 0.56



Para el cálculo de asentamientos elásticos se ha considerado como sobrecarga la Capacidad Carga Admisible del cimieto de 1.00 m a una profundidad de desplante de  $D_f = 1.50$  m

Profundidad de desplante, (m)	$D_f$	Ancho de la cimentación (m)	Capacidad de carga última (t/m <sup>2</sup> )	Carga última que soporta el cimieto, asociada a la $Q_{adm}$ , (t)	$E$ (t/m <sup>2</sup> )	$\mu$	Asentamiento elástico (cm)
1.50		1.00	22.21	22.21	3000.00	0.35	0.36
1.50		1.10	22.21	26.87	3000.00	0.35	0.40
1.50		1.20	22.21	31.98	3000.00	0.35	0.44
1.50		1.30	22.21	37.54	3000.00	0.35	0.47
1.50		1.40	22.21	43.53	3000.00	0.35	0.51
1.50		1.50	22.21	49.97	3000.00	0.35	0.55
1.50		1.60	22.21	56.86	3000.00	0.35	0.58
1.50		1.70	22.21	64.19	3000.00	0.35	0.62
1.50		1.80	22.21	71.96	3000.00	0.35	0.65
1.50		1.90	22.21	80.18	3000.00	0.35	0.69
1.50		2.00	22.21	88.84	3000.00	0.35	0.73
1.50		2.10	22.21	97.95	3000.00	0.35	0.76
1.50		2.20	22.21	107.50	3000.00	0.35	0.80
1.50		2.30	22.21	117.49	3000.00	0.35	0.84
1.50		2.40	22.21	127.93	3000.00	0.35	0.87
1.50		2.50	22.21	138.81	3000.00	0.35	0.91



## RESUMEN DE ASENTAMIENTOS TOTALES

CENTRO DE SERVICIOS INFONAVIT "CESI"  
SEDE MÉRIDA 2017



PROYECTO: "CESI" SEDE MÉRIDA  
UBICACIÓN: Mérida Yucatán, México.  
DESCRIPCIÓN: Resumen de asentamientos

Hoja: 1 De: 1  
Revisión: 1  
Fecha: jun-17

Elaboró: Héctor Cabañas R.  
Fecha: jun-17

Revisó: Armando Corona A.  
Fecha: jun-17

Autorizó: M. en I. Joao Morales A.  
Fecha: jun-17

### RESUMEN ASENTAMIENTOS AL CENTRO DE LA CIMENTACIÓN

Ancho (m)	Profundidad de desplante (m)	Presión de contacto* t/m <sup>2</sup>	Asentamientos Elásticos (cm)
0.50	1.00	19.48	0.32
1.00	1.00	20.29	0.66
0.50	1.50	21.40	0.35
1.00	1.50	22.21	0.73

\*Presión considerada para el cálculo de asentamientos.

### RESUMEN ASENTAMIENTOS EN LA ESQUINA DE LA CIMENTACIÓN

Ancho (m)	Profundidad de desplante (m)	Presión de contacto* t/m <sup>2</sup>	Asentamientos Elásticos (cm)
0.50	1.00	19.48	0.16
1.00	1.00	20.29	0.33
0.50	1.50	21.40	0.18
1.00	1.50	22.21	0.36

\*Presión considerada para el cálculo de asentamientos.

# EMPUJES



<b>EMPUJES HORIZONTALES SOBRE MUROS</b>			
PROYECTO: "CESI" SEDE MÉRIDA		HOJA: 1	DE: 1
UBICACIÓN: Mérida Yucatán, México.		REVISION N° 1	
DESCRIPCIÓN: CÁLCULO DE EMPUJES HORIZONTALES		FECHA: jun-17	
ELABORÓ: Héctor Cabañas F	REVISÓ: Armando Corona A.	AUTORIZÓ: M. en I. Joao Morales A.	
FECHA: jun-17	FECHA: jun-17	FECHA: jun-17	
		CLASIFICACION:	

**a) EMPUJE DEBIDO AL SUELO**

$P_o = koH + 0.5ko\gamma H$

ALTURA (m)	PRESION REPOSO ( $t/m^2$ )	EMPUJE REPOSO (t/m)	PUNTO DE APLICACIÓN (m)	Momentos Mo
0.5	0.24	0.06	0.17	0.01
1.0	0.47	0.24	0.33	0.08
1.5	0.71	0.53	0.50	0.27
2.0	0.94	0.94	0.67	0.63
2.5	1.18	1.48	0.83	1.23
3.0	1.42	2.13	1.00	2.13

**d) EMPUJE RESULTANTE**

ALTURA (m)	EMPUJE ( $t/m^2$ )	$\Sigma mo$ (t/m)	PUNTO DE APLICACIÓN (m)
0.50	0.35	0.09	0.26
1.00	1.03	0.55	0.53
1.50	2.05	1.64	0.80
2.00	3.39	3.64	1.07
2.50	5.07	6.83	1.35
3.00	7.07	11.46	1.62

**b) EMPUJE DEBIDO A LA SOBRECARGA**

ALTURA (m)	PRESION REPOSO ( $t/m^2$ )	EMPUJE REPOSO (t/m)	PUNTO DE APLICACIÓN (m)	Mo
0.50	0.37	0.18643771	0.25	0.05
1.00	0.37	0.37	0.50	0.19
1.50	0.37	0.55931314	0.75	0.42
2.00	0.37	0.75	1.00	0.75
2.50	0.37	0.93218857	1.25	1.17
3.00	0.37	1.12	1.50	1.68

**c) EMPUJE DEBIDO AL SISMO**

$\gamma = 1.90$  t/m<sup>3</sup>,  $w = 3.55$  \*h<sup>2</sup>,  $\alpha = 75$  °,  $c = 0.36$ ,  $Q = 3$ ,  $E_{sis} = 0.43$  \*h<sup>2</sup>

ALTURA (m)	EMPUJE SISMICO (t/m)	PRESION ( $t/m^2$ )	PUNTO DE APLICACIÓN (m)	Mo
0.50	0.11	0.43	0.33	0.04
1.00	0.43	0.85	0.67	0.28
1.50	0.96	1.28	1.00	0.96
2.00	1.70	1.70	1.33	2.27
2.50	2.66	2.13	1.67	4.43
3.00	3.83	2.55	2.00	7.66

**RESULTADOS DE PRESIONES Y EMPUJES**

Prof. m	PRESION HORIZONTAL $t/m^2$			EMPUJE HORIZONTAL t/m			RESULTANTE t/m	Punto aplicación (m)
	SUELO	SOBRE CARGA	SISMO	SUELO	SOBRE CARGA	SISMO		
0.5	0.24	0.37	0.43	0.06	0.19	0.11	0.35	0.26
1.0	0.47	0.37	0.85	0.24	0.37	0.43	1.03	0.53
1.5	0.71	0.37	1.28	0.53	0.56	0.96	2.05	0.80
2.0	0.94	0.37	1.70	0.94	0.75	1.70	3.39	1.07
2.5	1.18	0.37	2.13	1.48	0.93	2.66	5.07	1.35
3.0	1.42	0.37	2.55	2.13	1.12	3.83	7.07	1.62

**DIAGRAMAS DE EMPUJES**

SUELO

SOBRECARGA

SISMO

# ESTABILIDAD DE TALUDES



# ESTABILIDAD DE TALUDES

## ESTABILIDAD DE TALUDES

Considerando las excavaciones necesarias para la realización de los trabajos de cimentación, se realizó el análisis de la estabilidad de las paredes de la excavación, considerando que los taludes serán temporales, se realizó un análisis de estabilidad de taludes con el software ROCSCIENCE, con un programa electrónico SLIDE 5.0. Los valores de diseño corresponden a 1.00, 1.50, 2.00 y 2.50 m de excavación. El método de diseño empleado para análisis es Mohr – Coulomb.

Se consideró un corte vertical 0:1 y un talud con distribución 1:1, Las condiciones son estáticas y dinámicas (estáticas más sismo). Para el cálculo de estabilidad de taludes se han considerado las siguientes propiedades y características:

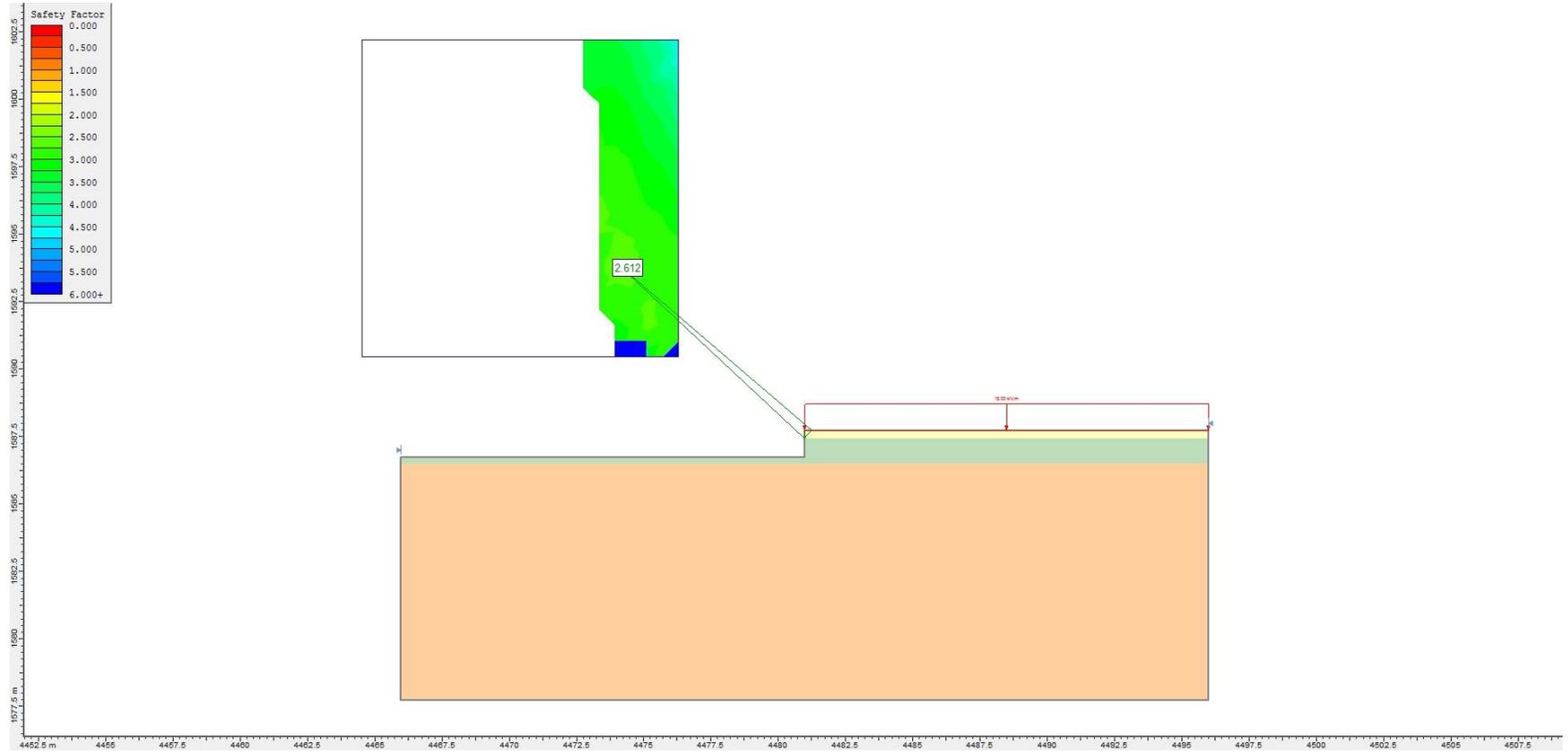
Tabla 1. Estratigrafía y propiedades

Materiales	Profundidad (m)	Peso volumétrico (t/m <sup>3</sup> )	Cohesión (t/m <sup>2</sup> )	Ángulo de fricción (°)
Arena de compacidad media limosa de baja plasticidad con grava de color café claro.	0.00 – 0.30	1.80	2.00	20.00
Grava de compacidad media limo arcillosa con arena de color café claro.	0.30 – 1.25	1.80	3.00	20.00
Roca sedimentaria caliza de tonalidad blanca.	1.25 – 5.45	2.40	10.00	37.00

SOBRECARGA = 1.5 t/m <sup>2</sup>	COEFICIENTE SÍSMICO = 0.4	NIVEL FREÁTICO NO SE DETECTÓ.
-----------------------------------	---------------------------	-------------------------------

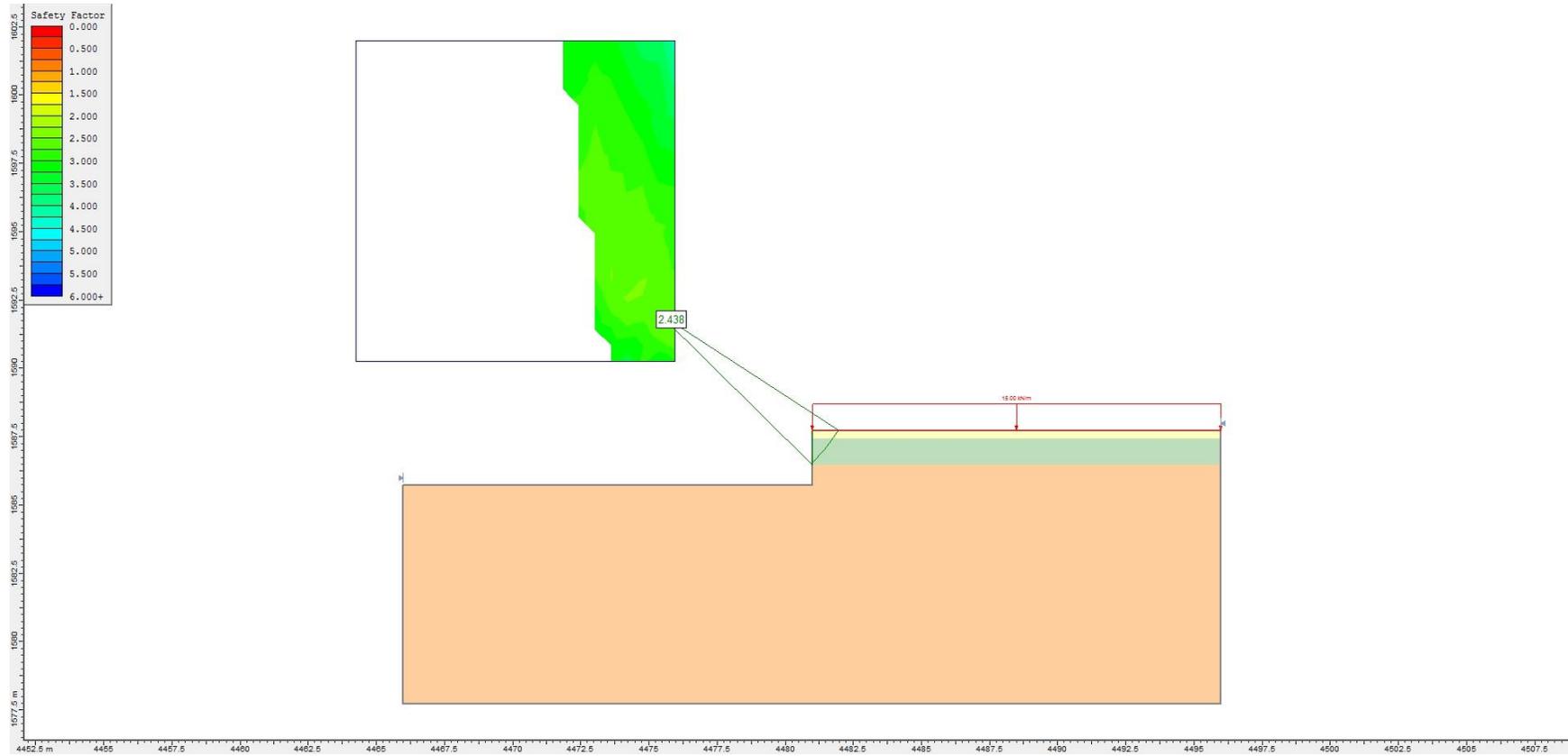
A continuación se presentan los resultados obtenidos después del análisis.

ANÁLISIS ESTÁTICO DE ESTABILIDAD, TALUD 0:1  
ALTURA DE TALUD 1.00 m  
F.S. = 2.612

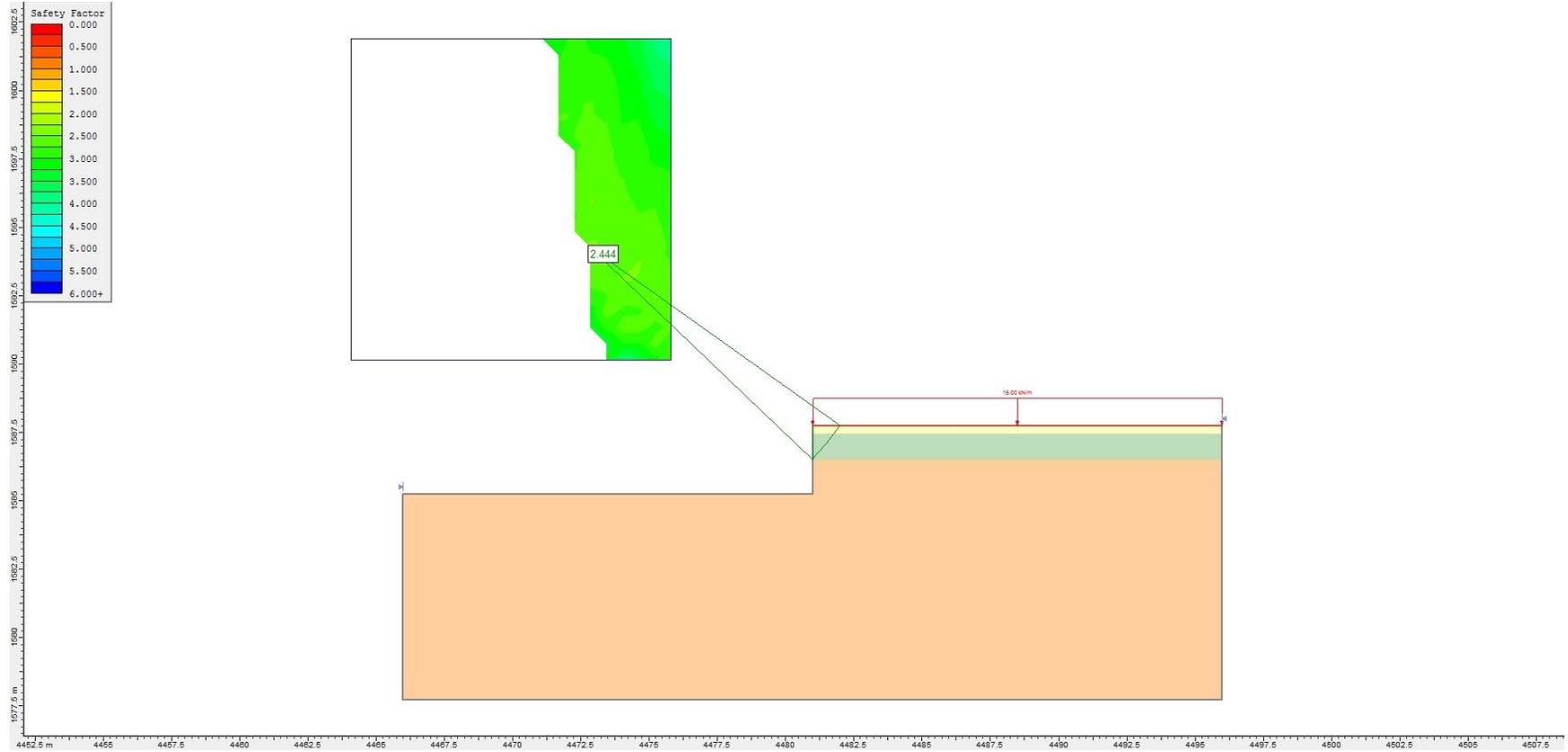




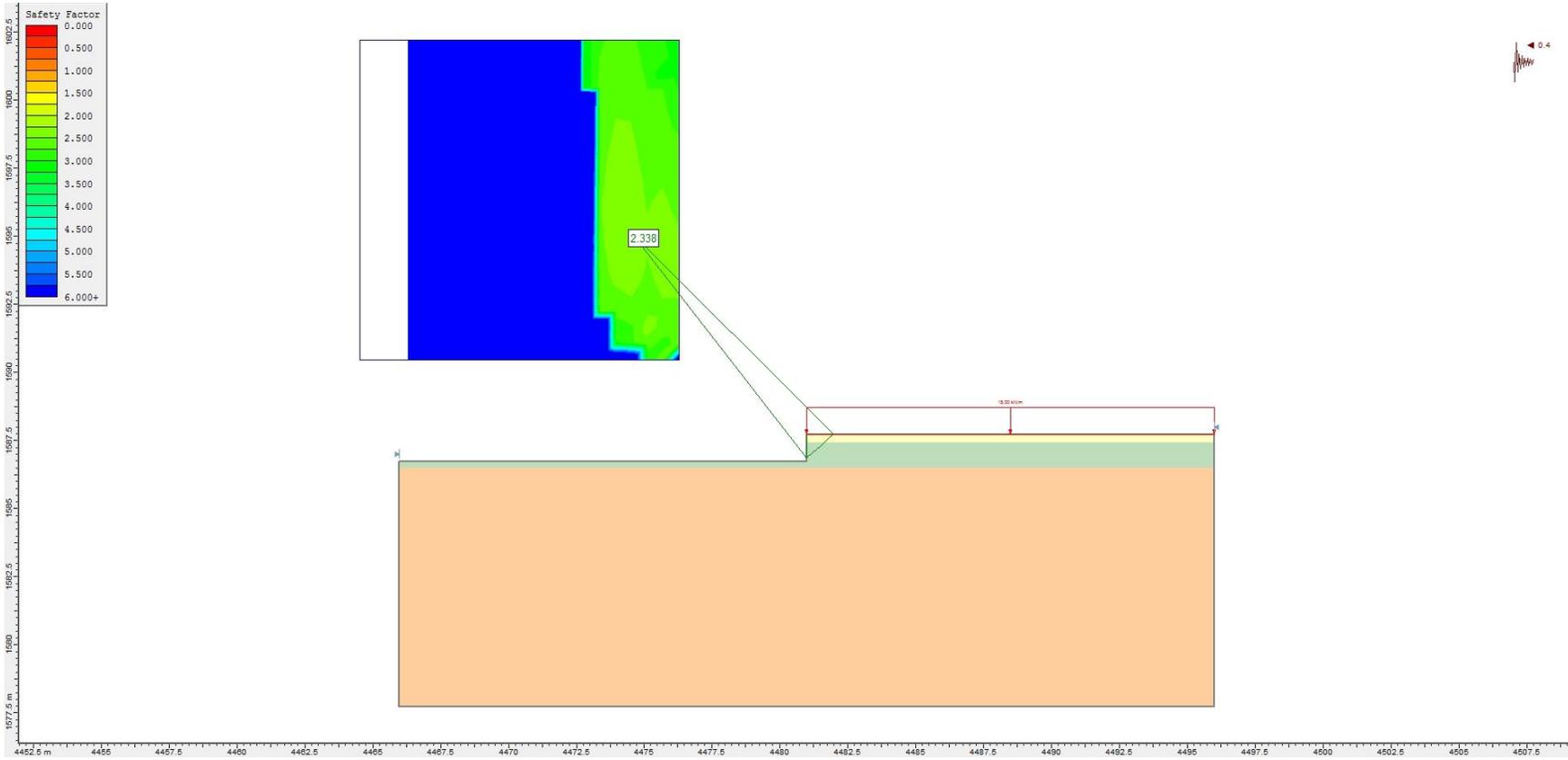
ANÁLISIS ESTÁTICO DE ESTABILIDAD, TALUD 0:1  
ALTURA DE TALUD 2.00 m  
F.S. = 2.438



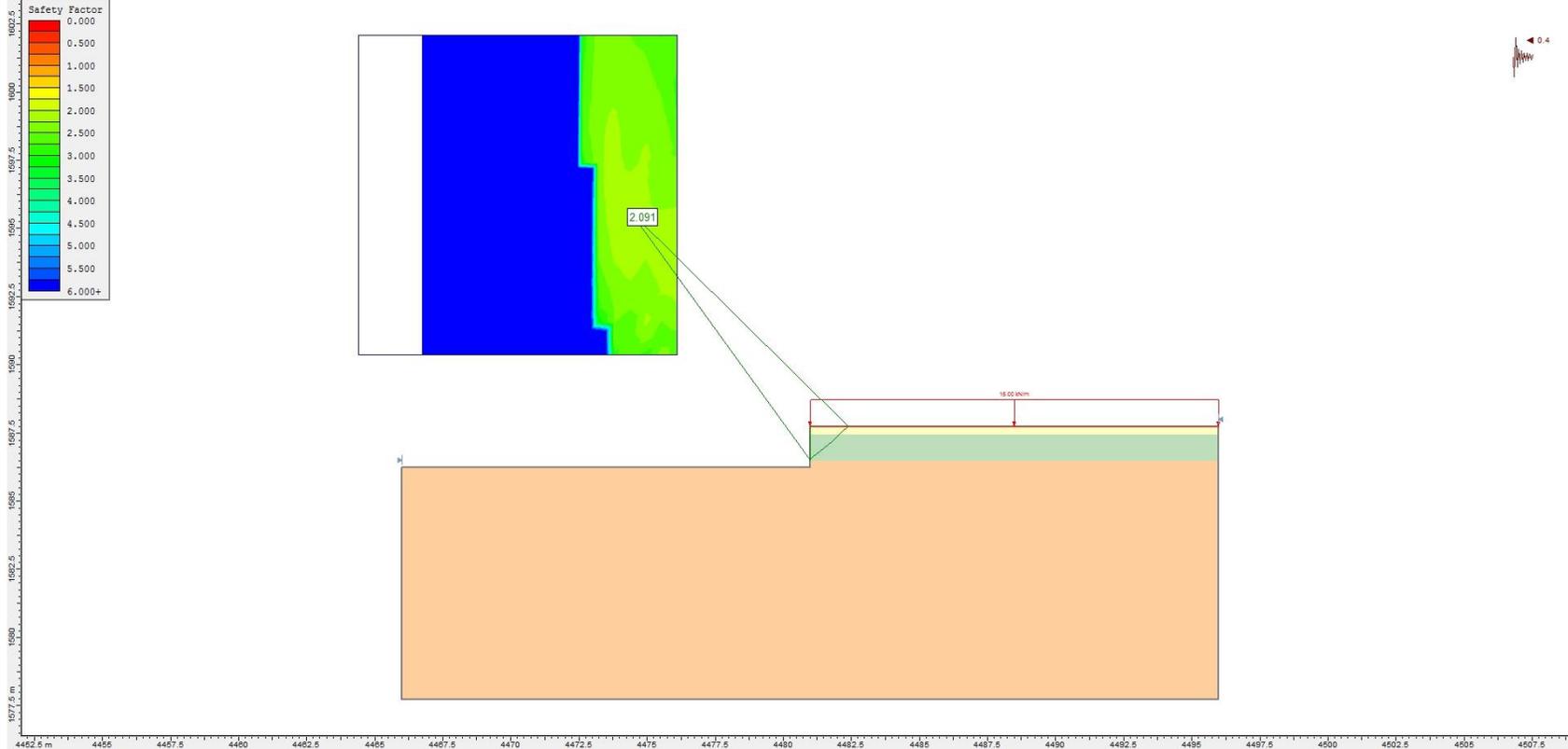
ANÁLISIS ESTÁTICO DE ESTABILIDAD, TALUD 0:1  
ALTURA DE TALUD 2.50 m  
F.S. = 2.444



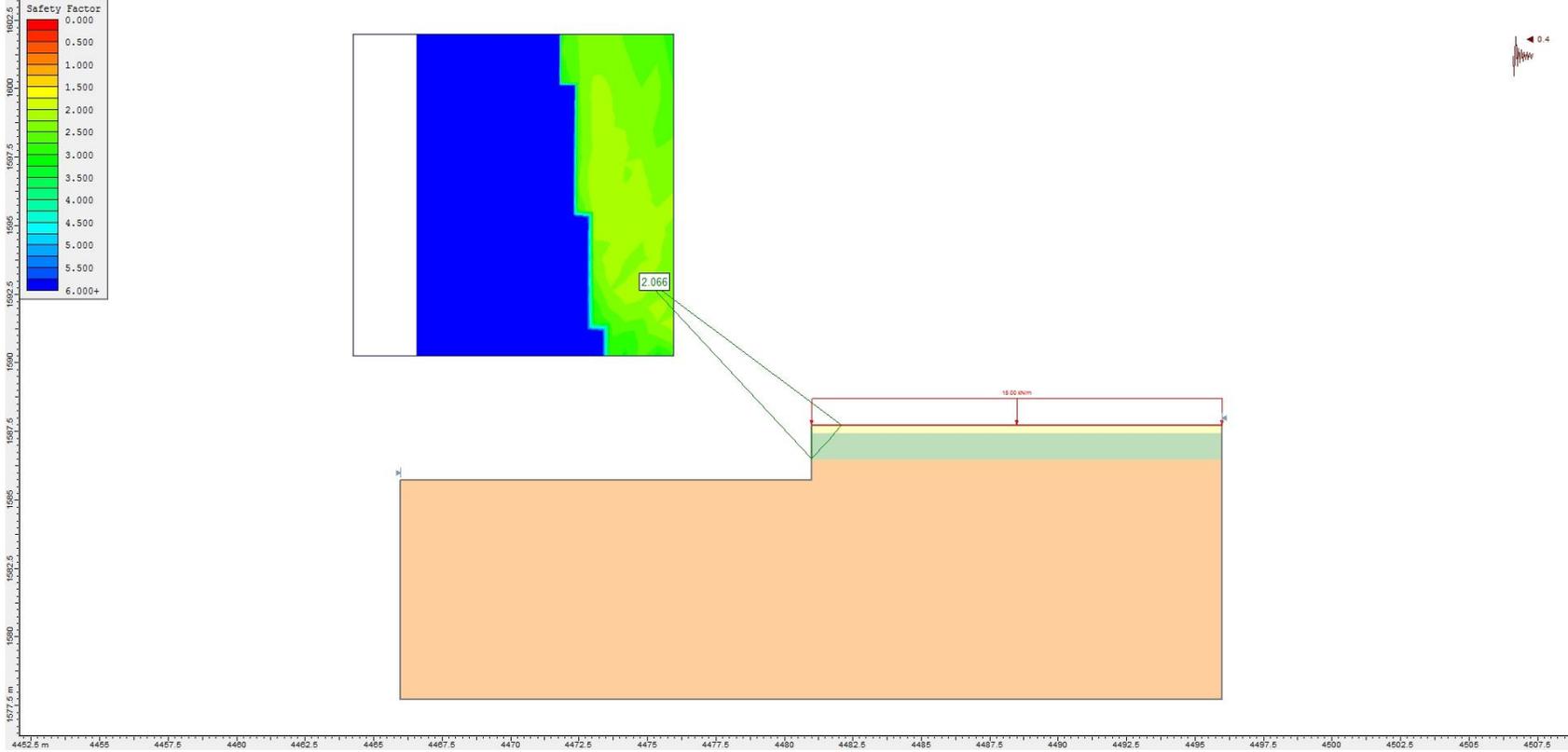
ANÁLISIS DINÁMICO DE ESTABILIDAD, TALUD 0:1  
ALTURA DE TALUD 1.00 m  
F.S. = 2.338



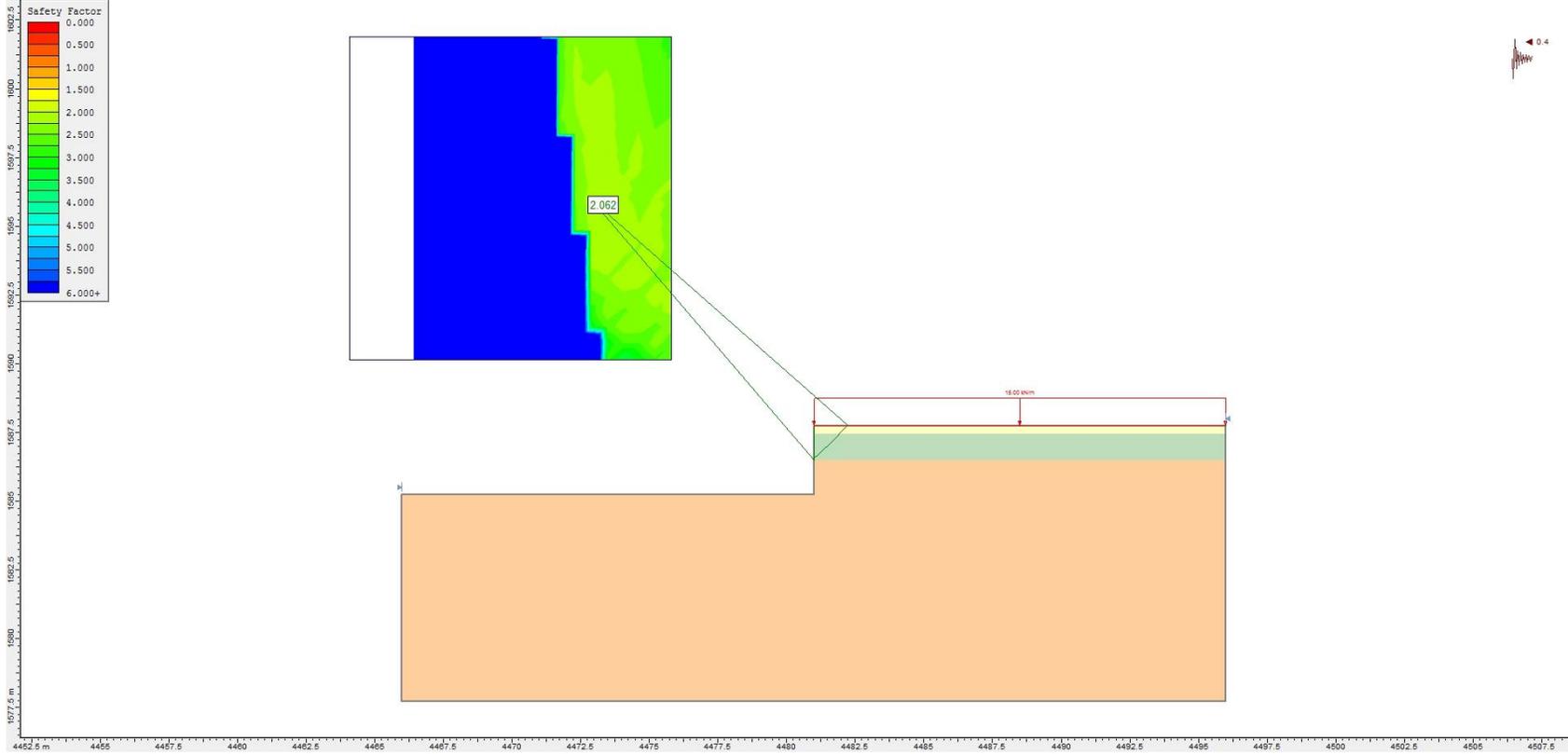
ANÁLISIS DINÁMICO DE ESTABILIDAD, TALUD 0:1  
 ALTURA DE TALUD 1.50 m  
 F.S. = 2.091



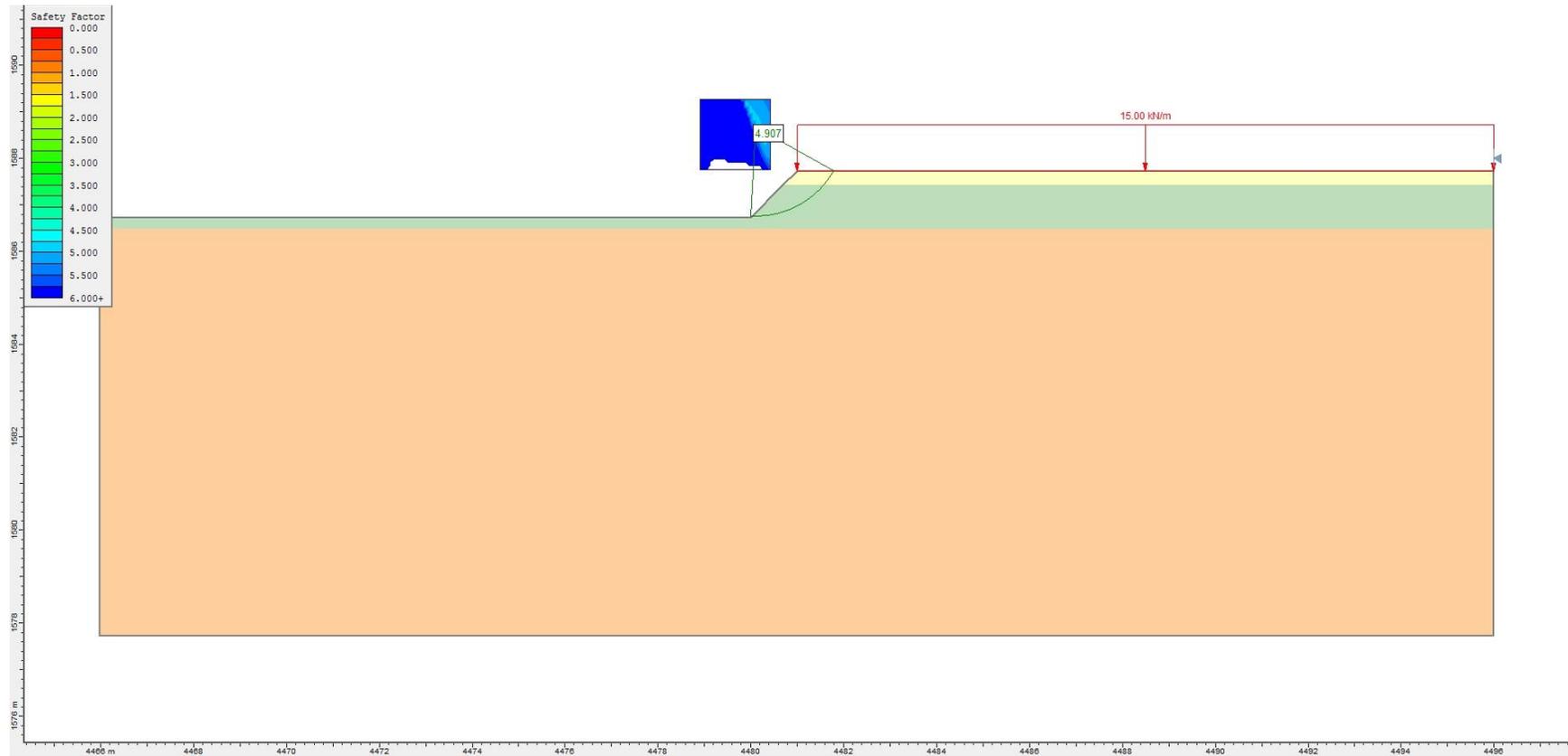
ANÁLISIS DINÁMICO DE ESTABILIDAD, TALUD 0:1  
ALTURA DE TALUD 2.00 m  
F.S. = 2.066



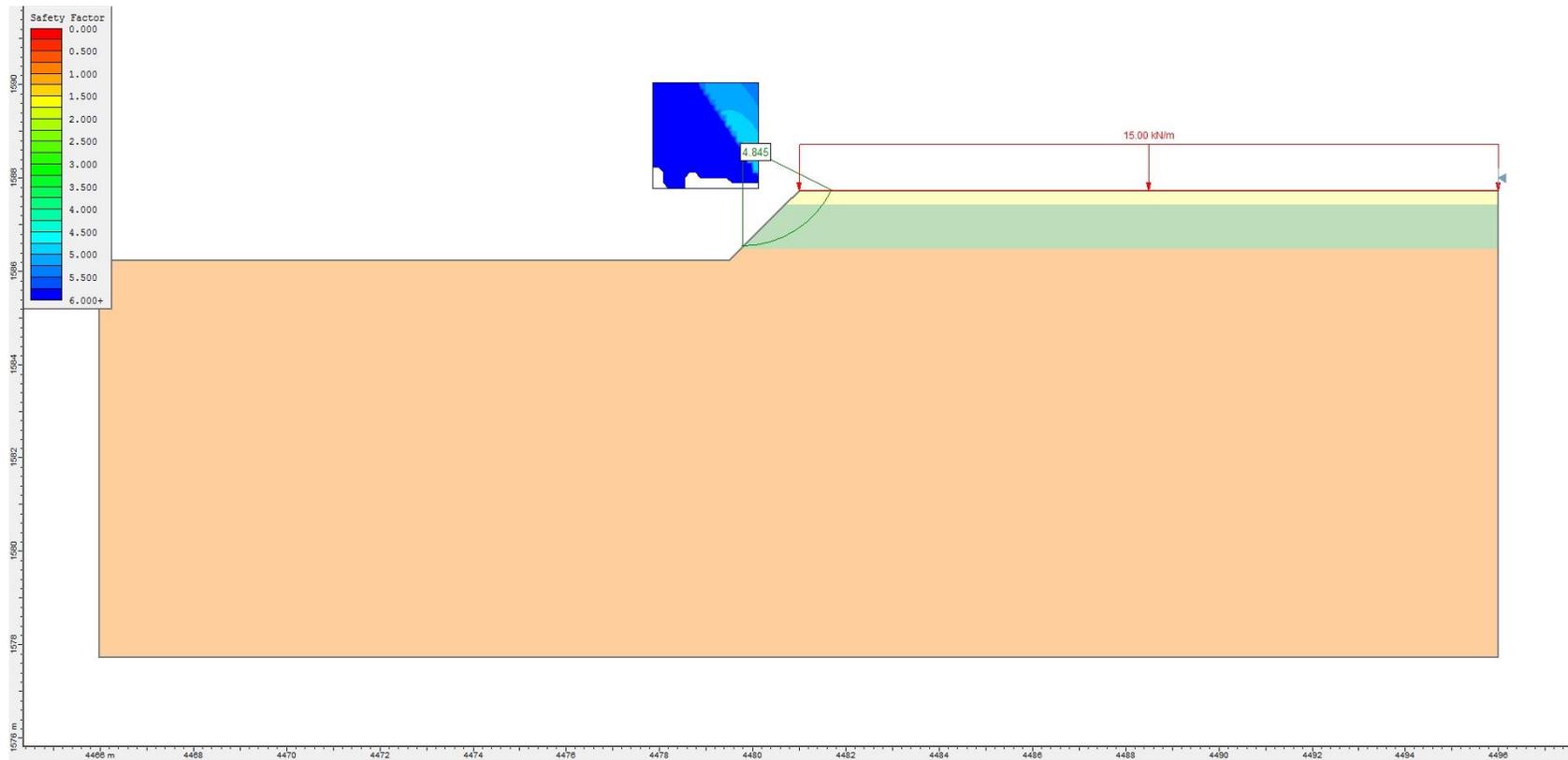
ANÁLISIS DINÁMICO DE ESTABILIDAD, TALUD 0:1  
ALTURA DE TALUD 2.50 m  
F.S. = 2.062



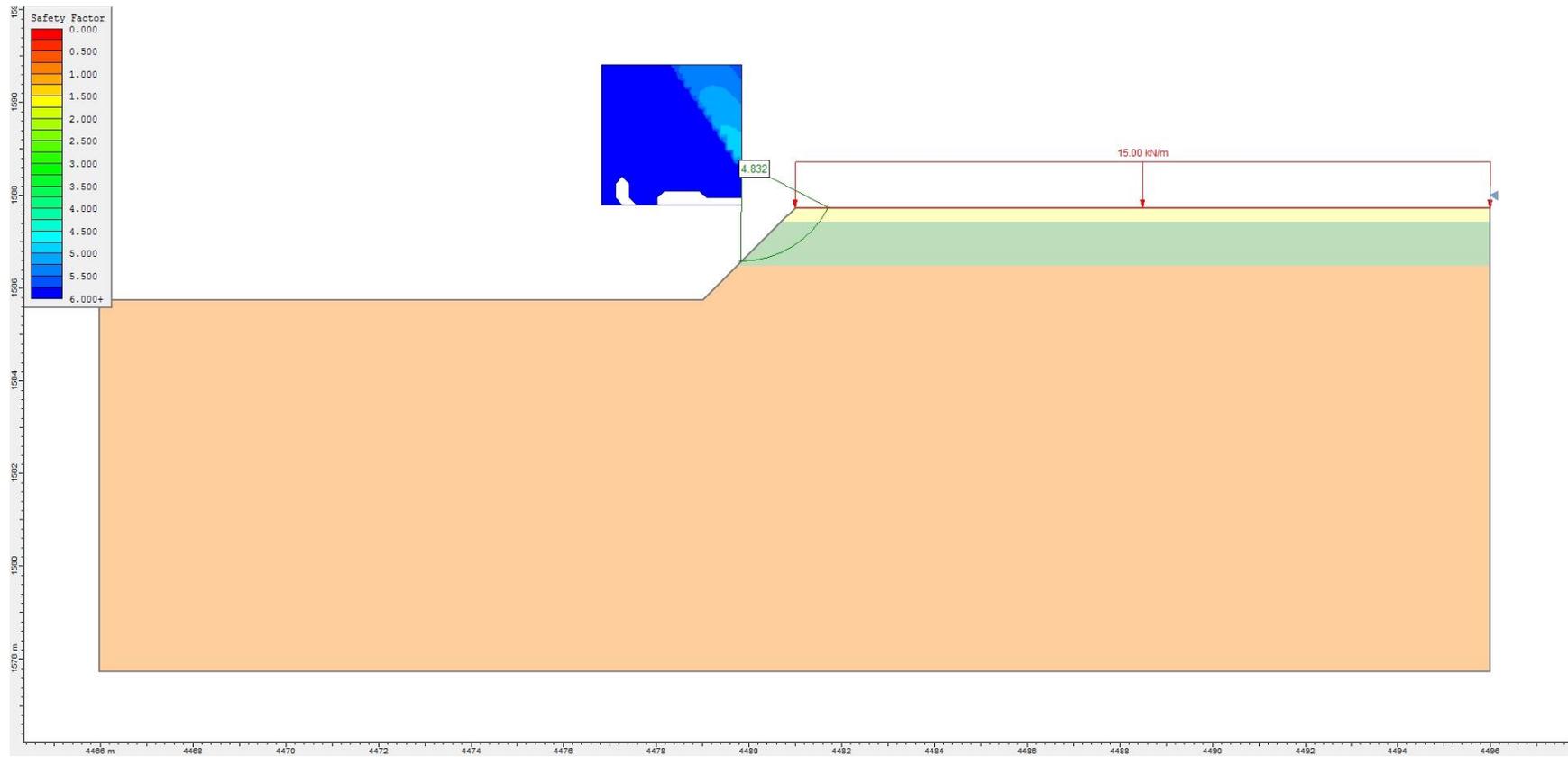
ANÁLISIS ESTÁTICO DE ESTABILIDAD, TALUD 1:1  
ALTURA DE TALUD 1.00 m  
F.S. = 4.907



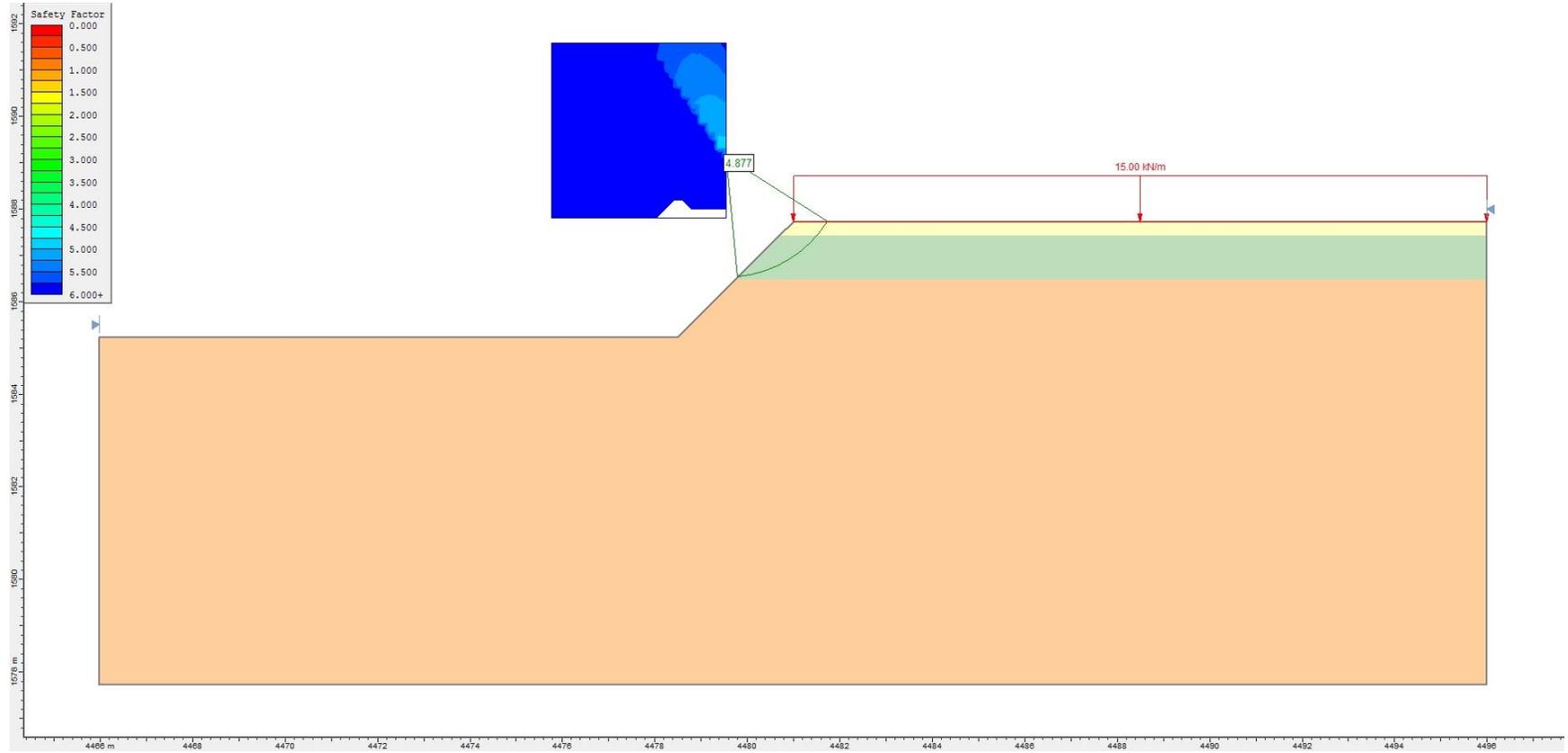
ANÁLISIS ESTÁTICO DE ESTABILIDAD, TALUD 1:1  
ALTURA DE TALUD 1.50 m  
F.S. = 4.845



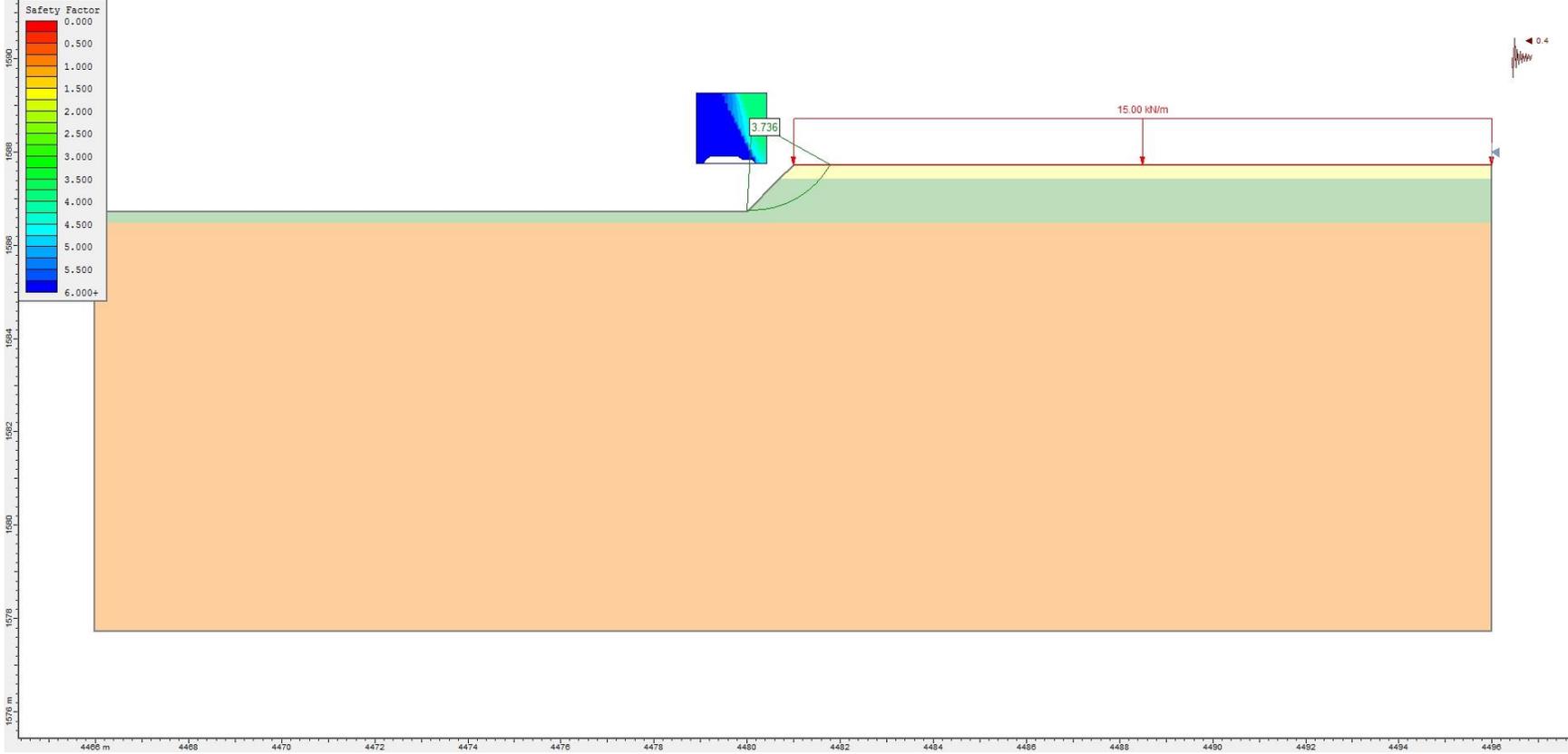
ANÁLISIS ESTÁTICO DE ESTABILIDAD, TALUD 1:1  
ALTURA DE TALUD 2.00 m  
F.S. = 4.832



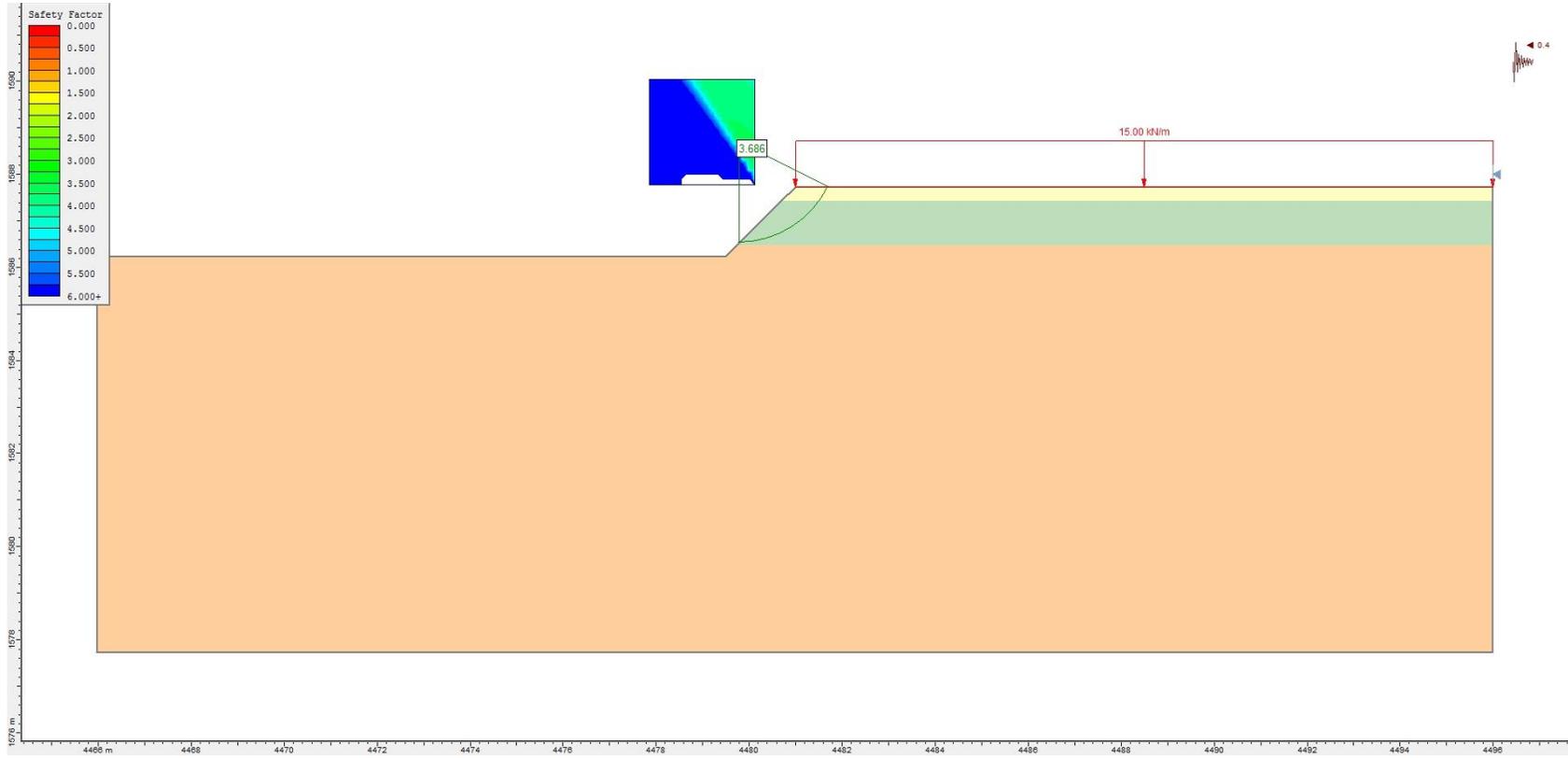
ANÁLISIS ESTÁTICO DE ESTABILIDAD, TALUD 1:1  
ALTURA DE TALUD 2.50 m  
F.S. = 4.877



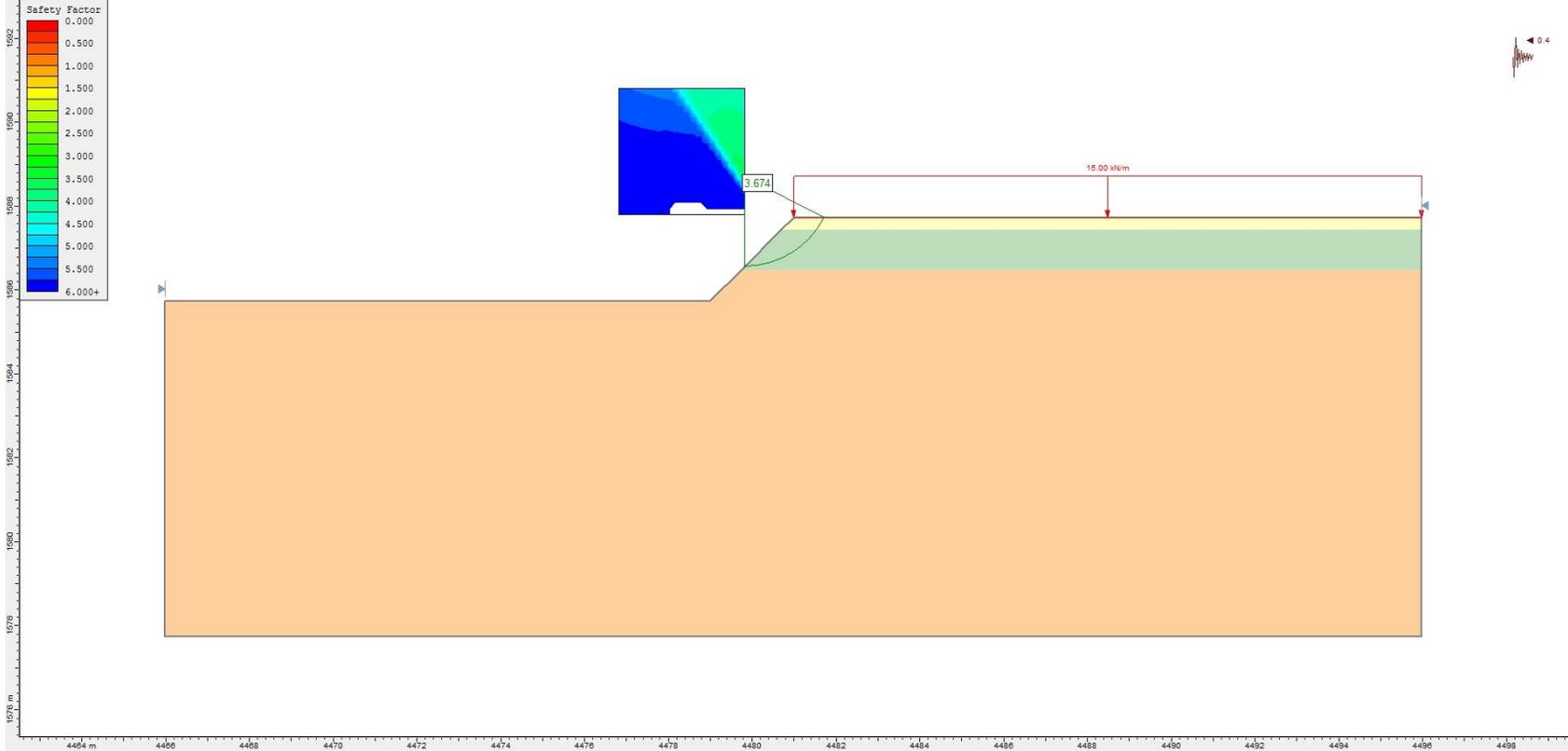
ANÁLISIS DINÁMICO DE ESTABILIDAD, TALUD 1:1  
ALTURA DE TALUD 1.00 m  
F.S. = 3.736



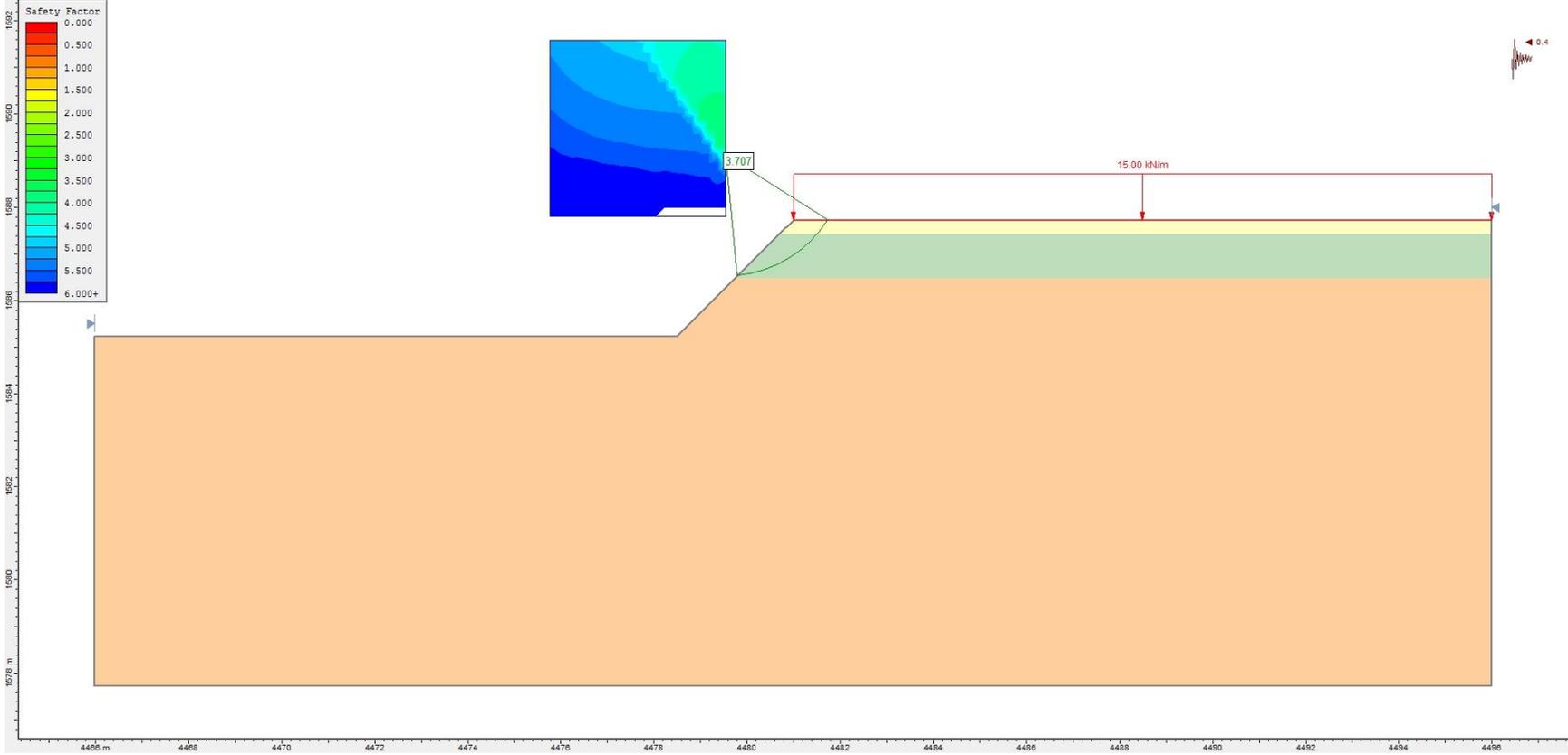
ANÁLISIS DINÁMICO DE ESTABILIDAD, TALUD 1:1  
ALTURA DE TALUD 1.50 m  
F.S. = 3.686



ANÁLISIS DINÁMICO DE ESTABILIDAD, TALUD 1:1  
ALTURA DE TALUD 2.00 m  
F.S. = 3.674



ANÁLISIS DINÁMICO DE ESTABILIDAD, TALUD 1:1  
ALTURA DE TALUD 2.50 m  
F.S. = 3.707



Después de realizarse los análisis de estabilidad, se resumen los resultados de los factores de seguridad en la siguiente tabla:

**Tabla 3. Resultados de Factor de Seguridad.**

Distribución del Talud (Horizontal - Vertical)	Profundidad (m)	Factor de Seguridad (Fs) Condición Estática	Factor de Seguridad (Fs) Condición Dinámica
0:1	1.00	2.612	2.338
0:1	1.50	2.511	2.091
0:1	2.00	2.438	2.066
0:1	2.50	2.444	2.062
1:1	1.00	4.907	3.736
1:1	1.50	4.845	3.686
1:1	2.00	4.832	3.674
1:1	2.50	4.877	3.707

Con base en lo anterior, el mejor comportamiento para la estabilidad de la excavación en condición estática y dinámica, es realizar un talud 0:1 (Horizontal-Vertical) a una profundidad máxima de 2.50 metros. En caso de presentarse desprendimientos o desconchamientos, será necesario incrementar los taludes, apuntalar los cortes o proteger las caras de los cortes mediante la colocación de malla de gallinero sobre toda la cara del talud anclándola con varillas de 3/8" en cantidad suficiente para sostenerla, y un repellado de concreto simple  $f'c = 100 \text{ kg/cm}^2$  de 3 a 5 cm de espesor reforzado con la malla de gallinero, empleando varilla de 3/8" de 50 cm de longitud ancladas al terreno, en distribución en tres bolillo de 2 a 3 m sobre la cara del talud, hacer traslapes de 20 cm y amarres con alambre recocado para la malla de gallinero.

# MÓDULOS DE REACCIÓN





## MÓDULOS DE REACCIÓN

PROYECTO: "CESI" SEDE MÉRIDA

UBICACIÓN: Mérida Yucatán, México.

DESCRIPCIÓN: DETERMINACIÓN DE MÓDULOS DE REACCIÓN

ELABORÓ: Héctor Cabañas R.

FECHA: jun-17

REVISÓ: Armando Corona A.

FECHA: jun-17

AUTORIZÓ: M. en I. Joao Morales A.

FECHA: jun-17

HOJA: 1 DE: 1

REVISIÓN N° 1

FECHA: jun-17

CLASIFICACION:

Para determinar los módulos de reacción se emplea la ecuación:

$$k_s = \frac{E}{B(1 - \mu^2)}$$

Donde:

$k_s$ : Módulo de reacción en  $t/m^3$

E: Módulo de deformabilidad en  $t/m^2$

B: Ancho de la cimentación

$\mu$ : Relación de Poisson, adimensional

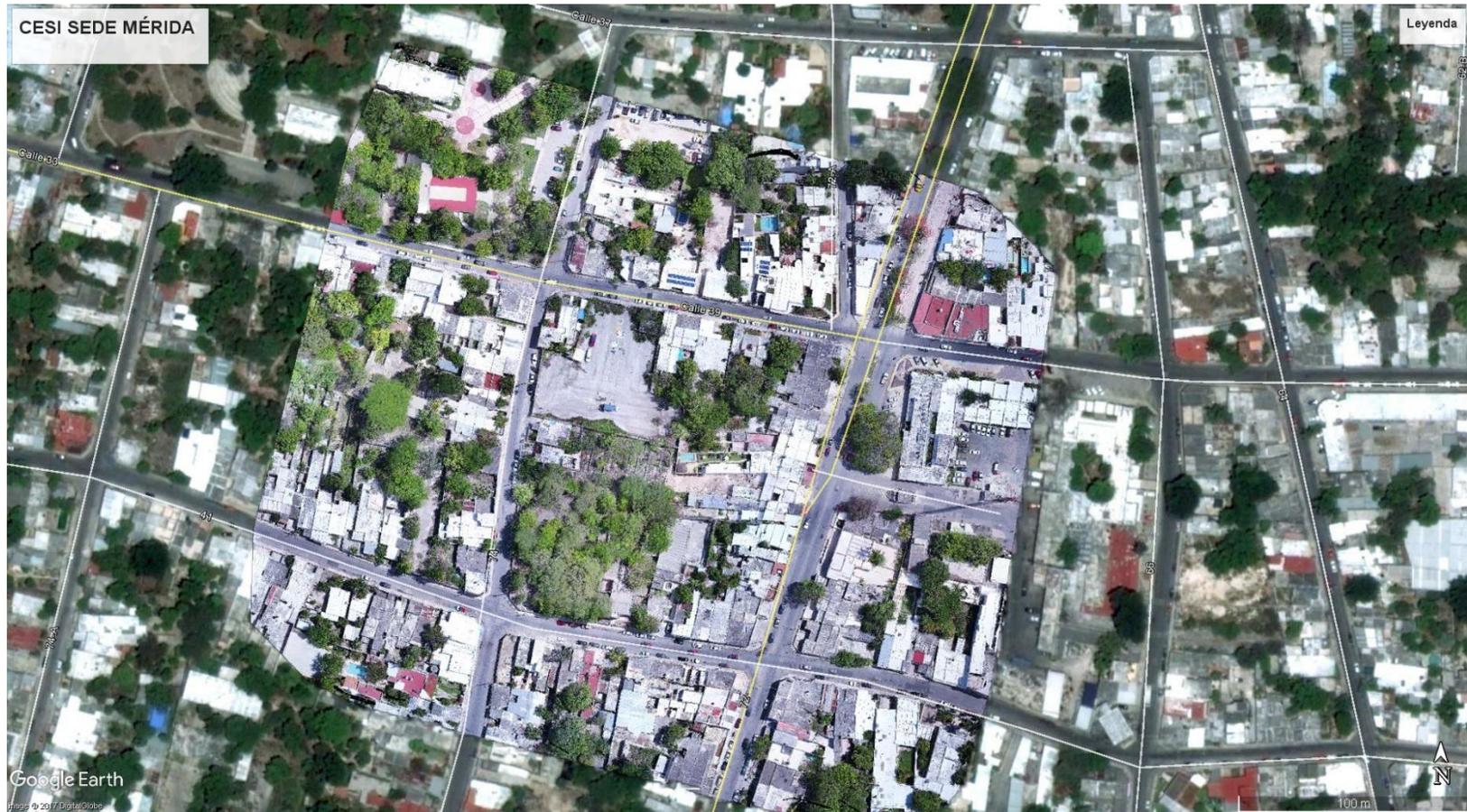
Ancho de la cimentación B (m)	$\mu$ (adimensional)	E ( $t/m^2$ )	$k_s$ ( $t/m^3$ )
0.50	0.25	3,000	6,400
0.60	0.25	3,000	5,333
0.70	0.25	3,000	4,571
0.80	0.25	3,000	4,000
0.90	0.25	3,000	3,556
1.00	0.25	3,000	3,200
1.10	0.25	3,000	2,909
1.20	0.25	3,000	2,667
1.30	0.25	3,000	2,462
1.40	0.25	3,000	2,286
1.50	0.25	3,000	2,133
1.60	0.25	3,000	2,000
1.70	0.25	3,000	1,882
1.80	0.25	3,000	1,778
1.90	0.25	3,000	1,684
2.00	0.25	3,000	1,600
2.10	0.25	3,000	1,524
2.20	0.25	3,000	1,455
2.30	0.25	3,000	1,391
2.40	0.25	3,000	1,333
2.50	0.25	3,000	1,280

# ANEXO V

REPORTE FOTOGRAFICO.

“CESI” SEDE MÉRIDA

## REPORTE FOTOGRÁFICO CENTRO SERVICIOS INFONAVIT "CESI" SEDE MÉRIDA YUCATÁN, MÉXICO.



Localización del predio para el proyecto.



Localización del sondeo y pozos a cielo abierto para el proyecto.

POZO A CIELO ABIERTO PCA-1



Trabajos de exploración del Pozo a cielo abierto PCA-1.



Trabajos de exploración del Pozo a cielo abierto PCA-1.



Trabajos de exploración del Pozo a cielo abierto PCA-1.



Trabajos de exploración del Pozo a cielo abierto PCA-1.



Trabajos de exploración del Pozo a cielo abierto PCA-1.



Trabajos de exploración del Pozo a cielo abierto PCA-1.

POZO A CIELO ABIERTO PCA-2



Trabajos de exploración del Pozo a cielo abierto PCA-2.



Trabajos de exploración del Pozo a cielo abierto PCA-2.



Trabajos de exploración del Pozo a cielo abierto PCA-2.



Trabajos de exploración del Pozo a cielo abierto PCA-2.



Trabajos de exploración del Pozo a cielo abierto PCA-2.



Trabajos de exploración del Pozo a cielo abierto PCA-2.



Trabajos de exploración del Pozo a cielo abierto PCA-2.



Trabajos de exploración del Pozo a cielo abierto PCA-2.

POZO A CIELO ABIERTO PCA-3



Trabajos de exploración del Pozo a cielo abierto PCA-3.



Trabajos de exploración del Pozo a cielo abierto PCA-3.



Trabajos de exploración del Pozo a cielo abierto PCA-3.



Trabajos de exploración del Pozo a cielo abierto PCA-3.



Trabajos de exploración del Pozo a cielo abierto PCA-3.



Trabajos de exploración del Pozo a cielo abierto PCA-3.



Trabajos de exploración del Pozo a cielo abierto PCA-3.

## SONDEO MIXTO SM-1



Trabajos de perforación del sondeo SM-1



Trabajos de perforación del sondeo SM-1



Trabajos de perforación del sondeo SM-1



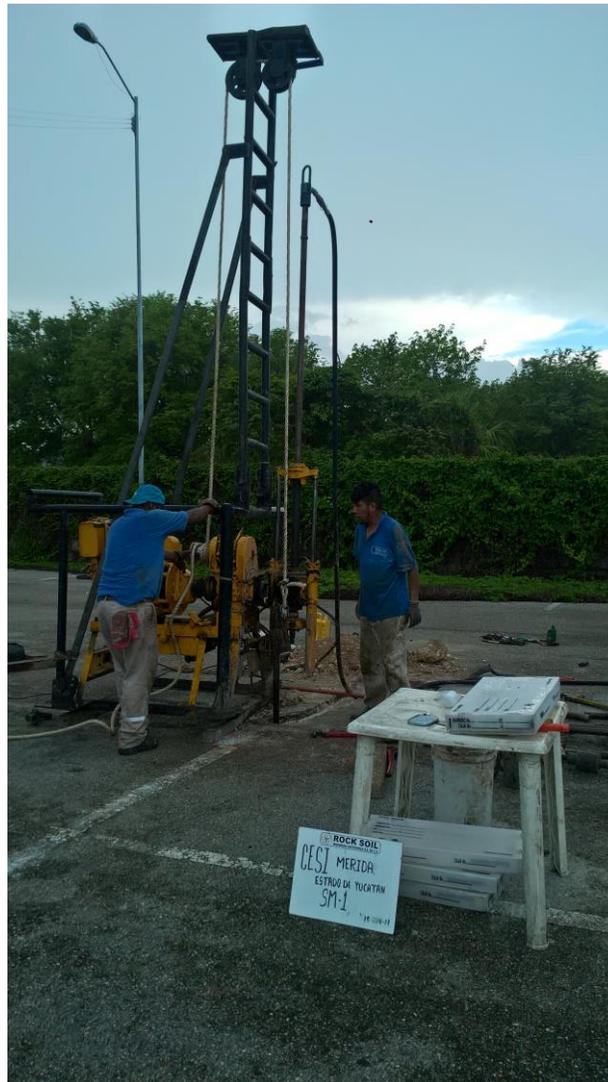
Trabajos de perforación del sondeo SM-1



Trabajos de perforación del sondeo SM-1



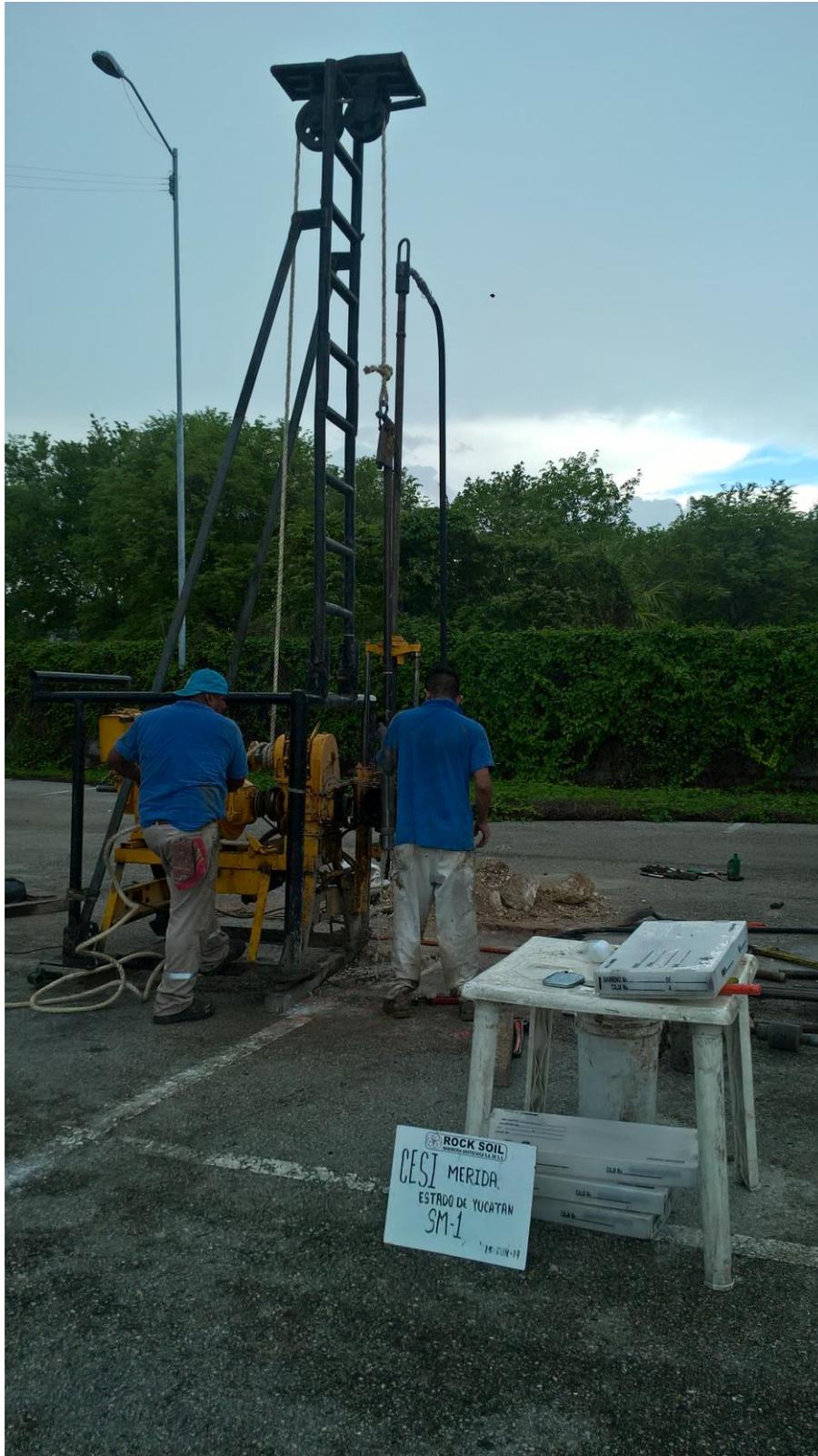
Trabajos de perforación del sondeo SM-1



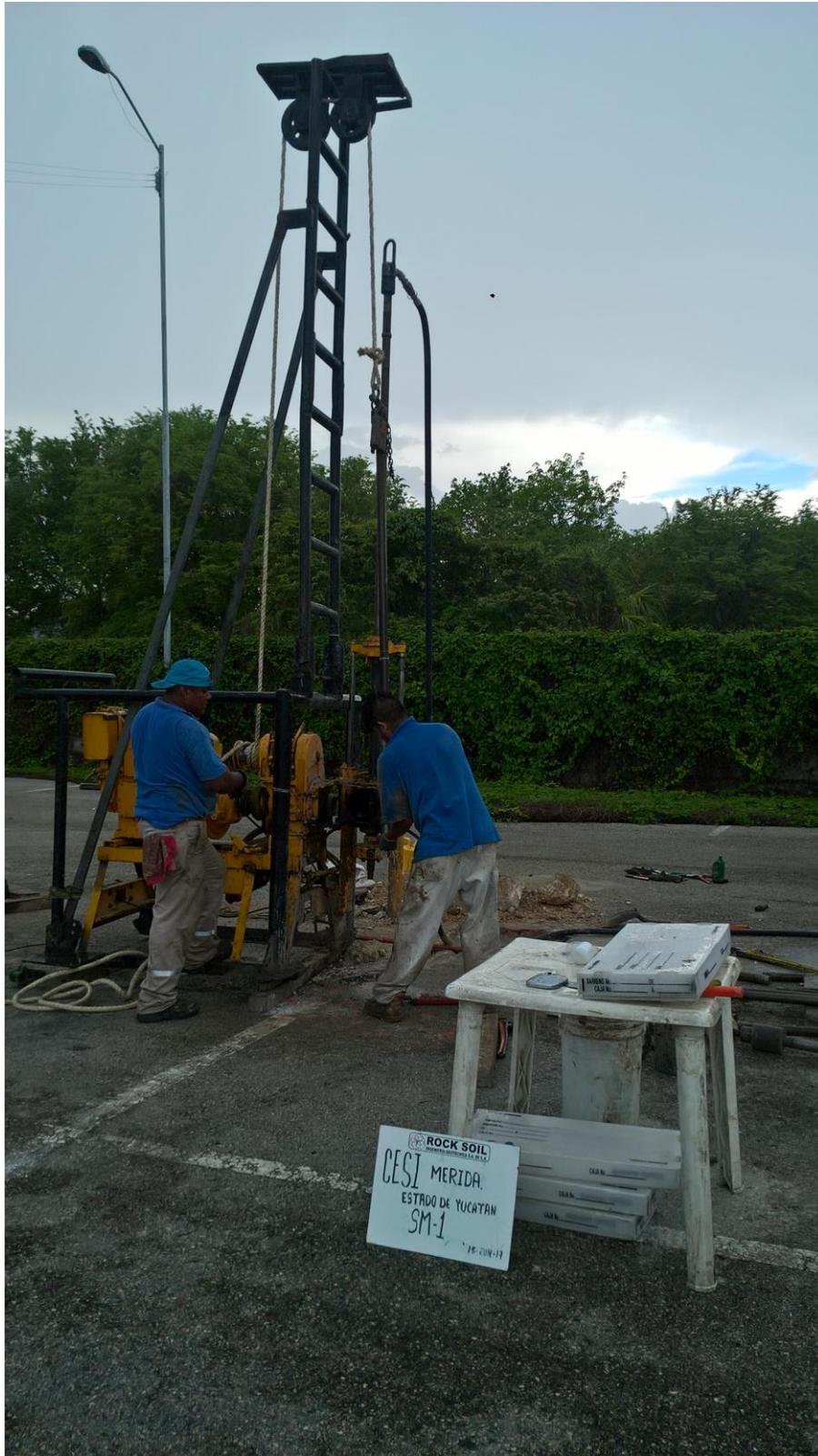
Trabajos de perforación del sondeo SM-1



Trabajos de perforación del sondeo SM-1



Trabajos de perforación del sondeo SM-1



Trabajos de perforación del sondeo SM-1

## SONDEO MIXTO SM-2



Trabajos de perforación del sondeo SM-2



Trabajos de perforación del sondeo SM-2



Trabajos de perforación del sondeo SM-2



Trabajos de perforación del sondeo SM-2



Trabajos de perforación del sondeo SM-2



Trabajos de perforación del sondeo SM-2



Trabajos de perforación del sondeo SM-2



Trabajos de perforación del sondeo SM-2



Trabajos de perforación del sondeo SM-2



Trabajos de perforación del sondeo SM-2



Trabajos de perforación del sondeo SM-2