

INFORME GEOTÉCNICO

PROYECTO:

AMPLIACIÓN DE LA LÍNEA 1 DEL TREN LIGERO DE GUADALAJARA, EN LA ZONA METROPOLITANA DE GUADALAJARA, JALISCO.

CONTRATO:

SIOP-E-SROP-SER-LP-814-2023

SOLICITADO POR:

SECRETARÍA DE INFRAESTRUCTURA Y OBRA PÚBLICA
(S.I.O.P.)

UBICACIÓN:

AV. CAMINO REAL A COLIMA, CRUCE CALLE ARROYO DEL SUR., ARROYO SECO, SAN PEDRO TLAQUEPAQUE, JALISCO. (ESTACION 3)

CLAVE DE INFORME:

ETL3-ARS-1223

CONTENIDO

- 1. Introducción:**
- 2. Antecedentes y descripción Geográfica:**
- 3. Información Geotécnica y Geología del Sitio**
- 4. Detalle de los trabajos elaborados en campo:**
- 5. Ensayes de laboratorio:**
- 6. Croquis de ubicación de los sondeos**
- 7. Nivel de aguas freáticas:**
- 8. Capacidad de carga**
- 9. Asentamientos**
- 10. Índice de permeabilidad:**
- 11. Recomendaciones generales y conclusiones**
- 12. Memoria fotográfica**

1. Introducción:

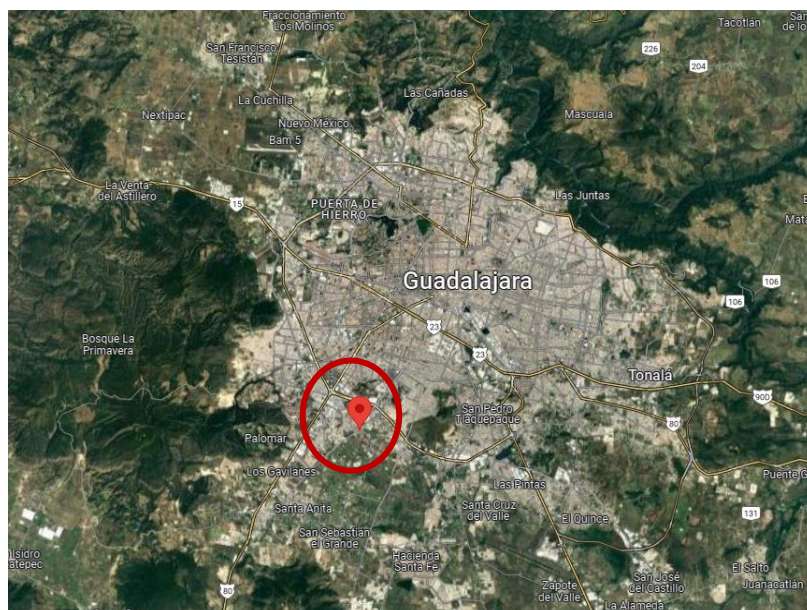
Atendiendo a sus indicaciones para la realización de un estudio de mecánica de suelos para el proyecto de ampliación de la línea 1 del tren ligero de Guadalajara, ubicado en Av. Camino Real A Colima, Cruce Calle Arroyo Del Sur., Arroyo Seco, San Pedro Tlaquepaque, Jalisco.

Se realizaron diecisiete sondeos por el método de penetración estándar con la finalidad de conocer la capacidad de carga de los estratos inferiores del subsuelo, dichos sondeos se ubicaron en puntos específicos por parte de supervisor, tratando de comprender toda el área donde se proyecta desplantar la construcción.

2. Antecedentes y descripción Geográfica:

Descripción Geográfica:

El sitio en estudio se localiza en el Municipio de San Pedro Tlaquepaque, Jalisco, en las coordenadas 20°35'38.70"N, 103°24'39.10"O, a una altura de 1615 metros sobre el nivel del mar.



Ubicación general

Franz Schubert 5471 Col. La Estancia Zapopan, Jalisco, C.P. 45030

Teléfono 36-29-68-00

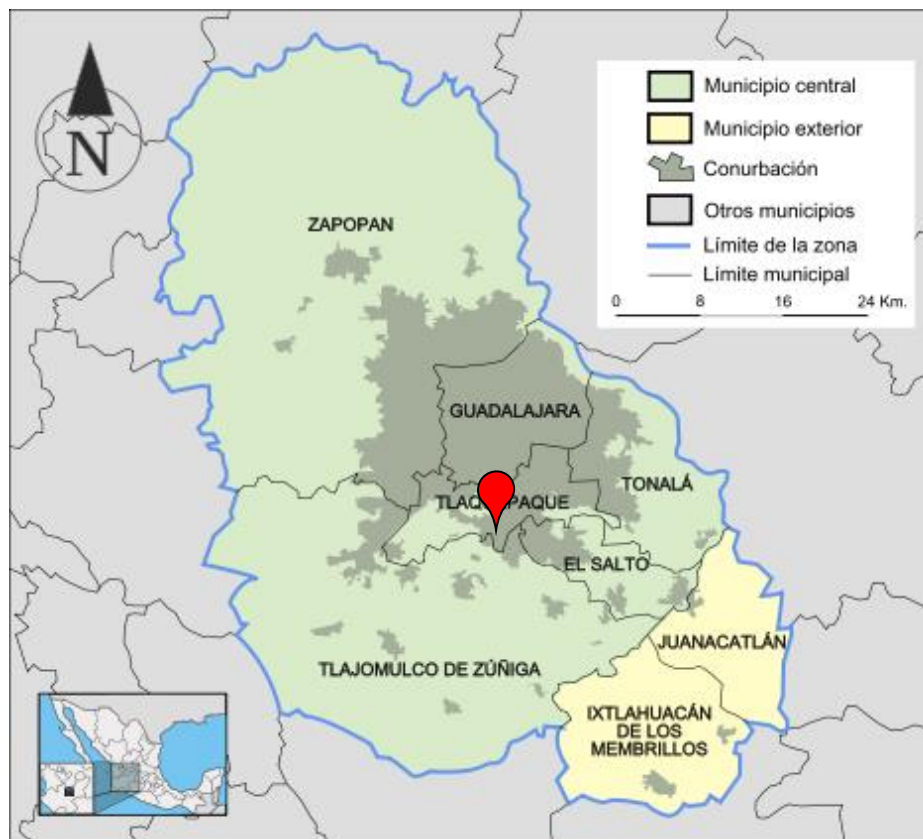
mapaobras@Gmail.com

3. Información Geotécnica y Geología del Sitio

Localización:

El Limita al norte con los municipios de Tonalá, Zapopan y Guadalajara; al sur, Tlajomulco de Zúñiga y El Salto; al este, Tonalá; y al oeste, Tlajomulco de Zúñiga.
Fuente: Los Municipios de Jalisco. Enciclopedia los Municipios de México, Secretaría de Gobernación y Gobierno del Estado de Jalisco, 1988.

El municipio cuenta con una superficie de 270.88 km², cifra que representa únicamente el 0.34 % de la superficie total del Estado, ocupando el nonagésimo séptimo lugar en cuanto a extensión se refiere.



Localidades

Franz Schubert 5471 Col. La Estancia Zapopan, Jalisco, C.P. 45030

Teléfono 36-29-68-00

mapaobras@Gmail.com

Geología:

Litológicamente el municipio se formó en el período Cuaternario, y está compuesto por tobas pumíticas (conocidas comúnmente como pómez o "jal") que están formadas por productos de explosión tales como lapillis, puzolanas y cenizas.

Topografía:

El municipio se encuentra enclavado en la porción central de la altiplanicie jalisciense, que presenta una topografía más o menos regular. La mayor parte de su territorio es plano, con algunos lomeríos y pocas tierras altas cerriles. El punto más alto del municipio es el Cerro del Cuatro que junto con el Cerro de Santa María se localiza al suroeste de la cabecera con una altura de 1860 y 1730 metros respectivamente, al sur se localiza el Cerro de la Cola con altura de 1640 metros.

Hidrografía:

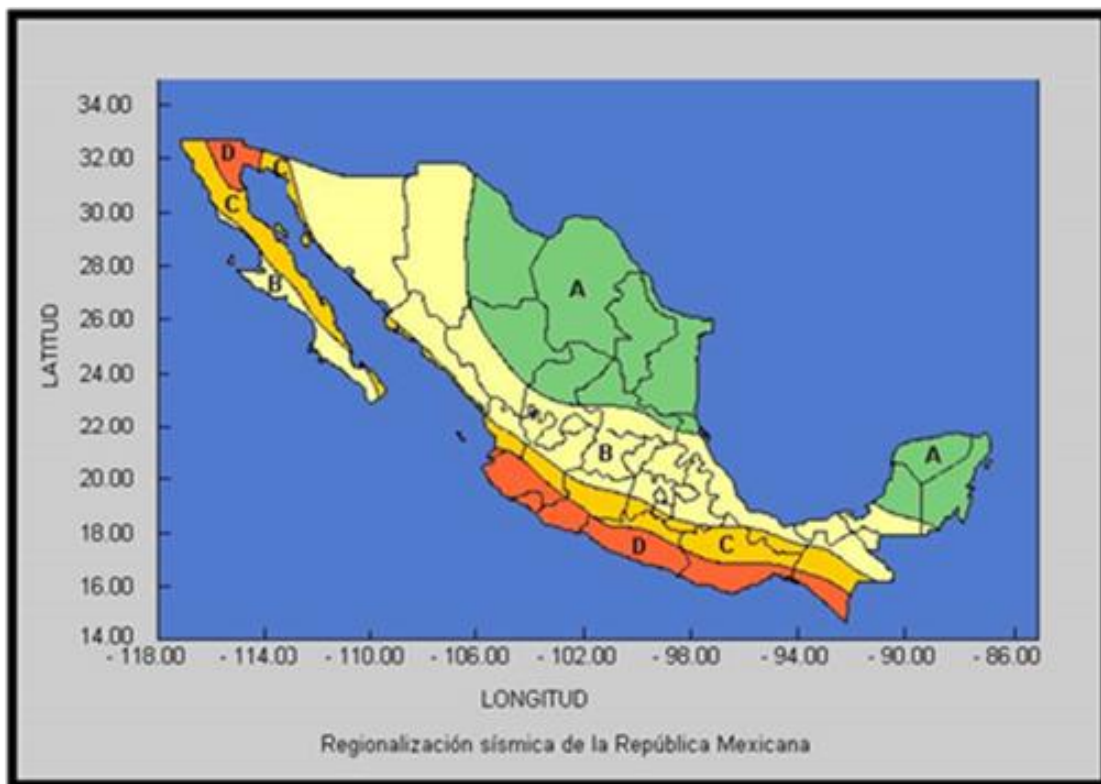
El municipio no tiene ningún río. Los principales arroyos son: El Seco, Sebastianito y Nueva España. Anteriormente se contaba con las presas: El Ahogado, Las Lomas, La Ladrillera y las Pintas.

Suelos:

Los suelos predominantes pertenecer al tipo feozem háplico y planosol eútrico; y como suelo asociado se encuentra el planosol pélico.

Zona Sísmica:

“La intensidad del movimiento sísmico es uno de los peligros al que están expuestas las construcciones. Para tomar en cuenta el peligro sísmico, frecuentemente se recurre al uso de espectros de diseño que dependen, entre otros aspectos, de la cercanía del sitio a las fuentes generadoras de temblores y de las condiciones locales del terreno. En el pasado, esto se resolvió mediante una regionalización sísmica del territorio mexicano que consistía en cuatro zonas, y una clasificación en tres tipos de terreno. Se proporcionó una forma funcional del espectro de cinco parámetros consignados en una tabla en que se atendía la zona sísmica y el tipo de terreno.”



Regionalización Sísmica de la República Mexicana (CFE)

“Los avances en materia de ingeniería sísmica e ingeniería estructural, han permitido refinar los criterios de diseño sísmico de estructuras, basándose en modelos matemáticos más complejos”(Manual de Diseño de Obras Civiles, Diseño por sismo, C.F.E., 2008), dichos cálculos se pueden realizar con el programa PRODISIS (Programa para Diseño Sísmico), para la obtención del valor de la aceleración máxima del terreno rocoso en cualquier parte del país, generación de acelerogramas sintéticos y espectros de diseño. Para conocer más detalles, será necesario consultar el Manual de Diseño de Obras Civiles, Diseño por sismo de la C.F.E., 2008.

4. Detalle de los trabajos elaborados en campo:

Los trabajos de exploración se efectuaron con la prueba de penetración estándar a cada 0.60 m de profundidad, determinando el diagrama de compacidad relativa de los estratos del subsuelo, rescatando una muestra alterada del terreno a cada 0.60 m de profundidad hasta alcanzar la profundidad antes mencionada; para su análisis en el laboratorio, se determinaron las características físicas y mecánicas, así como las propiedades índice que nos proporcionen las condiciones y limitaciones para el diseño de la cimentación de las edificaciones que se proyectan.

Trabajos de Campo:

- 1.- Prueba de penetración estándar mecánica.
- 2.- Posteo por medios manuales.
- 3.- Identificación de las muestras y de estrato(s).
- 4.- Muestreo de los diversos materiales.
- 5.- Traslado del muestreo al laboratorio.
- 6.- Investigación de información en campo.

En el sitio en estudio se realizaron dos sondeos con pruebas de penetración estándar.

Sondeo	Profundidad	Coordenadas
1	4.10 metros	20°35'39.20"N 103°24'38.00"O
2	4.00 metros	20°35'38.70"N 103°24'39.10"O
3	4.00 metros	20°35'40.33"N 103°24'36.71"O
4	4.00 metros	20°35'38.25"N 103°24'38.68"O
5	2.95 metros	20°35'56.40"N 103°24'12.70"O
6	4.10 metros	20°35'49.80"N 103°24'20.80"O
7	4.20 metros	20°35'44.16"N 103°24'29.87"O
8	3.85 metros	20°35'44.21"N 103°24'29.92"O
9	4.10 metros	20°35'56.40"N 103°24'12.70"O
10	4.70 metros	20°35'49.80"N 103°24'20.80"O
11	2.10 metros	20°36'27.07"N 103°24'1.17"O
12	2.10 metros	20°35'44.21"N 103°24'29.92"O
13	3.00 metros	20°36'23.78"N 103°24'1.61"O
14	5.00 metros	20°36'48.92"N 103°23'45.28"O
15	4.70 metros	20°36'45.95"N 103°23'47.05"O

16	4.10 metros	20°36'48.84"N 103°23'46.09"O
17	4.00 metros	20°36'45.24"N 103°23'46.87"O

5. Ensayes de laboratorio:

En los sondeos que se realizaron se muestrearon los estratos de los materiales que conforman el subsuelo y de los cuales se obtuvieron varias muestras de cada estrato detectado durante los trabajos de campo realizados; las muestras se trasladaron al laboratorio para determinar sus características físicas y mecánicas:

Pruebas de Laboratorio:

- 1.- Determinación del porcentaje de suelos gruesos.
- 2.- Determinación del porcentaje de suelos finos.
- 3.- Determinación Contenido de agua o del (%) de Humedad.
- 4.- Secado, Disgregado, Cuarteo, Granulometrías.
- 5.- Límites de consistencia (límites de Atterberg).

Características físicas y mecánicas del suelo:

A continuación, se detallan los resultados de los análisis de laboratorio de control de calidad que se realizaron a las muestras obtenidas de los sondeos del subsuelo, al realizar los trabajos de campo para el desarrollo del estudio de mecánica de suelos.

Características físicas y mecánicas del suelo:

IDENTIFICACIÓN	Sondeo No.		1		
	Muestra No.		MUESTRA 1	MUESTRA 2	MUESTRA 3
	Profundidad (m)	de	0.50	1.10	2.30
		a	1.10	2.30	4.10
PRUEBAS	Tamaño Máximo		1/4"	3/8"	1/4"
	% Pasa malla 4		84%	77%	86%
	% Pasa malla 40		63%	66%	71%
	% Pasa malla 200		16%	18%	18%
	Masa Volumétrica Seca Suelta (kg/m³)		1001	1000	919
	Límite Líquido		29.27%	28.46%	33.49%
	Límite Plástico		N.P.	N.P.	N.P.
	Índice Plástico		N.P.	N.P.	N.P.
CARACTERÍSTICAS	Apariencia Física		color café oscuro	color café claro	color café claro
	Clasificación SUCS		SM	SM	SM
	Descripción SUCS		Arena limosa con grava	Arena limosa con grava	Arena limosa
	Tipo de Suelo		A	A	A

A= Arenas

B= piedras medianas y pequeñas

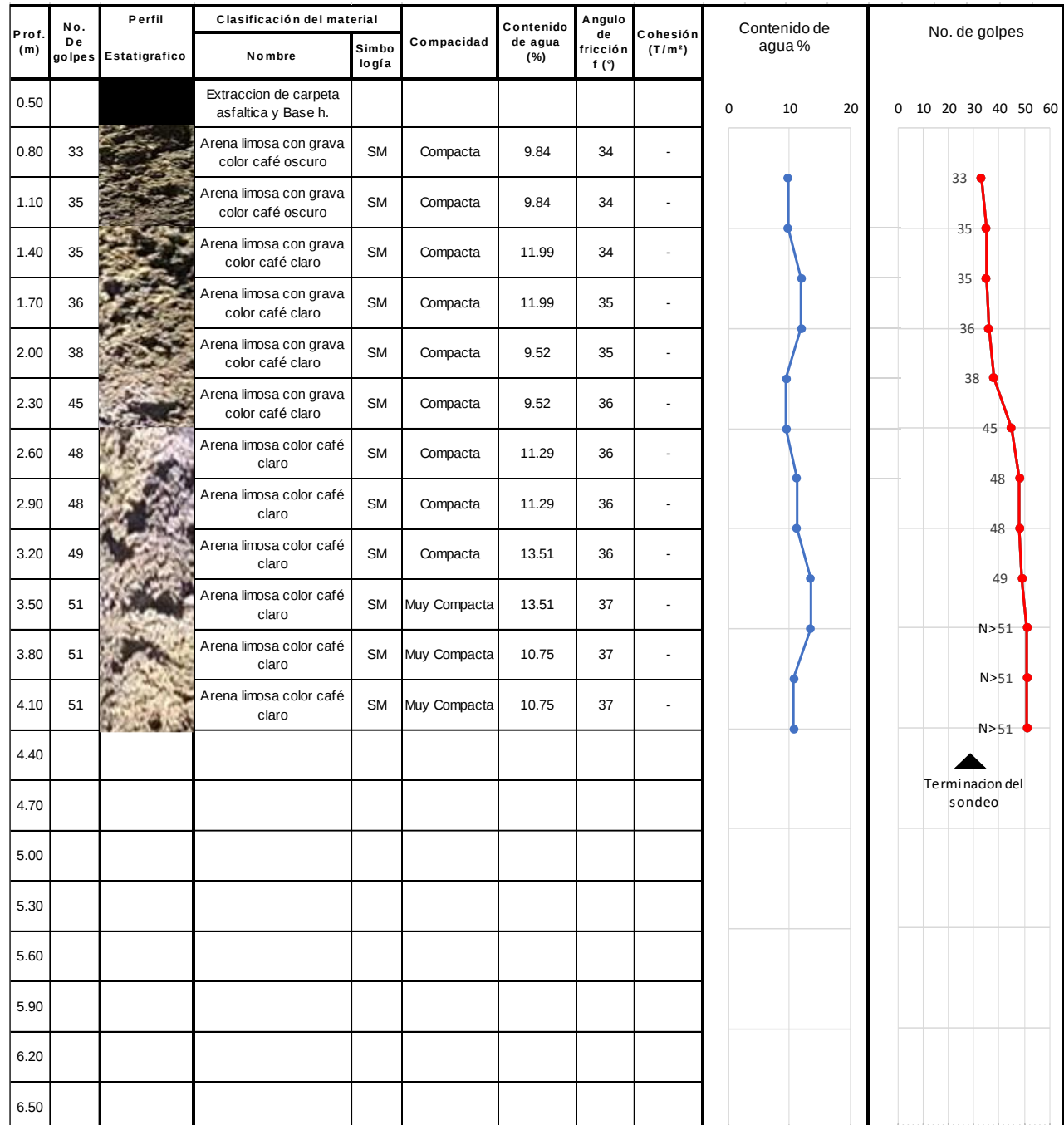
C= rocas de gran tamaño

Franz Schubert 5471 Col. La Estancia Zapopan, Jalisco, C.P. 45030

Teléfono 36-29-68-00

mapaobras@Gmail.com

Perfil estratigráfico sondeo 1:



A.S.T.M. D1586, el avance del sondeo se suspende cuando el número de golpes de la técnica de penetración estándar es mayor de 50 golpes.

Características físicas y mecánicas del suelo:

IDENTIFICACIÓN	Sondeo No.		2		
	Muestra No.		MUESTRA 4	MUESTRA 5	MUESTRA 6
	Profundidad (m)	de	0.40	1.00	2.10
		a	1.00	2.10	4.00
PRUEBAS	Tamaño Máximo		1/4"	3/8"	1/4"
	% Pasa malla 4		81%	78%	83%
	% Pasa malla 40		61%	54%	71%
	% Pasa malla 200		15%	13%	21%
	Masa Volumétrica Seca Suelta (kg/m³)		982	902	951
	Límite Líquido		29.48%	30.79%	28.57%
	Límite Plástico		N.P.	N.P.	N.P.
	Índice Plástico		N.P.	N.P.	N.P.
CARACTERÍSTICAS	Apariencia Física		color café oscuro	color café claro	color café claro
	Clasificación SUCS		SM	SM	SM
	Descripción SUCS		Arena limosa con grava	Arena limosa con grava	Arena limosa con grava
	Tipo de Suelo		A	A	A

A= Arenas

B= piedras medianas y pequeñas

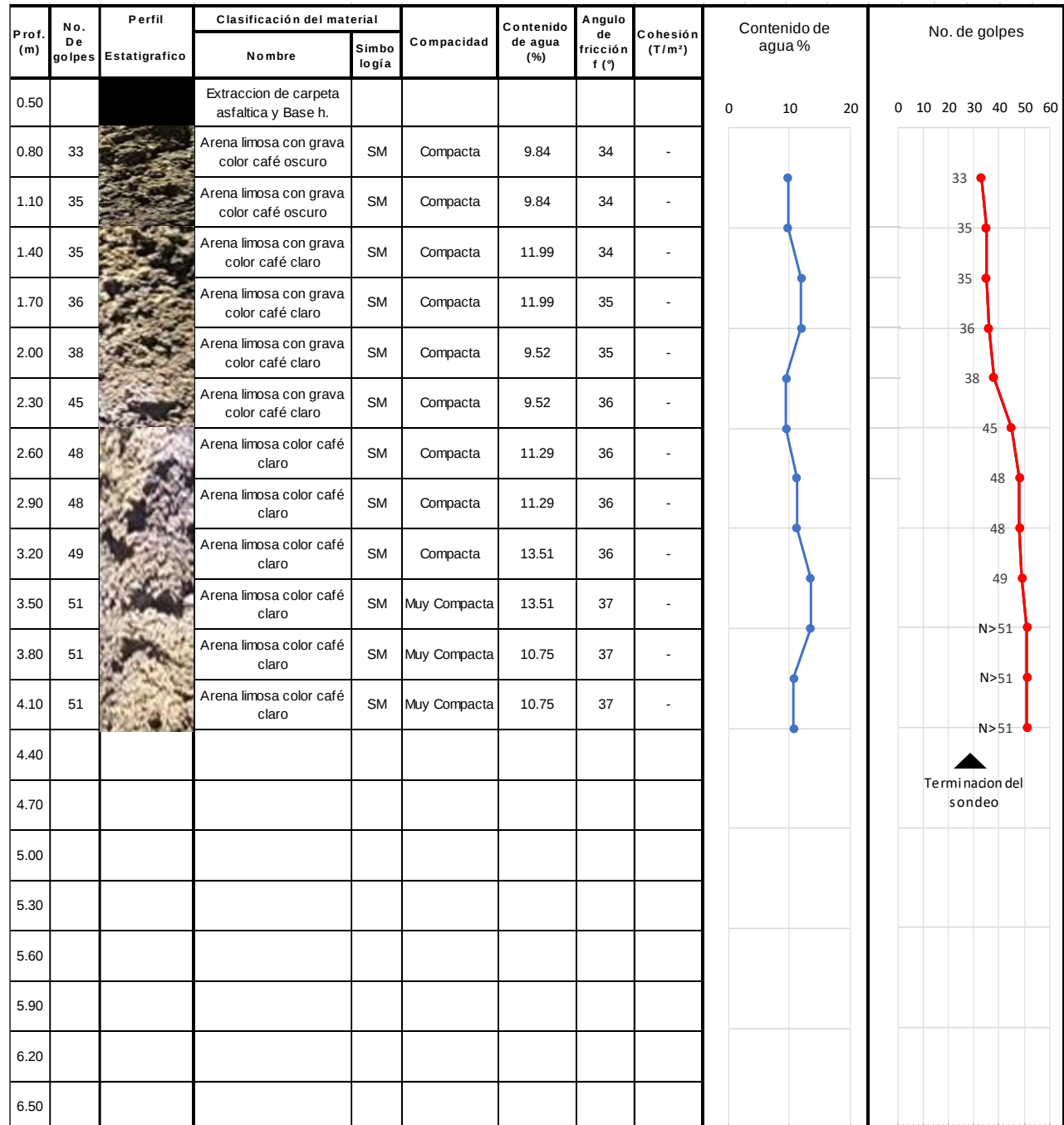
C= rocas de gran tamaño

Franz Schubert 5471 Col. La Estancia Zapopan, Jalisco, C.P. 45030

Teléfono 36-29-68-00

mapaobras@Gmail.com

Perfil estratigráfico sondeo 2:



A.S.T.M. D1586, el avance del sondeo se suspende cuando el número de golpes de la técnica de penetración estándar es mayor de 50 golpes.

Características físicas y mecánicas del suelo:

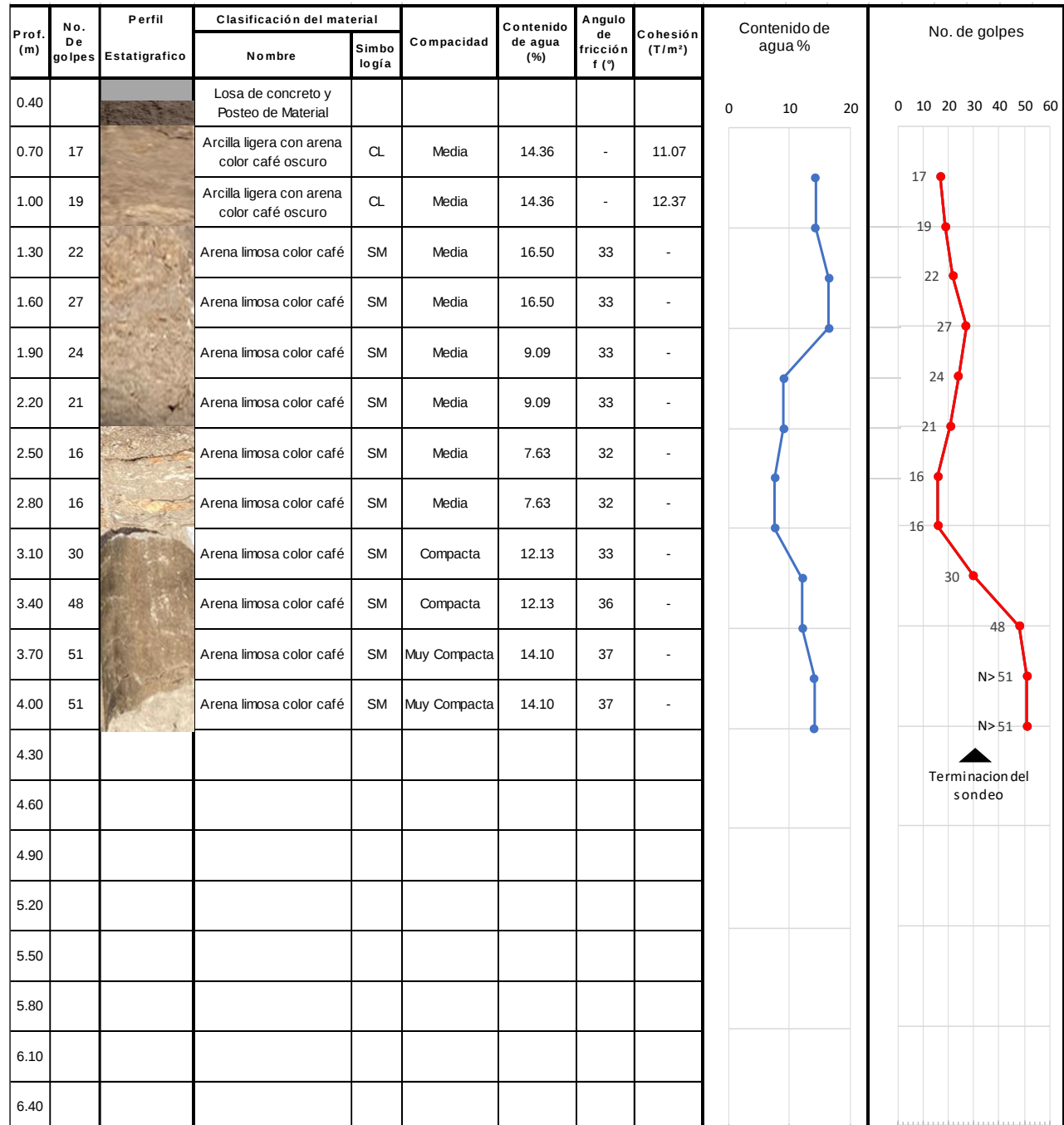
IDENTIFICACIÓN	Sondeo No.		3			
	Muestra No.		MUESTRA 7	MUESTRA 8	MUESTRA 9	MUESTRA 10
	Profundidad (m)	de	0.40	1.00	2.20	2.80
		a	1.00	2.20	2.80	4.00
PRUEBAS	Tamaño Máximo		1/4"	3/8"	3/8"	3/8"
	% Pasa malla 4		97%	96%	93%	91%
	% Pasa malla 40		84%	90%	70%	84%
	% Pasa malla 200		61%	49%	24%	48%
	Masa Volumétrica Seca Suelta (kg/m³)		870	832	943	943
	Límite Líquido		46.76%	36.94%	29.42%	38.52%
	Límite Plástico		25.36%	26.36%	N.P.	26.98%
	Índice Plástico		21.40%	10.59%	N.P.	11.54%
CARACTERÍSTICAS	Apariencia Física		color café oscuro	color café	color café	color café
	Clasificación SUCS		CL	SM	SM	SM
	Descripción SUCS		Arcilla ligera con arena	Arena limosa	Arena limosa	Arena limosa
	Tipo de Suelo		A	A	A	A

A= Arenas

B= piedras medianas y pequeñas

C= rocas de gran tamaño

Perfil estratigráfico sondeo 3:



A.S.T.M. D1586, el avance del sondeo se suspende cuando el número de golpes de la técnica de penetración estándar es mayor de 50 golpes.

Características físicas y mecánicas del suelo:

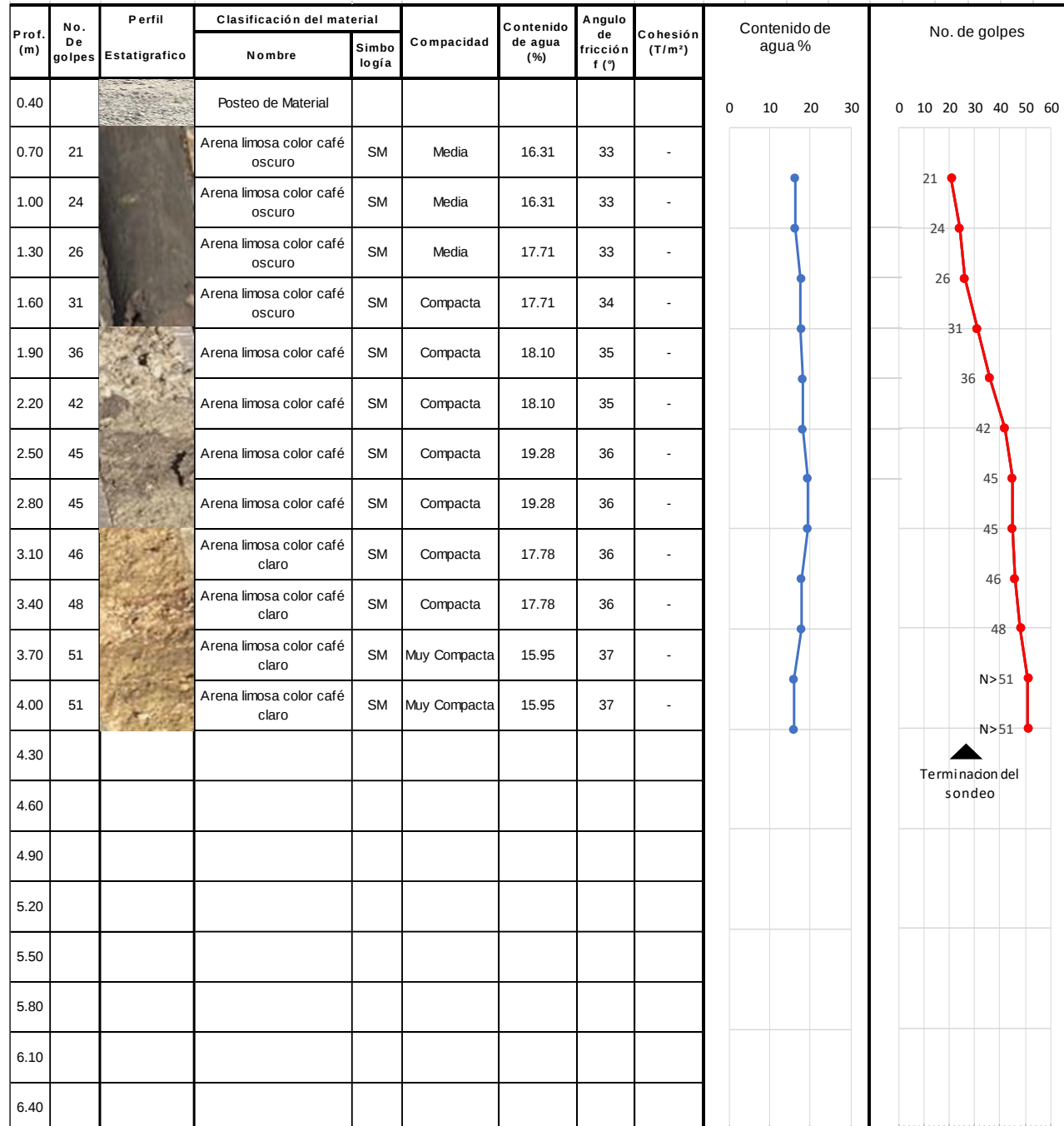
IDENTIFICACIÓN	Sondeo No.		4		
	Muestra No.		MUESTRA 11	MUESTRA 12	MUESTRA 13
	Profundidad (m)	de	0.40	1.60	2.80
		a	1.60	2.80	4.00
PRUEBAS	Tamaño Máximo		1/4"	1/4"	1/4"
	% Pasa malla 4		97%	95%	90%
	% Pasa malla 40		89%	86%	78%
	% Pasa malla 200		47%	44%	37%
	Masa Volumétrica Seca Suelta (kg/m³)		880	867	902
	Límite Líquido		38.88%	36.63%	32.75%
	Límite Plástico		27.34%	29.32%	N.P.
	Índice Plástico		11.53%	7.31%	N.P.
CARACTERÍSTICAS	Apariencia Física		color café oscuro	color café	color café claro
	Clasificación SUCS		SM	SM	SM
	Descripción SUCS		Arena limosa	Arena limosa	Arena limosa
	Tipo de Suelo		A	A	A

A= Arenas

B= piedras medianas y pequeñas

C= rocas de gran tamaño

Perfil estratigráfico sondeo 4:



A.S.T.M. D1586, el avance del sondeo se suspende cuando el número de golpes de la técnica de penetración estándar es mayor de 50 golpes.

Características físicas y mecánicas del suelo:

IDENTIFICACIÓN	Sondeo No.		5	
	Muestra No.		MUESTRA 14	MUESTRA 15
	Profundidad (m)	de	0.40	1.90
		a	1.90	2.95
PRUEBAS	Tamaño Máximo		3/8"	3/8"
	% Pasa malla 4		75%	92%
	% Pasa malla 40		55%	65%
	% Pasa malla 200		47%	31%
	Masa Volumétrica Seca Suelta (kg/m ³)		1180	1000
	Límite Líquido		39.30%	29.80%
	Límite Plástico		32.30%	N.P.
	Índice Plástico		7.00%	N.P.
CARACTERÍSTICAS	Apariencia Física		color café oscuro	color café
	Clasificación SUCS		SM	SM
	Descripción SUCS		Arena limosa con grava	Arena limosa
	Tipo de Suelo		A	A

A= Arenas

B= piedras medianas y pequeñas

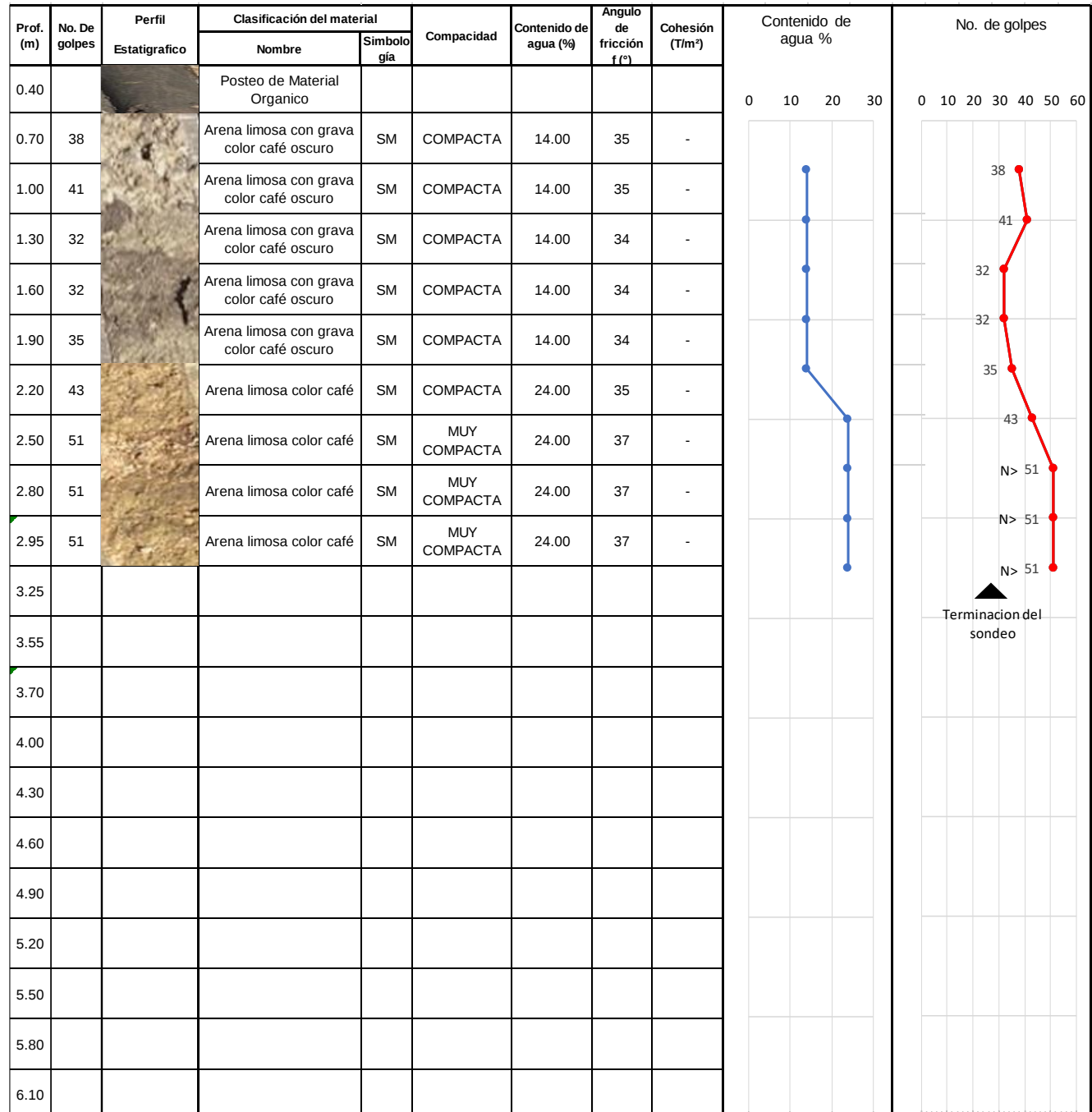
C= rocas de gran tamaño

Franz Schubert 5471 Col. La Estancia Zapopan, Jalisco, C.P. 45030

Teléfono 36-29-68-00

mapaobras@Gmail.com

Perfil estratigráfico sondeo 5:



A.S.T.M. D1586, el avance del sondeo se suspende cuando el número de golpes de la técnica de penetración estándar es mayor de 50 golpes.

Franz Schubert 5471 Col. La Estancia Zapopan, Jalisco, C.P. 45030

Teléfono 36-29-68-00

mapaobras@Gmail.com

Características físicas y mecánicas del suelo:

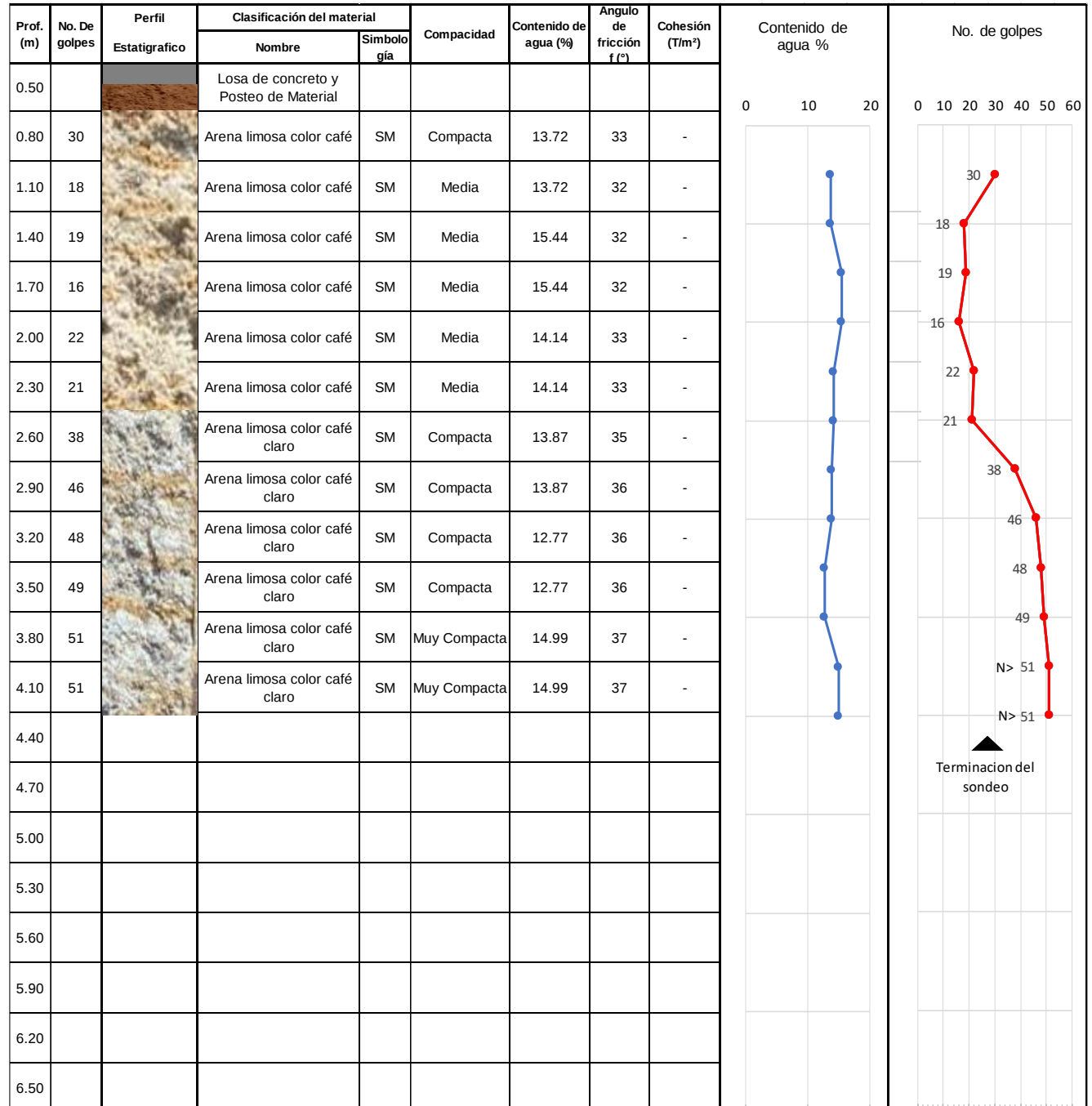
IDENTIFICACIÓN	Sondeo No.		6	
	Muestra No.		MUESTRA 16	MUESTRA 17
	Profundidad (m)	de	0.50	2.30
		a	2.30	4.10
PRUEBAS	Tamaño Máximo		3/8"	3/8"
	% Pasa malla 4		94%	94%
	% Pasa malla 40		52%	69%
	% Pasa malla 200		21%	33%
	Masa Volumétrica Seca Suelta (kg/m³)		947	983
	Límite Líquido		31.99%	29.13%
	Límite Plástico		N.P.	N.P.
	Índice Plástico		N.P.	N.P.
CARACTERÍSTICAS	Apariencia Física		color café	color café claro
	Clasificación SUCS		SM	SM
	Descripción SUCS		Arena limosa	Arena limosa
	Tipo de Suelo		A	A

A= Arenas

B= piedras medianas y pequeñas

C= rocas de gran tamaño

Perfil estratigráfico sondeo 6:



A.S.T.M. D1586, el avance del sondeo se suspende cuando el número de golpes de la técnica de penetración estándar es mayor de 50 golpes.

Franz Schubert 5471 Col. La Estancia Zapopan, Jalisco, C.P. 45030

Teléfono 36-29-68-00

mapaobras@Gmail.com

Características físicas y mecánicas del suelo:

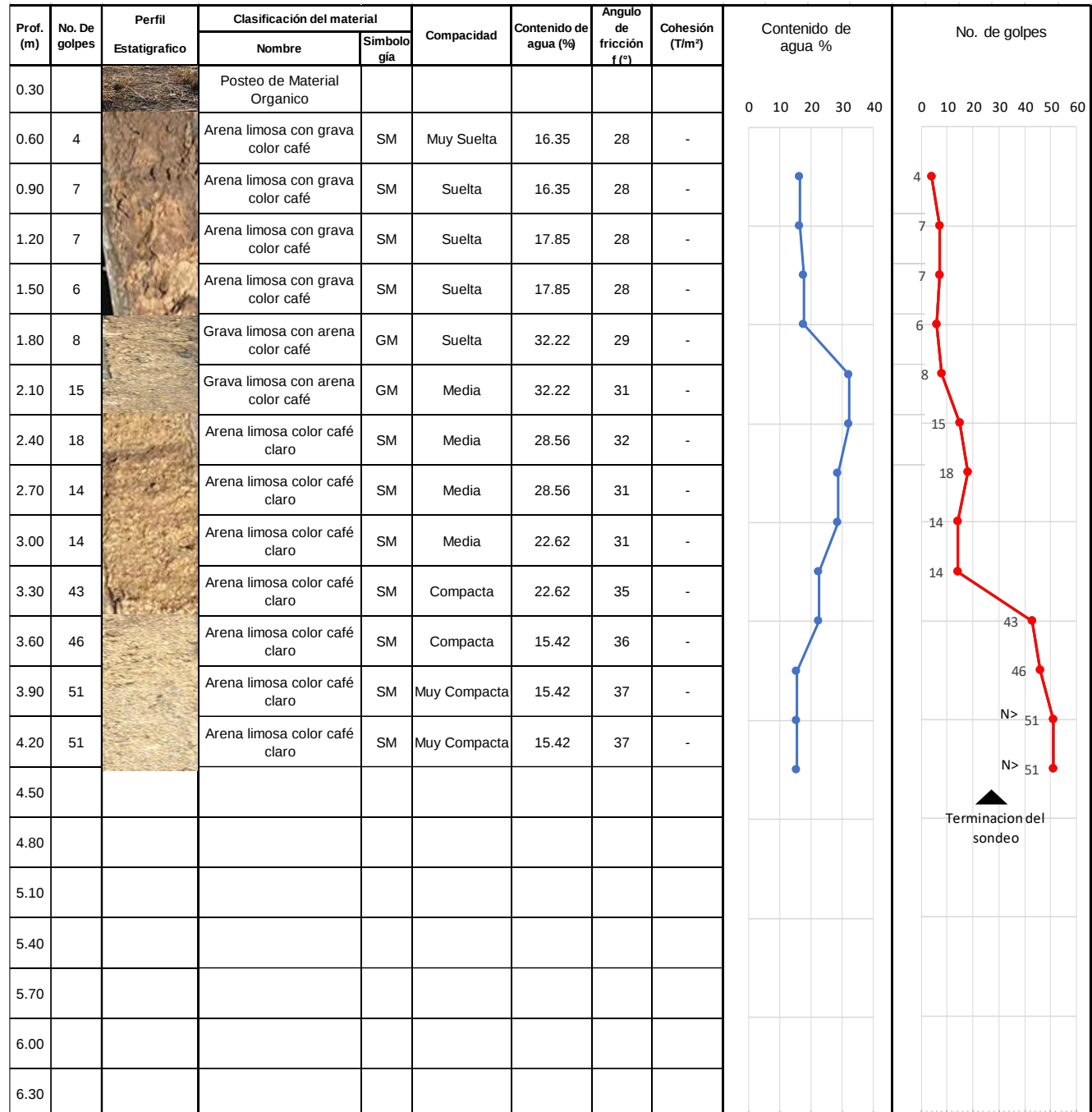
IDENTIFICACIÓN	Sondeo No.		7			
	Muestra No.		MUESTRA 18	MUESTRA 19	MUESTRA 20	MUESTRA 21
	Profundidad (m)	de	0.30	1.50	2.10	3.30
		a	1.50	2.10	3.30	4.20
PRUEBAS	Tamaño Máximo		1/4"	3/8"	3/8 "	1/4"
	% Pasa malla 4		82%	70%	88%	94%
	% Pasa malla 40		56%	38%	50%	66%
	% Pasa malla 200		35%	23%	20%	28%
	Masa Volumétrica Seca Suelta (kg/m ³)		999	668	889	1018
	Límite Líquido		30.71%	27.92%	31.50%	29.40%
	Límite Plástico		N.P.	N.P.	N.P.	N.P.
	Índice Plástico		N.P.	N.P.	N.P.	N.P.
CARACTERÍSTICAS	Apariencia Física		color café	color café	color café claro	color café claro
	Clasificación SUCS		SM	GM	SM	SM
	Descripción SUCS		Arena limosa con grava	Grava limosa con arena	Arena limosa	Arena limosa
	Tipo de Suelo		A	A	A	A

A= Arenas

B= piedras medianas y pequeñas

C= rocas de gran tamaño

Perfil estratigráfico sondeo 7:



A.S.T.M. D1586, el avance del sondeo se suspende cuando el número de golpes de la técnica de penetración estándar es mayor de 50 golpes.

Franz Schubert 5471 Col. La Estancia Zapopan, Jalisco, C.P. 45030

Teléfono 36-29-68-00

mapaobras@Gmail.com

Características físicas y mecánicas del suelo:

IDENTIFICACIÓN	Sondeo No.		8	
	Muestra No.		MUESTRA 22	MUESTRA 23
	Profundidad (m)	de	0.40	2.50
		a	2.50	3.85
PRUEBAS	Tamaño Máximo		3/8"	1/4"
	% Pasa malla 4		72%	95%
	% Pasa malla 40		51%	84%
	% Pasa malla 200		47%	47%
	Masa Volumétrica Seca Suelta (kg/m ³)		1200	1100
	Límite Líquido		38.40%	40.20%
	Límite Plástico		30.40%	30.70%
	Índice Plástico		8.00%	9.50%
CARACTERÍSTICAS	Apariencia Física		color café oscuro	color café claro
	Clasificación SUCS		GM	SM
	Descripción SUCS		Grava limosa con Arena	Arena limosa
	Tipo de Suelo		A	A

A= Arenas

B= piedras medianas y pequeñas

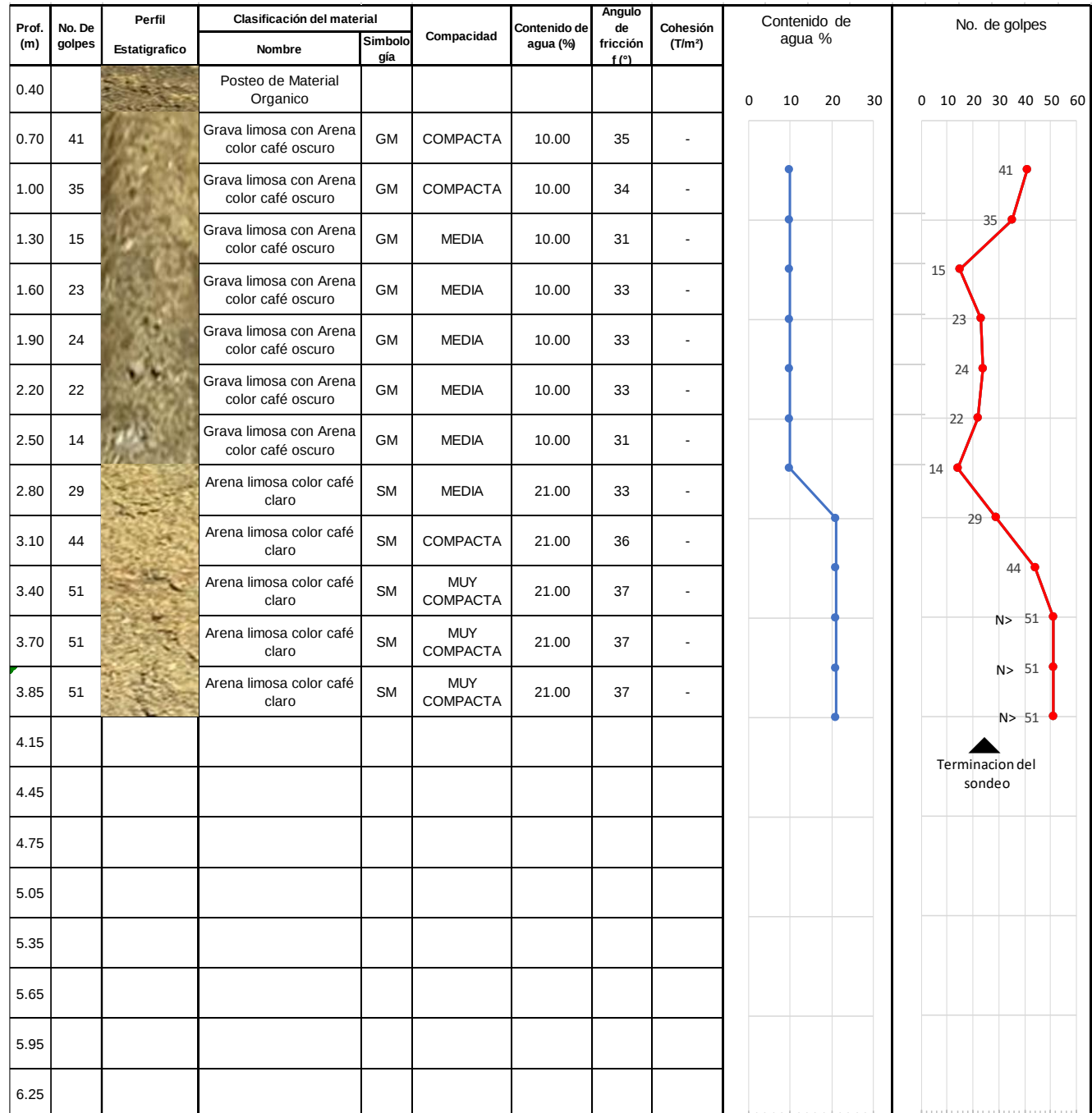
C= rocas de gran tamaño

Franz Schubert 5471 Col. La Estancia Zapopan, Jalisco, C.P. 45030

Teléfono 36-29-68-00

mapaobras@Gmail.com

Perfil estratigráfico sondeo 8:



A.S.T.M. D1586, el avance del sondeo se suspende cuando el número de golpes de la técnica de penetración estándar es mayor de 50 golpes.

Franz Schubert 5471 Col. La Estancia Zapopan, Jalisco, C.P. 45030

Teléfono 36-29-68-00

mapaobras@Gmail.com

Características físicas y mecánicas del suelo:

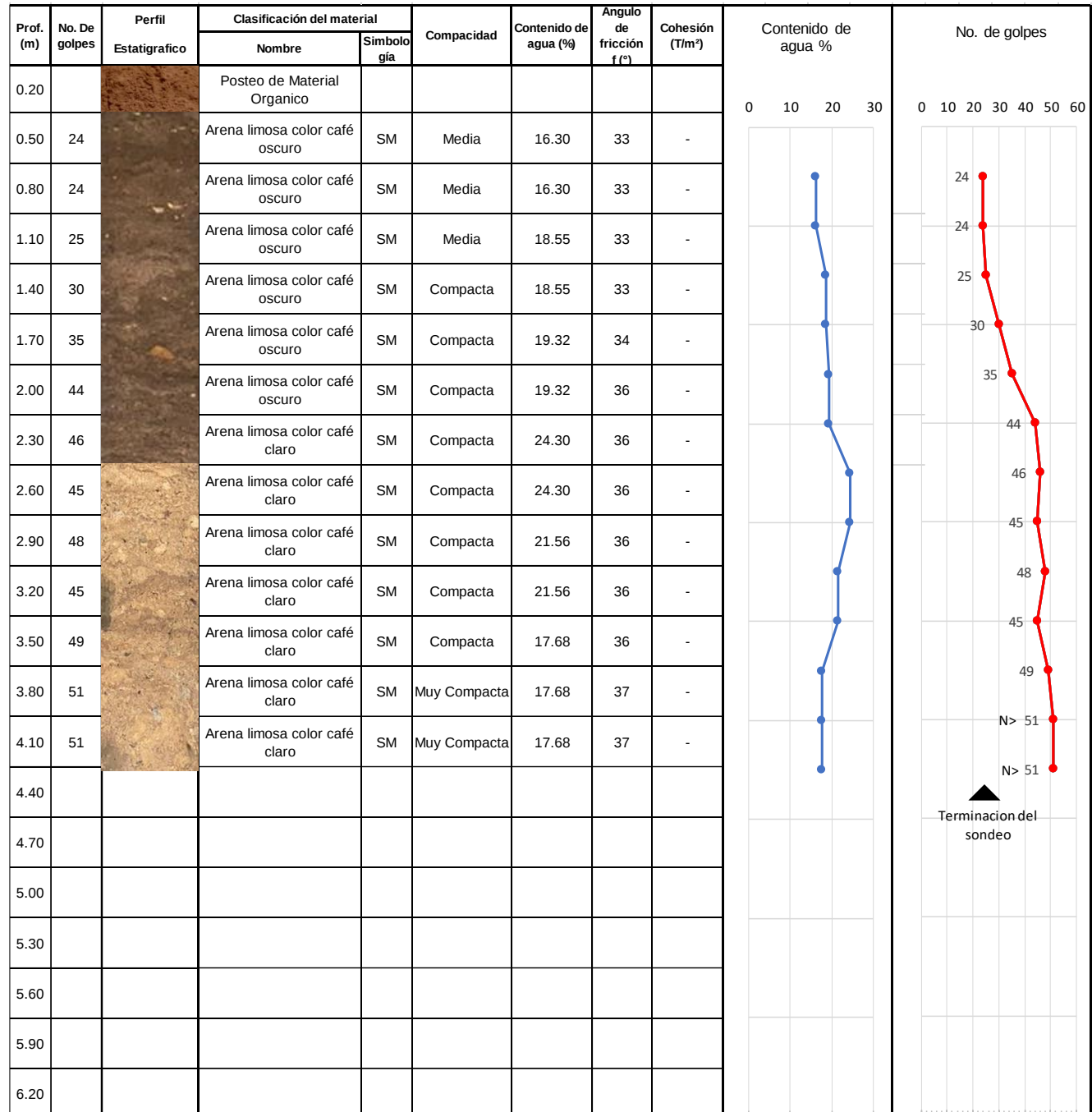
IDENTIFICACIÓN	Sondeo No.		9	
	Muestra No.		MUESTRA 24	MUESTRA 25
	Profundidad (m)	de	0.20	2.00
		a	2.00	4.10
PRUEBAS	Tamaño Máximo		3/8"	1/4"
	% Pasa malla 4		92%	94%
	% Pasa malla 40		48%	52%
	% Pasa malla 200		23%	23%
	Masa Volumétrica Seca Suelta (kg/m ³)		858	874
	Límite Líquido		30.52%	29.52%
	Límite Plástico		N.P.	N.P.
CARACTERÍSTICAS	Índice Plástico		N.P.	N.P.
	Apariencia Física		color café oscuro	color café claro
	Clasificación SUCS		SM	SM
	Descripción SUCS		Arena limosa	Arena limosa
	Tipo de Suelo		A	A

A= Arenas

B= piedras medianas y pequeñas

C= rocas de gran tamaño

Perfil estratigráfico sondeo 9:



A.S.T.M. D1586, el avance del sondeo se suspende cuando el número de golpes de la técnica de penetración estándar es mayor de 50 golpes.

Franz Schubert 5471 Col. La Estancia Zapopan, Jalisco, C.P. 45030

Teléfono 36-29-68-00

mapaobras@Gmail.com

Características físicas y mecánicas del suelo:

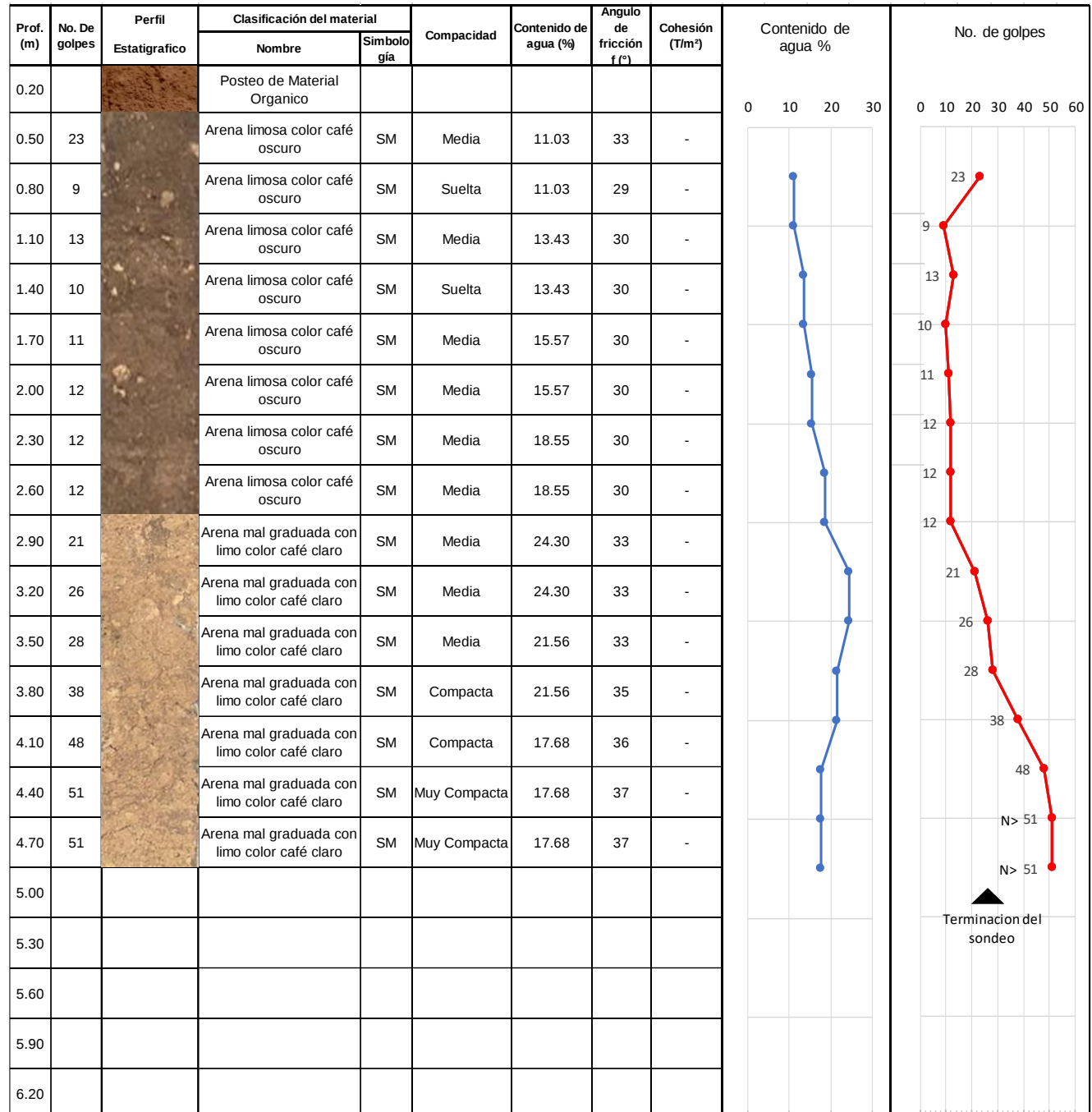
IDENTIFICACIÓN	Sondeo No.		10	
	Muestra No.		MUESTRA 26	MUESTRA 27
	Profundidad (m)	de	0.20	2.60
		a	2.60	4.70
PRUEBAS	Tamaño Máximo		1/4"	1/4"
	% Pasa malla 4		96%	87%
	% Pasa malla 40		52%	41%
	% Pasa malla 200		27%	12%
	Masa Volumétrica Seca Suelta (kg/m ³)		894	802
	Límite Líquido		31.46%	29.07%
	Límite Plástico		N.P.	N.P.
CARACTERÍSTICAS	Índice Plástico		N.P.	N.P.
	Apariencia Física		color café oscuro	color café claro
	Clasificación SUCS		SM	SP-SM
	Descripción SUCS		Arena limosa	Arena mal graduada con limo
	Tipo de Suelo		A	A

A= Arenas

B= piedras medianas y pequeñas

C= rocas de gran tamaño

Perfil estratigráfico sondeo 10:



A.S.T.M. D1586, el avance del sondeo se suspende cuando el número de golpes de la técnica de penetración estándar es mayor de 50 golpes.

Franz Schubert 5471 Col. La Estancia Zapopan, Jalisco, C.P. 45030

Teléfono 36-29-68-00

mapaobras@Gmail.com

Características físicas y mecánicas del suelo:

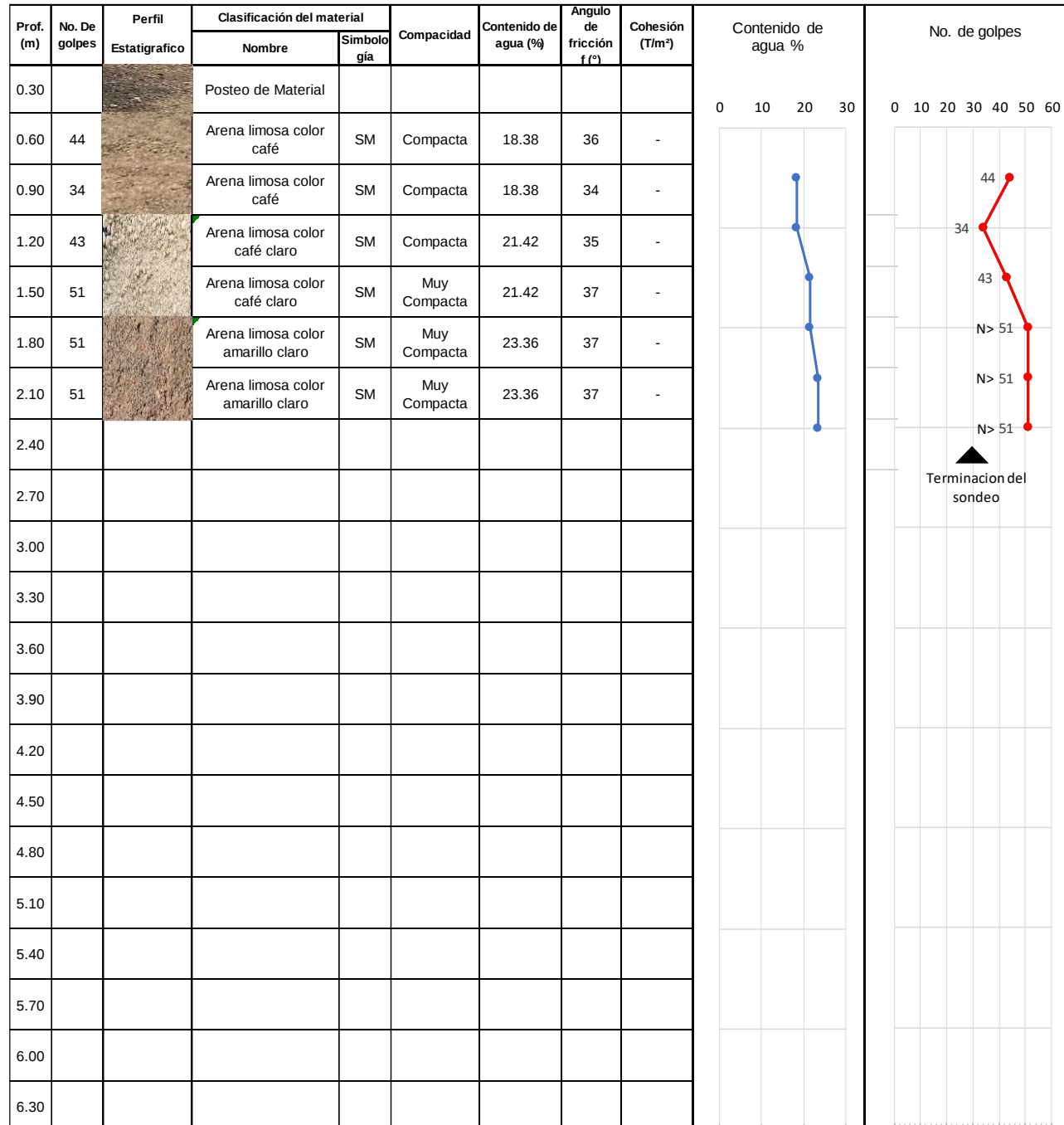
IDENTIFICACIÓN	Sondeo No.		11		
	Muestra No.		MUESTRA 28	MUESTRA 29	MUESTRA 30
	Profundidad (m)	de	0.30	0.90	1.50
		a	0.90	1.50	2.10
PRUEBAS	Tamaño Máximo		1/4"	2.38 mm	1/4"
	% Pasa malla 4		90%	100%	86%
	% Pasa malla 40		58%	71%	64%
	% Pasa malla 200		29%	37%	35%
	Masa Volumétrica Seca Suelta (kg/m ³)		947	944	934
	Límite Líquido		28.95%	28.29%	30.07%
	Límite Plástico		N.P.	N.P.	N.P.
	Índice Plástico		N.P.	N.P.	N.P.
CARACTERÍSTICAS	Apariencia Física		color café	color café claro	color amarillo claro
	Clasificación SUCS		SM	SM	SM
	Descripción SUCS		Arena limosa	Arena limosa	Arena limosa
	Tipo de Suelo		A	A	A

A= Arenas

B= piedras medianas y pequeñas

C= rocas de gran tamaño

Perfil estratigráfico sondeo 11:



A.S.T.M. D1586, el avance del sondeo se suspende cuando el número de golpes de la técnica de penetración estándar es mayor de 50 golpes.

Características físicas y mecánicas del suelo:

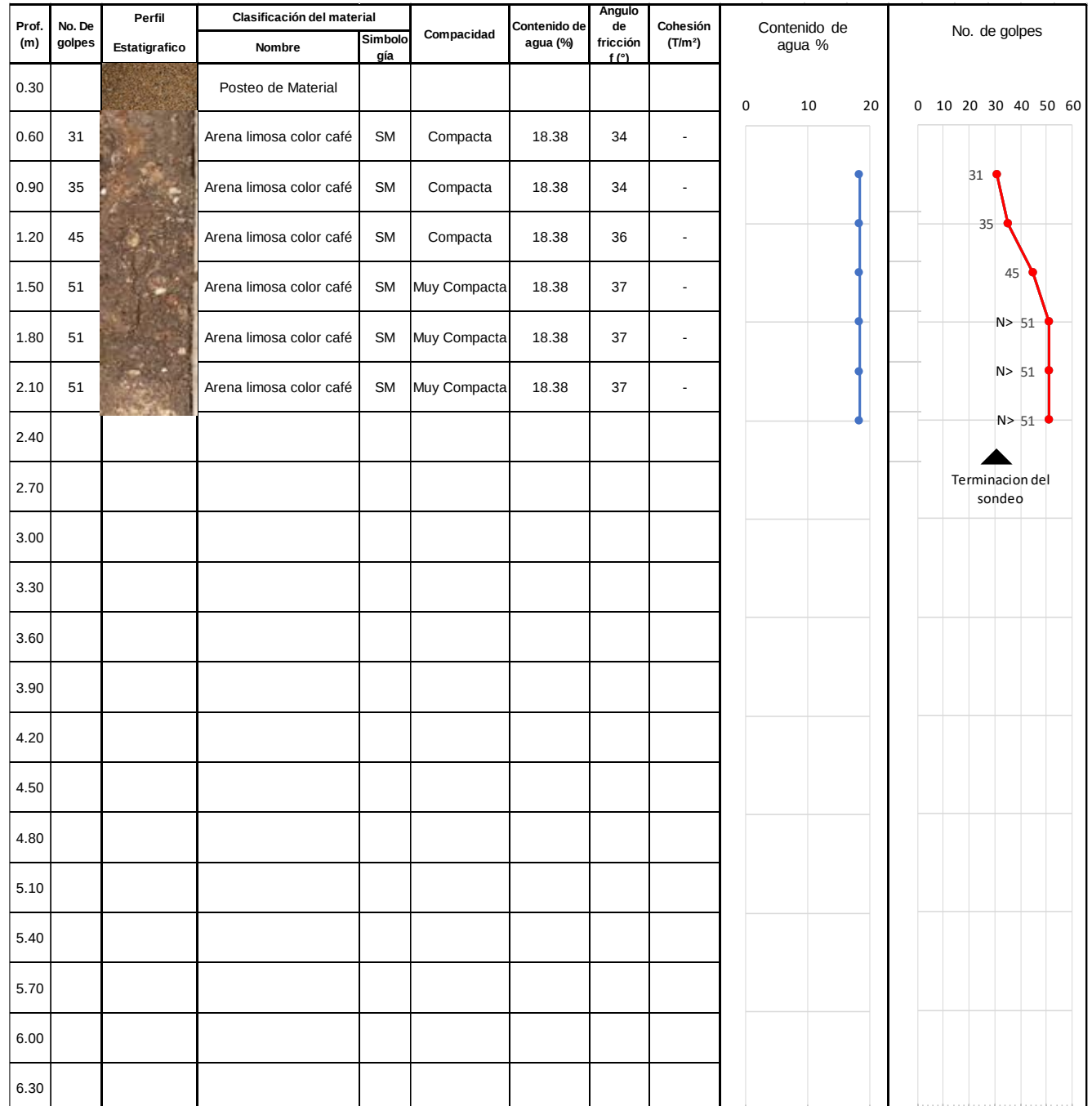
IDENTIFICACIÓN	Sondeo No.		12
	Muestra No.		MUESTRA 31
	Profundidad (m)	de	0.30
		a	2.10
PRUEBAS	Tamaño Máximo		1/4"
	% Pasa malla 4		92%
	% Pasa malla 40		62%
	% Pasa malla 200		37%
	Masa Volumétrica Seca Suelta (kg/m³)		1050
	Límite Líquido		28.56%
	Límite Plástico		N.P.
	Índice Plástico		N.P.
CARACTERÍSTICAS	Apariencia Física		color café
	Clasificación SUCS		SM
	Descripción SUCS		Arena limosa
	Tipo de Suelo		A

A= Arenas

B= piedras medianas y pequeñas

C= rocas de gran tamaño

Perfil estratigráfico sondeo 12:



A.S.T.M. D1586, el avance del sondeo se suspende cuando el número de golpes de la técnica de penetración estándar es mayor de 50 golpes.

Franz Schubert 5471 Col. La Estancia Zapopan, Jalisco, C.P. 45030

Teléfono 36-29-68-00

mapaobras@Gmail.com

Características físicas y mecánicas del suelo:

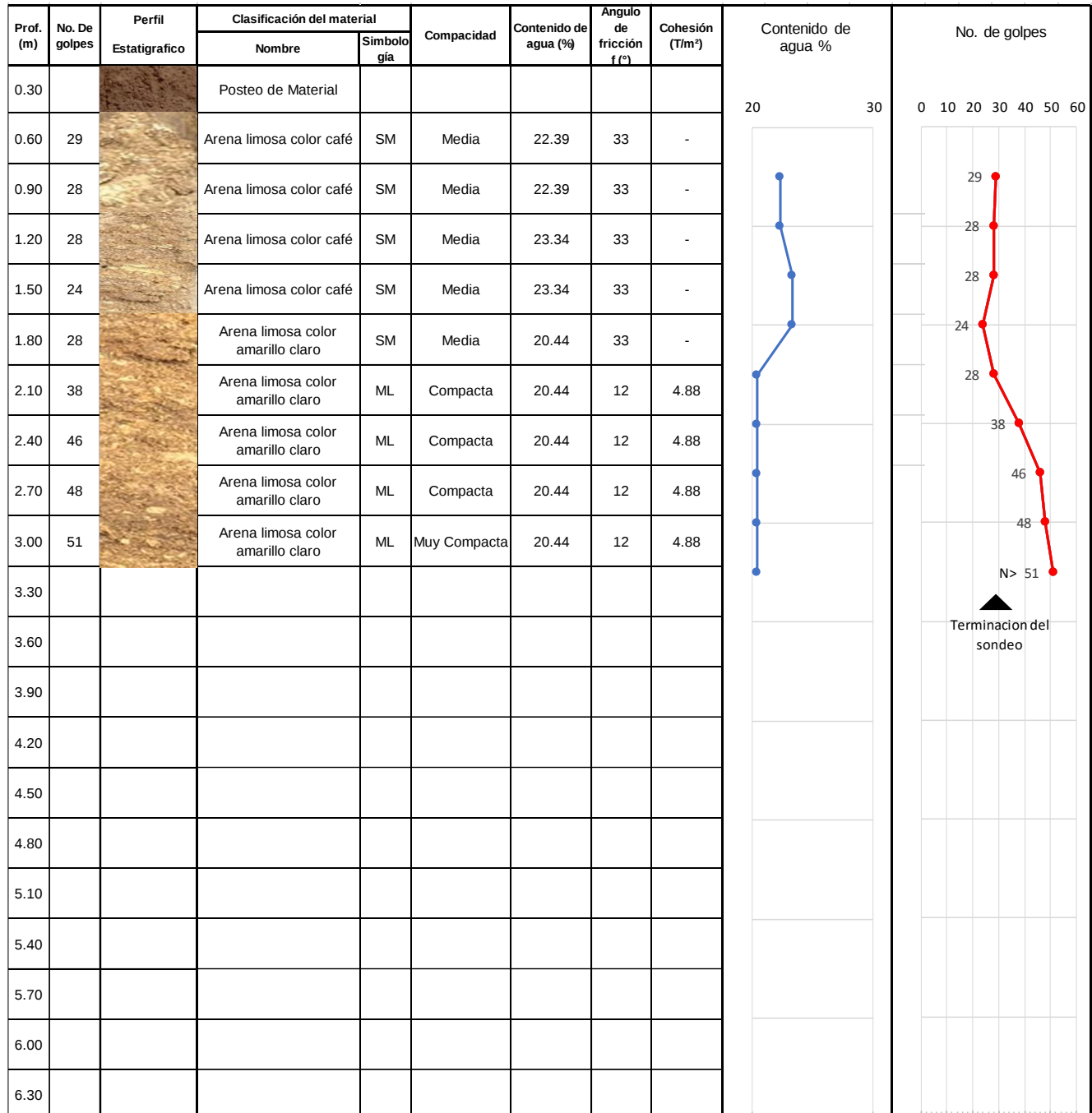
IDENTIFICACIÓN	Sondeo No.		13		
	Muestra No.		MUESTRA 32	MUESTRA 33	MUESTRA 34
	Profundidad (m)	de	0.30	0.90	1.50
		a	0.90	1.50	3.00
PRUEBAS	Tamaño Máximo		1/4"	1/4"	1/4"
	% Pasa malla 4		88%	93%	88%
	% Pasa malla 40		62%	65%	65%
	% Pasa malla 200		32%	32%	36%
	Masa Volumétrica Seca Suelta (kg/m ³)		877	870	863
	Límite Líquido		28.67%	28.41%	30.66%
	Límite Plástico		N.P.	N.P.	N.P.
	Índice Plástico		N.P.	N.P.	N.P.
CARACTERÍSTICAS	Apariencia Física		color café	color café	color amarillo claro
	Clasificación SUCS		SM	SM	SM
	Descripción SUCS		Arena limosa	Arena limosa	Arena limosa
	Tipo de Suelo		A	A	A

A= Arenas

B= piedras medianas y pequeñas

C= rocas de gran tamaño

Perfil estratigráfico sondeo 13:



A.S.T.M. D1586, el avance del sondeo se suspende cuando el número de golpes de la técnica de penetración estándar es mayor de 50 golpes.

Franz Schubert 5471 Col. La Estancia Zapopan, Jalisco, C.P. 45030

Teléfono 36-29-68-00

mapaobras@Gmail.com

Características físicas y mecánicas del suelo:

IDENTIFICACIÓN	Sondeo No.		14			
	Muestra No.		MUESTRA 35	MUESTRA 36	MUESTRA 37	MUESTRA 38
	Profundidad (m)	de	0.20	0.80	2.00	3.20
		a	0.80	2.00	3.20	5.00
PRUEBAS	Tamaño Máximo		1/4"	1/4"	1/2 "	1/4 "
	% Pasa malla 4		87%	83%	86%	90%
	% Pasa malla 40		61%	35%	31%	29%
	% Pasa malla 200		24%	12%	10%	10%
	Masa Volumétrica Seca Suelta (kg/m ³)		777	806	842	842
	Límite Líquido		31.40%	32.76%	30.90%	30.86%
	Límite Plástico		N.P.	N.P.	N.P.	N.P.
	Índice Plástico		N.P.	N.P.	N.P.	N.P.
CARACTERÍSTICAS	Apariencia Física		color café	color café claro	color café claro	color café claro
	Clasificación SUCS		SM	SM	SP-SM	SP-SM
	Descripción SUCS		Arena limosa	Arena limosa con grava	Arena mal graduada con limo	Arena mal graduada con limo
	Tipo de Suelo		A	A	A	A

A= Arenas

B= piedras medianas y pequeñas

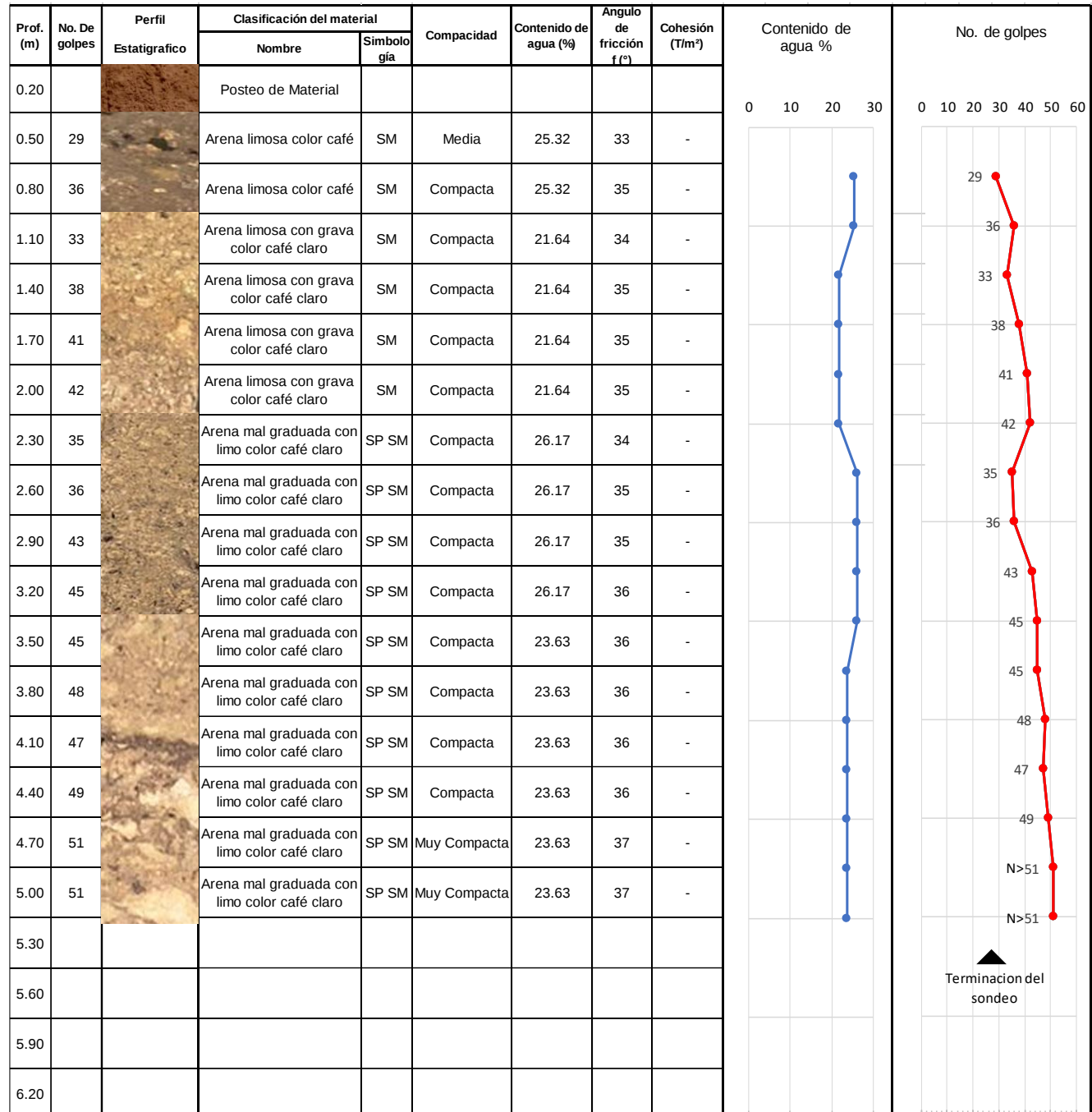
C= rocas de gran tamaño

Franz Schubert 5471 Col. La Estancia Zapopan, Jalisco, C.P. 45030

Teléfono 36-29-68-00

mapaobras@Gmail.com

Perfil estratigráfico sondeo 14:



A.S.T.M. D1586, el avance del sondeo se suspende cuando el número de golpes de la técnica de penetración estándar es mayor de 50 golpes.

Franz Schubert 5471 Col. La Estancia Zapopan, Jalisco, C.P. 45030

Teléfono 36-29-68-00

mapaobras@Gmail.com

Características físicas y mecánicas del suelo:

IDENTIFICACIÓN	Sondeo No.		15			
	Muestra No.		MUESTRA 39	MUESTRA 40	MUESTRA 41	MUESTRA 42
	Profundidad (m)	de	0.20	0.80	2.00	3.20
		a	0.80	2.00	3.20	4.70
PRUEBAS	Tamaño Máximo		1/4"	1/4"	1/2 "	1/4 "
	% Pasa malla 4		87%	83%	85%	90%
	% Pasa malla 40		41%	35%	30%	29%
	% Pasa malla 200		-4%	12%	10%	10%
	Masa Volumétrica Seca Suelta (kg/m ³)		777	817	850	887
	Límite Líquido		31.40%	32.21%	31.89%	30.86%
	Límite Plástico		N.P.	N.P.	N.P.	N.P.
	Índice Plástico		N.P.	N.P.	N.P.	N.P.
CARACTERÍSTICAS	Apariencia Física		color café	color café claro	color café claro	color café claro
	Clasificación SUCS		SP	SM	SP-SM	SP-SM
	Descripción SUCS		Arena mal graduada	Arena limosa con grava	Arena mal graduada con limo	Arena mal graduada con limo
	Tipo de Suelo		A	A	A	A

A= Arenas

B= piedras medianas y pequeñas

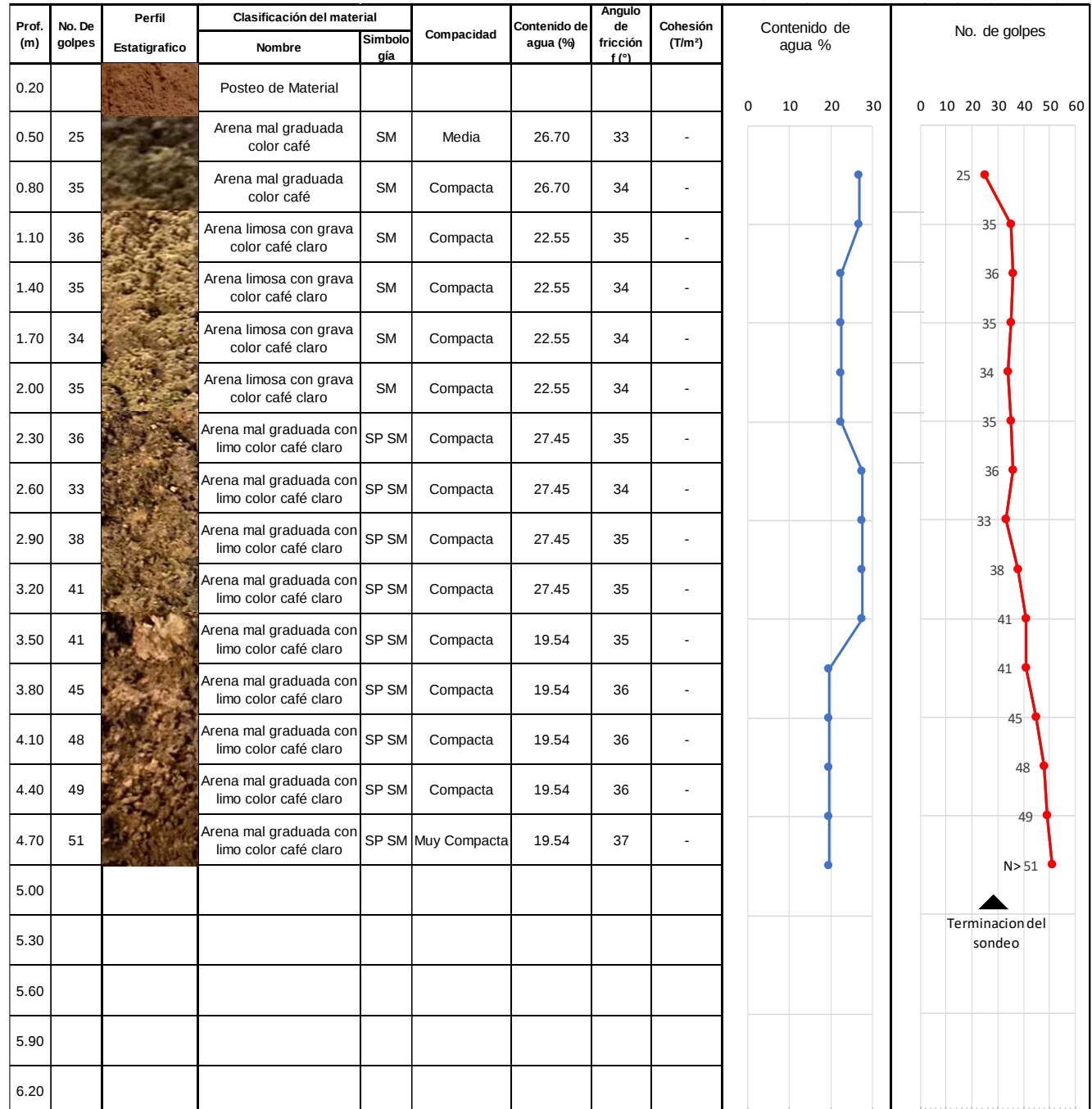
C= rocas de gran tamaño

Franz Schubert 5471 Col. La Estancia Zapopan, Jalisco, C.P. 45030

Teléfono 36-29-68-00

mapaobras@Gmail.com

Perfil estratigráfico sondeo 15:



A.S.T.M. D1586, el avance del sondeo se suspende cuando el número de golpes de la técnica de penetración estándar es mayor de 50 golpes.

Franz Schubert 5471 Col. La Estancia Zapopan, Jalisco, C.P. 45030

Teléfono 36-29-68-00

mapaobras@Gmail.com

Características físicas y mecánicas del suelo:

IDENTIFICACIÓN	Sondeo No.		16	
	Muestra No.		MUESTRA 43	MUESTRA 44
	Profundidad (m)	de	0.20	2.00
		a	2.00	4.10
PRUEBAS	Tamaño Máximo		3/8"	1/4"
	% Pasa malla 4		81%	90%
	% Pasa malla 40		31%	54%
	% Pasa malla 200		10%	29%
	Masa Volumétrica Seca Suelta (kg/m³)		740	801
	Límite Líquido		31.75%	28.15%
	Límite Plástico		N.P.	N.P.
	Índice Plástico		N.P.	N.P.
CARACTERÍSTICAS	Apariencia Física		color café claro	color gris claro
	Clasificación SUCS		SP-SM	SM
	Descripción SUCS		Arena mal graduada con limo y grava	Arena limosa
	Tipo de Suelo		A	A

A= Arenas

B= piedras medianas y pequeñas

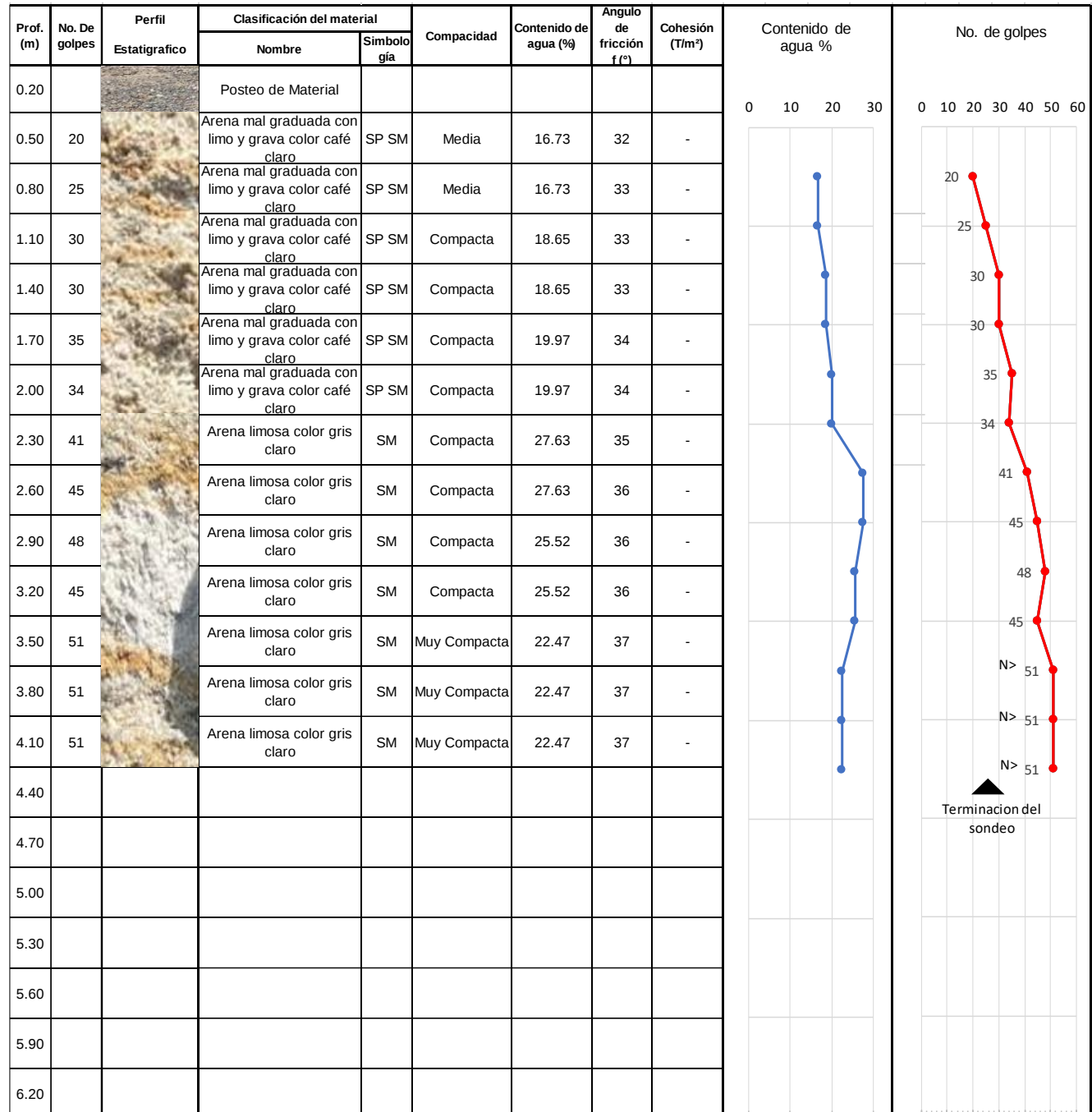
C= rocas de gran tamaño

Franz Schubert 5471 Col. La Estancia Zapopan, Jalisco, C.P. 45030

Teléfono 36-29-68-00

mapaobras@Gmail.com

Perfil estratigráfico sondeo 16:



A.S.T.M. D1586, el avance del sondeo se suspende cuando el número de golpes de la técnica de penetración estándar es mayor de 50 golpes.

Franz Schubert 5471 Col. La Estancia Zapopan, Jalisco, C.P. 45030

Teléfono 36-29-68-00

mapaobras@Gmail.com

Características físicas y mecánicas del suelo:

IDENTIFICACIÓN	Sondeo No.		17		
	Muestra No.		MUESTRA 45	MUESTRA 46	MUESTRA 47
	Profundidad (m)	de	0.30	1.60	2.80
		a	1.60	2.80	4.00
PRUEBAS	Tamaño Máximo		3/8"	3/8"	1/4 "
	% Pasa malla 4		88%	87%	91%
	% Pasa malla 40		63%	53%	51%
	% Pasa malla 200		40%	33%	10%
	Masa Volumétrica Seca Suelta (kg/m ³)		961	811	846
	Límite Líquido		28.37%	29.26%	31.24%
	Límite Plástico		N.P.	N.P.	N.P.
	Índice Plástico		N.P.	N.P.	N.P.
CARACTERÍSTICAS	Apariencia Física		color café	color café	color café claro
	Clasificación SUCS		SM	SM	SP-SM
	Descripción SUCS		Arena limosa	Arena limosa	Arena mal graduada con limo
	Tipo de Suelo		A	A	A

A= Arenas

B= piedras medianas y pequeñas

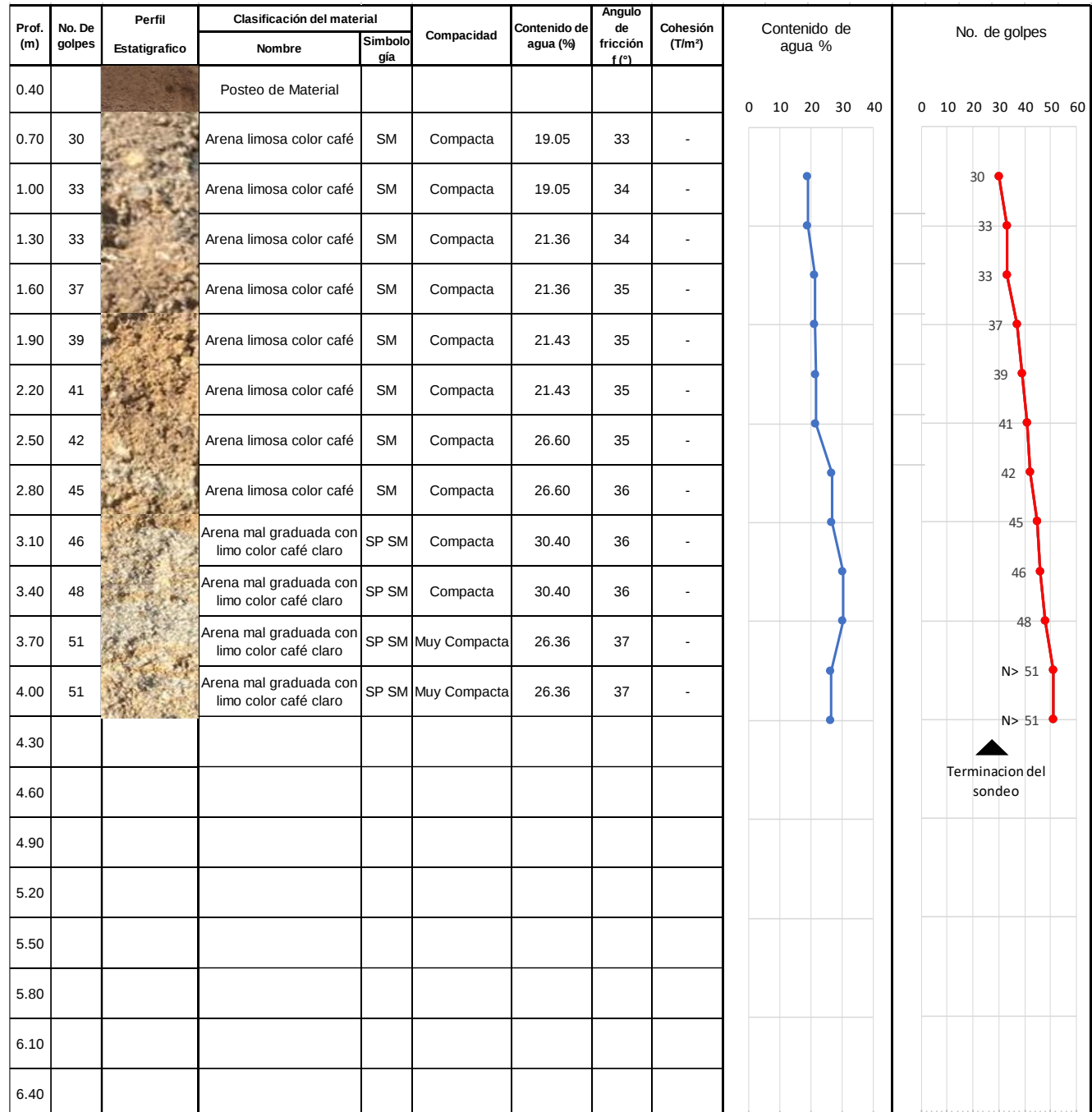
C= rocas de gran tamaño

Franz Schubert 5471 Col. La Estancia Zapopan, Jalisco, C.P. 45030

Teléfono 36-29-68-00

mapaobras@Gmail.com

Perfil estratigráfico sondeo 17:



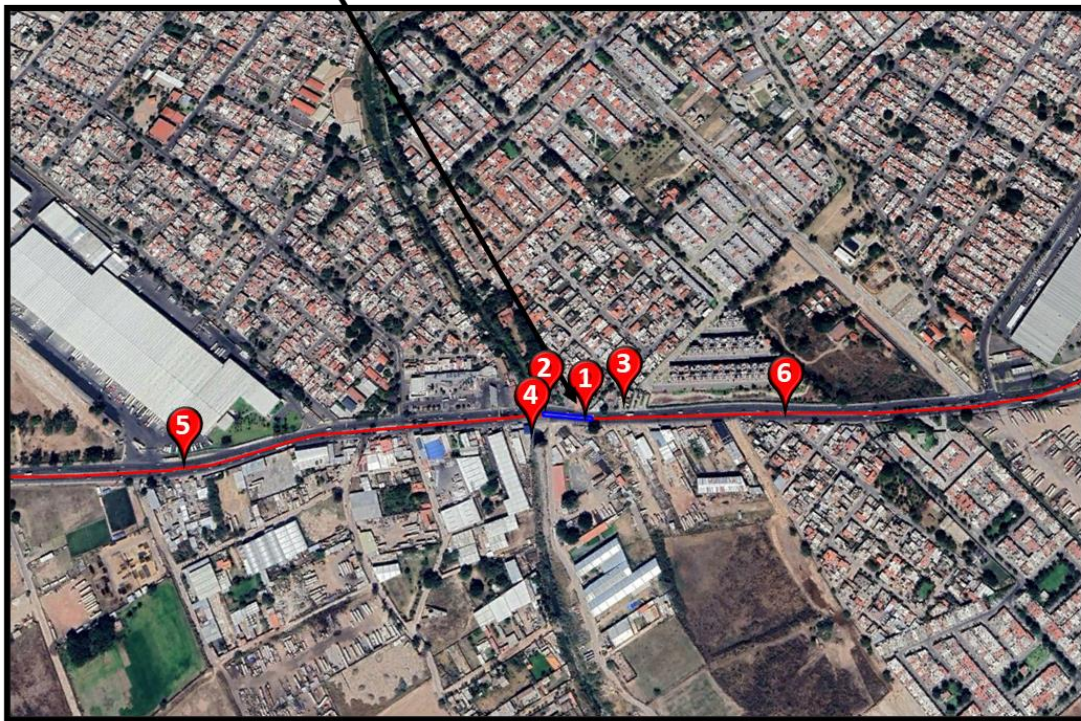
A.S.T.M. D1586, el avance del sondeo se suspende cuando el número de golpes de la técnica de penetración estándar es mayor de 50 golpes.

Franz Schubert 5471 Col. La Estancia Zapopan, Jalisco, C.P. 45030

Teléfono 36-29-68-00

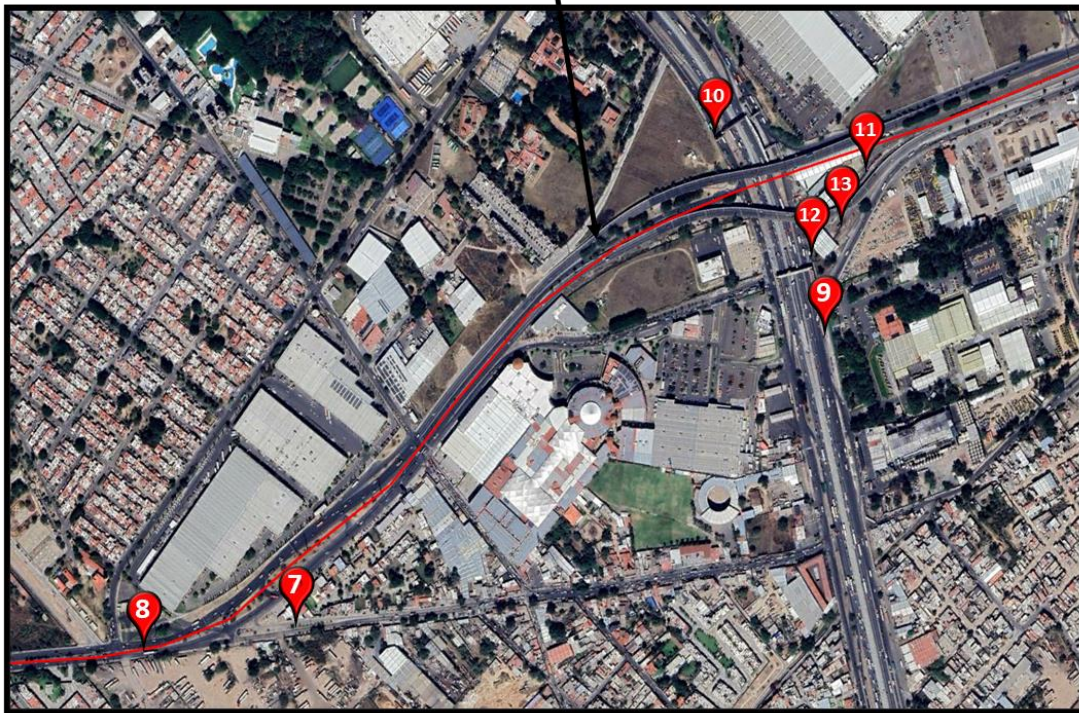
mapaobras@Gmail.com

6. Croquis de ubicación de los sondeos



Ubicación de los sondeos en el sitio.

6. Croquis de ubicación de los sondeos



Ubicación de los sondeos en el sitio.

Franz Schubert 5471 Col. La Estancia Zapopan, Jalisco, C.P. 45030

Teléfono 36-29-68-00

mapaobras@Gmail.com

6. Croquis de ubicación de los sondeos



Ubicación de los sondeos en el sitio.

Franz Schubert 5471 Col. La Estancia Zapopan, Jalisco, C.P. 45030

Teléfono 36-29-68-00

mapaobras@Gmail.com

7. Nivel de aguas freáticas:

No se localizó nivel de aguas freáticas (N.A.F.) en la fecha en la que se efectuó la exploración del subsuelo.

8. Capacidad de carga

De acuerdo con las formulas del Dr. Terzaghi para la determinación de la capacidad de carga utilizamos la siguiente expresión:

$$q_d = C \times N_c + \gamma \times Z \times N_q + 0.5\gamma \times B \times N_w$$

Se presenta un esfuerzo máximo por unidad de longitud, que puede aplicarse a las cimentaciones, y que nos dará como resultados la capacidad de carga límite de la cimentación

Donde:

q_d = capacidad de carga limite ton / m² O kg / m²

c = cohesión del suelo ton / m² O kg / m²

γ = peso volumétrico del suelo ton / m³ O kg / m³

z = profundidad de desplante metros

N_c , N_q , N_w y B son coeficientes sin que dependan del ángulo de fricción interna del suelo y que se llaman factores de capacidad de carga debidos a la cohesión, a la sobre carga y al peso del suelo.

Capacidad De Carga Para Una Cimentación Corrida

Profundidad D _r (m) Desplante de zapatas	0.90	1.20	1.50	1.80
Profundidad D _f (m) Desplante con mejoramiento	1.15	1.45	1.75	2.05
Ancho B (m)	Q _{adm} (t/m ²)	Q _{adm} (t/m ²)	Q _{adm} (t/m ²)	Q _{adm} (t/m ²)
0.50	9.00	12.40	15.50	17.00
0.60	9.30	12.60	15.80	17.20
0.70	9.60	12.80	16.10	17.50
0.80	9.80	13.10	16.30	17.80
0.90	10.10	13.40	16.50	18.10
1.00	10.30	13.70	16.80	18.40
1.20	10.90	14.30	17.40	19.00
1.50	11.70	15.10	18.20	19.80
2.00	12.90	16.30	19.40	21.00

Capacidad De Carga Para Una Cimentación Aislada Cuadrada

Profundidad D _r (m) Desplante de zapatas	0.90	1.20	1.50	1.80
Profundidad D _f (m) Desplante con mejoramiento	1.15	1.45	1.75	2.05
Ancho B (m)	Q _{adm} (t/m ²)	Q _{adm} (t/m ²)	Q _{adm} (t/m ²)	Q _{adm} (t/m ²)
0.50	8.50	11.90	15.00	16.50
0.60	8.80	12.10	15.30	16.70
0.70	9.10	12.30	15.60	17.00
0.80	9.30	12.60	15.80	17.30
0.90	9.60	12.90	16.00	17.60
1.00	9.80	13.20	16.30	17.90
1.20	10.40	13.80	16.90	18.50
1.50	11.20	14.60	17.70	19.30
2.00	12.40	15.80	18.90	20.50

9. Asentamientos

Para zapatas con anchos (B) no mayores de 3.0 m, se puede utilizar un método empírico simplificado para calcular el asentamiento en arenas, el cual se basa en limitar la capacidad de carga (Q_{adm}) del suelo, de tal manera que el asentamiento total máximo que se presente no sea mayor a 2.5 cm, y los asentamientos diferenciales sean del orden de 2.0 cm. La ecuación propuesta es la siguiente:

$$q_a = 1.1N'$$

10. Índice de permeabilidad:

Es la facilidad o dificultad que tiene un suelo de permitir que lo atraviese el agua a través de sus vacíos. Esto permite clasificar los suelos en: suelos permeables y suelos impermeables, la permeabilidad está influenciada por el tamaño de las partículas, espacio de los vanos y la estructura del suelo. La tabla que se muestra a continuación presenta los valores, tipos de permeabilidad para diferentes tipos de suelos.

Tipos de suelo	Grado relativo de permeabilidad	Coefficiente de permeabilidad K (cm./seg.)	Propiedades de drenajes
Grava limpia	Alto	1×10^{-1}	Buena
Arena limpia	Medio	1×10^{-3}	Buena
Grava arenosa	Medio	1×10^{-3}	Buena
Arena fina	Bajo	1×10^{-3} a 1×10^{-5}	Franca a pobre
Limos	Bajo	1×10^{-3} a 1×10^{-5}	Franca a pobre
Arena limo arcilloso	Muy bajo	1×10^{-4} a 1×10^{-7}	Pobre o prácticamente imperceptible
Arcilla homogénea	Muy bajo a prácticamente impermeable	$< 1 \times 10^{-7}$	Prácticamente imperceptible

Fuente: A. Casagrande (Mecánica de Suelo, Juárez Badillo)

Conforme los resultados el Grado relativo de permeabilidad son BAJO franca a pobre y el Coeficiente de permeabilidad corresponde de 1×10^{-3} a 1×10^{-5} .

11. Recomendaciones generales y conclusiones

Se realizó un estudio de mecánica de suelos para el proyecto de ampliación de la línea 1 del tren ligero de Guadalajara, ubicado en Av. Camino Real A Colima, Cruce Calle Arroyo Del Sur., Arroyo Seco, San Pedro Tlaquepaque, Jalisco.

Se inicia retirando por medio manual carpeta asfáltica y base hidráulica desde el nivel 0.00 hasta 0.40 metros aproximadamente, enseguida se inicia con la prueba de penetración estándar con la finalidad de conocer la capacidad de carga, y para extraer muestras de los materiales del lugar.

Estratos del subsuelo: Por las pruebas del laboratorio que se realizaron a los materiales le podemos informar a usted que se encontraron: Arena limosa con grava (SM), Arena limosa (SM), Arcilla ligera (CL), Arena limosa (SM), Grava limosa con arena (GM), Arena mal graduada con limo (SP-SM).

El tipo de cimentación que se adecúa para las condiciones del subsuelo es del tipo superficial conformada por zapatas aisladas y corridas.

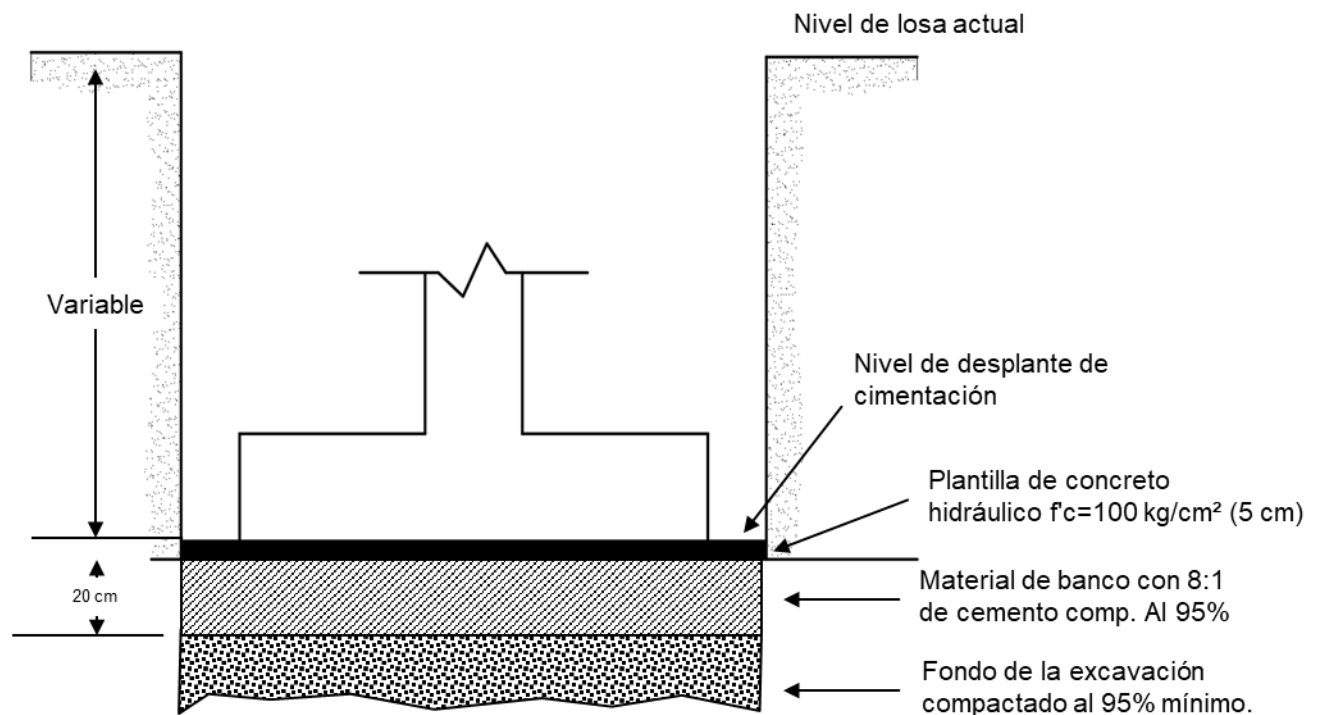
Mejoramiento del suelo:

Se deberá realizar lo siguiente, previo a la construcción de las zapatas de cimentación debido a que los materiales encontrados cuentan con muy pocos finos.

Corte: Abrir caja a 25 cm de profundidad por debajo del nivel de desplante de la cimentación, cuya capacidad de carga sea la adecuada a sus necesidades y previendo los efectos de volteo que considere el estructurista, se deberá compactar el fondo de la excavación buscando un grado de compactación de por lo menos el 95% de su masa volumétrica seca máxima (MVSM) mediante la prueba AASHTO Estándar.

Suelo-Cemento: Sobre el terreno natural compactado, se colocará un suelo-cemento con relación volumétrica de 8:1, con un material con características de calidad similar a una Arena Limosa (Material del lugar) según la clasificación SUCS, este se construirá en una capa de 20 cm de espesor compacto al 95% de su masa volumétrica seca máxima AASHTO Estándar.

Plantilla: Posteriormente se colocará una plantilla de concreto hidráulico $f'c=100$ kg/cm² con un espesor de 5 cm, con el fin de evitar que el concreto de los elementos estructurales se contaminen con partículas de suelo y que la carga se distribuya correctamente, una vez cumplido esto, se puede continuar con la construcción de la cimentación.



Esquema representativo del mejoramiento (sin escala).

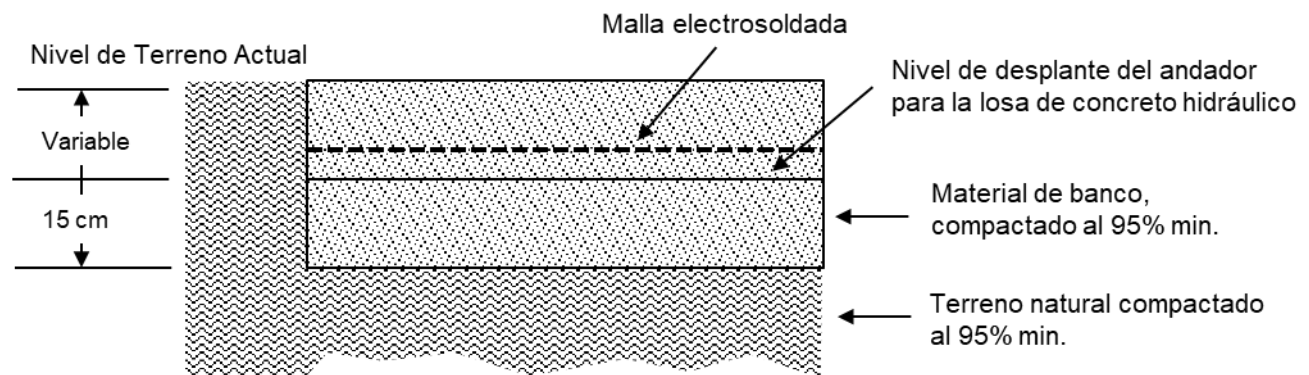
Mejoramiento del suelo para andador a nivel de piso:

Se deberá realizar lo siguiente para la construcción del andador.

Corte: Abrir cajón a 15 cm de profundidad por debajo de desplante del andador, se deberá compactar el fondo del cajón para descartar la presencia de material suelto, buscando un grado de compactación de por lo menos el 95% de su masa volumétrica seca máxima AASHTO Estándar.

Relleno: Se colocará una capa de material con características de calidad similar a una Arena Limosa (Material de banco) según la clasificación SUCS, en un espesor de 15 cm, buscando un grado de compactación de por lo menos el 95% de su masa volumétrica seca máxima mediante la prueba AASHTO Estándar.

Malla electrosoldada: Sobre el relleno compactado, se colocará una malla electrosoldada de las características que se requiera, colocada adecuadamente para absorber los esfuerzos de contracción provocados por cambios de temperatura en el concreto. La malla electrosoldada deberá quedar a una distancia de 1/3 del espesor de la losa de piso (Por encima del relleno). Una vez instalada la malla y habiendo dejado las preparaciones para las instalaciones, se colocará la losa de piso de concreto hidráulico del espesor que requiera el proyecto, quedando la malla electrosoldada sumergida en el concreto hidráulico.



Esquema representativo del mejoramiento (sin escala).

Se hace especial recomendación que las excavaciones no se dejen abiertas por mucho tiempo y de preferencia que no se realicen en temporadas de lluvias para que no se altere la estructura natural del suelo y esto provoque la disminución de la capacidad de carga y el incremento de los hundimientos.

Desde el punto de vista del comportamiento del subsuelo, es posible que, durante un sismo intenso, ocurra un reacomodo en las partículas de los depósitos superficiales existentes, por lo cual es conveniente que las estructuras estén capacitadas para admitir movimientos diferenciales sin dañarse

Dentro de las consideraciones importantes es fundamental conducir los escurrimientos para evitar la infiltración de agua cerca de la estructura de cimentación, ya que puede provocar la lubricación de las partículas y el reacomodo de las mismas, lo que se reflejara en asentamientos del terreno.

En caso de tener alguna duda o aclaración sobre el presente informe, estamos a sus órdenes, así como también al momento de iniciar con los trabajos se encuentra condiciones diferentes a las mencionadas, se recomienda notificar lo antes posible con el fin de apoyarlos en las decisiones oportunas.

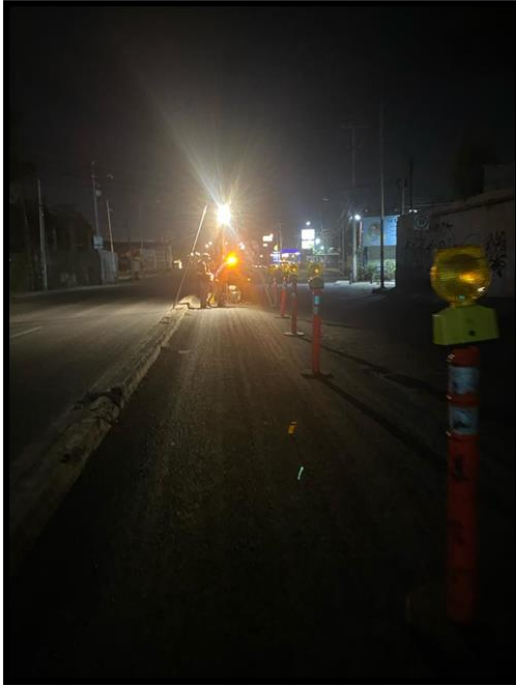
A T E N T A M E N T E

Ing. José De Jesús Castillo Carrillo

A T E N T A M E N T E

T.C. Brandon González López

12. MEMORIA FOTOGRÁFICA



Fotografías: Realización de los sondeos.

MEMORIA FOTOGRÁFICA



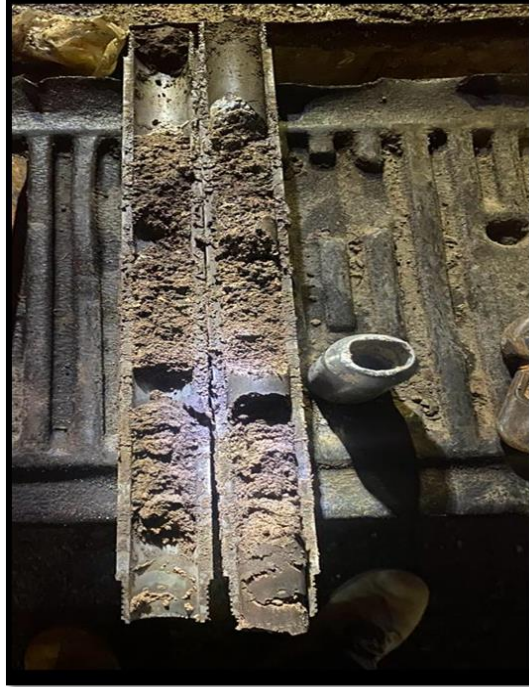
Fotografías: Realización de los sondeos.

Franz Schubert 5471 Col. La Estancia Zapopan, Jalisco, C.P. 45030

Teléfono 36-29-68-00

mapaobras@Gmail.com

MEMORIA FOTOGRÁFICA



Fotografías: Material recuperado para su análisis en laboratorio.

INFORME GEOTÉCNICO

PROYECTO:

AMPLIACIÓN DE LA LÍNEA 1 DEL TREN LIGERO DE GUADALAJARA, EN LA ZONA METROPOLITANA DE GUADALAJARA, JALISCO.

CONTRATO:

SIOP-E-SROP-SER-LP-814-2023

SOLICITADO POR:

SECRETARÍA DE INFRAESTRUCTURA Y OBRA PÚBLICA
(S.I.O.P.)

UBICACIÓN:

AV. CAMINO REAL A COLIMA, CRUCE AV. DIVISION OTE.,
LOS CAJETES, SAN PEDRO TLAQUEPAQUE, JALISCO.

CLAVE DE INFORME:

ETL4-PDO-1223

CONTENIDO

- 1. Introducción:**
- 2. Antecedentes y descripción Geográfica:**
- 3. Información Geotécnica y Geología del Sitio**
- 4. Detalle de los trabajos elaborados en campo:**
- 5. Ensayes de laboratorio:**
- 6. Croquis de ubicación de los sondeos**
- 7. Nivel de aguas freáticas:**
- 8. Capacidad de carga**
- 9. Asentamientos**
- 10. Índice de permeabilidad:**
- 11. Recomendaciones generales y conclusiones**
- 12. Memoria fotográfica**

1. Introducción:

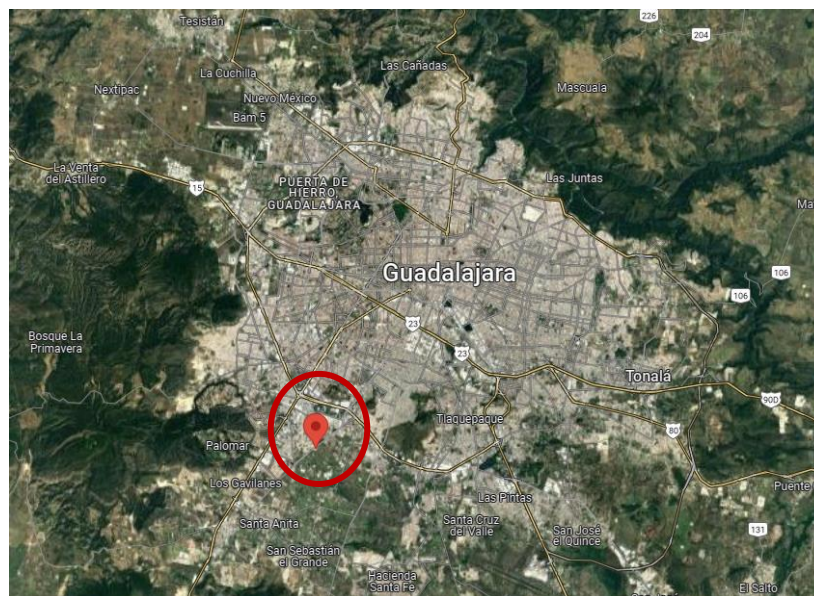
Atendiendo a sus indicaciones para la realización de un estudio de mecánica de suelos para el proyecto de ampliación de la línea 1 del tren ligero de Guadalajara, ubicado en Av. Camino Real A Colima, Cruce Av. División Ote., Los Cajetes, San Pedro Tlaquepaque, Jalisco.

Se realizaron dos sondeos por el método de penetración estándar con la finalidad de conocer la capacidad de carga de los estratos inferiores del subsuelo, dichos sondeos se ubicaron en puntos específicos por parte de supervisor, tratando de comprender toda el área donde se proyecta desplantar la construcción.

2. Antecedentes y descripción Geográfica:

Descripción Geográfica:

El sitio en estudio se localiza en el Municipio de San Pedro Tlaquepaque, Jalisco, en las coordenadas 20°35'19.98"N, 103°25'05.28"O, a una altura de 1599 metros sobre el nivel del mar.



Ubicación general

Franz Schubert 5471 Col. La Estancia Zapopan, Jalisco, C.P. 45030

Teléfono 36-29-68-00

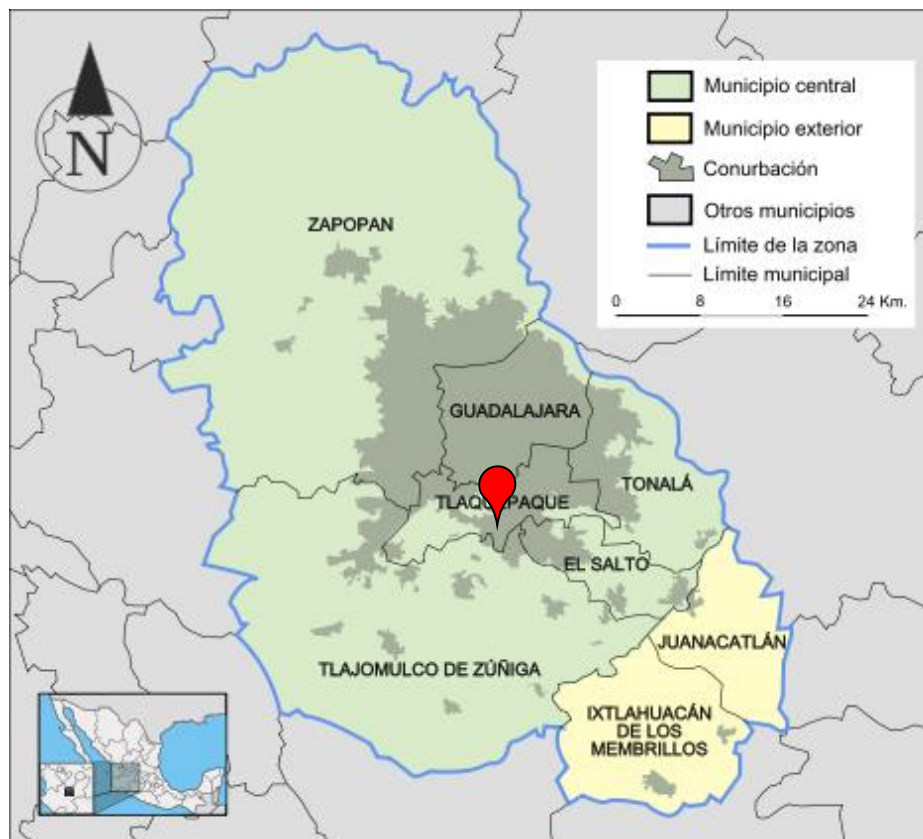
mapaobras@Gmail.com

3. Información Geotécnica y Geología del Sitio

Localización:

El Limita al norte con los municipios de Tonalá, Zapopan y Guadalajara; al sur, Tlajomulco de Zúñiga y El Salto; al este, Tonalá; y al oeste, Tlajomulco de Zúñiga.
Fuente: Los Municipios de Jalisco. Enciclopedia los Municipios de México, Secretaría de Gobernación y Gobierno del Estado de Jalisco, 1988.

El municipio cuenta con una superficie de 270.88 km², cifra que representa únicamente el 0.34 % de la superficie total del Estado, ocupando el nonagésimo séptimo lugar en cuanto a extensión se refiere.



Localidades

Franz Schubert 5471 Col. La Estancia Zapopan, Jalisco, C.P. 45030

Teléfono 36-29-68-00

mapaobras@Gmail.com

Geología:

Litológicamente el municipio se formó en el período Cuaternario, y está compuesto por tobas pumíticas (conocidas comúnmente como pómez o "jal") que están formadas por productos de explosión tales como lapillis, puzolanas y cenizas.

Topografía:

El municipio se encuentra enclavado en la porción central de la altiplanicie jalisciense, que presenta una topografía más o menos regular. La mayor parte de su territorio es plano, con algunos lomeríos y pocas tierras altas cerriles. El punto más alto del municipio es el Cerro del Cuatro que junto con el Cerro de Santa María se localiza al suroeste de la cabecera con una altura de 1860 y 1730 metros respectivamente, al sur se localiza el Cerro de la Cola con altura de 1640 metros.

Hidrografía:

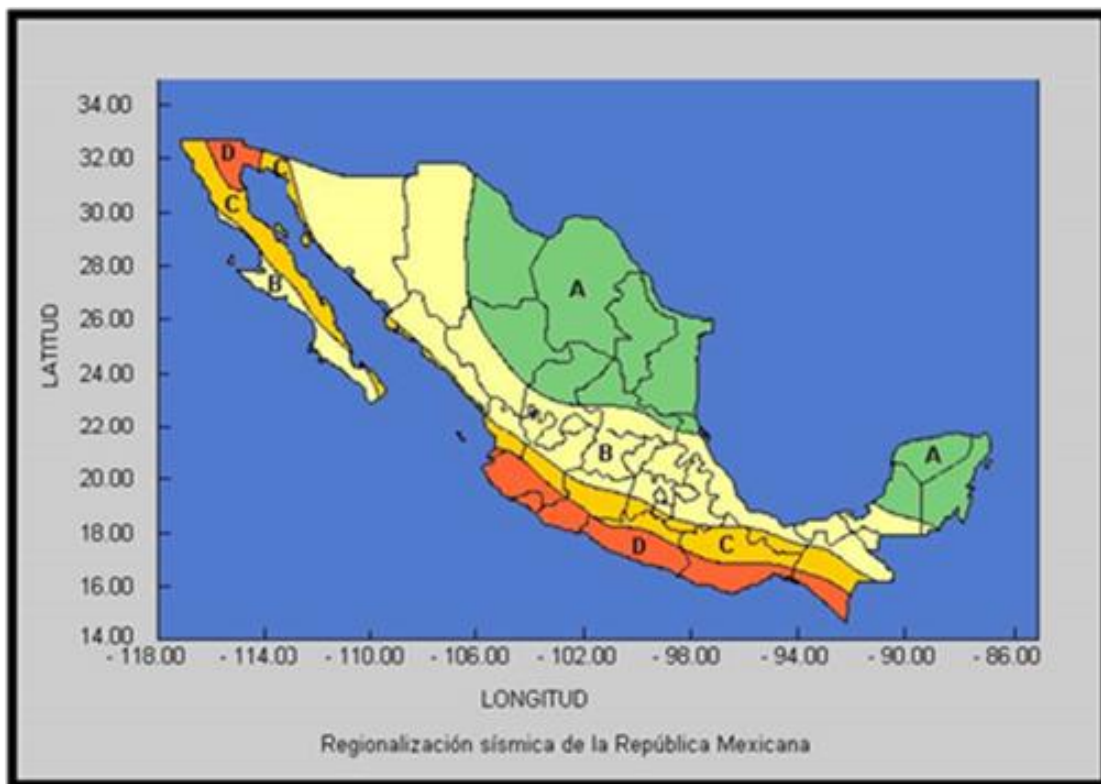
El municipio no tiene ningún río. Los principales arroyos son: El Seco, Sebastianito y Nueva España. Anteriormente se contaba con las presas: El Ahogado, Las Lomas, La Ladrillera y las Pintas.

Suelos:

Los suelos predominantes pertenecer al tipo feozem háplico y planosol eútrico; y como suelo asociado se encuentra el planosol pélico.

Zona Sísmica:

“La intensidad del movimiento sísmico es uno de los peligros al que están expuestas las construcciones. Para tomar en cuenta el peligro sísmico, frecuentemente se recurre al uso de espectros de diseño que dependen, entre otros aspectos, de la cercanía del sitio a las fuentes generadoras de temblores y de las condiciones locales del terreno. En el pasado, esto se resolvió mediante una regionalización sísmica del territorio mexicano que consistía en cuatro zonas, y una clasificación en tres tipos de terreno. Se proporcionó una forma funcional del espectro de cinco parámetros consignados en una tabla en que se atendía la zona sísmica y el tipo de terreno.”



Regionalización Sísmica de la República Mexicana (CFE)

“Los avances en materia de ingeniería sísmica e ingeniería estructural, han permitido refinar los criterios de diseño sísmico de estructuras, basándose en modelos matemáticos más complejos”(Manual de Diseño de Obras Civiles, Diseño por sismo, C.F.E., 2008), dichos cálculos se pueden realizar con el programa PRODISIS (Programa para Diseño Sísmico), para la obtención del valor de la aceleración máxima del terreno rocoso en cualquier parte del país, generación de acelerogramas sintéticos y espectros de diseño. Para conocer más detalles, será necesario consultar el Manual de Diseño de Obras Civiles, Diseño por sismo de la C.F.E., 2008.

4. Detalle de los trabajos elaborados en campo:

Los trabajos de exploración se efectuaron con la prueba de penetración estándar a cada 0.60 m de profundidad, determinando el diagrama de compacidad relativa de los estratos del subsuelo, rescatando una muestra alterada del terreno a cada 0.60 m de profundidad hasta alcanzar la profundidad antes mencionada; para su análisis en el laboratorio, se determinaron las características físicas y mecánicas, así como las propiedades índice que nos proporcionen las condiciones y limitaciones para el diseño de la cimentación de las edificaciones que se proyectan.

Trabajos de Campo:

- 1.- Prueba de penetración estándar mecánica.
- 2.- Posteo por medios manuales.
- 3.- Identificación de las muestras y de estrato(s).
- 4.- Muestreo de los diversos materiales.
- 5.- Traslado del muestreo al laboratorio.
- 6.- Investigación de información en campo.

En el sitio en estudio se realizaron dos sondeos con pruebas de penetración estándar.

Sondeo	Profundidad	Coordenadas
1	4.10 metros	20°35'19.40"N 103°25'5.40"O
2	4.10 metros	20°35'18.40"N 103°25'6.70"O
3	2.05 metros	20°35'8.58"N 103°25'19.93"O

5. Ensayes de laboratorio:

En los sondeos que se realizaron se muestrearon los estratos de los materiales que conforman el subsuelo y de los cuales se obtuvieron varias muestras de cada estrato detectado durante los trabajos de campo realizados; las muestras se trasladaron al laboratorio para determinar sus características físicas y mecánicas:

Pruebas de Laboratorio:

- 1.- Determinación del porcentaje de suelos gruesos.
- 2.- Determinación del porcentaje de suelos finos.
- 3.- Determinación Contenido de agua o del (%) de Humedad.
- 4.- Secado, Disgregado, Cuarteo, Granulometrías.
- 5.- Límites de consistencia (límites de Atterberg).

Características físicas y mecánicas del suelo:

A continuación, se detallan los resultados de los análisis de laboratorio de control de calidad que se realizaron a las muestras obtenidas de los sondeos del subsuelo, al realizar los trabajos de campo para el desarrollo del estudio de mecánica de suelos.

Características físicas y mecánicas del suelo:

IDENTIFICACIÓN	Sondeo No.		1			
	Muestra No.		MUESTRA 1	MUESTRA 2	MUESTRA 3	MUESTRA 4
	Profundidad (m)	de	0.80	1.40	2.00	2.60
		a	1.40	2.00	2.60	4.10
PRUEBAS	Tamaño Máximo		1/2"	1/4"	1/4"	3/8"
	% Pasa malla 4		71%	88%	88%	90%
	% Pasa malla 40		38%	57%	60%	57%
	% Pasa malla 200		20%	29%	27%	36%
	Masa Volumétrica Seca Suelta (kg/m³)		989	987	1029	957
	Límite Líquido		27.55%	29.12%	28.32%	33.05%
	Límite Plástico		N.P.	N.P.	N.P.	N.P.
	Índice Plástico		N.P.	N.P.	N.P.	N.P.
CARACTERÍSTICAS	Apariencia Física		color café	color café	color café claro	color café claro
	Clasificación SUCS		GM	SM	SM	SM
	Descripción SUCS		Grava limosa con arena	Arena limosa	Arena limosa	Arena limosa
	Tipo de Suelo		A	A	A	A

A= Arenas

B= piedras medianas y pequeñas

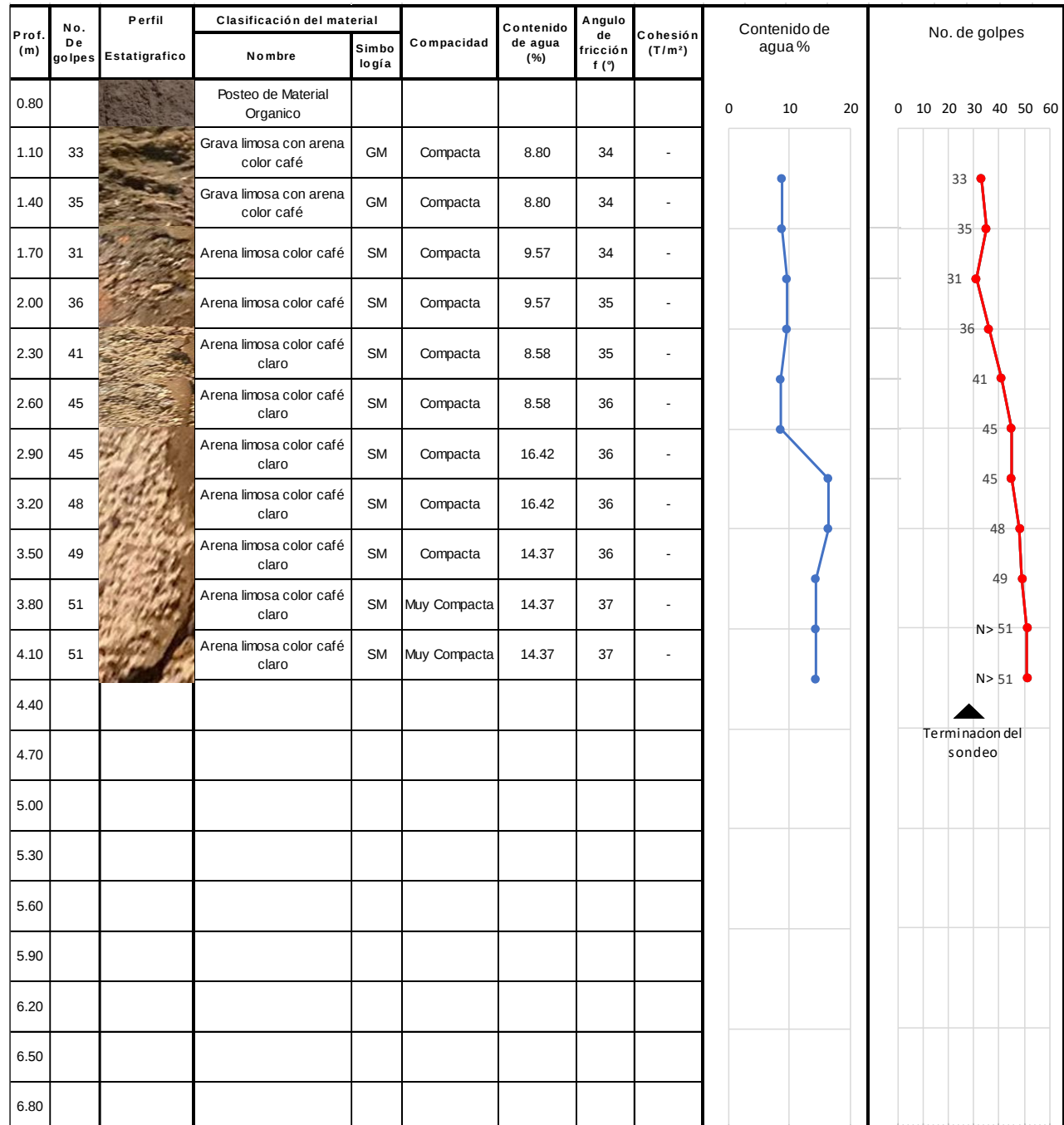
C= rocas de gran tamaño

Franz Schubert 5471 Col. La Estancia Zapopan, Jalisco, C.P. 45030

Teléfono 36-29-68-00

mapaobras@Gmail.com

Perfil estratigráfico sondeo 1:



A.S.T.M. D1586, el avance del sondeo se suspende cuando el número de golpes de la técnica de penetración estándar es mayor de 50 golpes.

Características físicas y mecánicas del suelo:

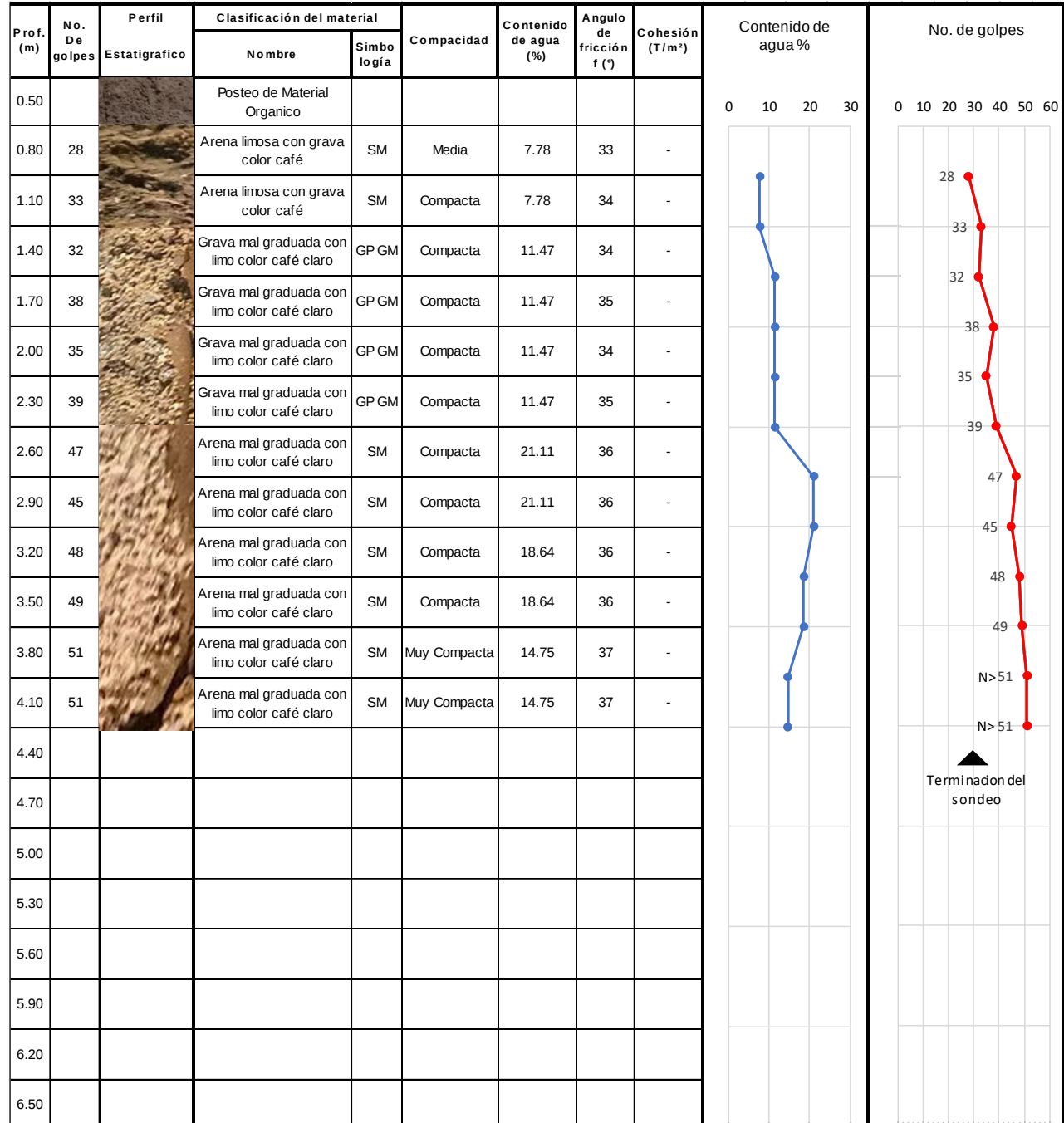
IDENTIFICACIÓN	Sondeo No.		2		
	Muestra No.		MUESTRA 5	MUESTRA 6	MUESTRA 6
	Profundidad (m)	de	0.50	1.10	2.30
		a	1.10	2.30	4.10
PRUEBAS	Tamaño Máximo		3/8"	1/4"	1/4"
	% Pasa malla 4		82%	65%	93%
	% Pasa malla 40		43%	21%	20%
	% Pasa malla 200		13%	8%	9%
	Masa Volumétrica Seca Suelta (kg/m³)		1054	984	920
	Límite Líquido		29.68%	31.18%	28.39%
	Límite Plástico		N.P.	N.P.	N.P.
	Índice Plástico		N.P.	N.P.	N.P.
CARACTERÍSTICAS	Apariencia Física		color café	color café claro	color café claro
	Clasificación SUCS		SM	GP-GM	SP-SM
	Descripción SUCS		Arena limosa con grava	Grava mal graduada con limo	Arena mal graduada con limo
	Tipo de Suelo		A	A	A

A= Arenas

B= piedras medianas y pequeñas

C= rocas de gran tamaño

Perfil estratigráfico sondeo 2:



A.S.T.M. D1586, el avance del sondeo se suspende cuando el número de golpes de la técnica de penetración estándar es mayor de 50 golpes.

Características físicas y mecánicas del suelo:

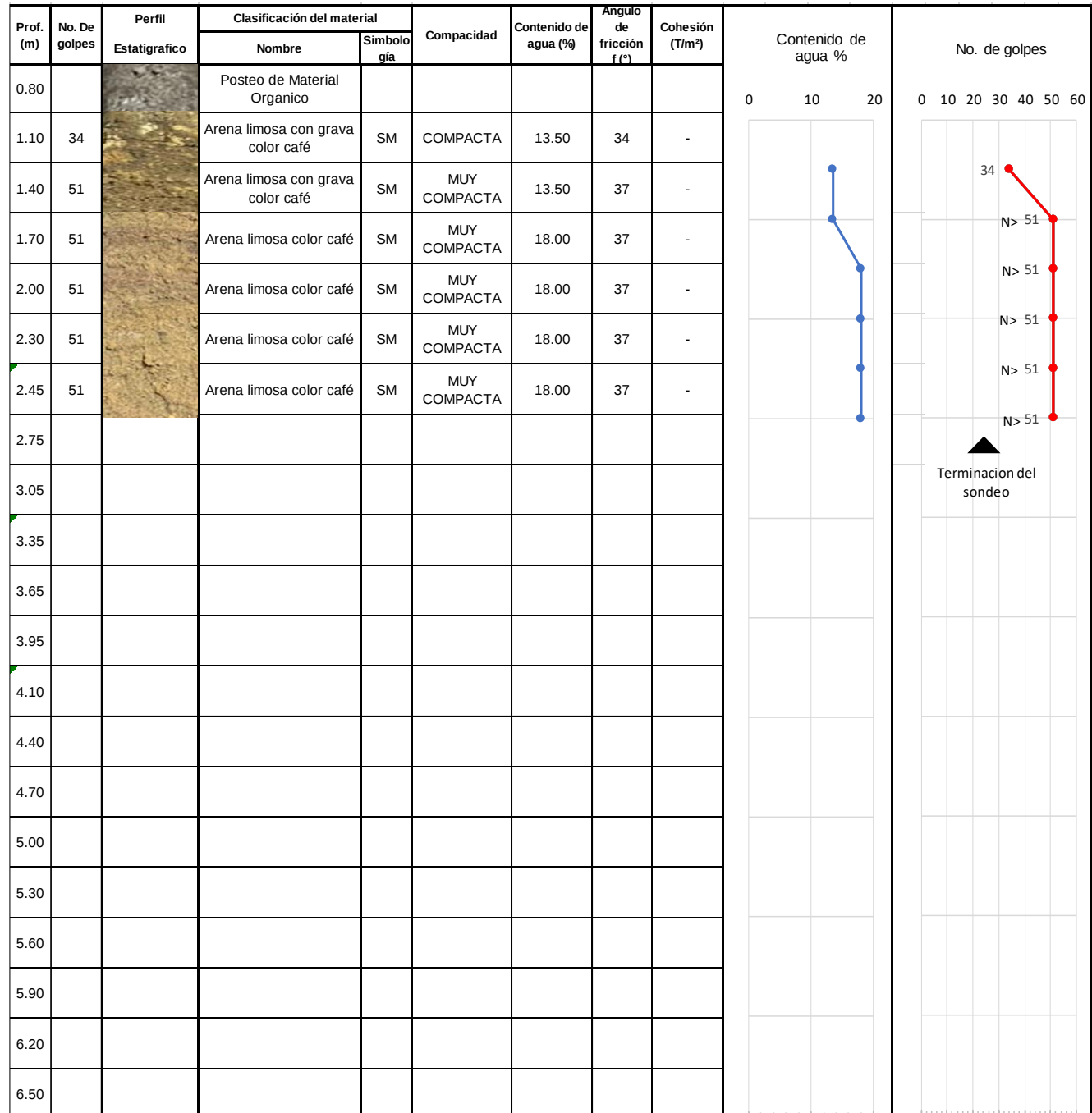
IDENTIFICACIÓN	Sondeo No.		3	
	Muestra No.		Muestra 7	Muestra 8
	Profundidad (m)	de	0.80	1.40
		a	1.40	2.05
PRUEBAS	Tamaño Máximo		1/4"	3/8"
	% Pasa malla 4		81%	92%
	% Pasa malla 40		62%	68%
	% Pasa malla 200		41%	45%
	Masa Volumétrica Seca Suelta (kg/m ³)		1093	1150
	Límite Líquido		28.50%	29.30%
	Límite Plástico		N.P.	N.P.
	Índice Plástico		N.P.	N.P.
CARACTERÍSTICAS	Apariencia Física		color café	color café
	Clasificación SUCS		SM	SM
	Descripción SUCS		Arena limosa con grava	Arena limosa
	Tipo de Suelo		A	A

A= Arenas

B= piedras medianas y pequeñas

C= rocas de gran tamaño

Perfil estratigráfico sondeo 3:



A.S.T.M. D1586, el avance del sondeo se suspende cuando el número de golpes de la técnica de penetración estándar es mayor de 50 golpes.

Franz Schubert 5471 Col. La Estancia Zapopan, Jalisco, C.P. 45030

Teléfono 36-29-68-00

mapaobras@Gmail.com

6. Croquis de ubicación de los sondeos



Ubicación de los sondeos en el sitio.

7. Nivel de aguas freáticas:

No se localizó nivel de aguas freáticas (N.A.F.) en la fecha en la que se efectuó la exploración del subsuelo.

8. Capacidad de carga

De acuerdo con las formulas del Dr. Terzaghi para la determinación de la capacidad de carga utilizamos la siguiente expresión:

$$q_d = C \times N_c + \gamma \times Z \times N_q + 0.5\gamma \times B \times N_w$$

Se presenta un esfuerzo máximo por unidad de longitud, que puede aplicarse a las cimentaciones, y que nos dará como resultados la capacidad de carga límite de la cimentación

Donde:

q_d = capacidad de carga limite ton / m² O kg / m²

c = cohesión del suelo ton / m² O kg / m²

γ = peso volumétrico del suelo ton / m³ O kg / m³

z = profundidad de desplante metros

N_c , N_q , N_w y B son coeficientes sin que dependan del ángulo de fricción interna del suelo y que se llaman factores de capacidad de carga debidos a la cohesión, a la sobre carga y al peso del suelo.

Capacidad De Carga Para Una Cimentación Corrida

Profundidad D _r (m) Desplante de zapatas	0.90	1.20	1.50	1.80
Profundidad D _f (m) Desplante con mejoramiento	1.15	1.45	1.75	2.05
Ancho B (m)	Q _{adm} (t/m ²)	Q _{adm} (t/m ²)	Q _{adm} (t/m ²)	Q _{adm} (t/m ²)
0.50	8.80	12.30	15.30	16.90
0.60	9.10	12.50	15.60	17.10
0.70	9.40	12.80	15.90	17.40
0.80	9.60	13.10	16.20	17.70
0.90	9.90	13.40	16.40	18.00
1.00	10.20	13.70	16.70	18.30
1.20	10.80	14.30	17.30	18.90
1.50	11.60	15.10	18.10	19.70
2.00	12.80	16.30	19.30	20.90

Capacidad De Carga Para Una Cimentación Aislada Cuadrada

Profundidad D _r (m) Desplante de zapatas	0.90	1.20	1.50	1.80
Profundidad D _f (m) Desplante con mejoramiento	1.15	1.45	1.75	2.05
Ancho B (m)	Q _{adm} (t/m ²)	Q _{adm} (t/m ²)	Q _{adm} (t/m ²)	Q _{adm} (t/m ²)
0.50	8.30	11.80	14.80	16.40
0.60	8.60	12.00	15.10	16.60
0.70	8.90	12.30	15.40	16.90
0.80	9.10	12.60	15.70	17.20
0.90	9.40	12.90	15.90	17.50
1.00	9.70	13.20	16.20	17.80
1.20	10.30	13.80	16.80	18.40
1.50	11.10	14.60	17.60	19.20
2.00	12.30	15.80	18.80	20.40

9. Asentamientos

Para zapatas con anchos (B) no mayores de 3.0 m, se puede utilizar un método empírico simplificado para calcular el asentamiento en arenas, el cual se basa en limitar la capacidad de carga (Q_{adm}) del suelo, de tal manera que el asentamiento total máximo que se presente no sea mayor a 2.5 cm, y los asentamientos diferenciales sean del orden de 2.0 cm. La ecuación propuesta es la siguiente:

$$q_a = 1.1N'$$

10. Índice de permeabilidad:

Es la facilidad o dificultad que tiene un suelo de permitir que lo atraviese el agua a través de sus vacíos. Esto permite clasificar los suelos en: suelos permeables y suelos impermeables, la permeabilidad está influenciada por el tamaño de las partículas, espacio de los vanos y la estructura del suelo. La tabla que se muestra a continuación presenta los valores, tipos de permeabilidad para diferentes tipos de suelos.

Tipos de suelo	Grado relativo de permeabilidad	Coefficiente de permeabilidad K (cm./seg.)	Propiedades de drenajes
Grava limpia	Alto	1×10^{-1}	Buena
Arena limpia	Medio	1×10^{-3}	Buena
Grava arenosa	Medio	1×10^{-3}	Buena
Arena fina	Bajo	1×10^{-3} a 1×10^{-5}	Franca a pobre
Limos	Bajo	1×10^{-3} a 1×10^{-5}	Franca a pobre
Arena limo arcilloso	Muy bajo	1×10^{-4} a 1×10^{-7}	Pobre o prácticamente imperceptible
Arcilla homogénea	Muy bajo a prácticamente impermeable	$< 1 \times 10^{-7}$	Prácticamente imperceptible

Fuente: A. Casagrande (Mecánica de Suelo, Juárez Badillo)

Conforme los resultados el Grado relativo de permeabilidad son BAJO franca a pobre y el Coeficiente de permeabilidad corresponde de 1×10^{-3} a 1×10^{-5} .

11. Recomendaciones generales y conclusiones

Se realizó un estudio de mecánica de suelos para el proyecto de ampliación de la línea 1 del tren ligero de Guadalajara, ubicado en Av. Camino Real A Colima, Cruce Av. División Ote., Los Cajetes, San Pedro Tlaquepaque, Jalisco.

Se inicia retirando por medio manual una capa de material orgánico con pasto desde el nivel cero hasta 0.50 metros aproximadamente, enseguida se inicia con la prueba de penetración estándar con la finalidad de conocer la capacidad de carga, y para extraer muestras de los materiales del lugar.

Estratos del subsuelo: Por las pruebas del laboratorio que se realizaron a los materiales le podemos informar a usted que se encontraron: Grava limosa con arena (GM), Arena limosa con grava (SM), Grava mal graduada con limo (GP-GM), Arena mal graduada con limo (SP-SM).

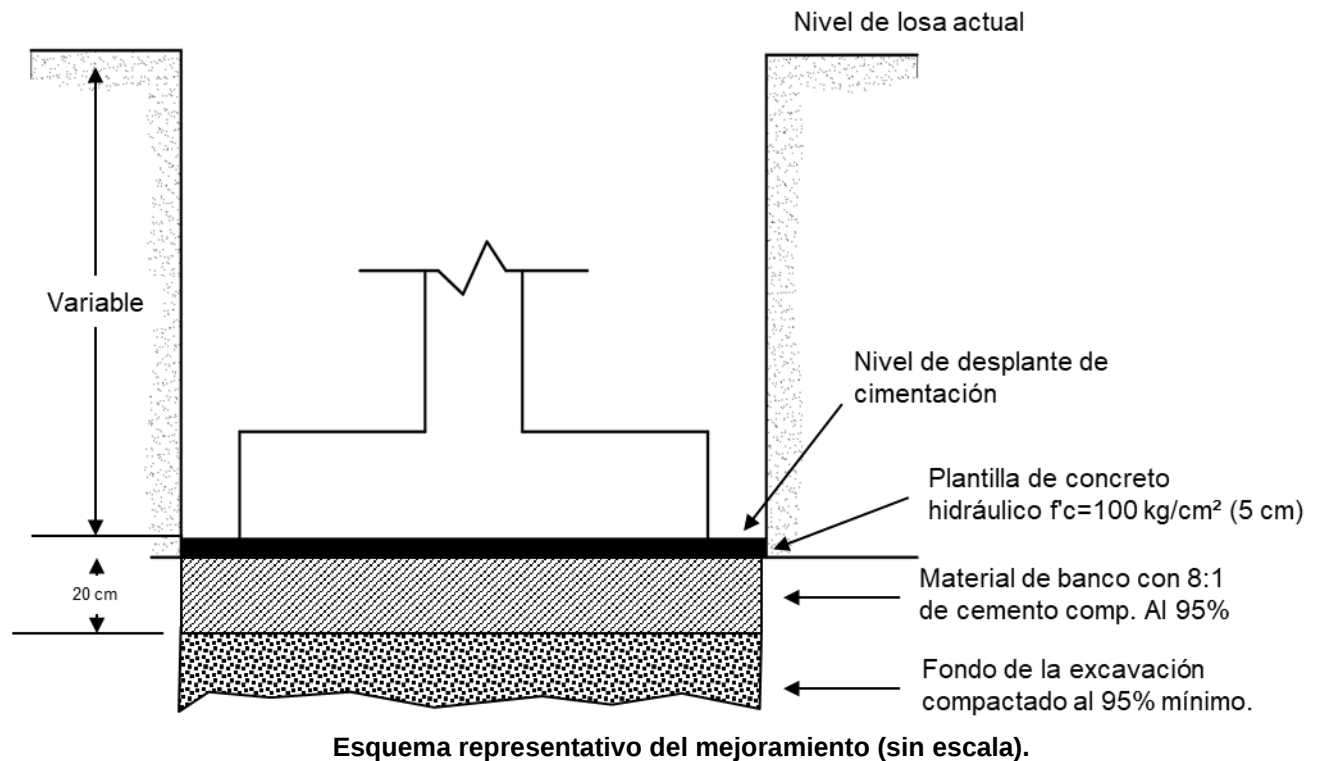
Mejoramiento del suelo:

Se deberá realizar lo siguiente, previo a la construcción de las zapatas de cimentación debido a que los materiales encontrados cuentan con muy pocos finos.

Corte: Abrir caja a 25 cm de profundidad por debajo del nivel de desplante de la cimentación, cuya capacidad de carga sea la adecuada a sus necesidades y previendo los efectos de volteo que considere el estructurista, se deberá compactar el fondo de la excavación buscando un grado de compactación de por lo menos el 95% de su masa volumétrica seca máxima (MVSM) mediante la prueba AASHTO Estándar.

Suelo-Cemento: Sobre el terreno natural compactado, se colocará un suelo-cemento con relación volumétrica de 8:1, con un material con características de calidad similar a una Arena Limosa (Material del lugar) según la clasificación SUCS, este se construirá en una capa de 20 cm de espesor compacto al 95% de su masa volumétrica seca máxima AASHTO Estándar.

Plantilla: Posteriormente se colocará una plantilla de concreto hidráulico $f'c=100$ kg/cm² con un espesor de 5 cm, con el fin de evitar que el concreto de los elementos estructurales se contaminen con partículas de suelo y que la carga se distribuya correctamente, una vez cumplido esto, se puede continuar con la construcción de la cimentación.



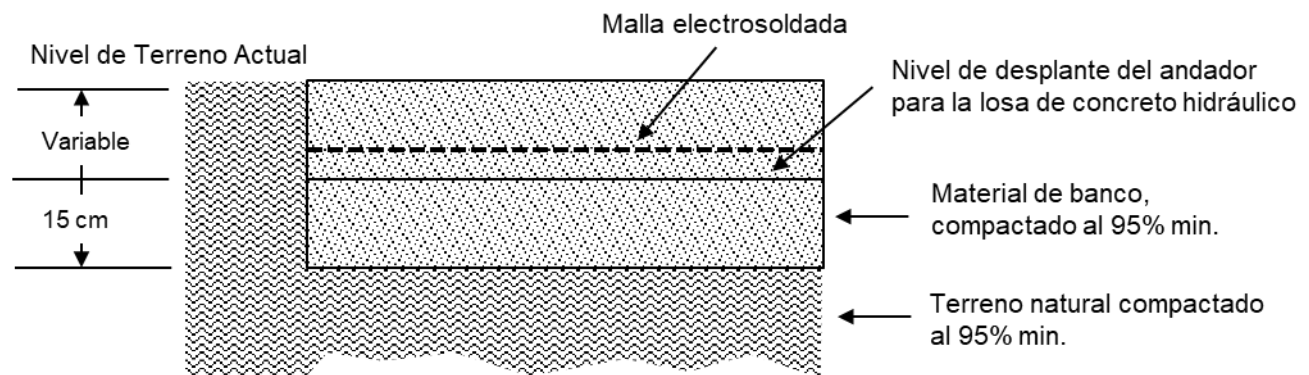
Mejoramiento del suelo para andador a nivel de piso:

Se deberá realizar lo siguiente para la construcción del andador.

Corte: Abrir cajón a 15 cm de profundidad por debajo de desplante del andador, se deberá compactar el fondo del cajón para descartar la presencia de material suelto, buscando un grado de compactación de por lo menos el 95% de su masa volumétrica seca máxima AASHTO Estándar.

Relleno: Se colocar una capa de material con características de calidad similar a una Arena Limosa (Material de banco) según la clasificación SUCS, en un espesor de 15 cm, buscando un grado de compactación de por lo menos el 95% de su masa volumétrica seca máxima mediante la prueba AASHTO Estándar.

Malla electrosoldada: Sobre el relleno compactado, se colocará una malla electrosoldada de las características que se requiera, colocada adecuadamente para absorber los esfuerzos de contracción provocados por cambios de temperatura en el concreto. La malla electrosoldada deberá quedar a una distancia de $\frac{1}{3}$ del espesor de la losa de piso (Por encima del relleno). Una vez instalada la malla y habiendo dejado las preparaciones para las instalaciones, se colocará la losa de piso de concreto hidráulico del espesor que requiera el proyecto, quedando la malla electrosoldada sumergida en el concreto hidráulico.



Esquema representativo del mejoramiento (sin escala).

Se hace especial recomendación que las excavaciones no se dejen abiertas por mucho tiempo y de preferencia que no se realicen en temporadas de lluvias para que no se altere la estructura natural del suelo y esto provoque la disminución de la capacidad de carga y el incremento de los hundimientos.

Desde el punto de vista del comportamiento del subsuelo, es posible que, durante un sismo intenso, ocurra un reacomodo en las partículas de los depósitos superficiales existentes, por lo cual es conveniente que las estructuras estén capacitadas para admitir movimientos diferenciales sin dañarse

Dentro de las consideraciones importantes es fundamental conducir los escurrimientos para evitar la infiltración de agua cerca de la estructura de cimentación, ya que puede provocar la lubricación de las partículas y el reacomodo de las mismas, lo que se reflejara en asentamientos del terreno.

En caso de tener alguna duda o aclaración sobre el presente informe, estamos a sus órdenes, así como también al momento de iniciar con los trabajos se encuentra condiciones diferentes a las mencionadas, se recomienda notificar lo antes posible con el fin de apoyarlos en las decisiones oportunas.

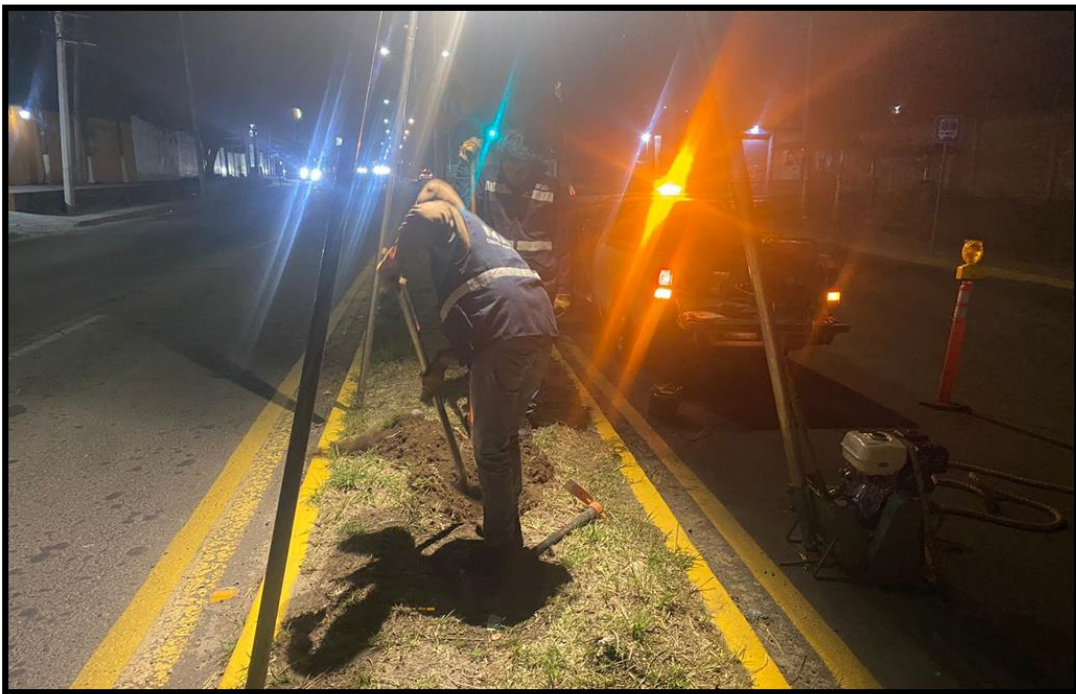
A T E N T A M E N T E

Ing. José De Jesús Castillo Carrillo

A T E N T A M E N T E

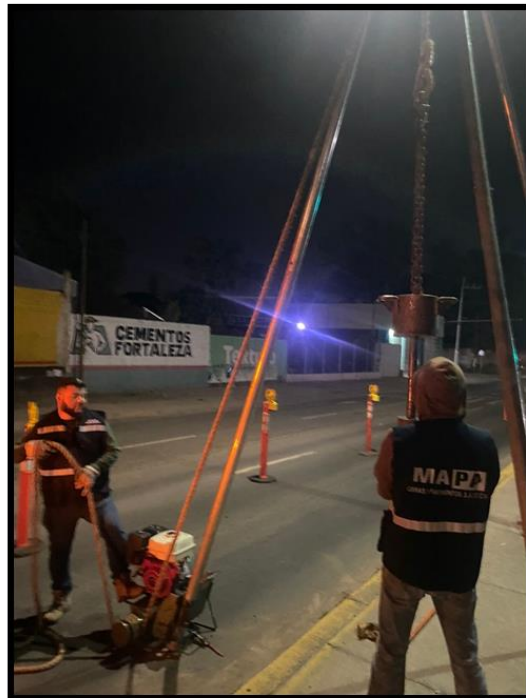
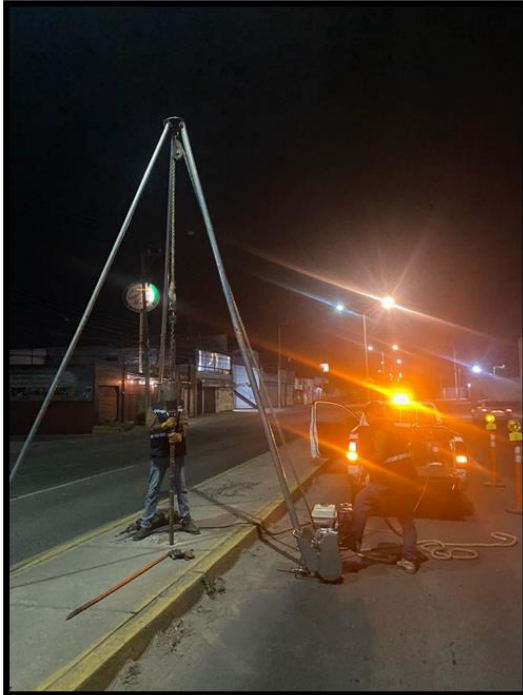
T.C. Brandon González López

12. MEMORIA FOTOGRÁFICA



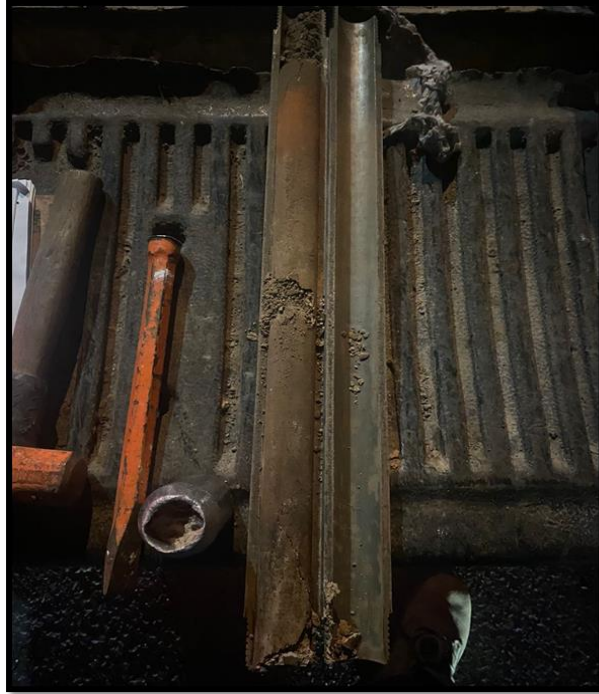
Fotografías: Realización de los sondeos.

MEMORIA FOTOGRÁFICA



Fotografías: Realización de los sondeos.

MEMORIA FOTOGRÁFICA



Fotografías: Material recuperado para su análisis en laboratorio.

INFORME GEOTÉCNICO

PROYECTO:

AMPLIACIÓN DE LA LÍNEA 1 DEL TREN LIGERO DE GUADALAJARA, EN LA ZONA METROPOLITANA DE GUADALAJARA, JALISCO.

CONTRATO:

SIOP-E-SROP-SER-LP-814-2023

SOLICITADO POR:

SECRETARÍA DE INFRAESTRUCTURA Y OBRA PÚBLICA
(S.I.O.P.)

UBICACIÓN:

AV. CAMINO REAL A COLIMA, CRUCE CON PROL.
COLON, SAN PEDRO TLAQUEPAQUE, JALISCO.
(ESTACION 5)

Clave de informe:

ETL5-PCL-1223

CONTENIDO

- 1. Introducción:**
- 2. Antecedentes y descripción Geográfica:**
- 3. Información Geotécnica y Geología del Sitio**
- 4. Detalle de los trabajos elaborados en campo:**
- 5. Ensayes de laboratorio:**
- 6. Croquis de ubicación de los sondeos**
- 7. Nivel de aguas freáticas:**
- 8. Capacidad de carga**
- 9. Asentamientos**
- 10. Índice de permeabilidad:**
- 11. Recomendaciones generales y conclusiones**
- 12. Memoria fotográfica**

1. Introducción:

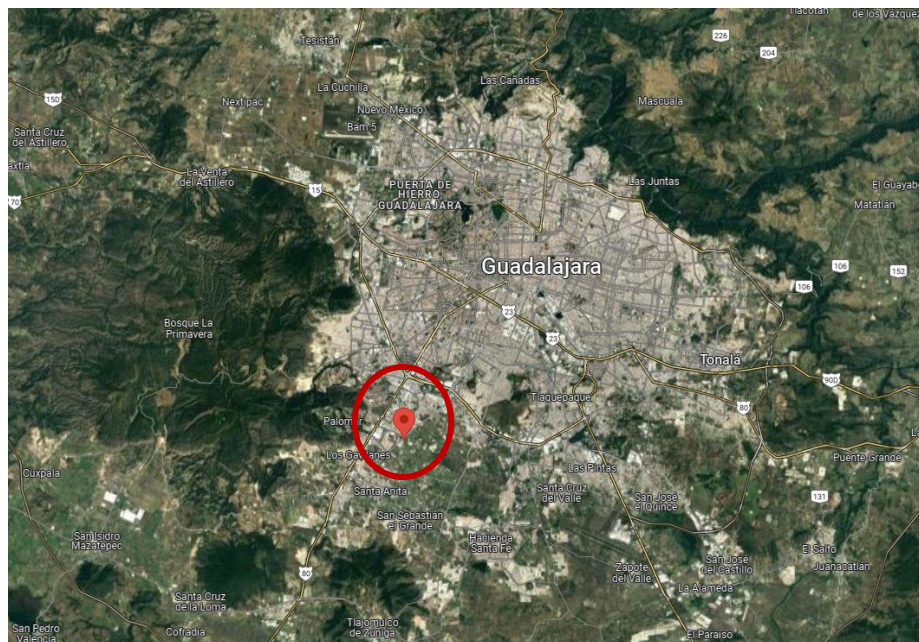
Atendiendo a sus indicaciones para la realización de un estudio de mecánica de suelos para el proyecto de ampliación de la línea 1 del tren ligero de Guadalajara, ubicado en Av. Camino Real A Colima, Cruce Con Prol. Colon, San Pedro Tlaquepaque, Jalisco.

Se realizaron dos sondeos por el método de penetración estándar con la finalidad de conocer la capacidad de carga de los estratos inferiores del subsuelo, dichos sondeos se ubicaron en puntos específicos por parte de supervisor, tratando de comprender toda el área donde se proyecta desplantar la construcción.

2. Antecedentes y descripción Geográfica:

Descripción Geográfica:

El sitio en estudio se localiza en el Municipio de San Pedro Tlaquepaque, Jalisco, en las coordenadas 20°34'48.32"N, 103°25'44.59"O, a una altura de 1603 metros sobre el nivel del mar.



Ubicación general

Franz Schubert 5471 Col. La Estancia Zapopan, Jalisco, C.P. 45030

Teléfono 36-29-68-00

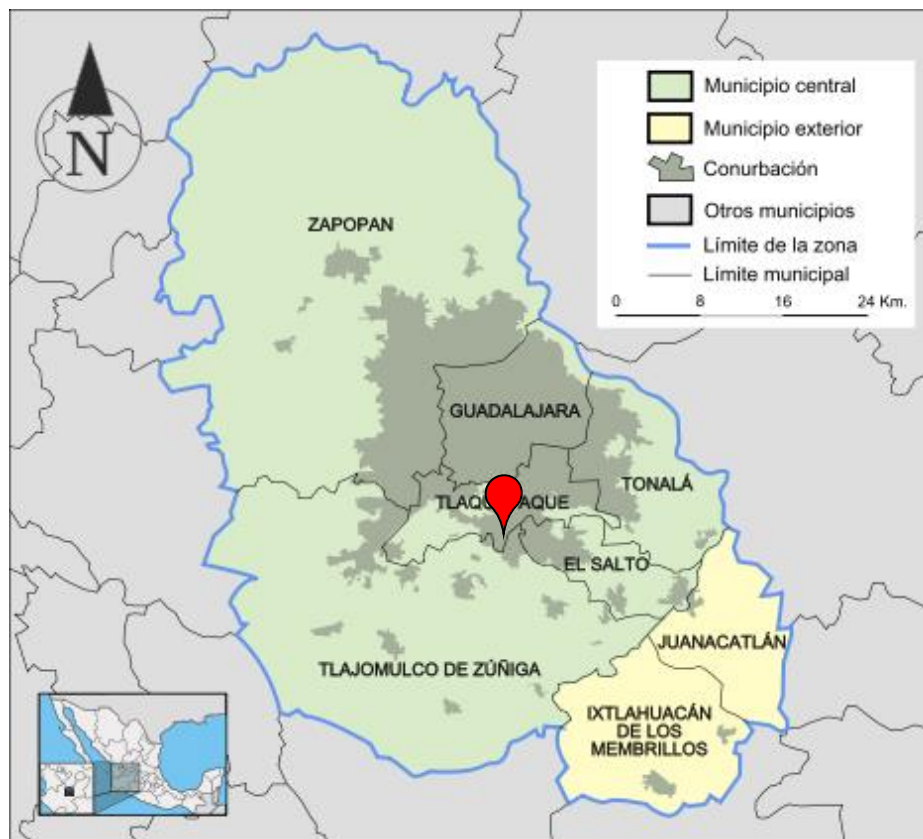
mapaobras@Gmail.com

3. Información Geotécnica y Geología del Sitio

Localización:

El Limita al norte con los municipios de Tonalá, Zapopan y Guadalajara; al sur, Tlajomulco de Zúñiga y El Salto; al este, Tonalá; y al oeste, Tlajomulco de Zúñiga.
Fuente: Los Municipios de Jalisco. Enciclopedia los Municipios de México, Secretaría de Gobernación y Gobierno del Estado de Jalisco, 1988.

El municipio cuenta con una superficie de 270.88 km², cifra que representa únicamente el 0.34 % de la superficie total del Estado, ocupando el nonagésimo séptimo lugar en cuanto a extensión se refiere.



Localidades

Franz Schubert 5471 Col. La Estancia Zapopan, Jalisco, C.P. 45030

Teléfono 36-29-68-00

mapaobras@Gmail.com

Geología:

Litológicamente el municipio se formó en el período Cuaternario, y está compuesto por tobas pumíticas (conocidas comúnmente como pómez o "jal") que están formadas por productos de explosión tales como lapillis, puzolanas y cenizas.

Topografía:

El municipio se encuentra enclavado en la porción central de la altiplanicie jalisciense, que presenta una topografía más o menos regular. La mayor parte de su territorio es plano, con algunos lomeríos y pocas tierras altas cerriles. El punto más alto del municipio es el Cerro del Cuatro que junto con el Cerro de Santa María se localiza al suroeste de la cabecera con una altura de 1860 y 1730 metros respectivamente, al sur se localiza el Cerro de la Cola con altura de 1640 metros.

Hidrografía:

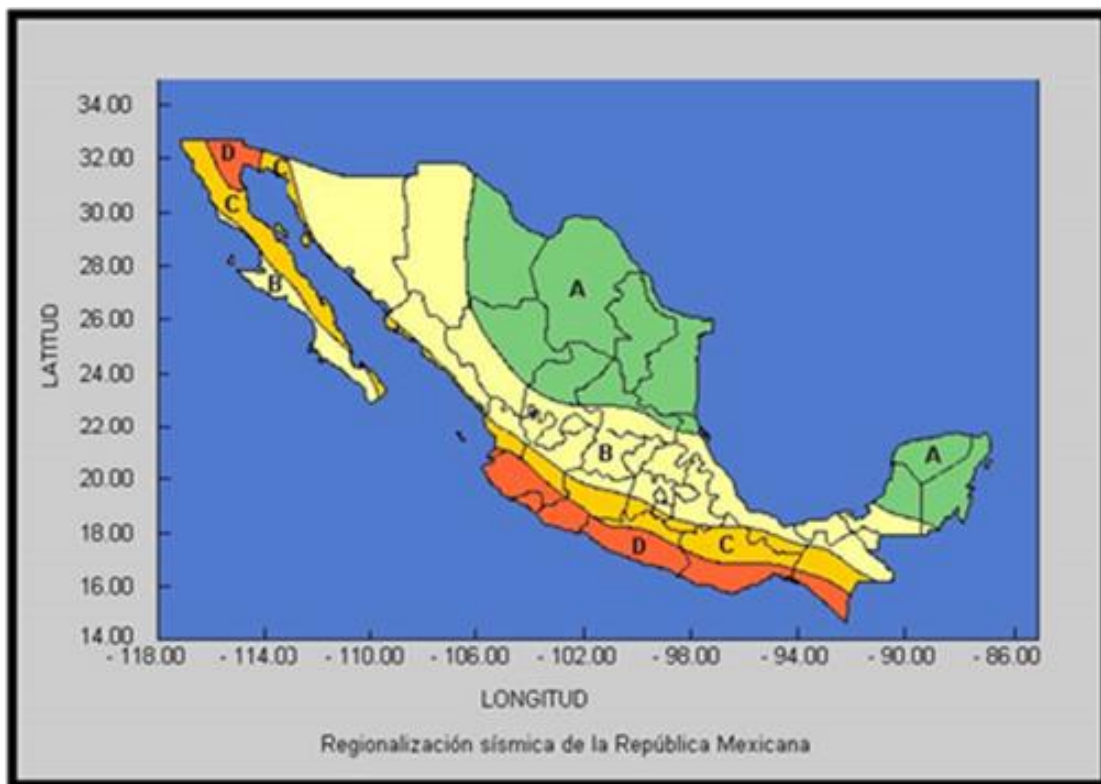
El municipio no tiene ningún río. Los principales arroyos son: El Seco, Sebastianito y Nueva España. Anteriormente se contaba con las presas: El Ahogado, Las Lomas, La Ladrillera y las Pintas.

Suelos:

Los suelos predominantes pertenecer al tipo feozem háplico y planosol eútrico; y como suelo asociado se encuentra el planosol pélico.

Zona Sísmica:

“La intensidad del movimiento sísmico es uno de los peligros al que están expuestas las construcciones. Para tomar en cuenta el peligro sísmico, frecuentemente se recurre al uso de espectros de diseño que dependen, entre otros aspectos, de la cercanía del sitio a las fuentes generadoras de temblores y de las condiciones locales del terreno. En el pasado, esto se resolvió mediante una regionalización sísmica del territorio mexicano que consistía en cuatro zonas, y una clasificación en tres tipos de terreno. Se proporcionó una forma funcional del espectro de cinco parámetros consignados en una tabla en que se atendía la zona sísmica y el tipo de terreno.”



Regionalización Sísmica de la República Mexicana (CFE)

“Los avances en materia de ingeniería sísmica e ingeniería estructural, han permitido refinar los criterios de diseño sísmico de estructuras, basándose en modelos matemáticos más complejos”(Manual de Diseño de Obras Civiles, Diseño por sismo, C.F.E., 2008), dichos cálculos se pueden realizar con el programa PRODISIS (Programa para Diseño Sísmico), para la obtención del valor de la aceleración máxima del terreno rocoso en cualquier parte del país, generación de acelerogramas sintéticos y espectros de diseño. Para conocer más detalles, será necesario consultar el Manual de Diseño de Obras Civiles, Diseño por sismo de la C.F.E., 2008.

4. Detalle de los trabajos elaborados en campo:

Los trabajos de exploración se efectuaron con la prueba de penetración estándar a cada 0.60 m de profundidad, determinando el diagrama de compacidad relativa de los estratos del subsuelo, rescatando una muestra alterada del terreno a cada 0.60 m de profundidad hasta alcanzar la profundidad antes mencionada; para su análisis en el laboratorio, se determinaron las características físicas y mecánicas, así como las propiedades índice que nos proporcionen las condiciones y limitaciones para el diseño de la cimentación de las edificaciones que se proyectan.

Trabajos de Campo:

- 1.- Prueba de penetración estándar mecánica.
- 2.- Posteo por medios manuales.
- 3.- Identificación de las muestras y de estrato(s).
- 4.- Muestreo de los diversos materiales.
- 5.- Traslado del muestreo al laboratorio.
- 6.- Investigación de información en campo.

En el sitio en estudio se realizaron dos sondeos con pruebas de penetración estándar.

Sondeo	Profundidad	Coordenadas
1	4.20 metros	20°34'49.60"N 103°25'43.00"O
2	4.10 metros	20°34'47.20"N 103°25'46.00"O
3	2.80 metros	20°34'59.00"N 103°25'32.02"O
4	2.35 metros	20°34'36.12"N 103°25'58.88"O

5. Ensayes de laboratorio:

En los sondeos que se realizaron se muestrearon los estratos de los materiales que conforman el subsuelo y de los cuales se obtuvieron varias muestras de cada estrato detectado durante los trabajos de campo realizados; las muestras se trasladaron al laboratorio para determinar sus características físicas y mecánicas:

Pruebas de Laboratorio:

- 1.- Determinación del porcentaje de suelos gruesos.
- 2.- Determinación del porcentaje de suelos finos.
- 3.- Determinación Contenido de agua o del (%) de Humedad.
- 4.- Secado, Disgregado, Cuarteo, Granulometrías.
- 5.- Límites de consistencia (límites de Atterberg).

Características físicas y mecánicas del suelo:

A continuación, se detallan los resultados de los análisis de laboratorio de control de calidad que se realizaron a las muestras obtenidas de los sondeos del subsuelo, al realizar los trabajos de campo para el desarrollo del estudio de mecánica de suelos.

Características físicas y mecánicas del suelo:

IDENTIFICACIÓN	Sondeo No.		1			
	Muestra No.		MUESTRA 1	MUESTRA 2	MUESTRA 3	MUESTRA 4
	Profundidad (m)	de	0.90	1.50	2.10	2.70
		a	1.50	2.10	2.70	4.20
PRUEBAS	Tamaño Máximo		3/8"	1"	1/4 "	1 "
	% Pasa malla 4		80%	63%	90%	75%
	% Pasa malla 40		39%	18%	25%	40%
	% Pasa malla 200		11%	6%	8%	16%
	Masa Volumétrica Seca Suelta (kg/m³)		957	913	867	1058
	Límite Líquido		29.32%	31.74%	34.29%	28.47%
	Límite Plástico		N.P.	N.P.	N.P.	N.P.
	Índice Plástico		N.P.	N.P.	N.P.	N.P.
CARACTERÍSTICAS	Apariencia Física		color café claro	color café oscuro	color café	color café claro
	Clasificación SUCS		SP-SM	GP-GM	SP-SM	GM
	Descripción SUCS		Arena mal graduada con limo y grava	Grava mal graduada con limo	Arena mal graduada con limo	Grava limosa con arena
	Tipo de Suelo		A	A	A	A

A= Arenas

B= piedras medianas y pequeñas

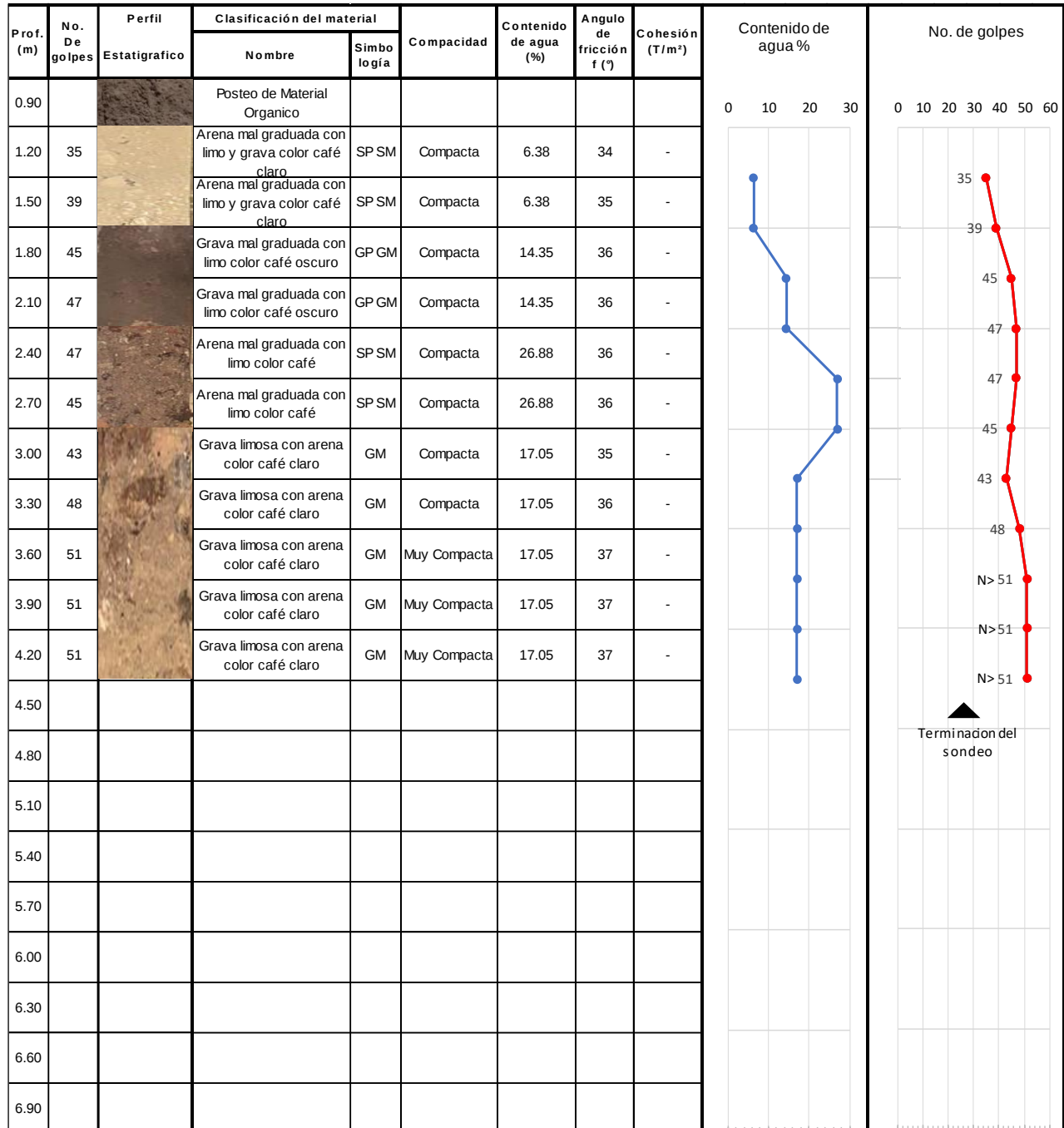
C= rocas de gran tamaño

Franz Schubert 5471 Col. La Estancia Zapopan, Jalisco, C.P. 45030

Teléfono 36-29-68-00

mapaobras@Gmail.com

Perfil estratigráfico sondeo 1:



A.S.T.M. D1586, el avance del sondeo se suspende cuando el número de golpes de la técnica de penetración estándar es mayor de 50 golpes.

Características físicas y mecánicas del suelo:

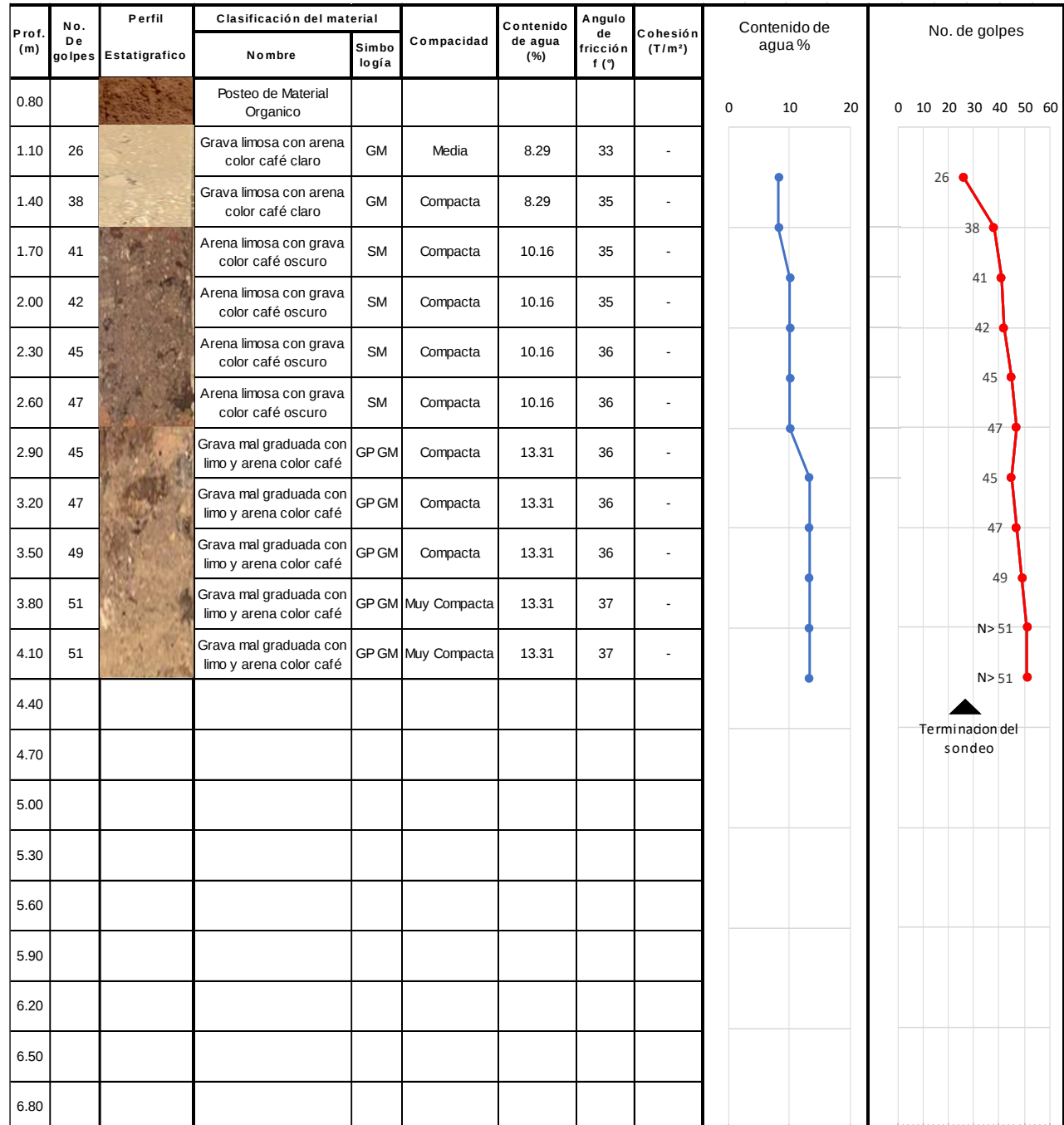
IDENTIFICACIÓN	Sondeo No.		2		
	Muestra No.		MUESTRA 5	MUESTRA 6	MUESTRA 7
	Profundidad (m)	de	0.80	1.40	2.60
		a	1.40	2.60	4.10
PRUEBAS	Tamaño Máximo		3/8"	3/8"	1/4 "
	% Pasa malla 4		81%	80%	68%
	% Pasa malla 40		47%	43%	26%
	% Pasa malla 200		31%	14%	8%
	Masa Volumétrica Seca Suelta (kg/m³)		949	900	924
	Límite Líquido		27.82%	28.01%	31.48%
	Límite Plástico		N.P.	N.P.	N.P.
	Índice Plástico		N.P.	N.P.	N.P.
CARACTERÍSTICAS	Apariencia Física		color café claro	color café oscuro	color café
	Clasificación SUCS		GM	SM	GP-GM
	Descripción SUCS		Grava limosa con arena	Arena limosa con grava	Grava mal graduada con limo y arena
	Tipo de Suelo		A	A	A

A= Arenas

B= piedras medianas y pequeñas

C= rocas de gran tamaño

Perfil estratigráfico sondeo 2:



A.S.T.M. D1586, el avance del sondeo se suspende cuando el número de golpes de la técnica de penetración estándar es mayor de 50 golpes.

Características físicas y mecánicas del suelo:

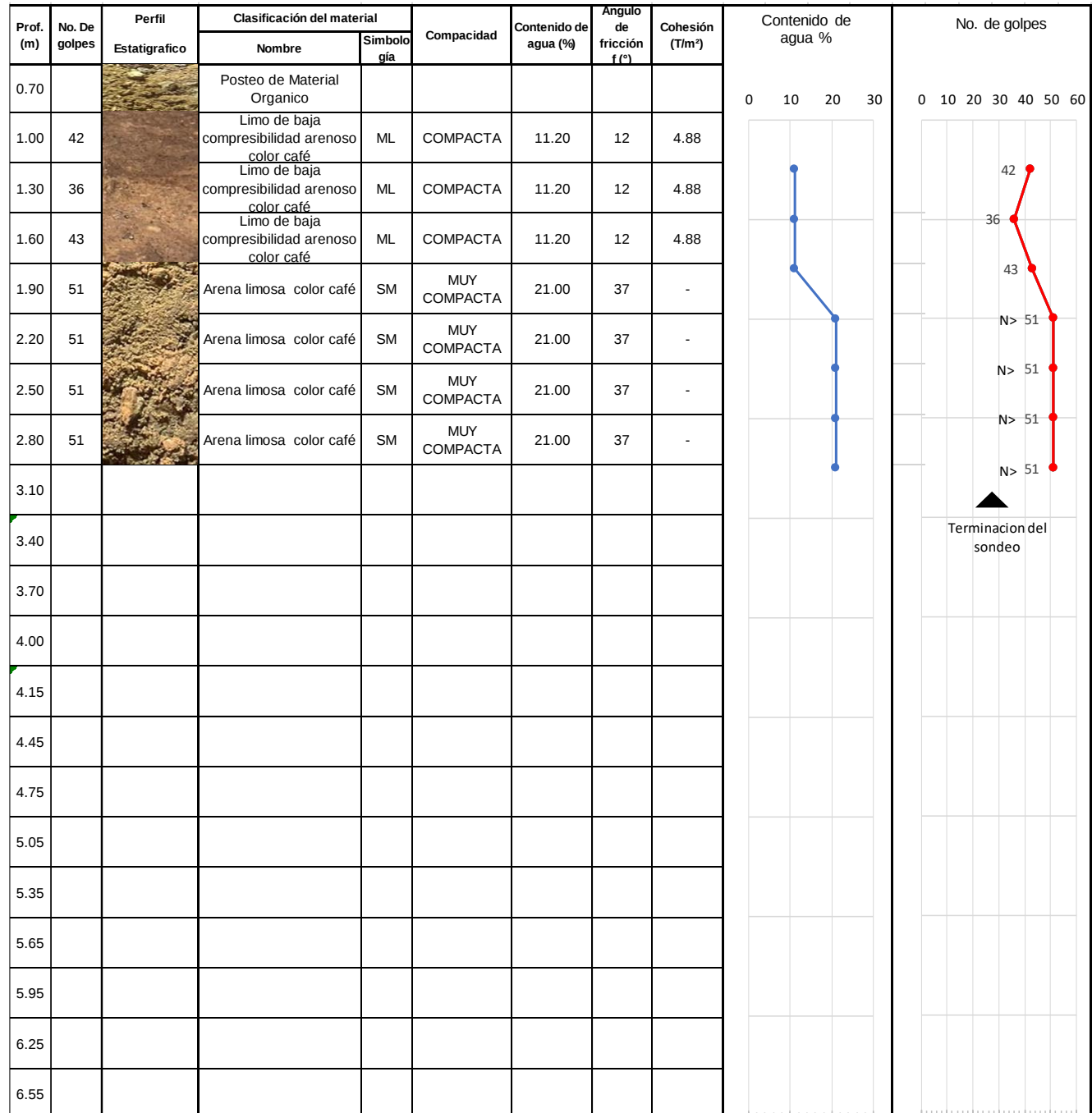
IDENTIFICACIÓN	Sondeo No.		3	
	Muestra No.		MUESTRA 8	MUESTRA 9
	Profundidad (m)	de	0.70	1.90
		a	1.90	3.85
PRUEBAS	Tamaño Máximo		1/2"	3/8"
	% Pasa malla 4		90%	89%
	% Pasa malla 40		77%	65%
	% Pasa malla 200		60%	41%
	Masa Volumétrica Seca Suelta (kg/m ³)		1191	1058
	Límite Líquido		27.90%	29.60%
	Límite Plástico		N.P.	N.P.
	Índice Plástico		N.P.	N.P.
CARACTERÍSTICAS	Apariencia Física		color café	color café
	Clasificación SUCS		ML	SM
	Descripción SUCS		Limo de baja compresibilidad arenoso	Arena limosa
	Tipo de Suelo		A	A

A= Arenas

B= piedras medianas y pequeñas

C= rocas de gran tamaño

Perfil estratigráfico sondeo 3:



A.S.T.M. D1586, el avance del sondeo se suspende cuando el número de golpes de la técnica de penetración estándar es mayor de 50 golpes.

Características físicas y mecánicas del suelo:

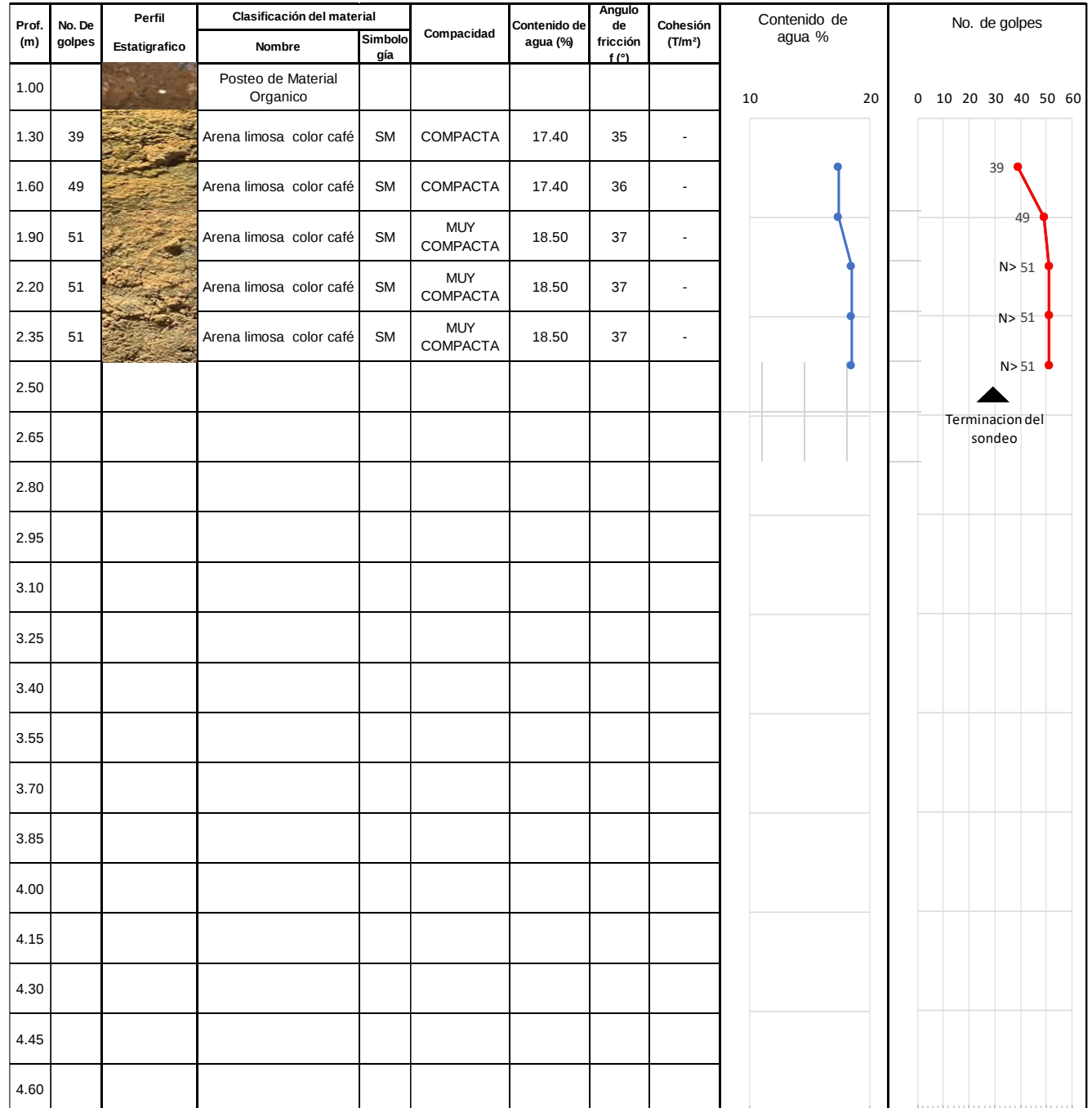
IDENTIFICACIÓN	Sondeo No.		4	
	Muestra No.		MUESTRA 10	MUESTRA 11
	Profundidad (m)	de	1.00	1.60
		a	1.60	2.35
PRUEBAS	Tamaño Máximo		1/4"	3/16"
	% Pasa malla 4		85%	91%
	% Pasa malla 40		53%	57%
	% Pasa malla 200		28%	30%
	Masa Volumétrica Seca Suelta (kg/m ³)		1072	1020
	Límite Líquido		28.20%	31.40%
	Límite Plástico		N.P.	N.P.
	Índice Plástico		N.P.	N.P.
CARACTERÍSTICAS	Apariencia Física		color café	color café
	Clasificación SUCS		SM	SM
	Descripción SUCS		Arena limosa	Arena limosa
	Tipo de Suelo		A	A

A= Arenas

B= piedras medianas y pequeñas

C= rocas de gran tamaño

Perfil estratigráfico sondeo 4:



A.S.T.M. D1586, el avance del sondeo se suspende cuando el número de golpes de la técnica de penetración estándar es mayor de 50 golpes.

6. Croquis de ubicación de los sondeos



Ubicación de los sondeos en el sitio.

7. Nivel de aguas freáticas:

No se localizó nivel de aguas freáticas (N.A.F.) en la fecha en la que se efectuó la exploración del subsuelo.

8. Capacidad de carga

De acuerdo con las formulas del Dr. Terzaghi para la determinación de la capacidad de carga utilizamos la siguiente expresión:

$$q_d = C \times N_c + \gamma \times Z \times N_q + 0.5\gamma \times B \times N_w$$

Se presenta un esfuerzo máximo por unidad de longitud, que puede aplicarse a las cimentaciones, y que nos dará como resultados la capacidad de carga límite de la cimentación

Donde:

q_d = capacidad de carga limite ton / m² O kg / m²

c = cohesión del suelo ton / m² O kg / m²

γ = peso volumétrico del suelo ton / m³ O kg / m³

z = profundidad de desplante metros

N_c , N_q , N_w y B son coeficientes sin que dependan del ángulo de fricción interna del suelo y que se llaman factores de capacidad de carga debidos a la cohesión, a la sobre carga y al peso del suelo.

Capacidad De Carga Para Una Cimentación Corrida

Profundidad D _f (m) Desplante de zapatas	0.90	1.20	1.50	1.80
Profundidad D _f (m) Desplante con mejoramiento	1.35	1.65	1.95	2.25
Ancho B (m)	Q _{adm} (t/m ²)	Q _{adm} (t/m ²)	Q _{adm} (t/m ²)	Q _{adm} (t/m ²)
0.50	9.60	12.40	15.30	17.50
0.60	9.90	12.60	15.60	17.70
0.70	10.20	12.90	15.90	18.00
0.80	10.40	13.20	16.20	18.30
0.90	10.70	13.50	16.40	18.60
1.00	11.00	13.80	16.70	18.90
1.20	11.60	14.40	17.30	19.50
1.50	12.40	15.20	18.10	20.30
2.00	13.60	16.40	19.30	21.50

Capacidad De Carga Para Una Cimentación Aislada Cuadrada

Profundidad D _f (m) Desplante de zapatas	0.90	1.20	1.50	1.80
Profundidad D _f (m) Desplante con mejoramiento	1.35	1.65	1.95	2.25
Ancho B (m)	Q _{adm} (t/m ²)	Q _{adm} (t/m ²)	Q _{adm} (t/m ²)	Q _{adm} (t/m ²)
0.50	9.10	11.90	14.80	17.00
0.60	9.40	12.10	15.10	17.20
0.70	9.70	12.40	15.40	17.50
0.80	9.90	12.70	15.70	17.80
0.90	10.20	13.00	15.90	18.10
1.00	10.50	13.30	16.20	18.40
1.20	11.10	13.90	16.80	19.00
1.50	11.90	14.70	17.60	19.80
2.00	13.10	15.90	18.80	21.00

9. Asentamientos

Para zapatas con anchos (B) no mayores de 3.0 m, se puede utilizar un método empírico simplificado para calcular el asentamiento en arenas, el cual se basa en limitar la capacidad de carga (Q_{adm}) del suelo, de tal manera que el asentamiento total máximo que se presente no sea mayor a 2.5 cm, y los asentamientos diferenciales sean del orden de 2.0 cm. La ecuación propuesta es la siguiente:

$$q_a = 1.1N'$$

10. Índice de permeabilidad:

Es la facilidad o dificultad que tiene un suelo de permitir que lo atraviese el agua a través de sus vacíos. Esto permite clasificar los suelos en: suelos permeables y suelos impermeables, la permeabilidad está influenciada por el tamaño de las partículas, espacio de los vanos y la estructura del suelo. La tabla que se muestra a continuación presenta los valores, tipos de permeabilidad para diferentes tipos de suelos.

Tipos de suelo	Grado relativo de permeabilidad	Coefficiente de permeabilidad K (cm./seg.)	Propiedades de drenajes
Grava limpia	Alto	1×10^{-1}	Buena
Arena limpia	Medio	1×10^{-3}	Buena
Grava arenosa	Medio	1×10^{-3}	Buena
Arena fina	Bajo	1×10^{-3} a 1×10^{-5}	Franca a pobre
Limos	Bajo	1×10^{-3} a 1×10^{-5}	Franca a pobre
Arena limo arcilloso	Muy bajo	1×10^{-4} a 1×10^{-7}	Pobre o prácticamente imperceptible
Arcilla homogénea	Muy bajo a prácticamente impermeable	$< 1 \times 10^{-7}$	Prácticamente imperceptible

Fuente: A. Casagrande (Mecánica de Suelo, Juárez Badillo)

Conforme los resultados el Grado relativo de permeabilidad son BAJO franca a pobre y el Coeficiente de permeabilidad corresponde de 1×10^{-3} a 1×10^{-5} .

11. Recomendaciones generales y conclusiones

Se realizó un estudio de mecánica de suelos para el proyecto de ampliación de la línea 1 del tren ligero de Guadalajara, ubicado en Av. Camino Real A Colima, Cruce Con Prol. Colon, San Pedro Tlaquepaque, Jalisco.

Se inicia retirando por medio manual una capa de material orgánico con pasto desde el nivel cero hasta 0.80 metros aproximadamente, enseguida se inicia con la prueba de penetración estándar con la finalidad de conocer la capacidad de carga, y para extraer muestras de los materiales del lugar.

Estratos del subsuelo: Por las pruebas del laboratorio que se realizaron a los materiales le podemos informar a usted que se encontraron: Arena mal graduada con limo y grava (SP-SM), Grava mal graduada con limo (GP-GM), Arena mal graduada con limo (SP-SM), Grava limosa con arena (GM), Arena limosa con grava (SM).

El tipo de cimentación que se adecúa para las condiciones del subsuelo es del tipo superficial conformada por zapatas aisladas y corridas.

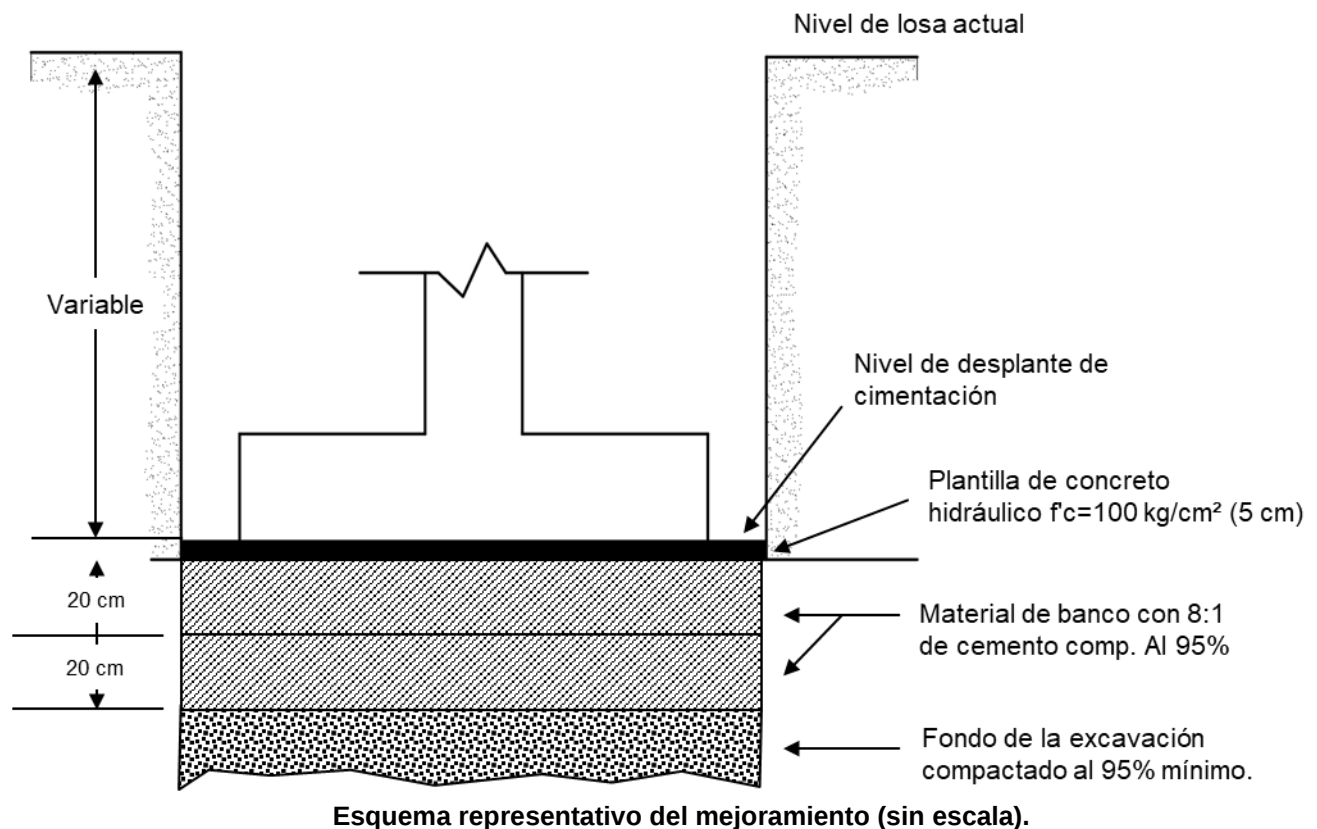
Mejoramiento del suelo:

Se deberá realizar lo siguiente, previo a la construcción de las zapatas de cimentación debido a que los materiales encontrados cuentan con muy pocos finos.

Corte: Abrir caja a 45 cm de profundidad por debajo del nivel de desplante de la cimentación, cuya capacidad de carga sea la adecuada a sus necesidades y previendo los efectos de volteo que considere el estructurista, se deberá compactar el fondo de la excavación buscando un grado de compactación de por lo menos el 95% de su masa volumétrica seca máxima (MVSM) mediante la prueba AASHTO Estándar.

Suelo-Cemento: Sobre el terreno natural compactado, se colocará un suelo-cemento con relación volumétrica de 8:1, con un material con características de calidad similar a una Arena Limosa (Material del lugar) según la clasificación SUCS, este se construirá en dos capas de 20 cm de espesor compacto al 95% de su masa volumétrica seca máxima AASHTO Estándar.

Plantilla: Posteriormente se colocará una plantilla de concreto hidráulico $f'c=100$ kg/cm² con un espesor de 5 cm, con el fin de evitar que el concreto de los elementos estructurales se contaminen con partículas de suelo y que la carga se distribuya correctamente, una vez cumplido esto, se puede continuar con la construcción de la cimentación.



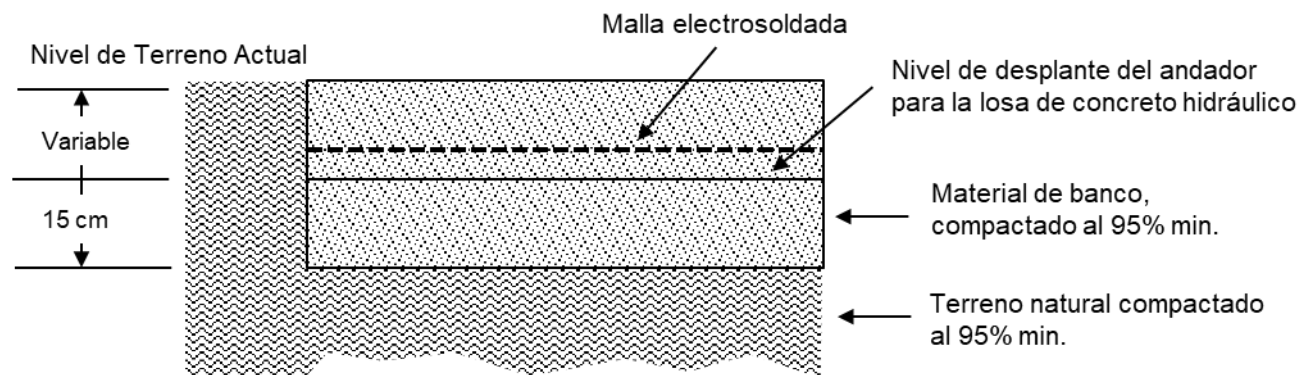
Mejoramiento del suelo para andador a nivel de piso:

Se deberá realizar lo siguiente para la construcción del andador.

Corte: Abrir cajón a 15 cm de profundidad por debajo de desplante del andador, se deberá compactar el fondo del cajón para descartar la presencia de material suelto, buscando un grado de compactación de por lo menos el 95% de su masa volumétrica seca máxima AASHTO Estándar.

Relleno: Se colocar una capa de material con características de calidad similar a una Arena Limosa (Material de banco) según la clasificación SUCS, en un espesor de 15 cm, buscando un grado de compactación de por lo menos el 95% de su masa volumétrica seca máxima mediante la prueba AASHTO Estándar.

Malla electrosoldada: Sobre el relleno compactado, se colocará una malla electrosoldada de las características que se requiera, colocada adecuadamente para absorber los esfuerzos de contracción provocados por cambios de temperatura en el concreto. La malla electrosoldada deberá quedar a una distancia de $\frac{1}{3}$ del espesor de la losa de piso (Por encima del relleno). Una vez instalada la malla y habiendo dejado las preparaciones para las instalaciones, se colocará la losa de piso de concreto hidráulico del espesor que requiera el proyecto, quedando la malla electrosoldada sumergida en el concreto hidráulico.



Esquema representativo del mejoramiento (sin escala).

Se hace especial recomendación que las excavaciones no se dejen abiertas por mucho tiempo y de preferencia que no se realicen en temporadas de lluvias para que no se altere la estructura natural del suelo y esto provoque la disminución de la capacidad de carga y el incremento de los hundimientos.

Desde el punto de vista del comportamiento del subsuelo, es posible que, durante un sismo intenso, ocurra un reacomodo en las partículas de los depósitos superficiales existentes, por lo cual es conveniente que las estructuras estén capacitadas para admitir movimientos diferenciales sin dañarse

Dentro de las consideraciones importantes es fundamental conducir los escurrimientos para evitar la infiltración de agua cerca de la estructura de cimentación, ya que puede provocar la lubricación de las partículas y el reacomodo de las mismas, lo que se reflejara en asentamientos del terreno.

En caso de tener alguna duda o aclaración sobre el presente informe, estamos a sus órdenes, así como también al momento de iniciar con los trabajos se encuentra condiciones diferentes a las mencionadas, se recomienda notificar lo antes posible con el fin de apoyarlos en las decisiones oportunas.

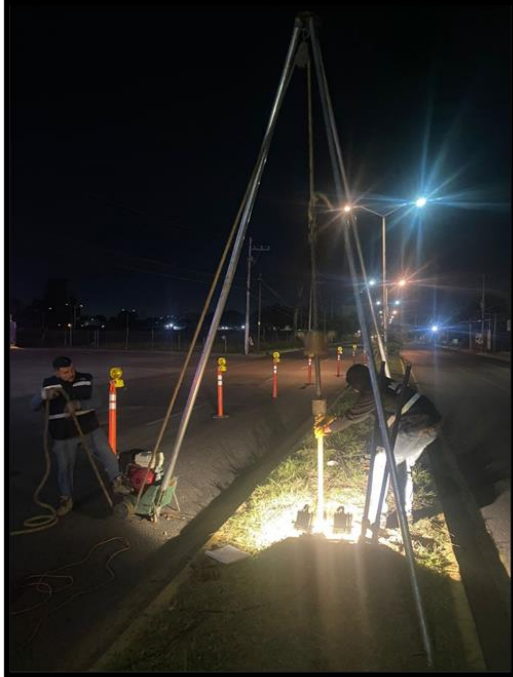
A T E N T A M E N T E

Ing. José De Jesús Castillo Carrillo

A T E N T A M E N T E

T.C. Brandon González López

12. MEMORIA FOTOGRÁFICA



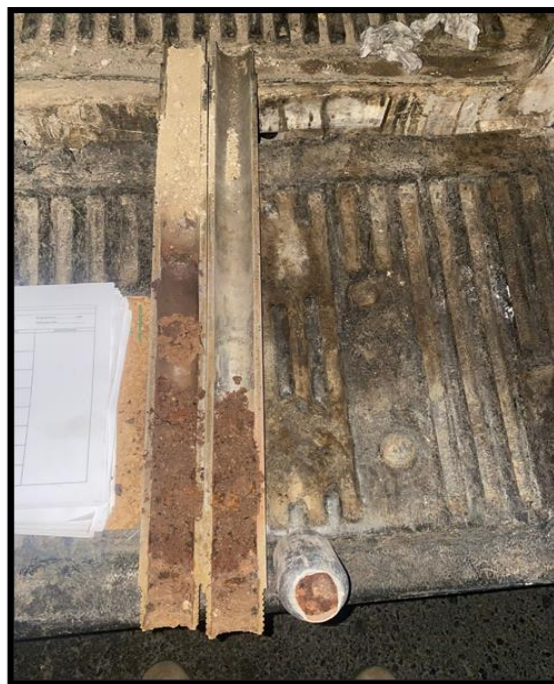
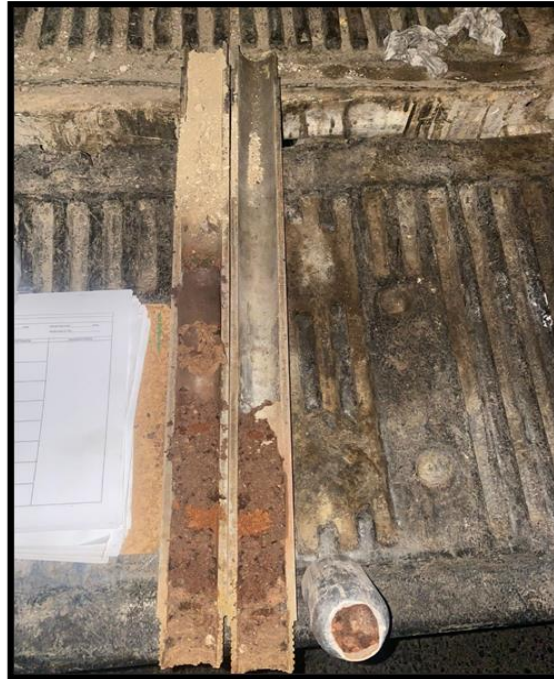
Fotografías: Realización de los sondeos.

MEMORIA FOTOGRÁFICA



Fotografías: Realización de los sondeos.

MEMORIA FOTOGRÁFICA



Fotografías: Material recuperado para su análisis en laboratorio.

INFORME GEOTÉCNICO

PROYECTO:

AMPLIACIÓN DE LA LÍNEA 1 DEL TREN LIGERO DE GUADALAJARA, EN LA ZONA METROPOLITANA DE GUADALAJARA, JALISCO.

CONTRATO:

SIOP-E-SROP-SER-LP-814-2023

SOLICITADO POR:

SECRETARÍA DE INFRAESTRUCTURA Y OBRA PÚBLICA
(S.I.O.P.)

UBICACIÓN:

AV. CAMINO REAL A COLIMA, CRUCE CON CALLE BLVD.
PROL. MARIANO OTERO, NUEVA GALICIA, LA TIJERA,
TLAJOMULCO DE ZUÑIGA, JALISCO. (ESTACION 6)

Clave de informe:

ETL6-PMO-1223

CONTENIDO

- 1. Introducción:**
- 2. Antecedentes y descripción Geográfica:**
- 3. Información Geotécnica y Geología del Sitio**
- 4. Detalle de los trabajos elaborados en campo:**
- 5. Ensayes de laboratorio:**
- 6. Croquis de ubicación de los sondeos**
- 7. Nivel de aguas freáticas:**
- 8. Capacidad de carga**
- 9. Asentamientos**
- 10. Índice de permeabilidad:**
- 11. Recomendaciones generales y conclusiones**
- 12. Memoria fotográfica**

1. Introducción:

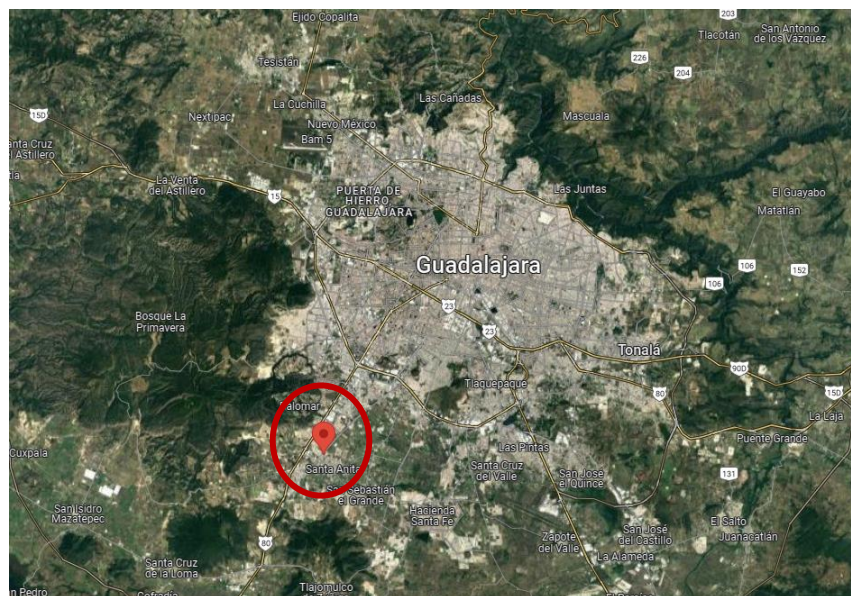
Atendiendo a sus indicaciones para la realización de un estudio de mecánica de suelos para el proyecto de ampliación de la línea 1 del tren ligero de Guadalajara, ubicado en Av. Camino Real A Colima, Cruce Con Calle Blvd. Prol. Mariano Otero, Nueva Galicia, La Tijera, Tlajomulco De Zúñiga, Jalisco.

Se realizaron tres sondeos por el método de penetración estándar con la finalidad de conocer la capacidad de carga de los estratos inferiores del subsuelo, dichos sondeos se ubicaron en puntos específicos por parte de supervisor, tratando de comprender toda el área donde se proyecta desplantar la construcción.

2. Antecedentes y descripción Geográfica:

Descripción Geográfica:

El sitio en estudio se localiza en el Municipio de Tlajomulco de Zúñiga, Jalisco, en las coordenadas $20^{\circ}34'48.14''\text{N}$, $103^{\circ}25'44.71''\text{O}$, a una altura de 1603 metros sobre el nivel del mar.



Ubicación general

Franz Schubert 5471 Col. La Estancia Zapopan, Jalisco, C.P. 45030

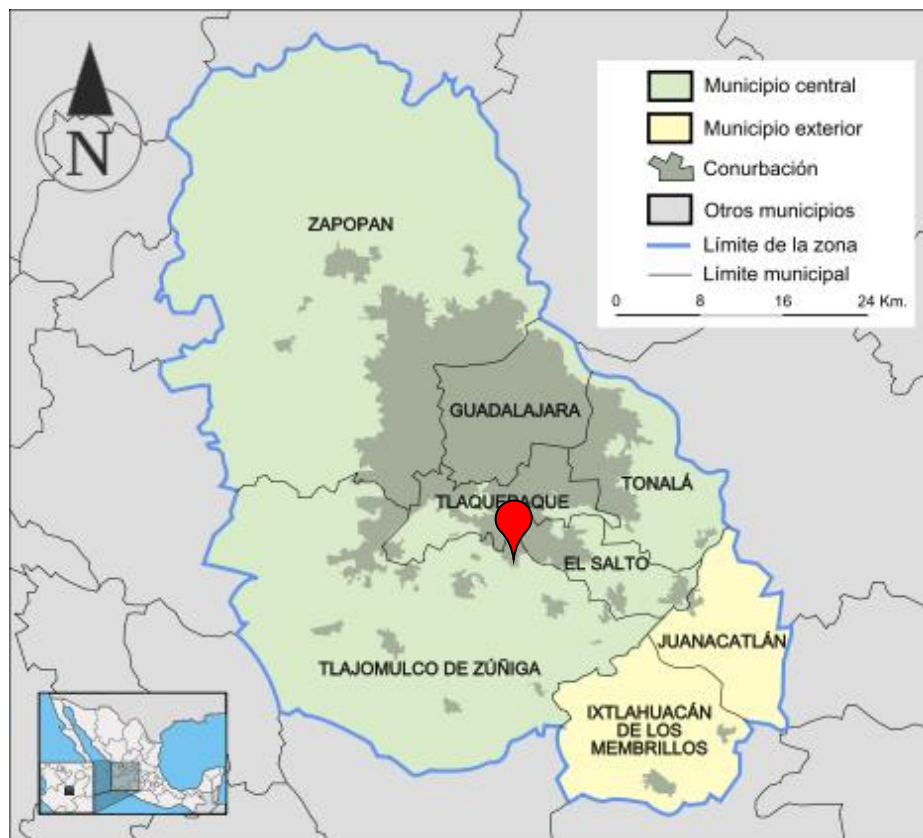
Teléfono 36-29-68-00

mapaobras@Gmail.com

3. Información Geotécnica y Geología del Sitio

Localización:

El Municipio de Tlajomulco de Zuñiga limita al norte con los municipios de Zapopan y Tlaquepaque; al sur con Jocotepec; al este con El Salto, Juanacatlán e Ixtlahuacán de los Membrillos y al oeste con Acatlán de Juárez y Tala.



Localidades

Franz Schubert 5471 Col. La Estancia Zapopan, Jalisco, C.P. 45030

Teléfono 36-29-68-00

mapaobras@Gmail.com

Geología:

El territorio está constituido por terrenos del período cuaternario. Está conformado por rocas ígneas, brecha volcánica, tobas en las sierras y algunos cerros; hay lunares de basalto. En la composición de los suelos predominan los tipos Feozem Háplico; Planosol Eútrico y Vertisol Pélico; son pegajosos cuando están húmedos y muy duros cuando están secos, a veces son salinos.

Topografía:

Las zonas accidentadas cubren el 14% del municipio y tienen alturas de 1,700 a 2,700 metros; las zonas semiplanas cubren el 24% del territorio y tienen alturas de 1,600 a 1,700 metros; las zonas planas ocupan el 62% del municipio y tienen alturas de 1,500 a 1,600 metros sobre el nivel del mar.

Hidrografía:

Sus recursos hidrológicos son proporcionados por los ríos y los arroyos que conforman la subcuenca hidrológica río Santiago (Verde Atotonilco) y por los de la subcuenca Alto Río Ameca. El río Santiago sólo pasa por su límite oriente que divide al municipio con el de Juanacatlán.

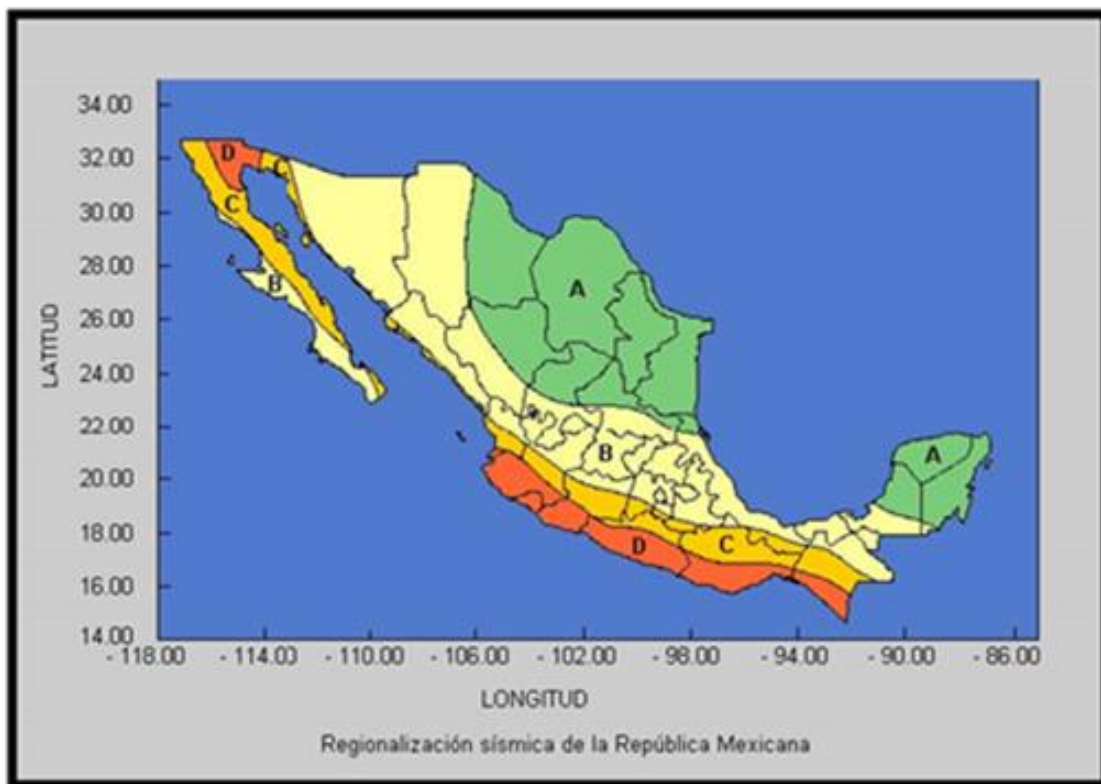
Los principales arroyos son: El Colorado, La Culcha, Las Venadas, del Monte, Grande de San Lucas, Los Sauces, Presa Reventada, Zarco y San Juanete; además la Laguna de Cajititlán y las presas Santa Cruz de las Flores, El Molino, El Guayabo, El Cuervo y Cruz Blanca.

Suelos:

Los suelos dominantes pertenecen al tipo feozem háplico, planosol eútrico; y como suelo asociado se encuentra el vertisol pélico.

Zona Sísmica:

“La intensidad del movimiento sísmico es uno de los peligros al que están expuestas las construcciones. Para tomar en cuenta el peligro sísmico, frecuentemente se recurre al uso de espectros de diseño que dependen, entre otros aspectos, de la cercanía del sitio a las fuentes generadoras de temblores y de las condiciones locales del terreno. En el pasado, esto se resolvió mediante una regionalización sísmica del territorio mexicano que consistía en cuatro zonas, y una clasificación en tres tipos de terreno. Se proporcionó una forma funcional del espectro de cinco parámetros consignados en una tabla en que se atendía la zona sísmica y el tipo de terreno.”



Regionalización Sísmica de la República Mexicana (CFE)

“Los avances en materia de ingeniería sísmica e ingeniería estructural, han permitido refinar los criterios de diseño sísmico de estructuras, basándose en modelos matemáticos más complejos”(Manual de Diseño de Obras Civiles, Diseño por sismo, C.F.E., 2008), dichos cálculos se pueden realizar con el programa PRODISIS (Programa para Diseño Sísmico), para la obtención del valor de la aceleración máxima del terreno rocoso en cualquier parte del país, generación de acelerogramas sintéticos y espectros de diseño. Para conocer más detalles, será necesario consultar el Manual de Diseño de Obras Civiles, Diseño por sismo de la C.F.E., 2008.

4. Detalle de los trabajos elaborados en campo:

Los trabajos de exploración se efectuaron con la prueba de penetración estándar a cada 0.60 m de profundidad, determinando el diagrama de compacidad relativa de los estratos del subsuelo, rescatando una muestra alterada del terreno a cada 0.60 m de profundidad hasta alcanzar la profundidad antes mencionada; para su análisis en el laboratorio, se determinaron las características físicas y mecánicas, así como las propiedades índice que nos proporcionen las condiciones y limitaciones para el diseño de la cimentación de las edificaciones que se proyectan.

Trabajos de Campo:

- 1.- Prueba de penetración estándar mecánica.
- 2.- Posteo por medios manuales.
- 3.- Identificación de las muestras y de estrato(s).
- 4.- Muestreo de los diversos materiales.
- 5.- Traslado del muestreo al laboratorio.
- 6.- Investigación de información en campo.

En el sitio en estudio se realizaron dos sondeos con pruebas de penetración estándar.

Sondeo	Profundidad	Coordenadas
1	4.50 metros	20°34'49.60"N 103°25'43.00"O
2	4.40 metros	20°34'47.20"N 103°25'46.00"O
3	2.30 metros	20°34'27.63"N 103°26'8.59"O

5. Ensayes de laboratorio:

En los sondeos que se realizaron se muestrearon los estratos de los materiales que conforman el subsuelo y de los cuales se obtuvieron varias muestras de cada estrato detectado durante los trabajos de campo realizados; las muestras se trasladaron al laboratorio para determinar sus características físicas y mecánicas:

Pruebas de Laboratorio:

- 1.- Determinación del porcentaje de suelos gruesos.
- 2.- Determinación del porcentaje de suelos finos.
- 3.- Determinación Contenido de agua o del (%) de Humedad.
- 4.- Secado, Disgregado, Cuarteo, Granulometrías.
- 5.- Límites de consistencia (límites de Atterberg).

Características físicas y mecánicas del suelo:

A continuación, se detallan los resultados de los análisis de laboratorio de control de calidad que se realizaron a las muestras obtenidas de los sondeos del subsuelo, al realizar los trabajos de campo para el desarrollo del estudio de mecánica de suelos.

Características físicas y mecánicas del suelo:

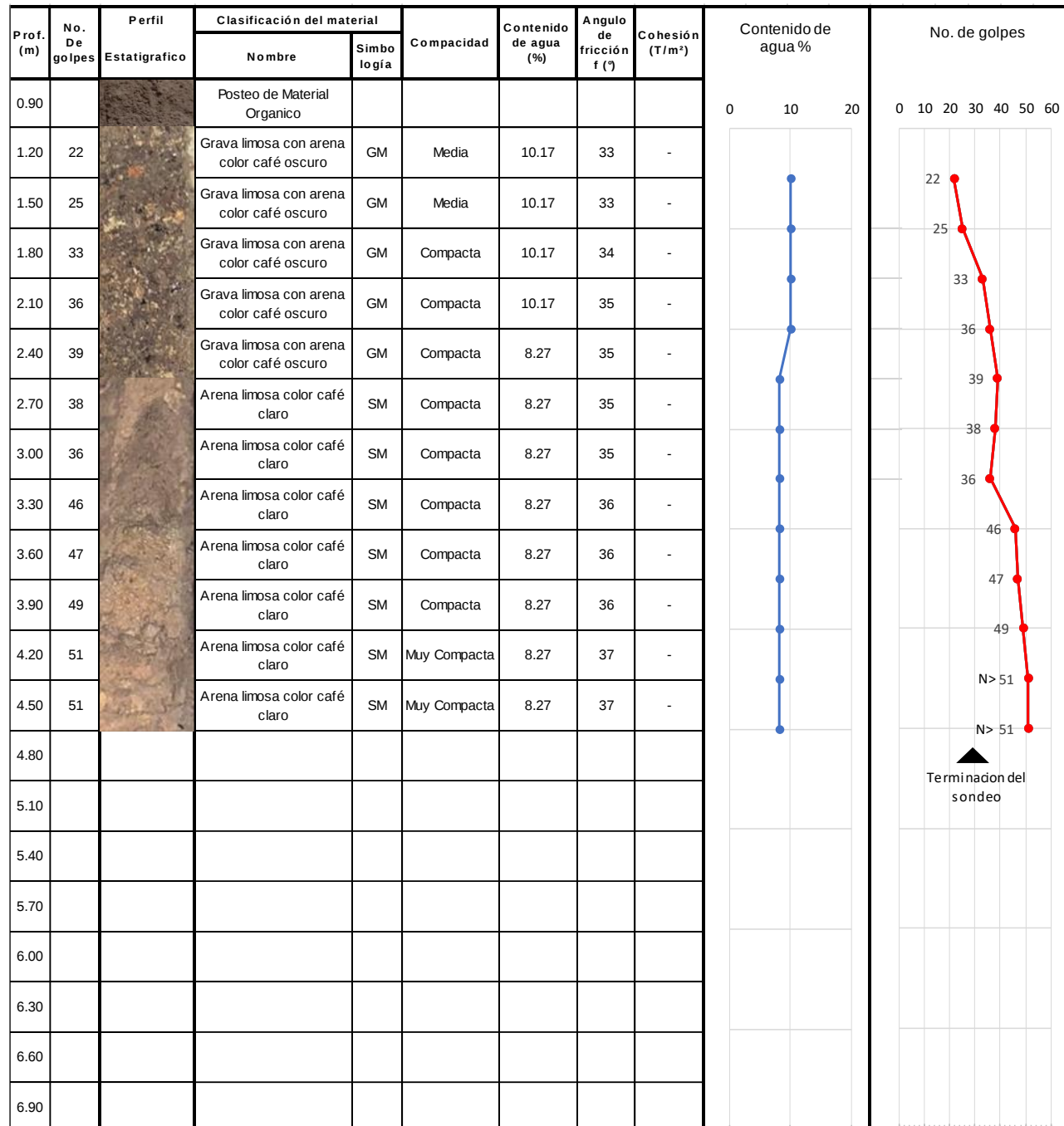
IDENTIFICACIÓN	Sondeo No.		1	
	Muestra No.		MUESTRA 1	MUESTRA 2
	Profundidad (m)	de	0.90	2.10
		a	2.10	4.50
PRUEBAS	Tamaño Máximo		1/4"	1/4"
	% Pasa malla 4		78%	88%
	% Pasa malla 40		41%	49%
	% Pasa malla 200		20%	25%
	Masa Volumétrica Seca Suelta (kg/m³)		1182	1237
	Límite Líquido		27.84%	29.28%
	Límite Plástico		N.P.	N.P.
	Índice Plástico		N.P.	N.P.
CARACTERÍSTICAS	Apariencia Física		color café oscuro	color café claro
	Clasificación SUCS		GM	SM
	Descripción SUCS		Grava limosa con arena	Arena limosa
	Tipo de Suelo		A	A

A= Arenas

B= piedras medianas y pequeñas

C= rocas de gran tamaño

Perfil estratigráfico sondeo 1:



A.S.T.M. D1586, el avance del sondeo se suspende cuando el número de golpes de la técnica de penetración estándar es mayor de 50 golpes.

Franz Schubert 5471 Col. La Estancia Zapopan, Jalisco, C.P. 45030

Teléfono 36-29-68-00

mapaobras@Gmail.com

Características físicas y mecánicas del suelo:

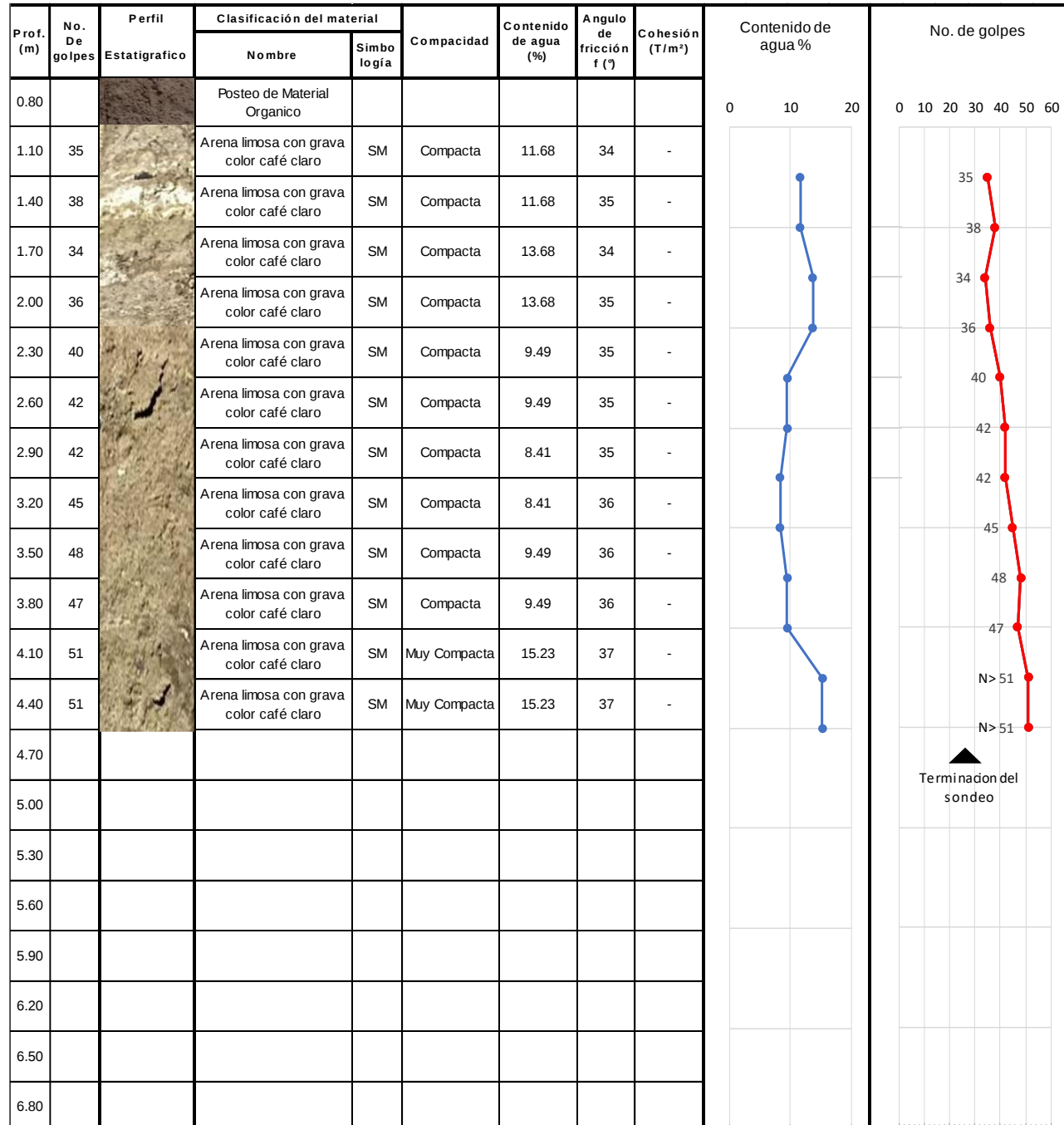
IDENTIFICACIÓN	Sondeo No.		2	
	Muestra No.		MUESTRA 3	MUESTRA 4
	Profundidad (m)	de	0.80	2.00
		a	2.00	4.40
PRUEBAS	Tamaño Máximo		3/8"	1/4"
	% Pasa malla 4		80%	84%
	% Pasa malla 40		58%	47%
	% Pasa malla 200		25%	23%
	Masa Volumétrica Seca Suelta (kg/m³)		1249	1208
	Límite Líquido		28.75%	28.04%
	Límite Plástico		N.P.	N.P.
	Índice Plástico		N.P.	N.P.
CARACTERÍSTICAS	Apariencia Física		color café claro	color café claro
	Clasificación SUCS		SM	SM
	Descripción SUCS		Arena limosa con grava	Arena limosa con grava
	Tipo de Suelo		A	A

A= Arenas

B= piedras medianas y pequeñas

C= rocas de gran tamaño

Perfil estratigráfico sondeo 2:



A.S.T.M. D1586, el avance del sondeo se suspende cuando el número de golpes de la técnica de penetración estándar es mayor de 50 golpes.

Características físicas y mecánicas del suelo:

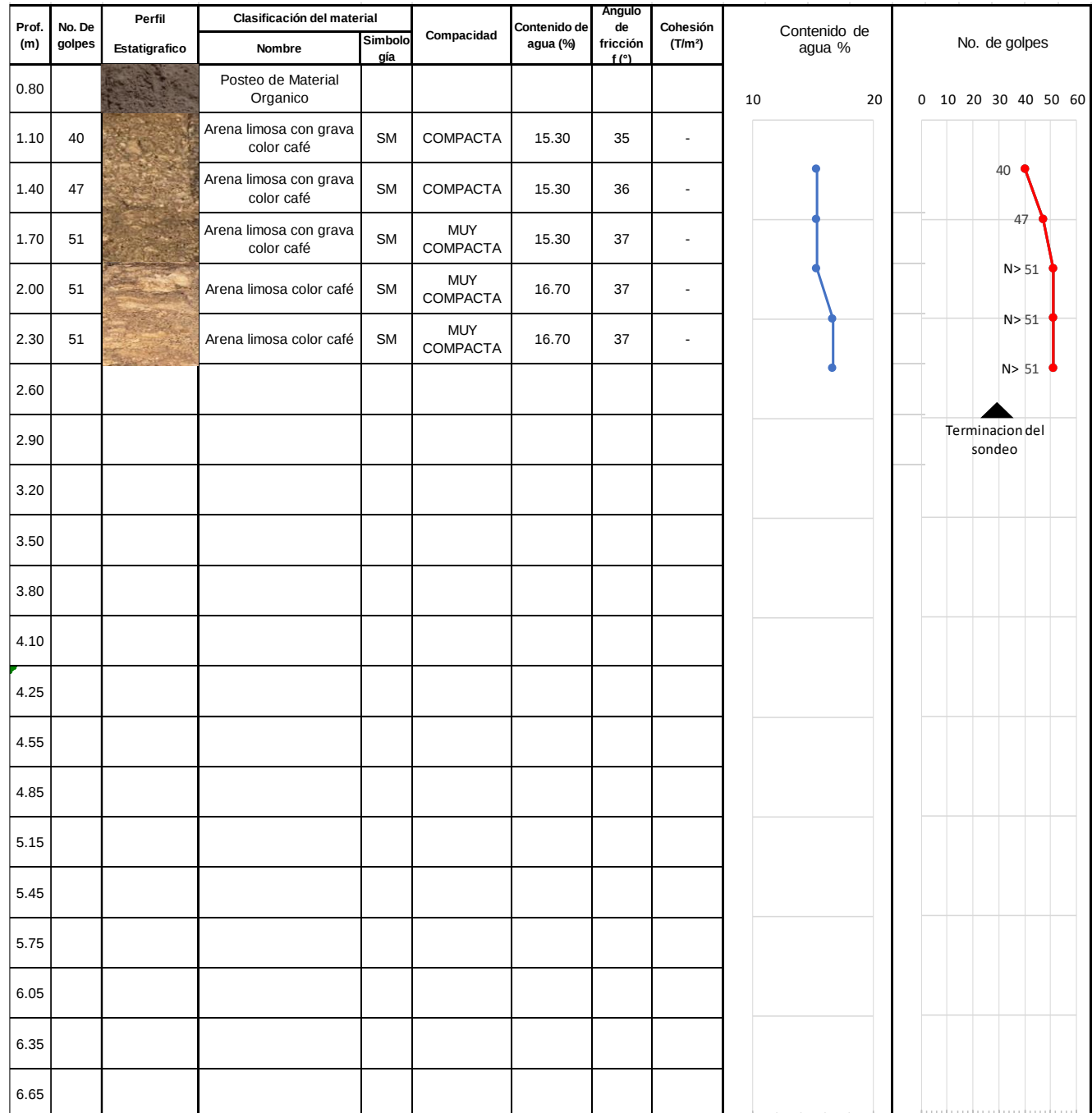
IDENTIFICACIÓN	Sondeo No.		3	
	Muestra No.		5	6
	Profundidad (m)	de	0.80	1.70
		a	1.70	2.30
PRUEBAS	Tamaño Máximo		1/4"	3/16"
	% Pasa malla 4		80%	88%
	% Pasa malla 40		51%	61%
	% Pasa malla 200		16%	33%
	Masa Volumétrica Seca Suelta (kg/m ³)		1093	1022
	Límite Líquido		29.50%	30.71%
	Límite Plástico		N.P.	N.P.
	Índice Plástico		N.P.	N.P.
CARACTERÍSTICAS	Apariencia Física		color café	color café
	Clasificación SUCS		SM	SM
	Descripción SUCS		Arena limosa con grava	Arena limosa
	Tipo de Suelo		A	A

A= Arenas

B= piedras medianas y pequeñas

C= rocas de gran tamaño

Perfil estratigráfico sondeo 3:



A.S.T.M. D1586, el avance del sondeo se suspende cuando el número de golpes de la técnica de penetración estándar es mayor de 50 golpes.

6. Croquis de ubicación de los sondeos



Ubicación de los sondeos en el sitio.

7. Nivel de aguas freáticas:

No se localizó nivel de aguas freáticas (N.A.F.) en la fecha en la que se efectuó la exploración del subsuelo.

8. Capacidad de carga

De acuerdo con las formulas del Dr. Terzaghi para la determinación de la capacidad de carga utilizamos la siguiente expresión:

$$q_d = C \times N_c + \gamma \times Z \times N_q + 0.5\gamma \times B \times N_w$$

Se presenta un esfuerzo máximo por unidad de longitud, que puede aplicarse a las cimentaciones, y que nos dará como resultados la capacidad de carga límite de la cimentación

Donde:

q_d = capacidad de carga limite ton / m² O kg / m²

c = cohesión del suelo ton / m² O kg / m²

γ = peso volumétrico del suelo ton / m³ O kg / m³

z = profundidad de desplante metros

N_c , N_q , N_w y B son coeficientes sin que dependan del ángulo de fricción interna del suelo y que se llaman factores de capacidad de carga debidos a la cohesión, a la sobre carga y al peso del suelo.

Capacidad De Carga Para Una Cimentación Corrida

Profundidad D _f (m) Desplante de zapatas	1.00	1.20	1.50	1.80
Ancho B (m)	Q _{adm} (t/m ²)	Q _{adm} (t/m ²)	Q _{adm} (t/m ²)	Q _{adm} (t/m ²)
0.50	10.60	12.20	14.70	16.80
0.60	10.80	12.40	15.00	17.00
0.70	11.10	12.70	15.30	17.20
0.80	11.40	12.90	15.50	17.50
0.90	11.70	13.20	15.80	17.80
1.00	11.90	13.50	16.00	18.10
1.20	12.40	14.00	16.50	18.60
1.50	13.20	14.80	17.30	19.40
2.00	14.40	16.00	18.50	20.60

Capacidad De Carga Para Una Cimentación Aislada Cuadrada

Profundidad D _f (m) Desplante de zapatas	1.00	1.20	1.50	1.80
Ancho B (m)	Q _{adm} (t/m ²)	Q _{adm} (t/m ²)	Q _{adm} (t/m ²)	Q _{adm} (t/m ²)
0.50	10.10	11.70	14.20	16.30
0.60	10.30	11.90	14.50	16.50
0.70	10.60	12.20	14.80	16.70
0.80	10.90	12.40	15.00	17.00
0.90	11.20	12.70	15.30	17.30
1.00	11.40	13.00	15.50	17.60
1.20	11.90	13.50	16.00	18.10
1.50	12.70	14.30	16.80	18.90
2.00	13.90	15.50	18.00	20.10

9. Asentamientos

Para zapatas con anchos (B) no mayores de 3.0 m, se puede utilizar un método empírico simplificado para calcular el asentamiento en arenas, el cual se basa en limitar la capacidad de carga (Q_{adm}) del suelo, de tal manera que el asentamiento total máximo que se presente no sea mayor a 2.5 cm, y los asentamientos diferenciales sean del orden de 2.0 cm. La ecuación propuesta es la siguiente:

$$q_a = 1.1N'$$

10. Índice de permeabilidad:

Es la facilidad o dificultad que tiene un suelo de permitir que lo atraviese el agua a través de sus vacíos. Esto permite clasificar los suelos en: suelos permeables y suelos impermeables, la permeabilidad está influenciada por el tamaño de las partículas, espacio de los vanos y la estructura del suelo. La tabla que se muestra a continuación presenta los valores, tipos de permeabilidad para diferentes tipos de suelos.

Tipos de suelo	Grado relativo de permeabilidad	Coefficiente de permeabilidad K (cm./seg.)	Propiedades de drenajes
Grava limpia	Alto	1×10^{-1}	Buena
Arena limpia	Medio	1×10^{-3}	Buena
Grava arenosa	Medio	1×10^{-3}	Buena
Arena fina	Bajo	1×10^{-3} a 1×10^{-5}	Franca a pobre
Limos	Bajo	1×10^{-3} a 1×10^{-5}	Franca a pobre
Arena limo arcilloso	Muy bajo	1×10^{-4} a 1×10^{-7}	Pobre o prácticamente imperceptible
Arcilla homogénea	Muy bajo a prácticamente impermeable	$< 1 \times 10^{-7}$	Prácticamente imperceptible

Fuente: A. Casagrande (Mecánica de Suelo, Juárez Badillo)

Conforme los resultados el Grado relativo de permeabilidad son BAJO franca a pobre y el Coeficiente de permeabilidad corresponde de 1×10^{-3} a 1×10^{-5} .

11. Recomendaciones generales y conclusiones

Se realizó un estudio de mecánica de suelos para el proyecto de ampliación de la línea 1 del tren ligero de Guadalajara, ubicado en Av. Camino Real A Colima, Cruce Con Calle Blvd. Prol. Mariano Otero, Nueva Galicia, La Tijera, Tlajomulco De Zúñiga, Jalisco.

Se inicia retirando por medio manual una capa de material orgánico con pasto desde el nivel cero hasta 0.80 metros aproximadamente, enseguida se inicia con la prueba de penetración estándar con la finalidad de conocer la capacidad de carga, y para extraer muestras de los materiales del lugar.

Estratos del subsuelo: Por las pruebas del laboratorio que se realizaron a los materiales le podemos informar a usted que se encontraron: Grava limosa con arena (GM), Arena limosa (SM), Arena limosa con grava (SM).

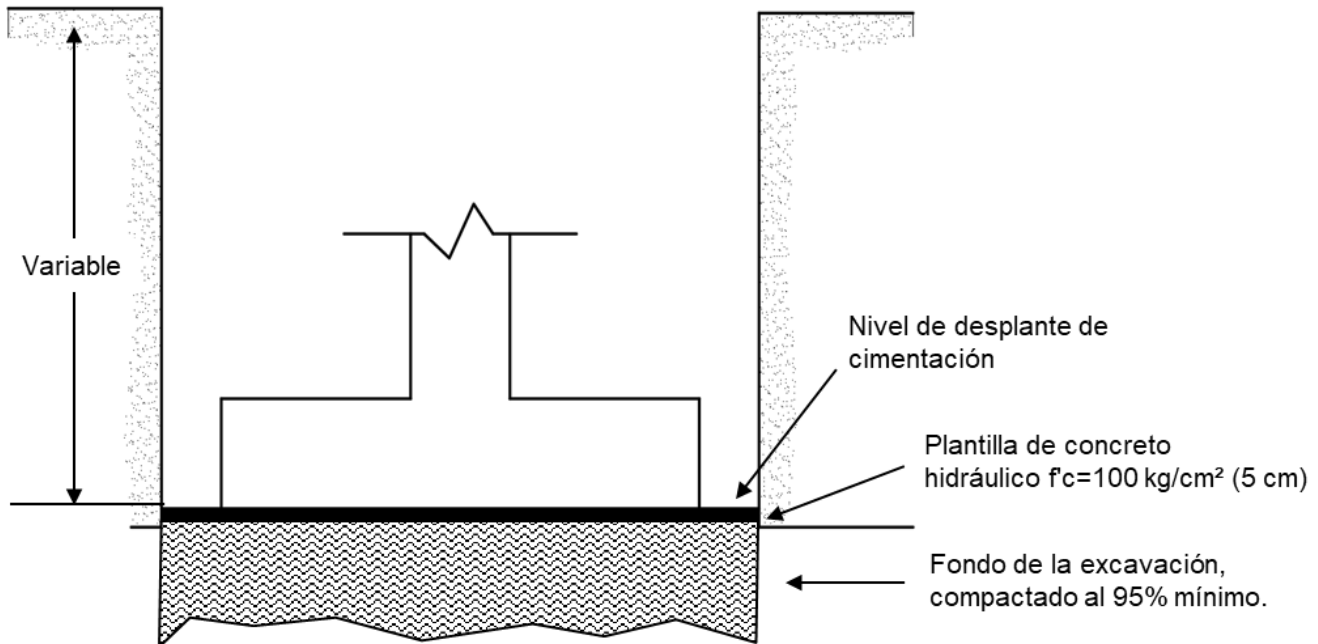
El tipo de cimentación que se adecúa para las condiciones del subsuelo es del tipo superficial conformada por zapatas aisladas y corridas.

Mejoramiento del suelo

Se deberá realizar lo siguiente, previo a la construcción de las zapatas de cimentación,

Corte: Abrir caja a 5 cm de profundidad por debajo del nivel de desplante de la cimentación, cuya capacidad de carga sea la adecuada a sus necesidades y previendo los efectos de volteo que considere el estructurista, se deberá compactar el fondo de la excavación buscando un grado de compactación de por lo menos el 95% de su masa volumétrica seca máxima (MVSM) mediante la prueba AASHTO Estándar.

Plantilla: Posteriormente, sobre el fondo de la excavación debidamente compactado, se colocará una plantilla de concreto hidráulico $f'c=100 \text{ kg/cm}^2$ con un espesor de 5 cm, con el fin de evitar que el concreto de los elementos estructurales se contaminen con partículas de suelo y que la carga se distribuya correctamente, una vez cumplido esto, se puede continuar con la construcción de la cimentación.



Esquema representativo del mejoramiento del suelo (sin escala).

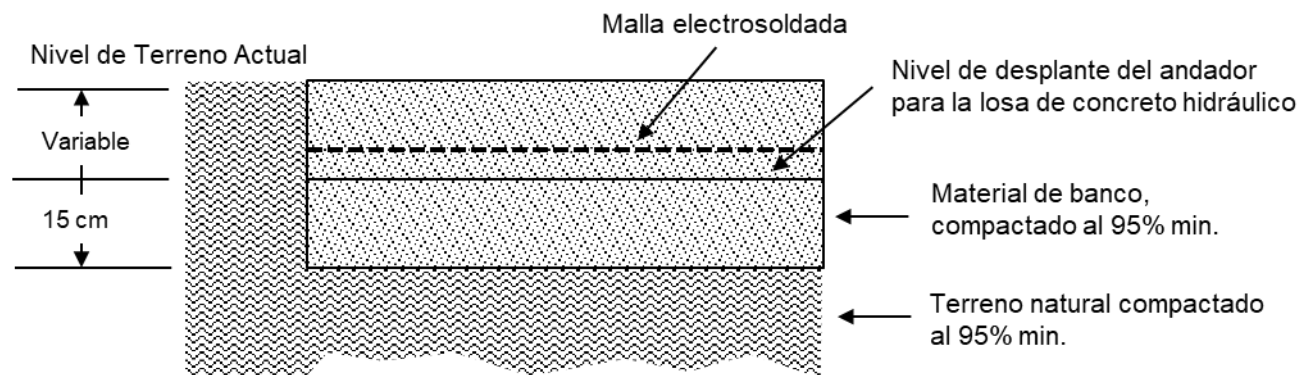
Mejoramiento del suelo para andador a nivel de piso

Se deberá realizar lo siguiente para la construcción del andador.

Corte: Abrir cajón a 15 cm de profundidad por debajo de desplante del andador, se deberá compactar el fondo del cajón para descartar la presencia de material suelto, buscando un grado de compactación de por lo menos el 95% de su masa volumétrica seca máxima AASHTO Estándar.

Relleno: Se colocar una capa de material con características de calidad similar a una Arena Limosa (Material de banco) según la clasificación SUCS, en un espesor de 15 cm, buscando un grado de compactación de por lo menos el 95% de su masa volumétrica seca máxima mediante la prueba AASHTO Estándar.

Malla electrosoldada: Sobre el relleno compactado, se colocará una malla electrosoldada de las características que se requiera, colocada adecuadamente para absorber los esfuerzos de contracción provocados por cambios de temperatura en el concreto. La malla electrosoldada deberá quedar a una distancia de $\frac{1}{3}$ del espesor de la losa de piso (Por encima del relleno). Una vez instalada la malla y habiendo dejado las preparaciones para las instalaciones, se colocará la losa de piso de concreto hidráulico del espesor que requiera el proyecto, quedando la malla electrosoldada sumergida en el concreto hidráulico.



Esquema representativo del mejoramiento (sin escala).

Se hace especial recomendación que las excavaciones no se dejen abiertas por mucho tiempo y de preferencia que no se realicen en temporadas de lluvias para que no se altere la estructura natural del suelo y esto provoque la disminución de la capacidad de carga y el incremento de los hundimientos.

Desde el punto de vista del comportamiento del subsuelo, es posible que, durante un sismo intenso, ocurra un reacomodo en las partículas de los depósitos superficiales existentes, por lo cual es conveniente que las estructuras estén capacitadas para admitir movimientos diferenciales sin dañarse

Dentro de las consideraciones importantes es fundamental conducir los escurrimientos para evitar la infiltración de agua cerca de la estructura de cimentación, ya que puede provocar la lubricación de las partículas y el reacomodo de las mismas, lo que se reflejara en asentamientos del terreno.

En caso de tener alguna duda o aclaración sobre el presente informe, estamos a sus órdenes, así como también al momento de iniciar con los trabajos se encuentra condiciones diferentes a las mencionadas, se recomienda notificar lo antes posible con el fin de apoyarlos en las decisiones oportunas.

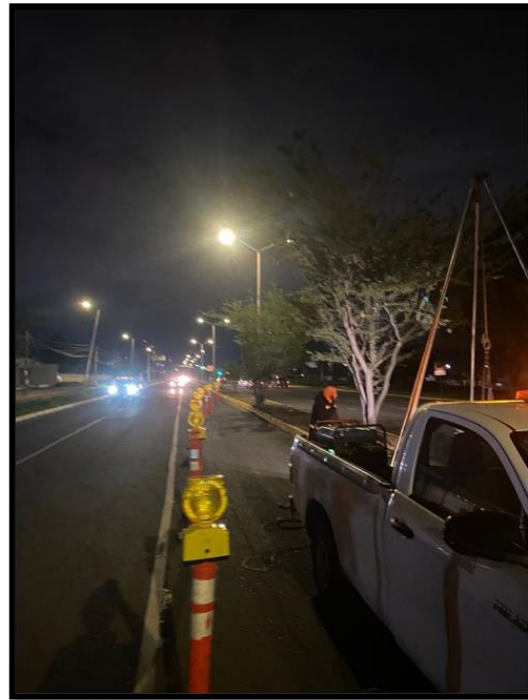
A T E N T A M E N T E

Ing. José De Jesús Castillo Carrillo

A T E N T A M E N T E

T.C. Brandon González López

12. MEMORIA FOTOGRÁFICA



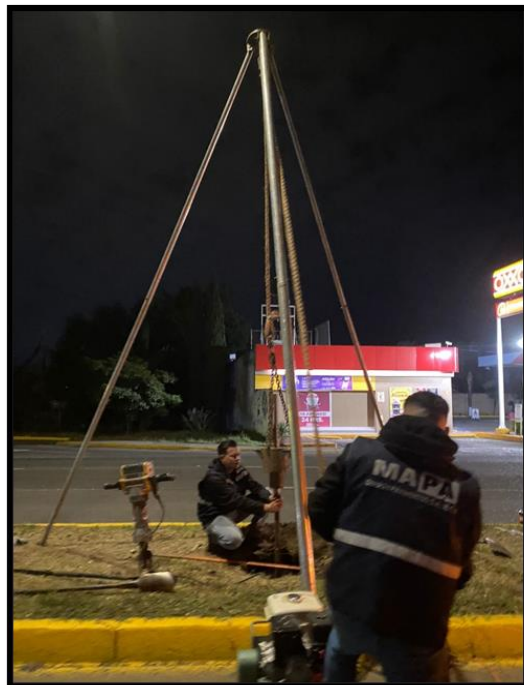
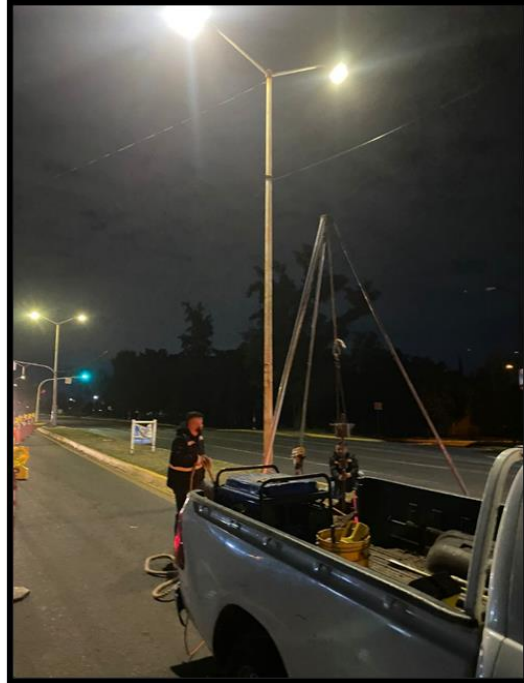
Fotografías: Realización de los sondeos.

Franz Schubert 5471 Col. La Estancia Zapopan, Jalisco, C.P. 45030

Teléfono 36-29-68-00

mapaobras@Gmail.com

MEMORIA FOTOGRÁFICA



Fotografías: Realización de los sondeos.

MEMORIA FOTOGRÁFICA



Fotografías: Material recuperado para su análisis en laboratorio.

INFORME GEOTÉCNICO

PROYECTO:

AMPLIACIÓN DE LA LÍNEA 1 DEL TREN LIGERO DE GUADALAJARA, EN LA ZONA METROPOLITANA DE GUADALAJARA, JALISCO.

CONTRATO:

SIOP-E-SROP-SER-LP-814-2023

SOLICITADO POR:

SECRETARÍA DE INFRAESTRUCTURA Y OBRA PÚBLICA
(S.I.O.P.)

UBICACIÓN:

AV. CAMINO REAL A COLIMA, CRUCE AV. PUNTO SUR,
LOS GAVILANES, TLAJOMULCO DE ZUÑIGA, JALISCO.
(ESTACIÓN 7)

Clave de informe:

ETL7-FPS-1223

CONTENIDO

- 1. Introducción:**
- 2. Antecedentes y descripción Geográfica:**
- 3. Información Geotécnica y Geología del Sitio**
- 4. Detalle de los trabajos elaborados en campo:**
- 5. Ensayes de laboratorio:**
- 6. Croquis de ubicación de los sondeos**
- 7. Nivel de aguas freáticas:**
- 8. Capacidad de carga**
- 9. Asentamientos**
- 10. Índice de permeabilidad:**
- 11. Recomendaciones generales y conclusiones**
- 12. Memoria fotográfica**

1. Introducción:

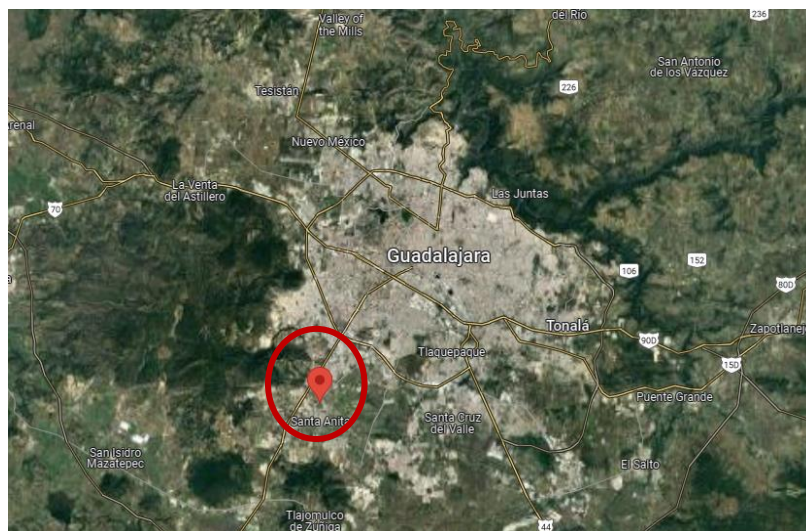
Atendiendo a sus indicaciones para la realización de un estudio de mecánica de suelos para el proyecto de ampliación de la línea 1 del tren ligero de Guadalajara, ubicado en Av. Camino Real A Colima, Cruce Av. Punto Sur, Los Gavilanes, Tlajomulco De Zúñiga, Jalisco.

Se realizaron tres sondeos por el método de penetración estándar con la finalidad de conocer la capacidad de carga de los estratos inferiores del subsuelo, dichos sondeos se ubicaron en puntos específicos por parte de supervisor, tratando de comprender toda el área donde se proyecta desplantar la construcción.

2. Antecedentes y descripción Geográfica:

Descripción Geográfica:

El sitio en estudio se localiza en el Municipio de Tlajomulco de Zúñiga, Jalisco, en las coordenadas $20^{\circ}33'59.51''\text{N}$, $103^{\circ}27'00.31''\text{O}$, a una altura de 1608 metros sobre el nivel del mar.



Ubicación general

Franz Schubert 5471 Col. La Estancia Zapopan, Jalisco, C.P. 45030

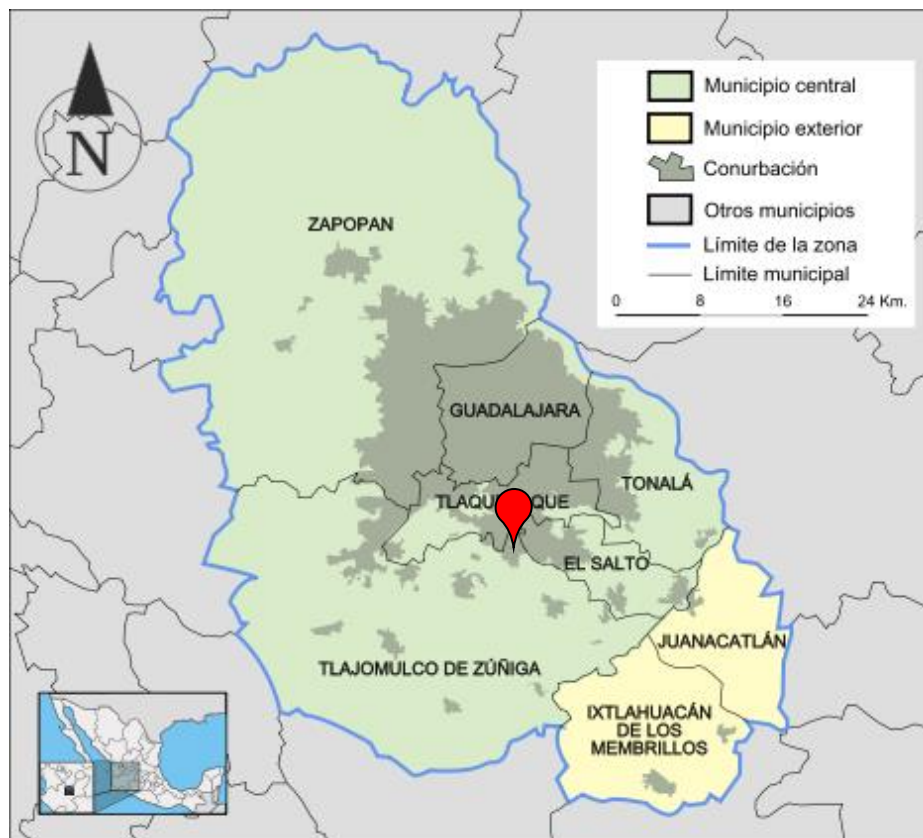
Teléfono 36-29-68-00

mapaobras@Gmail.com

3. Información Geotécnica y Geología del Sitio

Localización:

El Municipio de Tlajomulco de Zuñiga limita al norte con los municipios de Zapopan y Tlaquepaque; al sur con Jocotepec; al este con El Salto, Juanacatlán e Ixtlahuacán de los Membrillos y al oeste con Acatlán de Juárez y Tala.



Localidades

Franz Schubert 5471 Col. La Estancia Zapopan, Jalisco, C.P. 45030

Teléfono 36-29-68-00

mapaobras@Gmail.com

Geología:

El territorio está constituido por terrenos del período cuaternario. Está conformado por rocas ígneas, brecha volcánica, tobas en las sierras y algunos cerros; hay lunares de basalto. En la composición de los suelos predominan los tipos Feozem Háplico; Planosol Eútrico y Vertisol Pélico; son pegajosos cuando están húmedos y muy duros cuando están secos, a veces son salinos.

Topografía:

Las zonas accidentadas cubren el 14% del municipio y tienen alturas de 1,700 a 2,700 metros; las zonas semiplanas cubren el 24% del territorio y tienen alturas de 1,600 a 1,700 metros; las zonas planas ocupan el 62% del municipio y tienen alturas de 1,500 a 1,600 metros sobre el nivel del mar.

Hidrografía:

Sus recursos hidrológicos son proporcionados por los ríos y los arroyos que conforman la subcuenca hidrológica río Santiago (Verde Atotonilco) y por los de la subcuenca Alto Río Ameca. El río Santiago sólo pasa por su límite oriente que divide al municipio con el de Juanacatlán.

Los principales arroyos son: El Colorado, La Culcha, Las Venadas, del Monte, Grande de San Lucas, Los Sauces, Presa Reventada, Zarco y San Juanete; además la Laguna de Cajititlán y las presas Santa Cruz de las Flores, El Molino, El Guayabo, El Cuervo y Cruz Blanca.

Suelos:

Los suelos dominantes pertenecen al tipo feozem háplico, planosol eútrico; y como suelo asociado se encuentra el vertisol pélico.

Zona Sísmica:

“La intensidad del movimiento sísmico es uno de los peligros al que están expuestas las construcciones. Para tomar en cuenta el peligro sísmico, frecuentemente se recurre al uso de espectros de diseño que dependen, entre otros aspectos, de la cercanía del sitio a las fuentes generadoras de temblores y de las condiciones locales del terreno. En el pasado, esto se resolvió mediante una regionalización sísmica del territorio mexicano que consistía en cuatro zonas, y una clasificación en tres tipos de terreno. Se proporcionó una forma funcional del espectro de cinco parámetros consignados en una tabla en que se atendía la zona sísmica y el tipo de terreno.”



Regionalización Sísmica de la República Mexicana (CFE)

“Los avances en materia de ingeniería sísmica e ingeniería estructural, han permitido refinar los criterios de diseño sísmico de estructuras, basándose en modelos matemáticos más complejos”(Manual de Diseño de Obras Civiles, Diseño por sismo, C.F.E., 2008), dichos cálculos se pueden realizar con el programa PRODISIS (Programa para Diseño Sísmico), para la obtención del valor de la aceleración máxima del terreno rocoso en cualquier parte del país, generación de acelerogramas sintéticos y espectros de diseño. Para conocer más detalles, será necesario consultar el Manual de Diseño de Obras Civiles, Diseño por sismo de la C.F.E., 2008.

4. Detalle de los trabajos elaborados en campo:

Los trabajos de exploración se efectuaron con la prueba de penetración estándar a cada 0.60 m de profundidad, determinando el diagrama de compacidad relativa de los estratos del subsuelo, rescatando una muestra alterada del terreno a cada 0.60 m de profundidad hasta alcanzar la profundidad antes mencionada; para su análisis en el laboratorio, se determinaron las características físicas y mecánicas, así como las propiedades índice que nos proporcionen las condiciones y limitaciones para el diseño de la cimentación de las edificaciones que se proyectan.

Trabajos de Campo:

- 1.- Prueba de penetración estándar mecánica.
- 2.- Posteo por medios manuales.
- 3.- Identificación de las muestras y de estrato(s).
- 4.- Muestreo de los diversos materiales.
- 5.- Traslado del muestreo al laboratorio.
- 6.- Investigación de información en campo.

En el sitio en estudio se realizaron dos sondeos con pruebas de penetración estándar.

Sondeo	Profundidad	Coordenadas
1	4.40 metros	20°33'55.80"N 103°26'40.00"O
2	4.20 metros	20°33'54.90"N 103°26'40.90"O
3	2.60 metros	20°34'5.94"N 103°26'30.21"O

5. Ensayes de laboratorio:

En los sondeos que se realizaron se muestrearon los estratos de los materiales que conforman el subsuelo y de los cuales se obtuvieron varias muestras de cada estrato detectado durante los trabajos de campo realizados; las muestras se trasladaron al laboratorio para determinar sus características físicas y mecánicas:

Pruebas de Laboratorio:

- 1.- Determinación del porcentaje de suelos gruesos.
- 2.- Determinación del porcentaje de suelos finos.
- 3.- Determinación Contenido de agua o del (%) de Humedad.
- 4.- Secado, Disgregado, Cuarteo, Granulometrías.
- 5.- Límites de consistencia (límites de Atterberg).

Características físicas y mecánicas del suelo:

A continuación, se detallan los resultados de los análisis de laboratorio de control de calidad que se realizaron a las muestras obtenidas de los sondeos del subsuelo, al realizar los trabajos de campo para el desarrollo del estudio de mecánica de suelos.

Características físicas y mecánicas del suelo:

IDENTIFICACIÓN	Sondeo No.		1			
	Muestra No.		MUESTRA 1	MUESTRA 2	MUESTRA 3	MUESTRA 4
	Profundidad (m)	de	0.80	1.40	2.60	3.20
		a	1.40	2.60	3.20	4.40
PRUEBAS	Tamaño Máximo		1/4"	1/4"	3/8 "	1/4 "
	% Pasa malla 4		66%	62%	89%	90%
	% Pasa malla 40		30%	34%	58%	53%
	% Pasa malla 200		18%	19%	33%	24%
	Masa Volumétrica Seca Suelta (kg/m³)		1353	1222	993	1061
	Límite Líquido		27.54%	28.03%	31.43%	29.07%
	Límite Plástico		N.P.	N.P.	N.P.	N.P.
	Índice Plástico		N.P.	N.P.	N.P.	N.P.
CARACTERÍSTICAS	Apariencia Física		color gris claro	color café	color café	color café claro
	Clasificación SUCS		GM	GM	SM	SM
	Descripción SUCS		Grava limosa	Grava limosa	Arena limosa	Arena limosa
	Tipo de Suelo		A	A	A	A

A= Arenas

B= piedras medianas y pequeñas

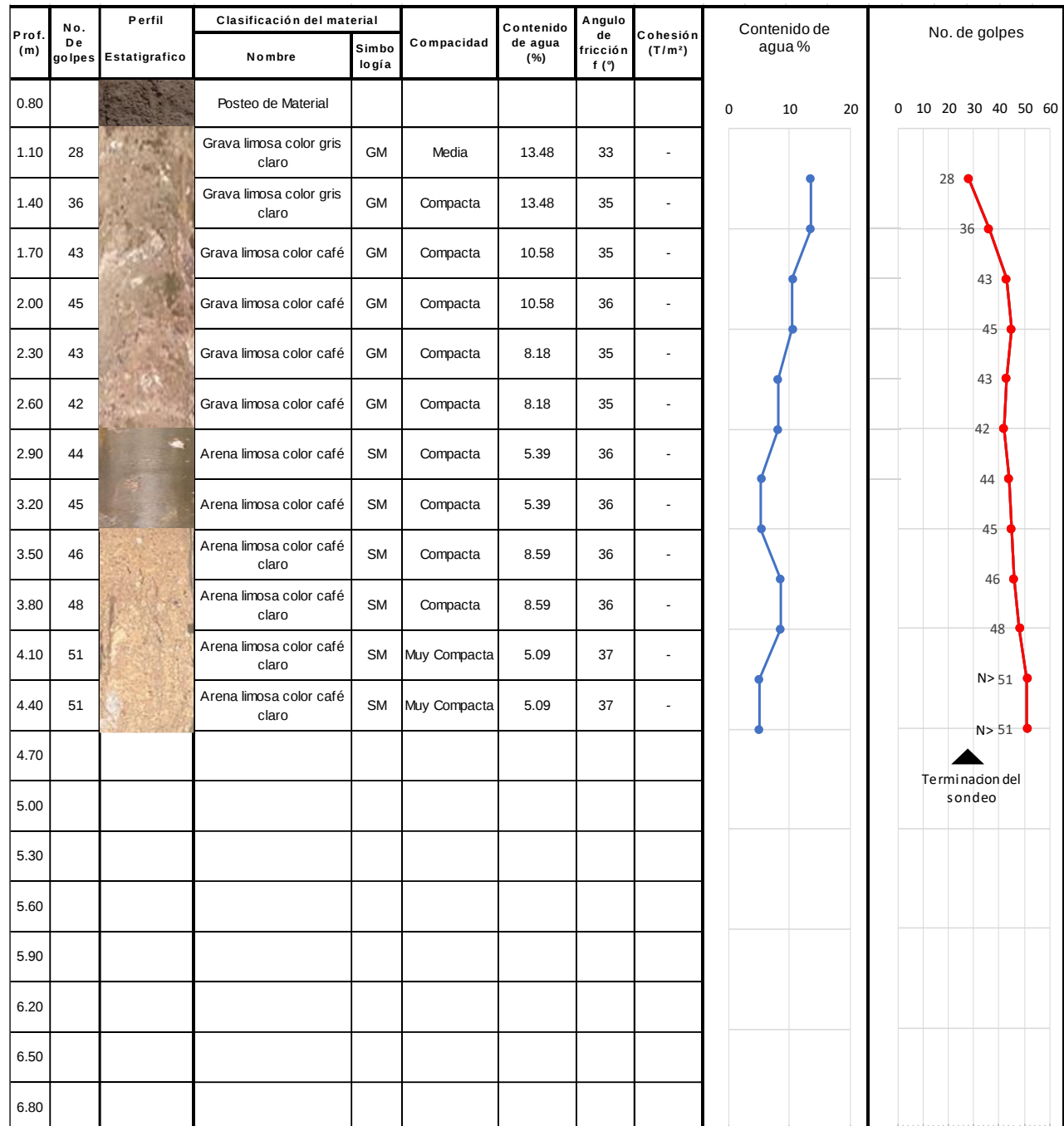
C= rocas de gran tamaño

Franz Schubert 5471 Col. La Estancia Zapopan, Jalisco, C.P. 45030

Teléfono 36-29-68-00

mapaobras@Gmail.com

Perfil estratigráfico sondeo 1:



A.S.T.M. D1586, el avance del sondeo se suspende cuando el número de golpes de la técnica de penetración estándar es mayor de 50 golpes.

Características físicas y mecánicas del suelo:

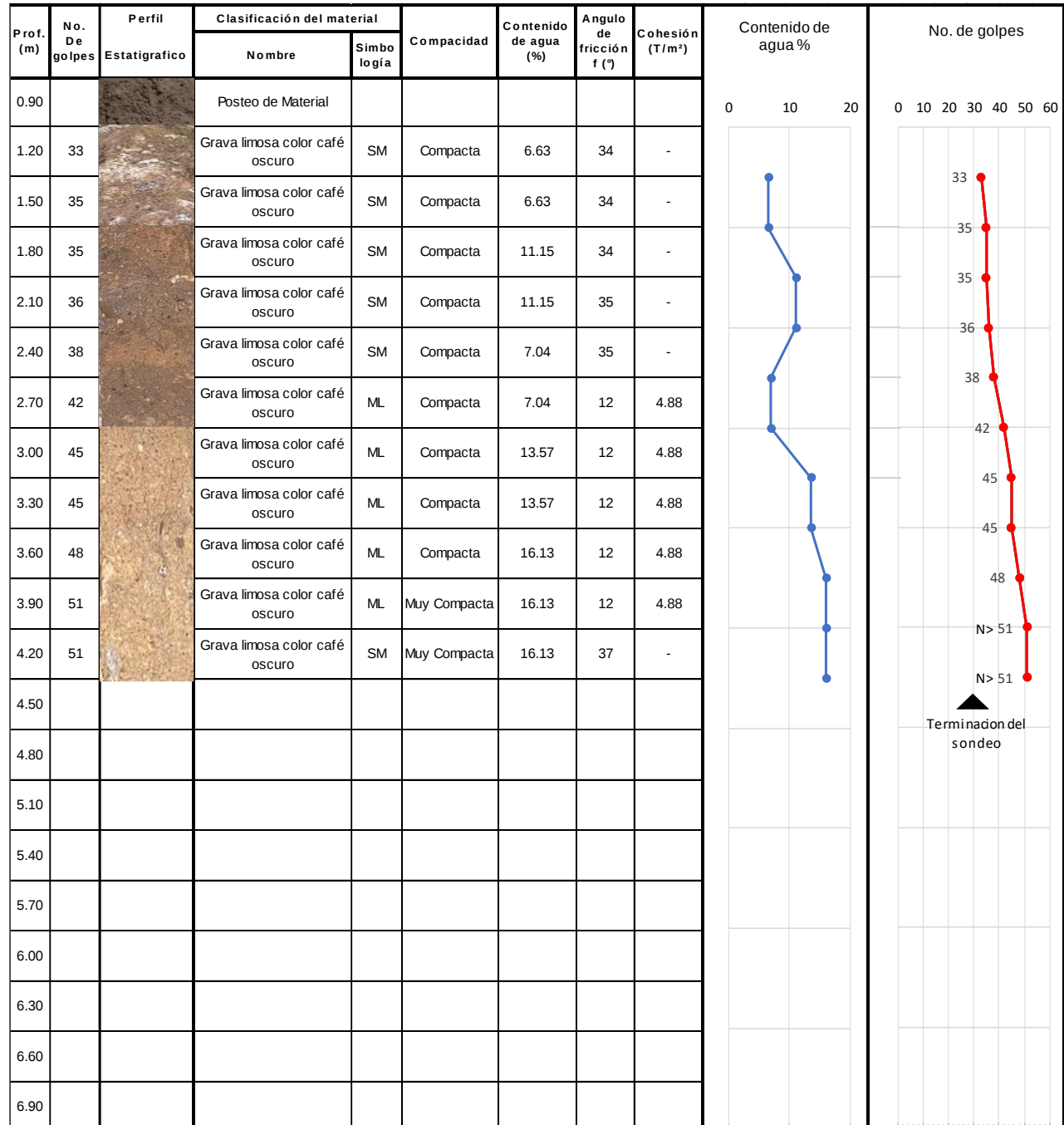
IDENTIFICACIÓN	Sondeo No.		2		
	Muestra No.		MUESTRA 5	MUESTRA 6	MUESTRA 7
	Profundidad (m)	de	0.90	1.50	2.70
		a	1.50	2.70	4.20
PRUEBAS	Tamaño Máximo		3/8"	3/4"	3/8 "
	% Pasa malla 4		61%	59%	85%
	% Pasa malla 40		28%	32%	50%
	% Pasa malla 200		17%	17%	22%
	Masa Volumétrica Seca Suelta (kg/m³)		1109	1181	1033
	Límite Líquido		35.19%	34.55%	28.25%
	Límite Plástico		N.P.	N.P.	N.P.
	Índice Plástico		N.P.	N.P.	N.P.
CARACTERÍSTICAS	Apariencia Física		color café oscuro	color café	color café claro
	Clasificación SUCS		GM	GM	SM
	Descripción SUCS		Grava limosa	Grava limosa	Arena limosa
	Tipo de Suelo		A	A	A

A= Arenas

B= piedras medianas y pequeñas

C= rocas de gran tamaño

Perfil estratigráfico sondeo 2:



A.S.T.M. D1586, el avance del sondeo se suspende cuando el número de golpes de la técnica de penetración estándar es mayor de 50 golpes.

Características físicas y mecánicas del suelo:

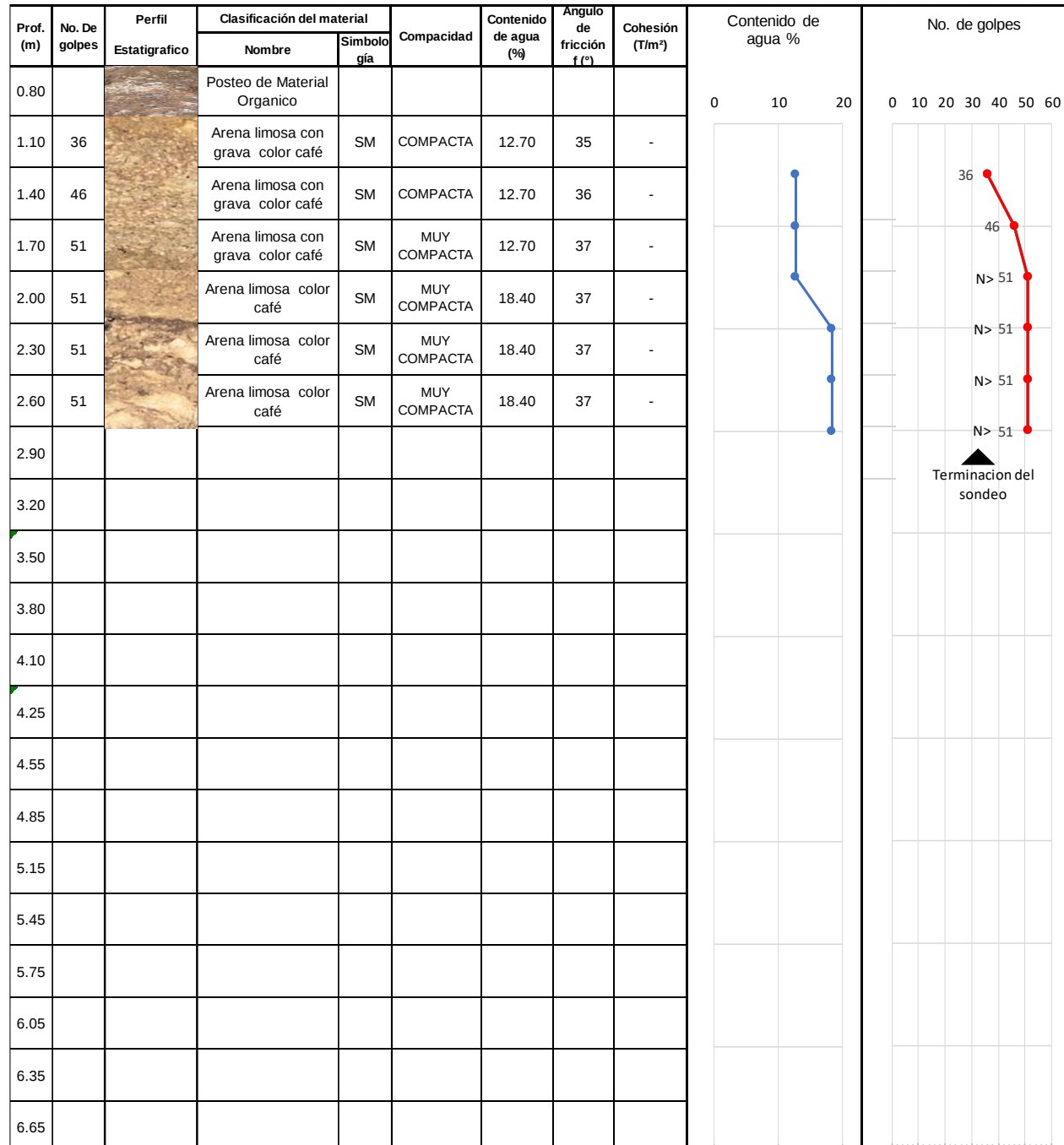
IDENTIFICACIÓN	Sondeo No.		3	
	Muestra No.		Muestras 8	Muestras 9
	Profundidad (m)	de	0.80	1.70
		a	1.70	2.60
PRUEBAS	Tamaño Máximo		1/4"	3/16"
	% Pasa malla 4		81%	94%
	% Pasa malla 40		49%	61%
	% Pasa malla 200		36%	35%
	Masa Volumétrica Seca Suelta (kg/m³)		1082	1016
	Límite Líquido		27.90%	31.70%
	Límite Plástico		N.P.	N.P.
	Índice Plástico		N.P.	N.P.
CARACTERÍSTICAS	Apariencia Física		color café	color café
	Clasificación SUCS		SM	SM
	Descripción SUCS		Arena limosa con grava	Arena limosa
	Tipo de Suelo		A	A

A= Arenas

B= piedras medianas y pequeñas

C= rocas de gran tamaño

Perfil estratigráfico sondeo 3:



A.S.T.M. D1586, el avance del sondeo se suspende cuando el número de golpes de la técnica de penetración estándar es mayor de 50 golpes.

6. Croquis de ubicación de los sondeos



Ubicación de los sondeos en el sitio.

7. Nivel de aguas freáticas:

No se localizó nivel de aguas freáticas (N.A.F.) en la fecha en la que se efectuó la exploración del subsuelo.

8. Capacidad de carga

De acuerdo con las formulas del Dr. Terzaghi para la determinación de la capacidad de carga utilizamos la siguiente expresión:

$$q_d = C \times N_c + \gamma \times Z \times N_q + 0.5\gamma \times B \times N_w$$

Se presenta un esfuerzo máximo por unidad de longitud, que puede aplicarse a las cimentaciones, y que nos dará como resultados la capacidad de carga límite de la cimentación

Donde:

q_d = capacidad de carga limite ton / m² O kg / m²

c = cohesión del suelo ton / m² O kg / m²

γ = peso volumétrico del suelo ton / m³ O kg / m³

z = profundidad de desplante metros

N_c , N_q , N_w y B son coeficientes sin que dependan del ángulo de fricción interna del suelo y que se llaman factores de capacidad de carga debidos a la cohesión, a la sobre carga y al peso del suelo.

Capacidad De Carga Para Una Cimentación Corrida

Profundidad D _f (m) Desplante de zapatas	1.00	1.20	1.50	1.80
Ancho B (m)	Q _{adm} (t/m ²)	Q _{adm} (t/m ²)	Q _{adm} (t/m ²)	Q _{adm} (t/m ²)
0.50	10.10	11.60	14.00	16.40
0.60	10.30	11.80	14.30	16.60
0.70	10.60	12.10	14.60	16.80
0.80	10.90	12.30	14.80	17.10
0.90	11.20	12.60	15.10	17.40
1.00	11.40	12.90	15.30	17.70
1.20	11.90	13.40	15.80	18.20
1.50	12.70	14.20	16.60	19.00
2.00	13.90	15.40	17.80	20.20

Capacidad De Carga Para Una Cimentación Aislada Cuadrada

Profundidad D _f (m) Desplante de zapatas	1.00	1.20	1.50	1.80
Ancho B (m)	Q _{adm} (t/m ²)	Q _{adm} (t/m ²)	Q _{adm} (t/m ²)	Q _{adm} (t/m ²)
0.50	9.60	11.10	13.50	15.90
0.60	9.80	11.30	13.80	16.10
0.70	10.10	11.60	14.10	16.30
0.80	10.40	11.80	14.30	16.60
0.90	10.70	12.10	14.60	16.90
1.00	10.90	12.40	14.80	17.20
1.20	11.40	12.90	15.30	17.70
1.50	12.20	13.70	16.10	18.50
2.00	13.40	14.90	17.30	19.70

9. Asentamientos

Para zapatas con anchos (B) no mayores de 3.0 m, se puede utilizar un método empírico simplificado para calcular el asentamiento en arenas, el cual se basa en limitar la capacidad de carga (Q_{adm}) del suelo, de tal manera que el asentamiento total máximo que se presente no sea mayor a 2.5 cm, y los asentamientos diferenciales sean del orden de 2.0 cm. La ecuación propuesta es la siguiente:

$$q_a = 1.1N'$$

10. Índice de permeabilidad:

Es la facilidad o dificultad que tiene un suelo de permitir que lo atraviese el agua a través de sus vacíos. Esto permite clasificar los suelos en: suelos permeables y suelos impermeables, la permeabilidad está influenciada por el tamaño de las partículas, espacio de los vanos y la estructura del suelo. La tabla que se muestra a continuación presenta los valores, tipos de permeabilidad para diferentes tipos de suelos.

Tipos de suelo	Grado relativo de permeabilidad	Coefficiente de permeabilidad K (cm./seg.)	Propiedades de drenajes
Grava limpia	Alto	1×10^{-1}	Buena
Arena limpia	Medio	1×10^{-3}	Buena
Grava arenosa	Medio	1×10^{-3}	Buena
Arena fina	Bajo	1×10^{-3} a 1×10^{-5}	Franca a pobre
Limos	Bajo	1×10^{-3} a 1×10^{-5}	Franca a pobre
Arena limo arcilloso	Muy bajo	1×10^{-4} a 1×10^{-7}	Pobre o prácticamente imperceptible
Arcilla homogénea	Muy bajo a prácticamente impermeable	$< 1 \times 10^{-7}$	Prácticamente imperceptible

Fuente: A. Casagrande (Mecánica de Suelo, Juárez Badillo)

Conforme los resultados el Grado relativo de permeabilidad son BAJO franca a pobre y el Coeficiente de permeabilidad corresponde de 1×10^{-3} a 1×10^{-5} .

11. Recomendaciones generales y conclusiones

Se realizó un estudio de mecánica de suelos para el proyecto de ampliación de la línea 1 del tren ligero de Guadalajara, ubicado en Av. Camino Real A Colima, Cruce Av. Punto Sur, Los Gavilanes, Tlajomulco De Zúñiga, Jalisco.

Se inicia retirando por medio manual una capa de material orgánico con pasto desde el nivel cero hasta 0.80 metros aproximadamente, enseguida se inicia con la prueba de penetración estándar con la finalidad de conocer la capacidad de carga, y para extraer muestras de los materiales del lugar.

Estratos del subsuelo: Por las pruebas del laboratorio que se realizaron a los materiales le podemos informar a usted que se encontraron: Grava limos (GM), Arena limosa (SM),

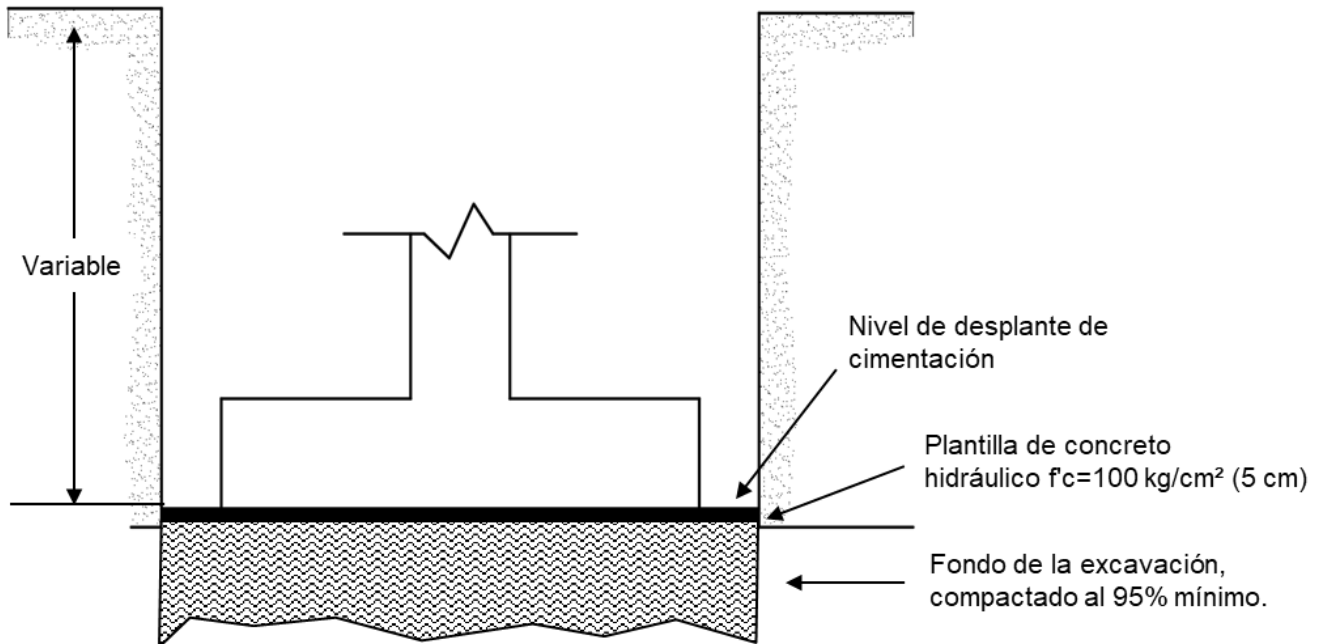
El tipo de cimentación que se adecúa para las condiciones del subsuelo es del tipo superficial conformada por zapatas aisladas y corridas.

Mejoramiento del suelo

Se deberá realizar lo siguiente, previo a la construcción de las zapatas de cimentación,

Corte: Abrir caja a 5 cm de profundidad por debajo del nivel de desplante de la cimentación, cuya capacidad de carga sea la adecuada a sus necesidades y previendo los efectos de volteo que considere el estructurista, se deberá compactar el fondo de la excavación buscando un grado de compactación de por lo menos el 95% de su masa volumétrica seca máxima (MVSM) mediante la prueba AASHTO Estándar.

Plantilla: Posteriormente, sobre el fondo de la excavación debidamente compactado, se colocará una plantilla de concreto hidráulico $f'c=100 \text{ kg/cm}^2$ con un espesor de 5 cm, con el fin de evitar que el concreto de los elementos estructurales se contaminen con partículas de suelo y que la carga se distribuya correctamente, una vez cumplido esto, se puede continuar con la construcción de la cimentación.



Esquema representativo del mejoramiento del suelo (sin escala).

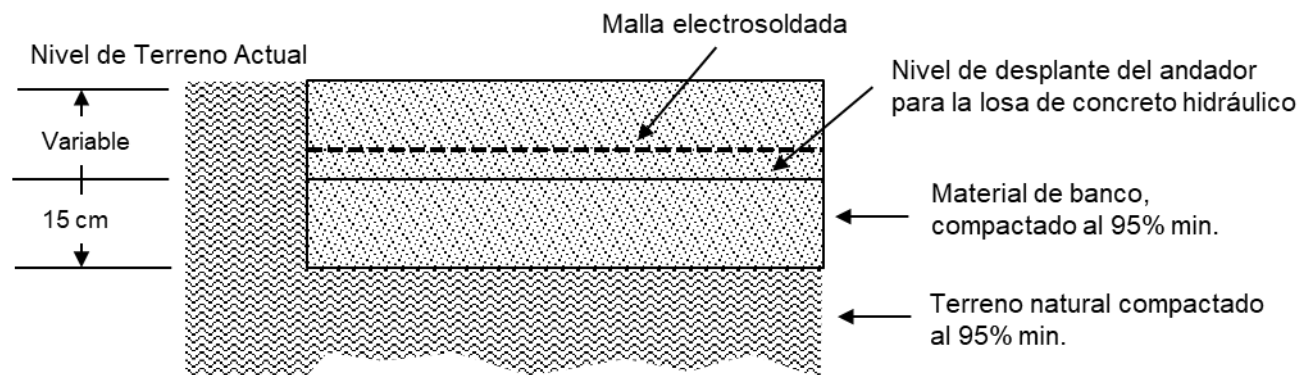
Mejoramiento del suelo para andador a nivel de piso

Se deberá realizar lo siguiente para la construcción del andador.

Corte: Abrir cajón a 15 cm de profundidad por debajo de desplante del andador, se deberá compactar el fondo del cajón para descartar la presencia de material suelto, buscando un grado de compactación de por lo menos el 95% de su masa volumétrica seca máxima AASHTO Estándar.

Relleno: Se colocar una capa de material con características de calidad similar a una Arena Limosa (Material de banco) según la clasificación SUCS, en un espesor de 15 cm, buscando un grado de compactación de por lo menos el 95% de su masa volumétrica seca máxima mediante la prueba AASHTO Estándar.

Malla electrosoldada: Sobre el relleno compactado, se colocará una malla electrosoldada de las características que se requiera, colocada adecuadamente para absorber los esfuerzos de contracción provocados por cambios de temperatura en el concreto. La malla electrosoldada deberá quedar a una distancia de $\frac{1}{3}$ del espesor de la losa de piso (Por encima del relleno). Una vez instalada la malla y habiendo dejado las preparaciones para las instalaciones, se colocará la losa de piso de concreto hidráulico del espesor que requiera el proyecto, quedando la malla electrosoldada sumergida en el concreto hidráulico.



Esquema representativo del mejoramiento (sin escala).

Se hace especial recomendación que las excavaciones no se dejen abiertas por mucho tiempo y de preferencia que no se realicen en temporadas de lluvias para que no se altere la estructura natural del suelo y esto provoque la disminución de la capacidad de carga y el incremento de los hundimientos.

Desde el punto de vista del comportamiento del subsuelo, es posible que, durante un sismo intenso, ocurra un reacomodo en las partículas de los depósitos superficiales existentes, por lo cual es conveniente que las estructuras estén capacitadas para admitir movimientos diferenciales sin dañarse.

Dentro de las consideraciones importantes es fundamental conducir los escurrimientos para evitar la infiltración de agua cerca de la estructura de cimentación, ya que puede



provocar la lubricación de las partículas y el reacomodo de las mismas, lo que se reflejara en asentamientos del terreno.

En caso de tener alguna duda o aclaración sobre el presente informe, estamos a sus órdenes, así como también al momento de iniciar con los trabajos se encuentra condiciones diferentes a las mencionadas, se recomienda notificar lo antes posible con el fin de apoyarlos en las decisiones oportunas.

A T E N T A M E N T E

Inq. José De Jesús Castillo Carrillo

A T E N T A M E N T E

T.C. Brandon González López

12. MEMORIA FOTOGRÁFICA



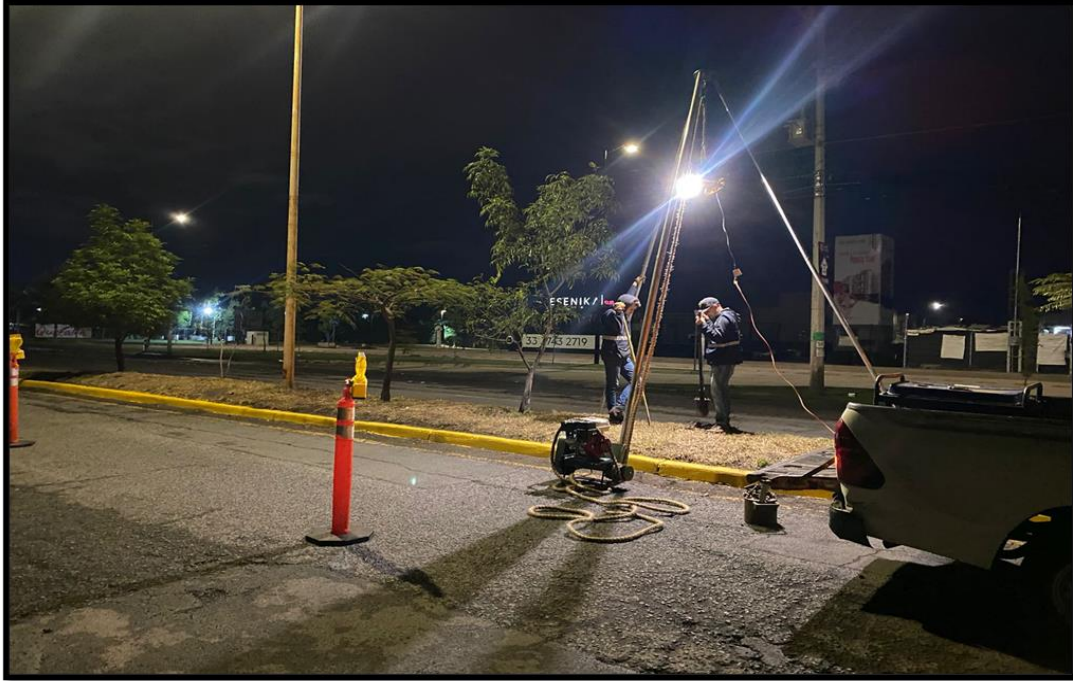
Fotografías: Realización de los sondeos.

Franz Schubert 5471 Col. La Estancia Zapopan, Jalisco, C.P. 45030

Teléfono 36-29-68-00

mapaobras@Gmail.com

MEMORIA FOTOGRÁFICA



Fotografías: Realización de los sondeos.

MEMORIA FOTOGRÁFICA



Fotografías: Material recuperado para su análisis en laboratorio.

INFORME GEOTÉCNICO

PROYECTO:

AMPLIACIÓN DE LA LÍNEA 1 DEL TREN LIGERO DE GUADALAJARA, EN LA ZONA METROPOLITANA DE GUADALAJARA, JALISCO.

CONTRATO:

SIOP-E-SROP-SER-LP-814-2023

SOLICITADO POR:

SECRETARÍA DE INFRAESTRUCTURA Y OBRA PÚBLICA
(S.I.O.P.)

UBICACIÓN:

AV. CAMINO REAL A COLIMA, FRENTE
FRACCIONAMIENTO REAL SAN IGNACIO, SAN AGUSTÍN,
TLAJOMULCO DE ZUÑIGA, JALISCO. (ESTACIÓN 8)

Clave de informe:

ETL8-FRI-1223

CONTENIDO

- 1. Introducción:**
- 2. Antecedentes y descripción Geográfica:**
- 3. Información Geotécnica y Geología del Sitio**
- 4. Detalle de los trabajos elaborados en campo:**
- 5. Ensayes de laboratorio:**
- 6. Croquis de ubicación de los sondeos**
- 7. Nivel de aguas freáticas:**
- 8. Capacidad de carga**
- 9. Asentamientos**
- 10. Índice de permeabilidad:**
- 11. Recomendaciones generales y conclusiones**
- 12. Memoria fotográfica**

1. Introducción:

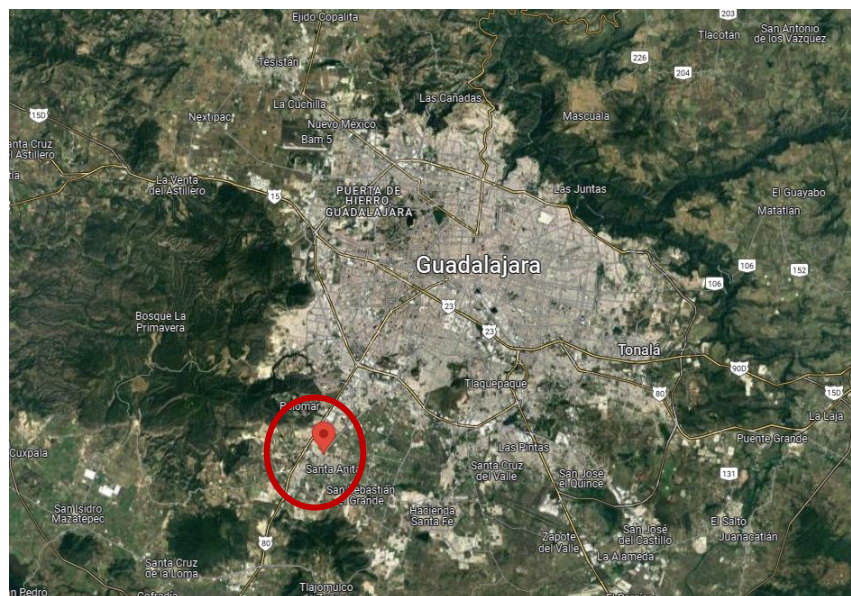
Atendiendo a sus indicaciones para la realización de un estudio de mecánica de suelos para el proyecto de ampliación de la línea 1 del tren ligero de Guadalajara, ubicado en Av. Camino Real a Colima, Frente Fraccionamiento Real San Ignacio, San Agustín, Tlajomulco De Zúñiga, Jalisco.

Se realizaron tres sondeos por el método de penetración estándar con la finalidad de conocer la capacidad de carga de los estratos inferiores del subsuelo, dichos sondeos se ubicaron en puntos específicos por parte de supervisor, tratando de comprender toda el área donde se proyecta desplantar la construcción.

2. Antecedentes y descripción Geográfica:

Descripción Geográfica:

El sitio en estudio se localiza en el Municipio de Tlajomulco de Zúñiga, Jalisco, en las coordenadas $20^{\circ}33'36.00''\text{N}$, $103^{\circ}26'59.00''\text{O}$, a una altura de 1593 metros sobre el nivel del mar.



Ubicación general

Franz Schubert 5471 Col. La Estancia Zapopan, Jalisco, C.P. 45030

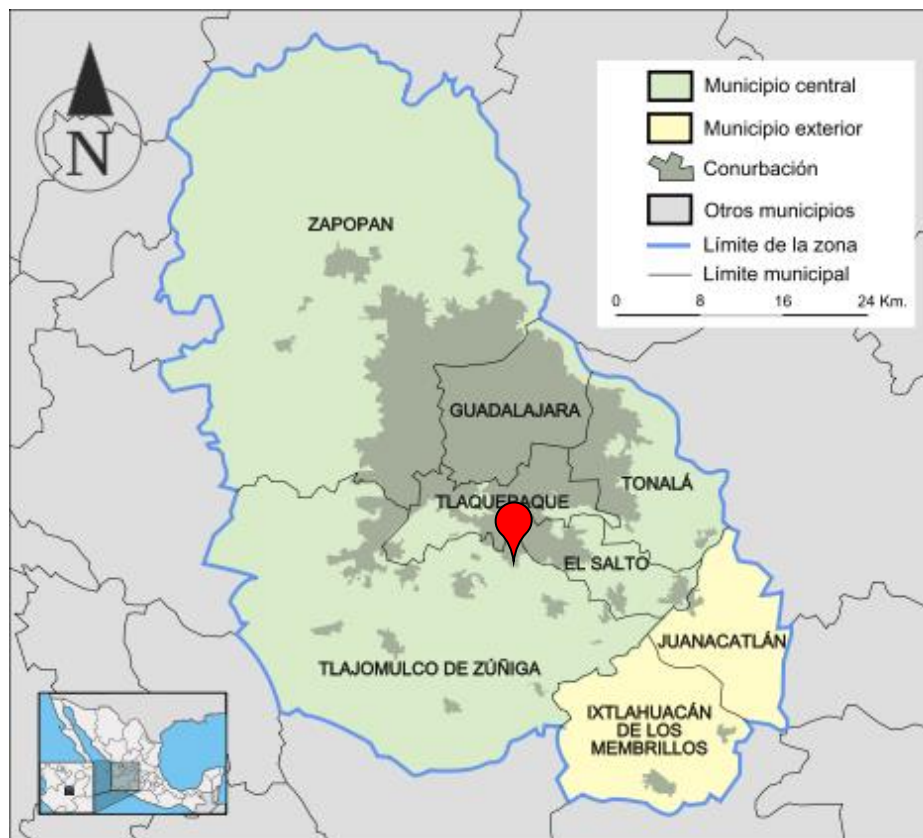
Teléfono 36-29-68-00

mapaobras@Gmail.com

3. Información Geotécnica y Geología del Sitio

Localización:

El Municipio de Tlajomulco de Zuñiga limita al norte con los municipios de Zapopan y Tlaquepaque; al sur con Jocotepec; al este con El Salto, Juanacatlán e Ixtlahuacán de los Membrillos y al oeste con Acatlán de Juárez y Tala.



Localidades

Franz Schubert 5471 Col. La Estancia Zapopan, Jalisco, C.P. 45030

Teléfono 36-29-68-00

mapaobras@Gmail.com

Geología:

El territorio está constituido por terrenos del período cuaternario. Está conformado por rocas ígneas, brecha volcánica, tobas en las sierras y algunos cerros; hay lunares de basalto. En la composición de los suelos predominan los tipos Feozem Háplico; Planosol Eútrico y Vertisol Pélico; son pegajosos cuando están húmedos y muy duros cuando están secos, a veces son salinos.

Topografía:

Las zonas accidentadas cubren el 14% del municipio y tienen alturas de 1,700 a 2,700 metros; las zonas semiplanas cubren el 24% del territorio y tienen alturas de 1,600 a 1,700 metros; las zonas planas ocupan el 62% del municipio y tienen alturas de 1,500 a 1,600 metros sobre el nivel del mar.

Hidrografía:

Sus recursos hidrológicos son proporcionados por los ríos y los arroyos que conforman la subcuenca hidrológica río Santiago (Verde Atotonilco) y por los de la subcuenca Alto Río Ameca. El río Santiago sólo pasa por su límite oriente que divide al municipio con el de Juanacatlán.

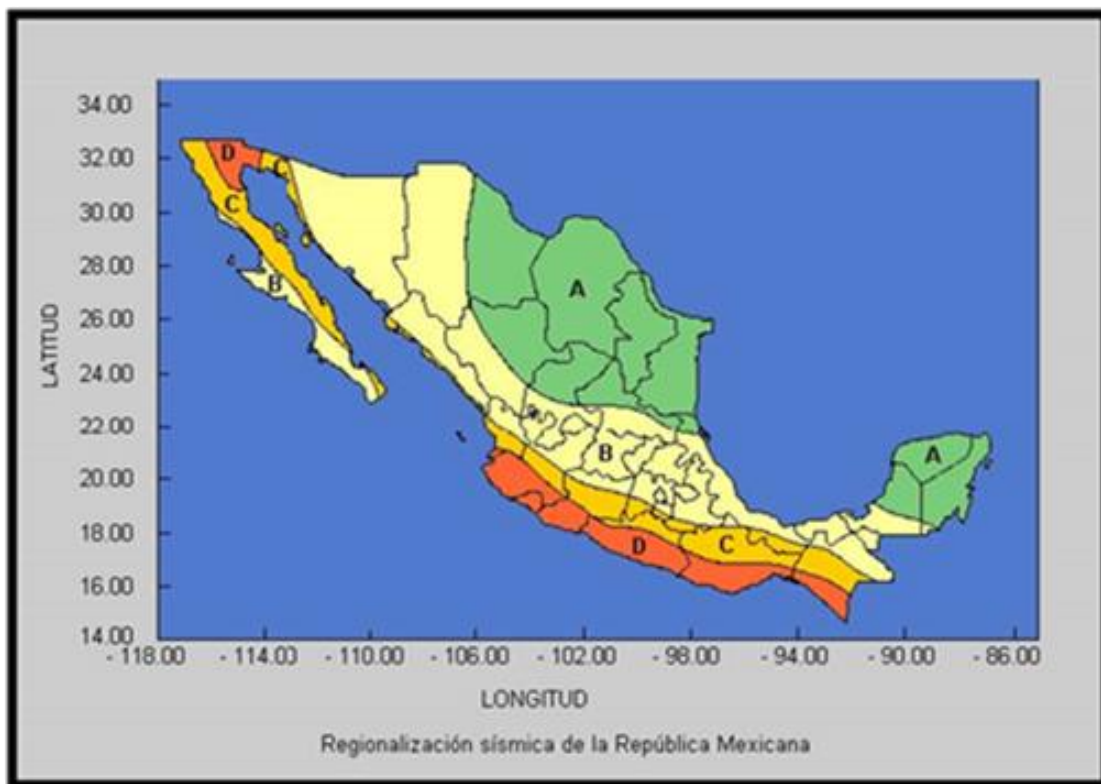
Los principales arroyos son: El Colorado, La Culcha, Las Venadas, del Monte, Grande de San Lucas, Los Sauces, Presa Reventada, Zarco y San Juanete; además la Laguna de Cajititlán y las presas Santa Cruz de las Flores, El Molino, El Guayabo, El Cuervo y Cruz Blanca.

Suelos:

Los suelos dominantes pertenecen al tipo feozem háplico, planosol eútrico; y como suelo asociado se encuentra el vertisol pélico.

Zona Sísmica:

“La intensidad del movimiento sísmico es uno de los peligros al que están expuestas las construcciones. Para tomar en cuenta el peligro sísmico, frecuentemente se recurre al uso de espectros de diseño que dependen, entre otros aspectos, de la cercanía del sitio a las fuentes generadoras de temblores y de las condiciones locales del terreno. En el pasado, esto se resolvió mediante una regionalización sísmica del territorio mexicano que consistía en cuatro zonas, y una clasificación en tres tipos de terreno. Se proporcionó una forma funcional del espectro de cinco parámetros consignados en una tabla en que se atendía la zona sísmica y el tipo de terreno.”



Regionalización Sísmica de la República Mexicana (CFE)

“Los avances en materia de ingeniería sísmica e ingeniería estructural, han permitido refinar los criterios de diseño sísmico de estructuras, basándose en modelos matemáticos más complejos”(Manual de Diseño de Obras Civiles, Diseño por sismo, C.F.E., 2008), dichos cálculos se pueden realizar con el programa PRODISIS (Programa para Diseño Sísmico), para la obtención del valor de la aceleración máxima del terreno rocoso en cualquier parte del país, generación de acelerogramas sintéticos y espectros de diseño. Para conocer más detalles, será necesario consultar el Manual de Diseño de Obras Civiles, Diseño por sismo de la C.F.E., 2008.

4. Detalle de los trabajos elaborados en campo:

Los trabajos de exploración se efectuaron con la prueba de penetración estándar a cada 0.60 m de profundidad, determinando el diagrama de compacidad relativa de los estratos del subsuelo, rescatando una muestra alterada del terreno a cada 0.60 m de profundidad hasta alcanzar la profundidad antes mencionada; para su análisis en el laboratorio, se determinaron las características físicas y mecánicas, así como las propiedades índice que nos proporcionen las condiciones y limitaciones para el diseño de la cimentación de las edificaciones que se proyectan.

Trabajos de Campo:

- 1.- Prueba de penetración estándar mecánica.
- 2.- Posteo por medios manuales.
- 3.- Identificación de las muestras y de estrato(s).
- 4.- Muestreo de los diversos materiales.
- 5.- Traslado del muestreo al laboratorio.
- 6.- Investigación de información en campo.

En el sitio en estudio se realizaron dos sondeos con pruebas de penetración estándar.

Sondeo	Profundidad	Coordenadas
1	4.00 metros	20°33'36.00"N 103°26'59.00"O
2	4.30 metros	20°33'34.80"N 103°27'0.10"O
3	2.90 metros	20°33'43.25"N 103°26'51.86"O

5. Ensayes de laboratorio:

En los sondeos que se realizaron se muestrearon los estratos de los materiales que conforman el subsuelo y de los cuales se obtuvieron varias muestras de cada estrato detectado durante los trabajos de campo realizados; las muestras se trasladaron al laboratorio para determinar sus características físicas y mecánicas:

Pruebas de Laboratorio:

- 1.- Determinación del porcentaje de suelos gruesos.
- 2.- Determinación del porcentaje de suelos finos.
- 3.- Determinación Contenido de agua o del (%) de Humedad.
- 4.- Secado, Disgregado, Cuarteo, Granulometrías.
- 5.- Límites de consistencia (límites de Atterberg).

Características físicas y mecánicas del suelo:

A continuación, se detallan los resultados de los análisis de laboratorio de control de calidad que se realizaron a las muestras obtenidas de los sondeos del subsuelo, al realizar los trabajos de campo para el desarrollo del estudio de mecánica de suelos.

Características físicas y mecánicas del suelo:

IDENTIFICACIÓN	Sondeo No.		1			
	Muestra No.		MUESTRA 1	MUESTRA 2	MUESTRA 3	MUESTRA 4
	Profundidad (m)	de	0.40	1.00	1.60	2.80
		a	1.00	1.60	2.80	4.00
PRUEBAS	Tamaño Máximo		3/8"	3/8"	1/4 "	1/4 "
	% Pasa malla 4		66%	83%	93%	74%
	% Pasa malla 40		33%	31%	58%	26%
	% Pasa malla 200		15%	15%	28%	10%
	Masa Volumétrica Seca Suelta (kg/m³)		1217	1056	1009	1151
	Límite Líquido		29.13%	28.19%	30.07%	32.40%
	Límite Plástico		N.P.	N.P.	N.P.	N.P.
	Índice Plástico		N.P.	N.P.	N.P.	N.P.
CARACTERÍSTICAS	Apariencia Física		color café	color café	color café claro	color café claro
	Clasificación SUCS		GM	GM	SM	GP-GM
	Descripción SUCS		Grava limosa con arena	Grava limosa con arena	Arena limosa	Grava mal graduada con limo y arena
	Tipo de Suelo		A	A	A	A

A= Arenas

B= piedras medianas y pequeñas

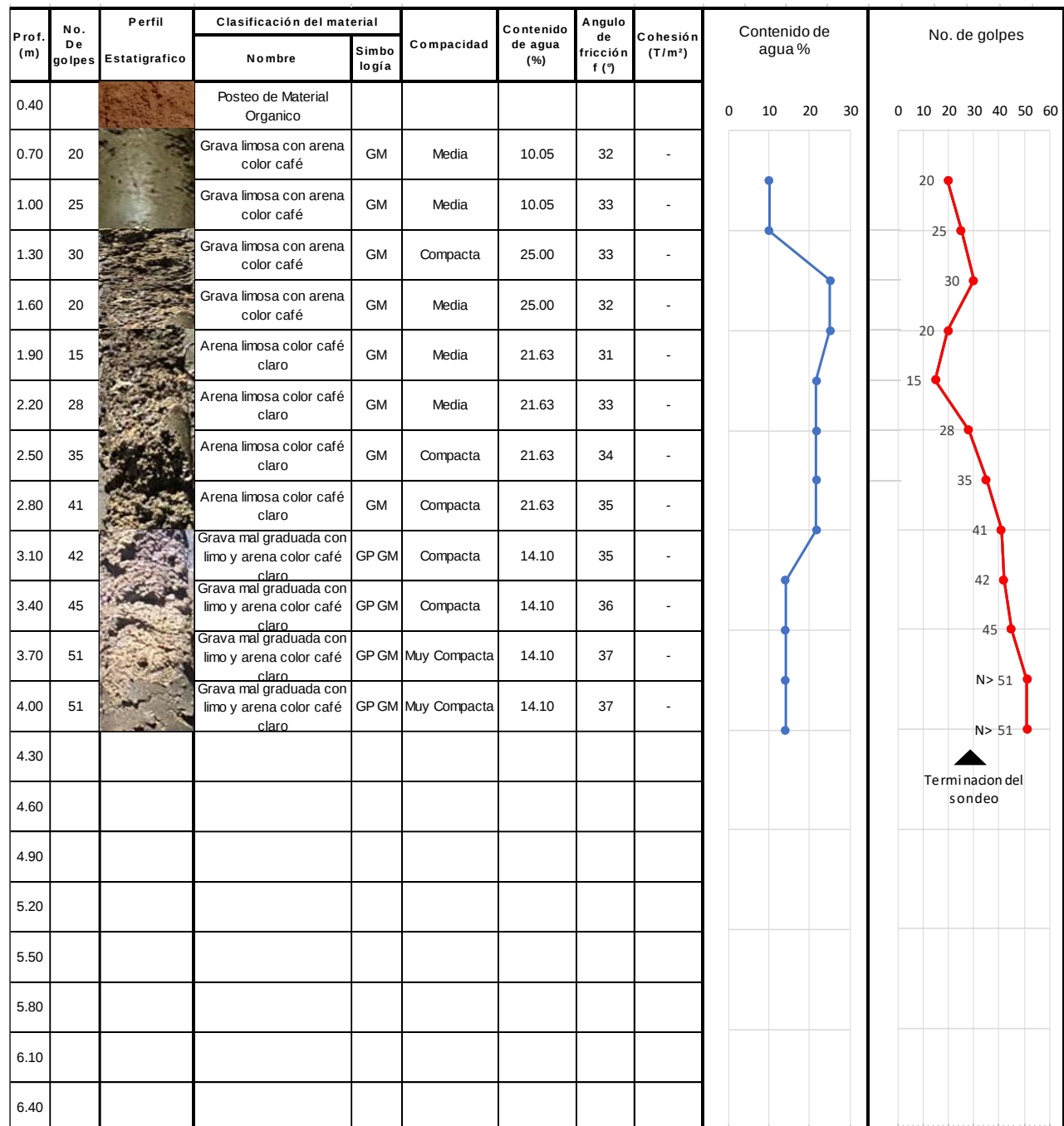
C= rocas de gran tamaño

Franz Schubert 5471 Col. La Estancia Zapopan, Jalisco, C.P. 45030

Teléfono 36-29-68-00

mapaobras@Gmail.com

Perfil estratigráfico sondeo 1:



A.S.T.M. D1586, el avance del sondeo se suspende cuando el número de golpes de la técnica de penetración estándar es mayor de 50 golpes.

Características físicas y mecánicas del suelo:

IDENTIFICACIÓN	Sondeo No.		2		
	Muestra No.		MUESTRA 5	MUESTRA 6	MUESTRA 7
	Profundidad (m)	de	0.40	1.00	2.20
		a	1.00	2.20	4.30
PRUEBAS	Tamaño Máximo		3/8"	1/4"	1/4 "
	% Pasa malla 4		70%	84%	91%
	% Pasa malla 40		36%	35%	49%
	% Pasa malla 200		18%	16%	27%
	Masa Volumétrica Seca Suelta (kg/m³)		1193	1150	1020
	Límite Líquido		30.20%	38.17%	30.61%
	Límite Plástico		N.P.	N.P.	N.P.
	Índice Plástico		N.P.	N.P.	N.P.
CARACTERÍSTICAS	Apariencia Física		color café oscuro	color café	color café claro
	Clasificación SUCS		GM	SM	SM
	Descripción SUCS		Grava limosa con arena	Arena limosa con grava	Arena limosa
	Tipo de Suelo		A	A	A

A= Arenas

B= piedras medianas y pequeñas

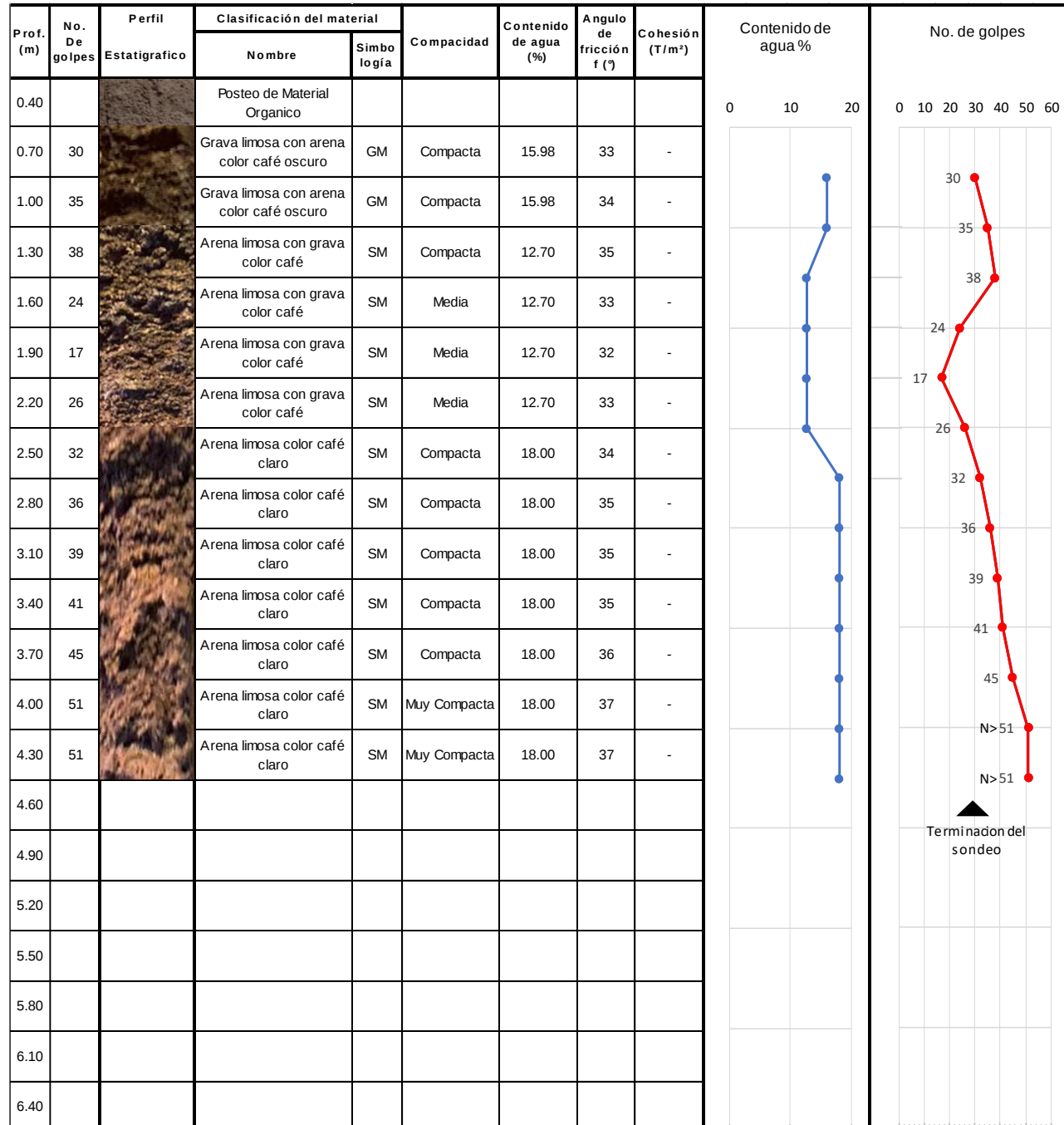
C= rocas de gran tamaño

Franz Schubert 5471 Col. La Estancia Zapopan, Jalisco, C.P. 45030

Teléfono 36-29-68-00

mapaobras@Gmail.com

Perfil estratigráfico sondeo 2:



A.S.T.M. D1586, el avance del sondeo se suspende cuando el número de golpes de la técnica de penetración estándar es mayor de 50 golpes.

Características físicas y mecánicas del suelo:

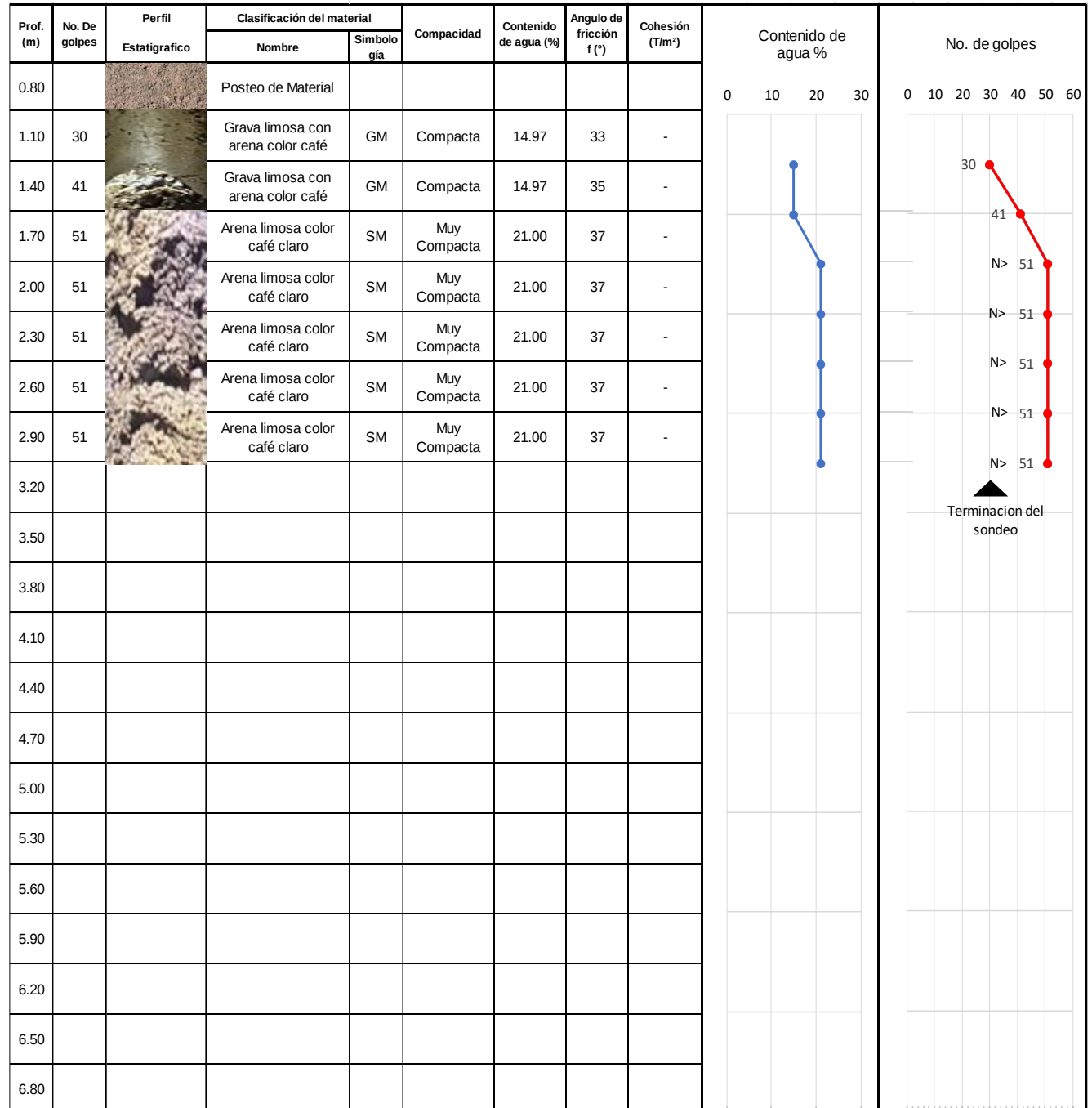
IDENTIFICACIÓN	Sondeo No.		3	
	Muestra No.		MUESTRA 9	MUESTRA 10
	Profundidad (m)	de	0.80	1.40
		a	1.40	3.20
PRUEBAS	Tamaño Máximo		1/4"	1/4"
	% Pasa malla 4		74%	89%
	% Pasa malla 40		50%	52%
	% Pasa malla 200		32%	32%
	Masa Volumétrica Seca Suelta (kg/m ³)		1078	1027
	Límite Líquido		29.42%	31.29%
	Límite Plástico		N.P.	N.P.
	Índice Plástico		N.P.	N.P.
CARACTERÍSTICAS	Apariencia Física		color café	color café claro
	Clasificación SUCS		GM	SM
	Descripción SUCS		Grava limosa con arena	Arena limosa
	Tipo de Suelo		A	A

A= Arenas

B= piedras medianas y pequeñas

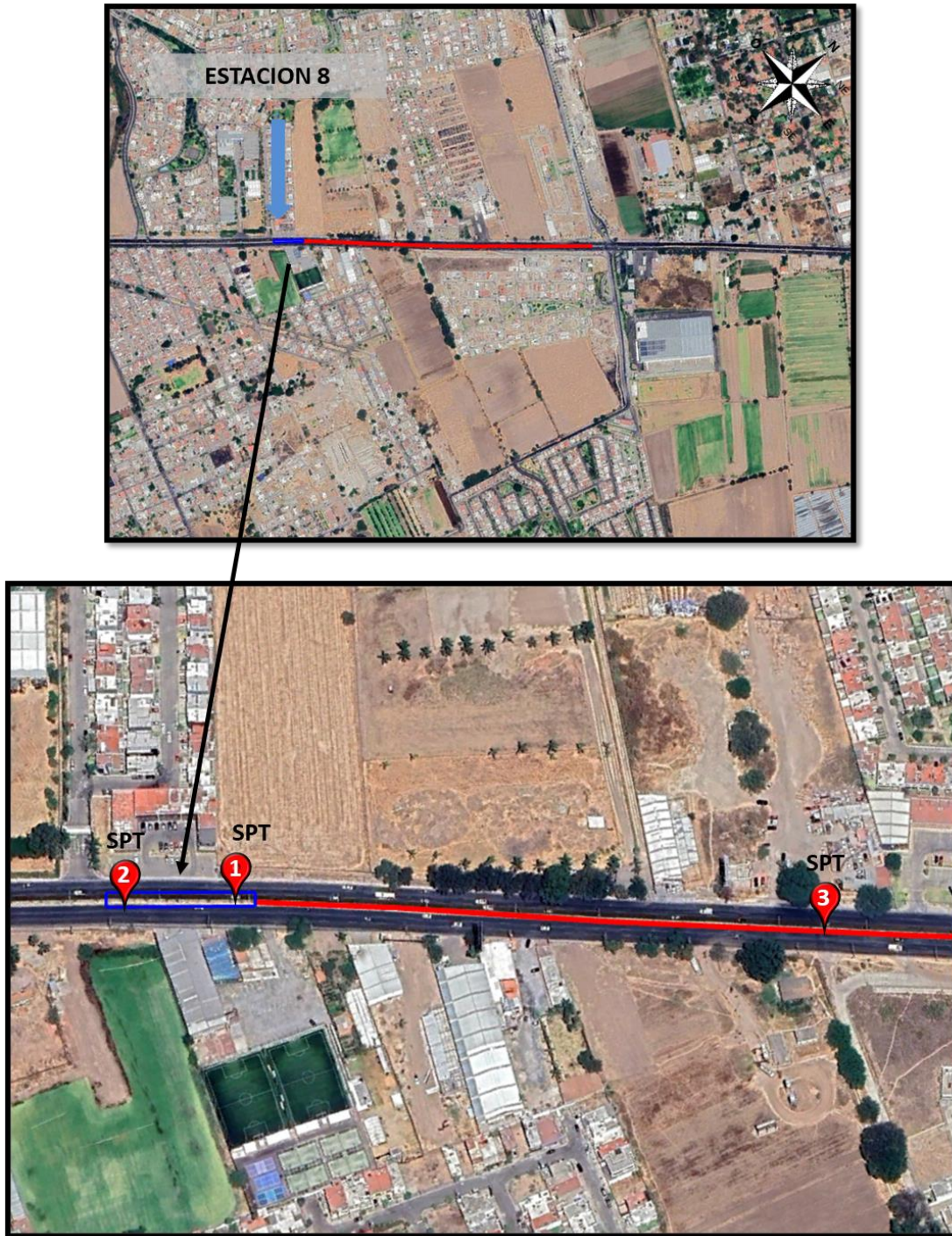
C= rocas de gran tamaño

Perfil estratigráfico sondeo 3:



A.S.T.M. D1586, el avance del sondeo se suspende cuando el número de golpes de la técnica de penetración estándar es mayor de 50 golpes.

6. Croquis de ubicación de los sondeos



Ubicación de los sondeos en el sitio.

Franz Schubert 5471 Col. La Estancia Zapopan, Jalisco, C.P. 45030

Teléfono 36-29-68-00

mapaobras@Gmail.com

7. Nivel de aguas freáticas:

No se localizó nivel de aguas freáticas (N.A.F.) en la fecha en la que se efectuó la exploración del subsuelo.

8. Capacidad de carga

De acuerdo con las formulas del Dr. Terzaghi para la determinación de la capacidad de carga utilizamos la siguiente expresión:

$$q_d = C \times N_c + \gamma \times Z \times N_q + 0.5\gamma \times B \times N_w$$

Se presenta un esfuerzo máximo por unidad de longitud, que puede aplicarse a las cimentaciones, y que nos dará como resultados la capacidad de carga límite de la cimentación

Donde:

q_d = capacidad de carga limite ton / m² O kg / m²

c = cohesión del suelo ton / m² O kg / m²

γ = peso volumétrico del suelo ton / m³ O kg / m³

z = profundidad de desplante metros

N_c , N_q , N_w y B son coeficientes sin que dependan del ángulo de fricción interna del suelo y que se llaman factores de capacidad de carga debidos a la cohesión, a la sobre carga y al peso del suelo.

Capacidad De Carga Para Una Cimentación Corrida

Profundidad D _f (m) Desplante de zapatas	1.00	1.20	1.50	1.80
Ancho B (m)	Q _{adm} (t/m ²)	Q _{adm} (t/m ²)	Q _{adm} (t/m ²)	Q _{adm} (t/m ²)
0.50	7.70	8.90	10.70	14.30
0.60	7.90	9.10	11.00	14.50
0.70	8.20	9.40	11.30	14.70
0.80	8.50	9.60	11.50	15.00
0.90	8.80	9.90	11.80	15.30
1.00	9.00	10.20	12.00	15.60
1.20	9.50	10.70	12.50	16.10
1.50	10.30	11.50	13.30	16.90
2.00	11.50	12.70	14.50	18.10

Capacidad De Carga Para Una Cimentación Aislada Cuadrada

Profundidad D _f (m) Desplante de zapatas	1.00	1.20	1.50	1.80
Ancho B (m)	Q _{adm} (t/m ²)	Q _{adm} (t/m ²)	Q _{adm} (t/m ²)	Q _{adm} (t/m ²)
0.50	7.20	8.40	10.20	13.80
0.60	7.40	8.60	10.50	14.00
0.70	7.70	8.90	10.80	14.20
0.80	8.00	9.10	11.00	14.50
0.90	8.30	9.40	11.30	14.80
1.00	8.50	9.70	11.50	15.10
1.20	9.00	10.20	12.00	15.60
1.50	9.80	11.00	12.80	16.40
2.00	11.00	12.20	14.00	17.60

9. Asentamientos

Para zapatas con anchos (B) no mayores de 3.0 m, se puede utilizar un método empírico simplificado para calcular el asentamiento en arenas, el cual se basa en limitar la capacidad de carga (Q_{adm}) del suelo, de tal manera que el asentamiento total máximo que se presente no sea mayor a 2.5 cm, y los asentamientos diferenciales sean del orden de 2.0 cm. La ecuación propuesta es la siguiente:

$$q_a = 1.1N'$$

10. Índice de permeabilidad:

Es la facilidad o dificultad que tiene un suelo de permitir que lo atraviese el agua a través de sus vacíos. Esto permite clasificar los suelos en: suelos permeables y suelos impermeables, la permeabilidad está influenciada por el tamaño de las partículas, espacio de los vanos y la estructura del suelo. La tabla que se muestra a continuación presenta los valores, tipos de permeabilidad para diferentes tipos de suelos.

Tipos de suelo	Grado relativo de permeabilidad	Coefficiente de permeabilidad K (cm./seg.)	Propiedades de drenajes
Grava limpia	Alto	1×10^{-1}	Buena
Arena limpia	Medio	1×10^{-3}	Buena
Grava arenosa	Medio	1×10^{-3}	Buena
Arena fina	Bajo	1×10^{-3} a 1×10^{-5}	Franca a pobre
Limos	Bajo	1×10^{-3} a 1×10^{-5}	Franca a pobre
Arena limo arcilloso	Muy bajo	1×10^{-4} a 1×10^{-7}	Pobre o prácticamente imperceptible
Arcilla homogénea	Muy bajo a prácticamente impermeable	$< 1 \times 10^{-7}$	Prácticamente imperceptible

Fuente: A. Casagrande (Mecánica de Suelo, Juárez Badillo)

Conforme los resultados el Grado relativo de permeabilidad son BAJO franca a pobre y el Coeficiente de permeabilidad corresponde de 1×10^{-3} a 1×10^{-5} .

11. Recomendaciones generales y conclusiones

Se realizó un estudio de mecánica de suelos para el proyecto de ampliación de la línea 1 del tren ligero de Guadalajara, ubicado en Av. Camino Real a Colima, Frente Fraccionamiento Real San Ignacio, San Agustín, Tlajomulco De Zúñiga, Jalisco.

Se inicia retirando por medio manual una capa de material orgánico con pasto desde el nivel cero hasta 0.40 metros aproximadamente, enseguida se inicia con la prueba de penetración estándar con la finalidad de conocer la capacidad de carga, y para extraer muestras de los materiales del lugar.

Estratos del subsuelo: Por las pruebas del laboratorio que se realizaron a los materiales le podemos informar a usted que se encontraron: Grava limosa con arena (GM), Arena limosa (SM), Grava mal graduada con limo y arena (GP-GM), Arena limosa con grava (SM).

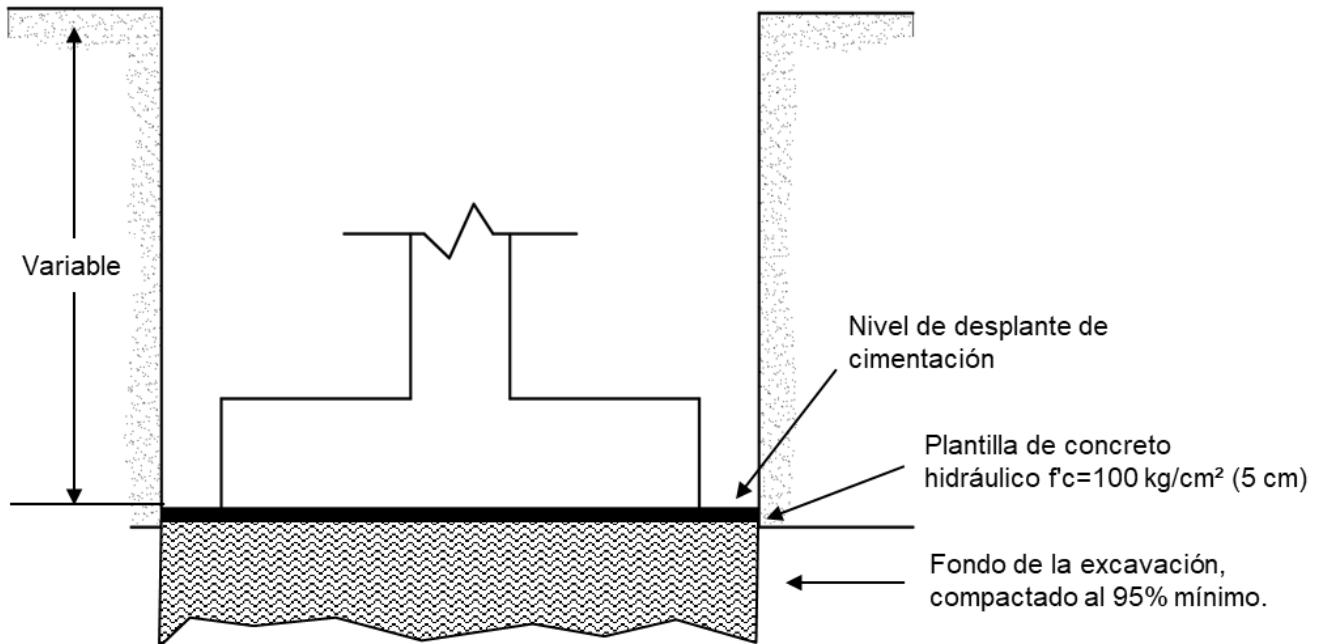
El tipo de cimentación que se adecúa para las condiciones del subsuelo es del tipo superficial conformada por zapatas aisladas y corridas.

Mejoramiento del suelo

Se deberá realizar lo siguiente, previo a la construcción de las zapatas de cimentación,

Corte: Abrir caja a 5 cm de profundidad por debajo del nivel de desplante de la cimentación, cuya capacidad de carga sea la adecuada a sus necesidades y previendo los efectos de volteo que considere el estructurista, se deberá compactar el fondo de la excavación buscando un grado de compactación de por lo menos el 95% de su masa volumétrica seca máxima (MVSM) mediante la prueba AASHTO Estándar.

Plantilla: Posteriormente, sobre el fondo de la excavación debidamente compactado, se colocará una plantilla de concreto hidráulico $f'c=100 \text{ kg/cm}^2$ con un espesor de 5 cm, con el fin de evitar que el concreto de los elementos estructurales se contaminen con partículas de suelo y que la carga se distribuya correctamente, una vez cumplido esto, se puede continuar con la construcción de la cimentación.



Esquema representativo del mejoramiento del suelo (sin escala).

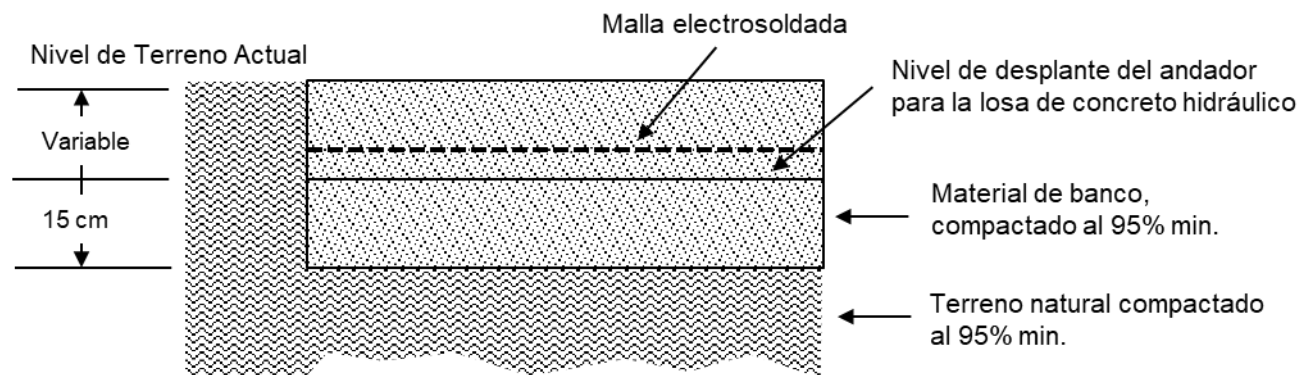
Mejoramiento del suelo para andador a nivel de piso

Se deberá realizar lo siguiente para la construcción del andador.

Corte: Abrir cajón a 15 cm de profundidad por debajo de desplante del andador, se deberá compactar el fondo del cajón para descartar la presencia de material suelto, buscando un grado de compactación de por lo menos el 95% de su masa volumétrica seca máxima AASHTO Estándar.

Relleno: Se colocar una capa de material con características de calidad similar a una Arena Limosa (Material de banco) según la clasificación SUCS, en un espesor de 15 cm, buscando un grado de compactación de por lo menos el 95% de su masa volumétrica seca máxima mediante la prueba AASHTO Estándar.

Malla electrosoldada: Sobre el relleno compactado, se colocará una malla electrosoldada de las características que se requiera, colocada adecuadamente para absorber los esfuerzos de contracción provocados por cambios de temperatura en el concreto. La malla electrosoldada deberá quedar a una distancia de $\frac{1}{3}$ del espesor de la losa de piso (Por encima del relleno). Una vez instalada la malla y habiendo dejado las preparaciones para las instalaciones, se colocará la losa de piso de concreto hidráulico del espesor que requiera el proyecto, quedando la malla electrosoldada sumergida en el concreto hidráulico.



Esquema representativo del mejoramiento (sin escala).

Se hace especial recomendación que las excavaciones no se dejen abiertas por mucho tiempo y de preferencia que no se realicen en temporadas de lluvias para que no se altere la estructura natural del suelo y esto provoque la disminución de la capacidad de carga y el incremento de los hundimientos.

Desde el punto de vista del comportamiento del subsuelo, es posible que, durante un sismo intenso, ocurra un reacomodo en las partículas de los depósitos superficiales existentes, por lo cual es conveniente que las estructuras estén capacitadas para admitir movimientos diferenciales sin dañarse.

Dentro de las consideraciones importantes es fundamental conducir los escurrimientos para evitar la infiltración de agua cerca de la estructura de cimentación, ya que puede provocar la lubricación de las partículas y el reacomodo de las mismas, lo que se reflejara en asentamientos del terreno.

En caso de tener alguna duda o aclaración sobre el presente informe, estamos a sus órdenes, así como también al momento de iniciar con los trabajos se encuentra condiciones diferentes a las mencionadas, se recomienda notificar lo antes posible con el fin de apoyarlos en las decisiones oportunas.

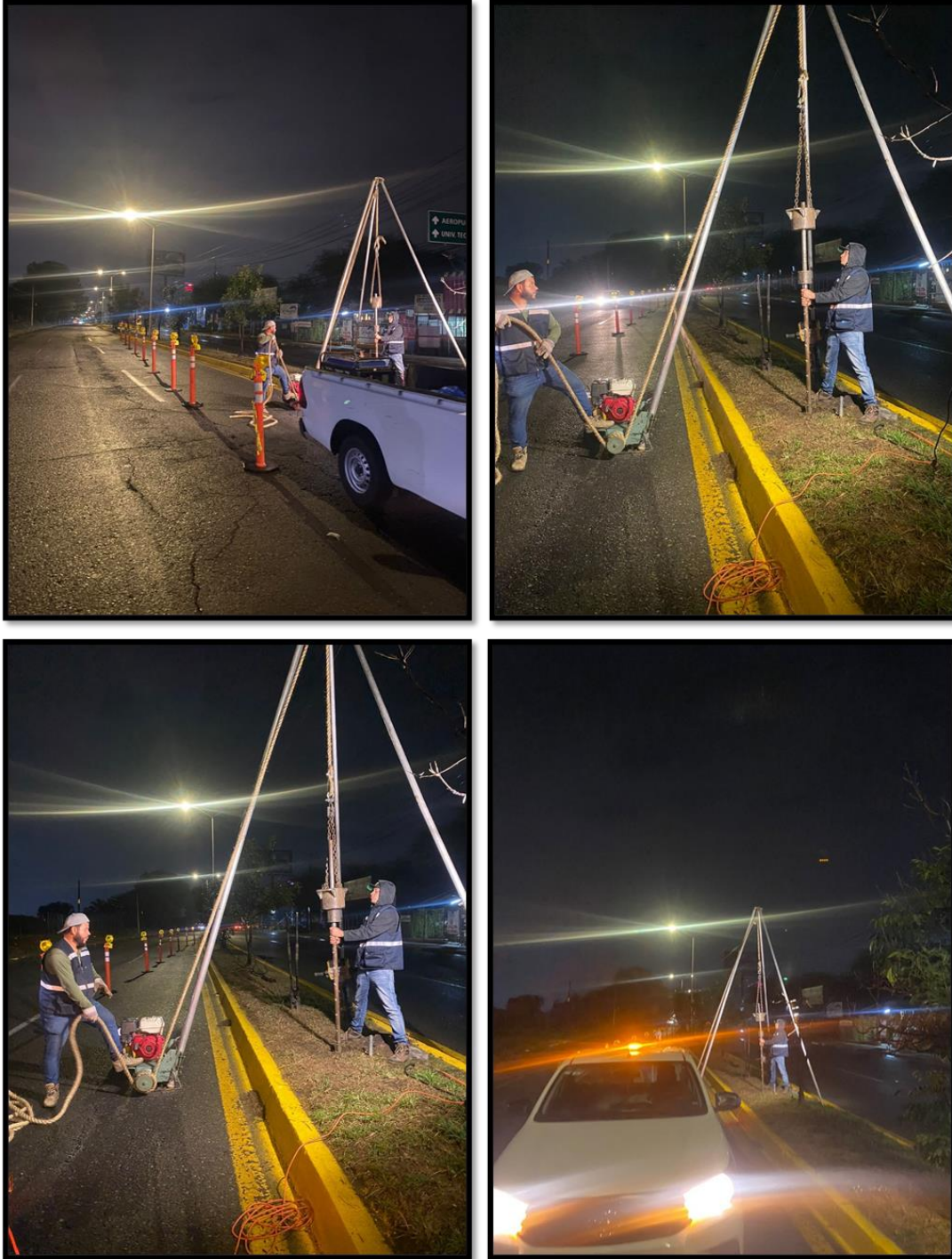
A T E N T A M E N T E

Ing. José De Jesús Castillo Carrillo

A T E N T A M E N T E

T.C. Brandon González López

12. MEMORIA FOTOGRÁFICA



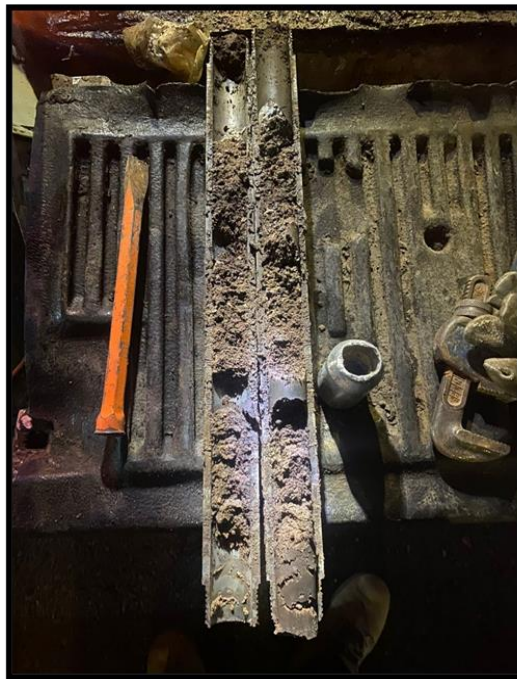
Fotografías: Realización de los sondeos.

MEMORIA FOTOGRÁFICA



Fotografías: Realización de los sondeos.

MEMORIA FOTOGRÁFICA



Fotografías: Material recuperado para su análisis en laboratorio.

INFORME GEOTÉCNICO

PROYECTO:

AMPLIACIÓN DE LA LÍNEA 1 DEL TREN LIGERO DE GUADALAJARA, EN LA ZONA METROPOLITANA DE GUADALAJARA, JALISCO.

CONTRATO:

SIOP-E-SROP-SER-LP-814-2023

SOLICITADO POR:

SECRETARÍA DE INFRAESTRUCTURA Y OBRA PÚBLICA
(S.I.O.P.)

UBICACIÓN:

AV. CAMINO REAL A COLIMA, CRUCE AV. RAMON CORONA, SAN AGUSTÍN, TLAJOMULCO DE ZUÑIGA, JALISCO. (ESTACIÓN 9)

Clave de informe:

ETL9-CRC-1223

CONTENIDO

- 1. Introducción:**
- 2. Antecedentes y descripción Geográfica:**
- 3. Información Geotécnica y Geología del Sitio**
- 4. Detalle de los trabajos elaborados en campo:**
- 5. Ensayes de laboratorio:**
- 6. Croquis de ubicación de los sondeos**
- 7. Nivel de aguas freáticas:**
- 8. Capacidad de carga**
- 9. Asentamientos**
- 10. Índice de permeabilidad:**
- 11. Recomendaciones generales y conclusiones**
- 12. Memoria fotográfica**

1. Introducción:

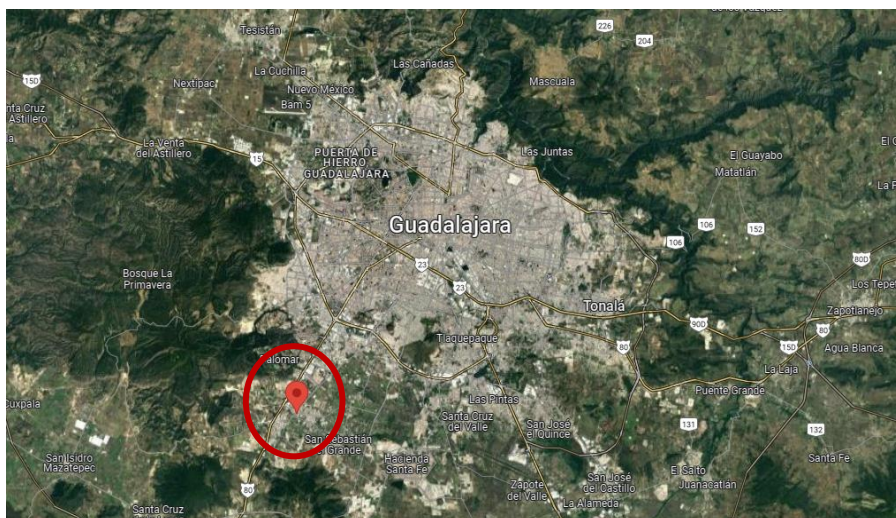
Atendiendo a sus indicaciones para la realización de un estudio de mecánica de suelos para el proyecto de ampliación de la línea 1 del tren ligero de Guadalajara, ubicado en Av. Camino Real A Colima, Cruce Av. Ramon Corona, San Agustín, Tlajomulco De Zúñiga, Jalisco.

Se realizaron tres sondeos por el método de penetración estándar con la finalidad de conocer la capacidad de carga de los estratos inferiores del subsuelo, dichos sondeos se ubicaron en puntos específicos por parte de supervisor, tratando de comprender toda el área donde se proyecta desplantar la construcción.

2. Antecedentes y descripción Geográfica:

Descripción Geográfica:

El sitio en estudio se localiza en el Municipio de Tlajomulco de Zúñiga, Jalisco, en las coordenadas $20^{\circ}33'17.70''N$, $103^{\circ}27'16.16''O$, a una altura de 1592 metros sobre el nivel del mar.



Ubicación general

Franz Schubert 5471 Col. La Estancia Zapopan, Jalisco, C.P. 45030

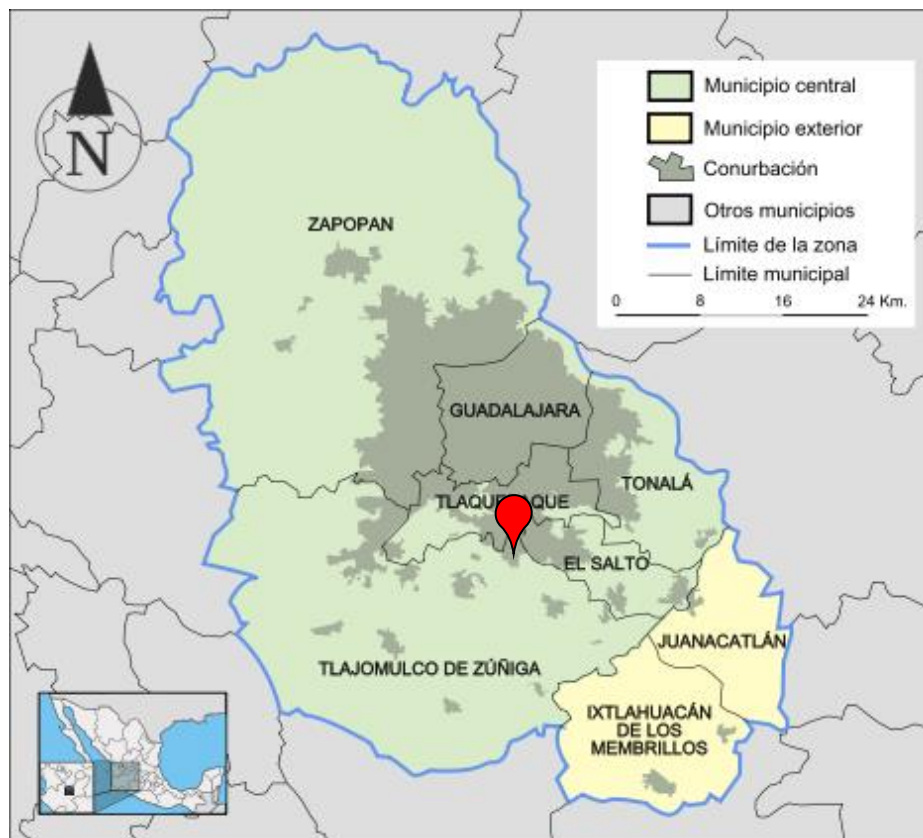
Teléfono 36-29-68-00

mapaobras@Gmail.com

3. Información Geotécnica y Geología del Sitio

Localización:

El Municipio de Tlajomulco de Zuñiga limita al norte con los municipios de Zapopan y Tlaquepaque; al sur con Jocotepec; al este con El Salto, Juanacatlán e Ixtlahuacán de los Membrillos y al oeste con Acatlán de Juárez y Tala.



Localidades

Geología:

El territorio está constituido por terrenos del período cuaternario. Está conformado por rocas ígneas, brecha volcánica, tobas en las sierras y algunos cerros; hay lunares de basalto. En la composición de los suelos predominan los tipos Feozem Háplico; Planosol Eútrico y Vertisol Pélico; son pegajosos cuando están húmedos y muy duros cuando están secos, a veces son salinos.

Topografía:

Las zonas accidentadas cubren el 14% del municipio y tienen alturas de 1,700 a 2,700 metros; las zonas semiplanas cubren el 24% del territorio y tienen alturas de 1,600 a 1,700 metros; las zonas planas ocupan el 62% del municipio y tienen alturas de 1,500 a 1,600 metros sobre el nivel del mar.

Hidrografía:

Sus recursos hidrológicos son proporcionados por los ríos y los arroyos que conforman la subcuenca hidrológica río Santiago (Verde Atotonilco) y por los de la subcuenca Alto Río Ameca. El río Santiago sólo pasa por su límite oriente que divide al municipio con el de Juanacatlán.

Los principales arroyos son: El Colorado, La Culcha, Las Venadas, del Monte, Grande de San Lucas, Los Sauces, Presa Reventada, Zarco y San Juanete; además la Laguna de Cajititlán y las presas Santa Cruz de las Flores, El Molino, El Guayabo, El Cuervo y Cruz Blanca.

Suelos:

Los suelos dominantes pertenecen al tipo feozem háplico, planosol eútrico; y como suelo asociado se encuentra el vertisol pélico.

Zona Sísmica:

“La intensidad del movimiento sísmico es uno de los peligros al que están expuestas las construcciones. Para tomar en cuenta el peligro sísmico, frecuentemente se recurre al uso de espectros de diseño que dependen, entre otros aspectos, de la cercanía del sitio a las fuentes generadoras de temblores y de las condiciones locales del terreno. En el pasado, esto se resolvió mediante una regionalización sísmica del territorio mexicano que consistía en cuatro zonas, y una clasificación en tres tipos de terreno. Se proporcionó una forma funcional del espectro de cinco parámetros consignados en una tabla en que se atendía la zona sísmica y el tipo de terreno.”



Regionalización Sísmica de la República Mexicana (CFE)

“Los avances en materia de ingeniería sísmica e ingeniería estructural, han permitido refinar los criterios de diseño sísmico de estructuras, basándose en modelos matemáticos más complejos”(Manual de Diseño de Obras Civiles, Diseño por sismo, C.F.E., 2008), dichos cálculos se pueden realizar con el programa PRODISIS (Programa para Diseño Sísmico), para la obtención del valor de la aceleración máxima del terreno rocoso en cualquier parte del país, generación de acelerogramas sintéticos y espectros de diseño. Para conocer más detalles, será necesario consultar el Manual de Diseño de Obras Civiles, Diseño por sismo de la C.F.E., 2008.

4. Detalle de los trabajos elaborados en campo:

Los trabajos de exploración se efectuaron con la prueba de penetración estándar a cada 0.60 m de profundidad, determinando el diagrama de compacidad relativa de los estratos del subsuelo, rescatando una muestra alterada del terreno a cada 0.60 m de profundidad hasta alcanzar la profundidad antes mencionada; para su análisis en el laboratorio, se determinaron las características físicas y mecánicas, así como las propiedades índice que nos proporcionen las condiciones y limitaciones para el diseño de la cimentación de las edificaciones que se proyectan.

Trabajos de Campo:

- 1.- Prueba de penetración estándar mecánica.
- 2.- Posteo por medios manuales.
- 3.- Identificación de las muestras y de estrato(s).
- 4.- Muestreo de los diversos materiales.
- 5.- Traslado del muestreo al laboratorio.
- 6.- Investigación de información en campo.

En el sitio en estudio se realizaron dos sondeos con pruebas de penetración estándar.

Sondeo	Profundidad	Coordenadas
1	4.30 metros	20 °33'17.67"N 103°27'16.23"O
2	4.10 metros	20°33'18.50"N 103°27'15.42"O
3	2.30 metros	20°33'27.27"N 103°27'6.80"O

5. Ensayes de laboratorio:

En los sondeos que se realizaron se muestrearon los estratos de los materiales que conforman el subsuelo y de los cuales se obtuvieron varias muestras de cada estrato detectado durante los trabajos de campo realizados; las muestras se trasladaron al laboratorio para determinar sus características físicas y mecánicas:

Pruebas de Laboratorio:

- 1.- Determinación del porcentaje de suelos gruesos.
- 2.- Determinación del porcentaje de suelos finos.
- 3.- Determinación Contenido de agua o del (%) de Humedad.
- 4.- Secado, Disgregado, Cuarteo, Granulometrías.
- 5.- Límites de consistencia (límites de Atterberg).

Características físicas y mecánicas del suelo:

A continuación, se detallan los resultados de los análisis de laboratorio de control de calidad que se realizaron a las muestras obtenidas de los sondeos del subsuelo, al realizar los trabajos de campo para el desarrollo del estudio de mecánica de suelos.

Características físicas y mecánicas del suelo:

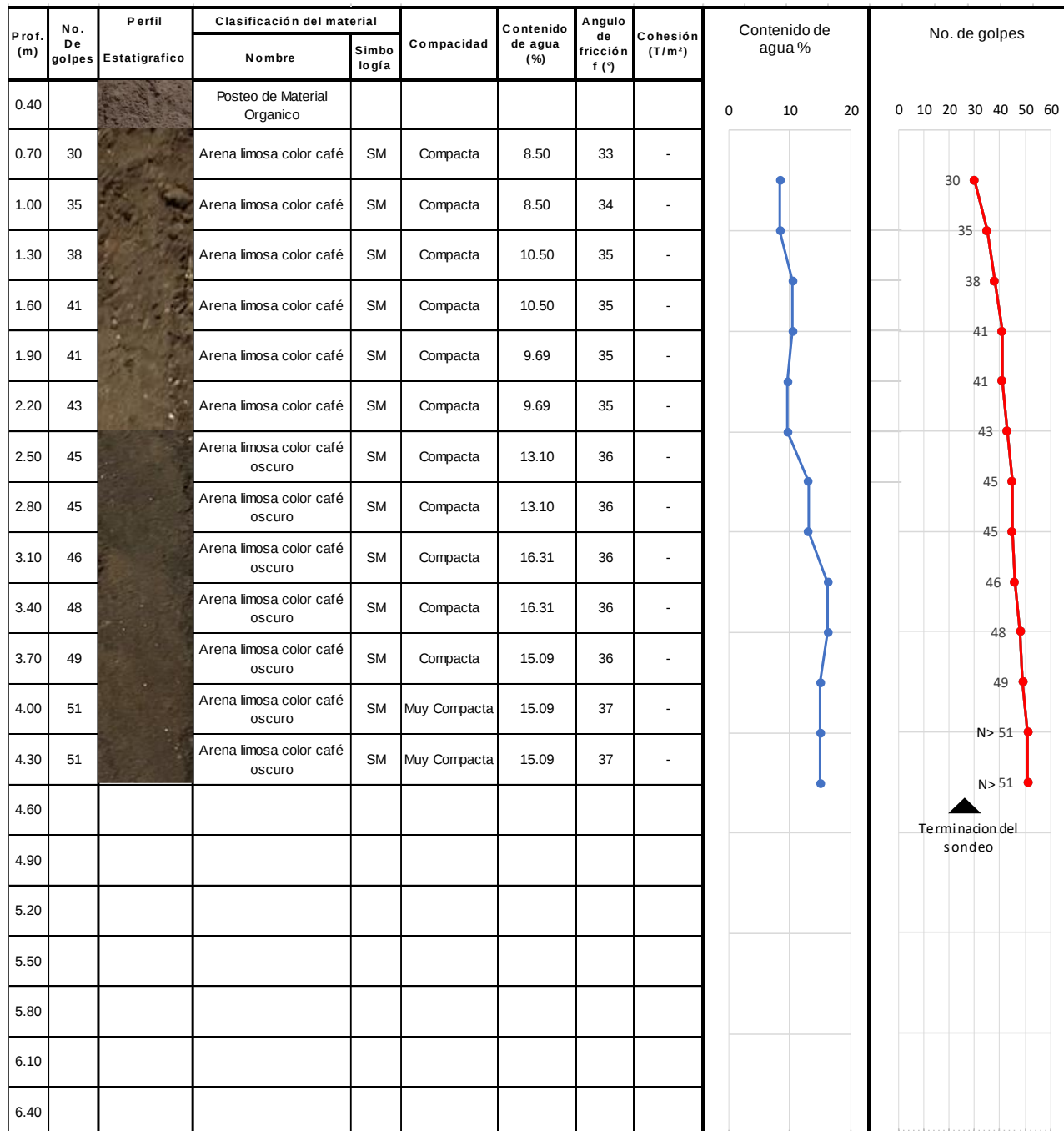
IDENTIFICACIÓN	Sondeo No.		1	
	Muestra No.		MUESTRA 1	MUESTRA 2
	Profundidad (m)	de	0.40	2.20
		a	2.20	4.30
PRUEBAS	Tamaño Máximo		1/4"	1/4"
	% Pasa malla 4		95%	97%
	% Pasa malla 40		63%	76%
	% Pasa malla 200		27%	41%
	Masa Volumétrica Seca Suelta (kg/m³)		1149	1091
	Límite Líquido		29.18%	37.38%
	Límite Plástico		N.P.	27.54%
	Índice Plástico		N.P.	9.84%
CARACTERÍSTICAS	Apariencia Física		color café	color café oscuro
	Clasificación SUCS		SM	SM
	Descripción SUCS		Arena limosa	Arena limosa
	Tipo de Suelo		A	A

A= Arenas

B= piedras medianas y pequeñas

C= rocas de gran tamaño

Perfil estratigráfico sondeo 1



A.S.T.M. D1586, el avance del sondeo se suspende cuando el número de golpes de la técnica de penetración estándar es mayor de 50 golpes.

Características físicas y mecánicas del suelo:

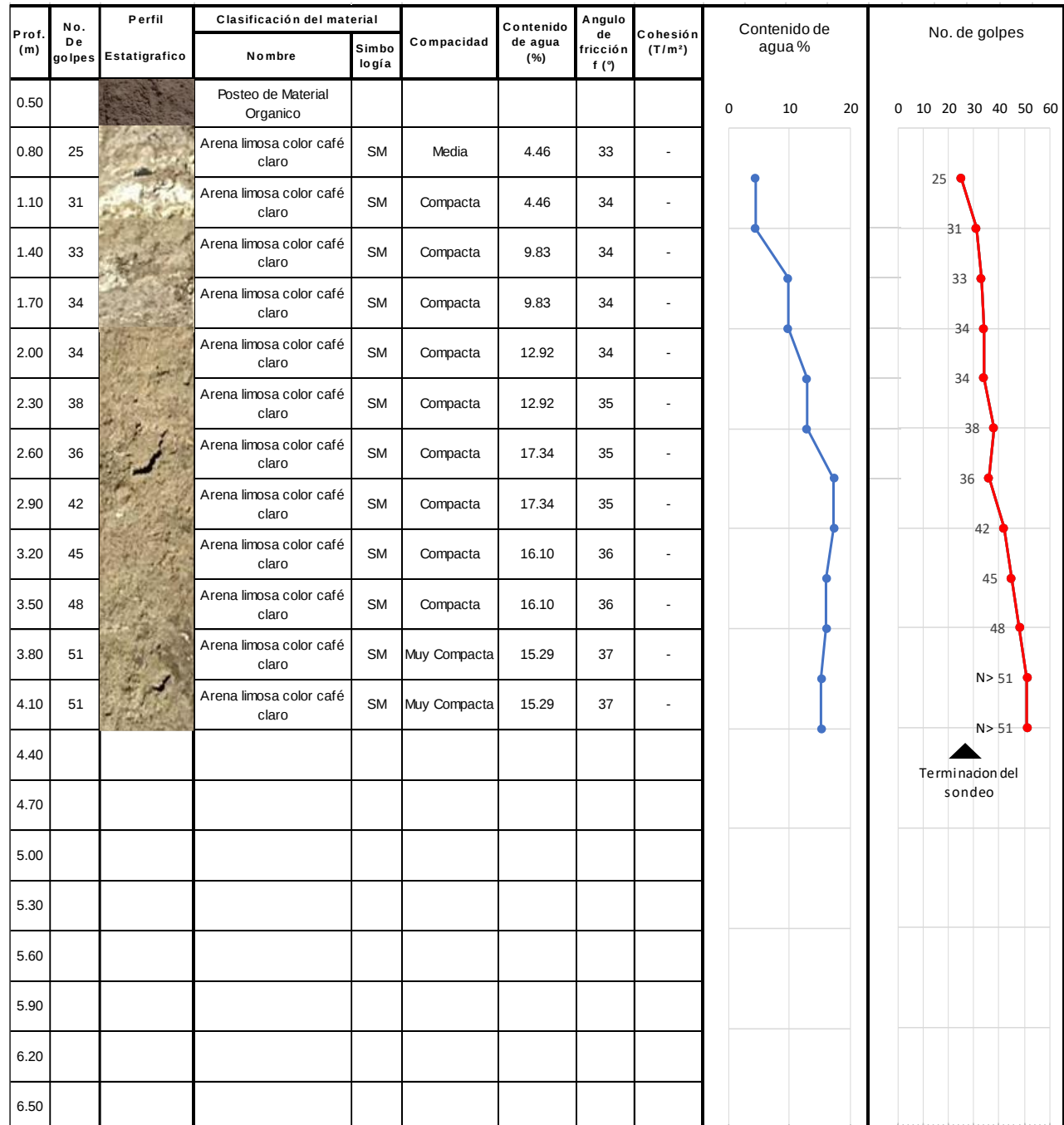
IDENTIFICACIÓN	Sondeo No.		2	
	Muestra No.		MUESTRA 3	MUESTRA 4
	Profundidad (m)	de	0.50	1.70
		a	1.70	4.10
PRUEBAS	Tamaño Máximo		3/8"	1/4"
	% Pasa malla 4		92%	97%
	% Pasa malla 40		61%	77%
	% Pasa malla 200		24%	45%
	Masa Volumétrica Seca Suelta (kg/m³)		1134	1078
	Límite Líquido		28.47%	38.10%
	Límite Plástico		N.P.	27.40%
	Índice Plástico		N.P.	10.70%
CARACTERÍSTICAS	Apariencia Física		color café claro	color café claro
	Clasificación SUCS		SM	SM
	Descripción SUCS		Arena limosa	Arena limosa
	Tipo de Suelo		A	A

A= Arenas

B= piedras medianas y pequeñas

C= rocas de gran tamaño

Perfil estratigráfico sondeo 2



A.S.T.M. D1586, el avance del sondeo se suspende cuando el número de golpes de la técnica de penetración estándar es mayor de 50 golpes.

Características físicas y mecánicas del suelo:

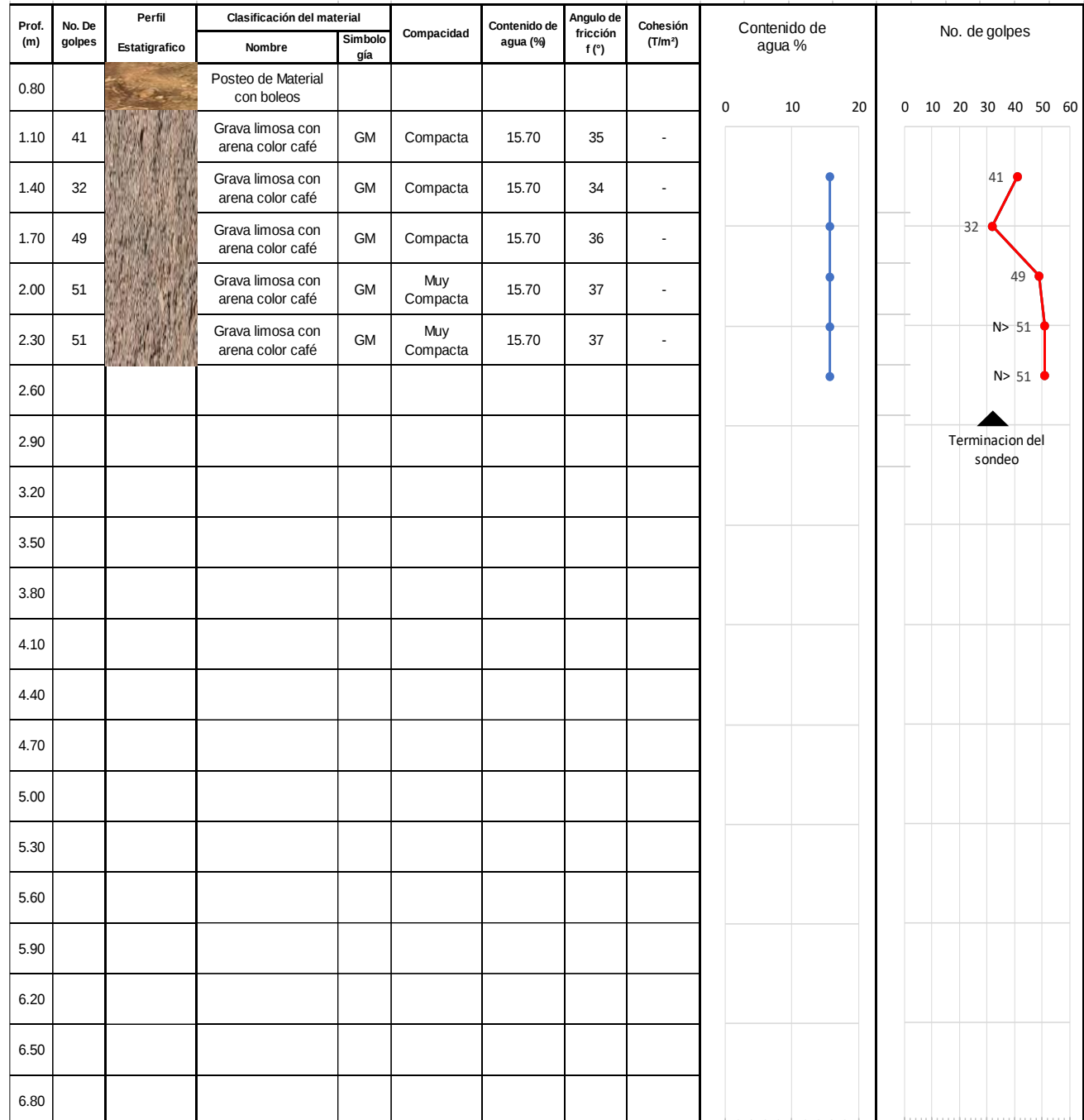
IDENTIFICACIÓN	Sondeo No.	3
	Muestra No.	MUESTRA 5
	Profundidad (m)	de 0.80
		a 2.30
PRUEBAS	Tamaño Máximo	1/4"
	% Pasa malla 4	82%
	% Pasa malla 40	53%
	% Pasa malla 200	35%
	Masa Volumétrica Seca Suelta (kg/m³)	1092
	Límite Líquido	27.98%
	Límite Plástico	N.P.
	Índice Plástico	N.P.
CARACTERÍSTICAS	Apariencia Física	color café
	Clasificación SUCS	GM
	Descripción SUCS	Grava limosa con arena
	Tipo de Suelo	A

A= Arenas

B= piedras medianas y pequeñas

C= rocas de gran tamaño

Perfil estratigráfico sondeo 3



A.S.T.M. D1586, el avance del sondeo se suspende cuando el número de golpes de la técnica de penetración estándar es mayor de 50 golpes.

6. Croquis de ubicación de los sondeos



Ubicación de los sondeos en el sitio.

Franz Schubert 5471 Col. La Estancia Zapopan, Jalisco, C.P. 45030

Teléfono 36-29-68-00

mapaobras@Gmail.com

7. Nivel de aguas freáticas:

No se localizó nivel de aguas freáticas (N.A.F.) en la fecha en la que se efectuó la exploración del subsuelo.

8. Capacidad de carga

De acuerdo con las formulas del Dr. Terzaghi para la determinación de la capacidad de carga utilizamos la siguiente expresión:

$$q_d = C \times N_c + \gamma \times Z \times N_q + 0.5\gamma \times B \times N_w$$

Se presenta un esfuerzo máximo por unidad de longitud, que puede aplicarse a las cimentaciones, y que nos dará como resultados la capacidad de carga límite de la cimentación

Donde:

q_d = capacidad de carga limite ton / m² O kg / m²

c = cohesión del suelo ton / m² O kg / m²

γ = peso volumétrico del suelo ton / m³ O kg / m³

z = profundidad de desplante metros

N_c , N_q , N_w y B son coeficientes sin que dependan del ángulo de fricción interna del suelo y que se llaman factores de capacidad de carga debidos a la cohesión, a la sobre carga y al peso del suelo.

Capacidad De Carga Para Una Cimentación Corrida

Profundidad D _f (m) Desplante de zapatas	0.90	1.20	1.50	1.80
Ancho B (m)	Q _{adm} (t/m ²)	Q _{adm} (t/m ²)	Q _{adm} (t/m ²)	Q _{adm} (t/m ²)
0.50	8.80	8.80	8.80	8.80
0.60	9.10	9.00	9.10	9.10
0.70	9.40	9.30	9.40	9.30
0.80	9.70	9.60	9.60	9.60
0.90	10.00	9.90	9.90	9.90
1.00	10.30	10.20	10.20	10.20
1.20	10.80	10.70	10.70	10.70
1.50	11.60	11.50	11.50	11.50
2.00	12.80	12.70	12.70	12.70

Capacidad De Carga Para Una Cimentación Aislada Cuadrada

Profundidad D _f (m) Desplante de zapatas	0.90	1.20	1.50	1.80
Ancho B (m)	Q _{adm} (t/m ²)	Q _{adm} (t/m ²)	Q _{adm} (t/m ²)	Q _{adm} (t/m ²)
0.50	8.30	8.30	8.30	8.30
0.60	8.60	8.50	8.60	8.60
0.70	8.90	8.80	8.90	8.80
0.80	9.20	9.10	9.10	9.10
0.90	9.50	9.40	9.40	9.40
1.00	9.80	9.70	9.70	9.70
1.20	10.30	10.20	10.20	10.20
1.50	11.10	11.00	11.00	11.00
2.00	12.30	12.20	12.20	12.20

9. Asentamientos

Para zapatas con anchos (B) no mayores de 3.0 m, se puede utilizar un método empírico simplificado para calcular el asentamiento en arenas, el cual se basa en limitar la capacidad de carga (Q_{adm}) del suelo, de tal manera que el asentamiento total máximo que se presente no sea mayor a 2.5 cm, y los asentamientos diferenciales sean del orden de 2.0 cm. La ecuación propuesta es la siguiente:

$$q_a = 1.1N'$$

10. Índice de permeabilidad:

Es la facilidad o dificultad que tiene un suelo de permitir que lo atraviese el agua a través de sus vacíos. Esto permite clasificar los suelos en: suelos permeables y suelos impermeables, la permeabilidad está influenciada por el tamaño de las partículas, espacio de los vanos y la estructura del suelo. La tabla que se muestra a continuación presenta los valores, tipos de permeabilidad para diferentes tipos de suelos.

Tipos de suelo	Grado relativo de permeabilidad	Coefficiente de permeabilidad K (cm./seg.)	Propiedades de drenajes
Grava limpia	Alto	1×10^{-1}	Buena
Arena limpia	Medio	1×10^{-3}	Buena
Grava arenosa	Medio	1×10^{-3}	Buena
Arena fina	Bajo	1×10^{-3} a 1×10^{-5}	Franca a pobre
Limos	Bajo	1×10^{-3} a 1×10^{-5}	Franca a pobre
Arena limo arcilloso	Muy bajo	1×10^{-4} a 1×10^{-7}	Pobre o prácticamente imperceptible
Arcilla homogénea	Muy bajo a prácticamente impermeable	$< 1 \times 10^{-7}$	Prácticamente imperceptible

Fuente: A. Casagrande (Mecánica de Suelo, Juárez Badillo)

Conforme los resultados el Grado relativo de permeabilidad son BAJO franca a pobre y el Coeficiente de permeabilidad corresponde de 1×10^{-3} a 1×10^{-5} .

11. Recomendaciones generales y conclusiones

Se realizó un estudio de mecánica de suelos para el proyecto de ampliación de la línea 1 del tren ligero de Guadalajara, ubicado en Av. Camino Real A Colima, Cruce Av. Ramon Corona, San Agustín, Tlajomulco De Zúñiga, Jalisco.

Se inicia retirando por medio manual una capa de material orgánico con pasto desde el nivel cero hasta 0.50 metros aproximadamente, enseguida se inicia con la prueba de penetración estándar con la finalidad de conocer la capacidad de carga, y para extraer muestras de los materiales del lugar.

Estratos del subsuelo: Por las pruebas del laboratorio que se realizaron a los materiales le podemos informar a usted que se encontraron: Arena limosa (SM), Grava limosa con arena (GM).

El tipo de cimentación que se adecúa para las condiciones del subsuelo es del tipo superficial conformada por zapatas aisladas y corridas.

Mejoramiento del suelo

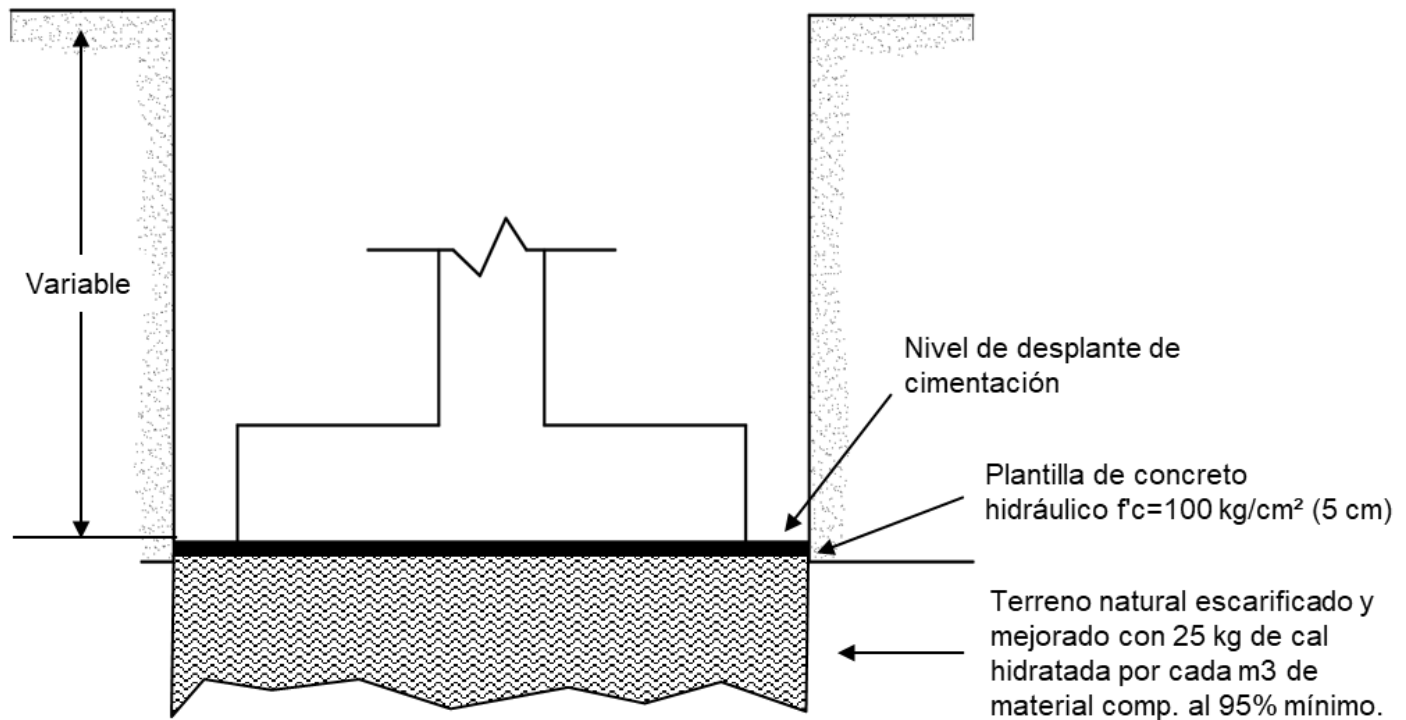
Se deberá realizar lo siguiente, previo a la construcción de las zapatas de cimentación.

Corte: Abrir caja a 5.0 cm de profundidad por debajo del Nivel de desplante de la cimentación, de acuerdo a los requerimientos de capacidad de carga y para prever los efectos de volteo

Escarificar: Se deberá mejorar el fondo de la excavación mediante un suelo estabilizado, escarificando unos 20 cm y mezclarlo con 25 kg de cal-hidratada por cada m³ de material, buscando un grado de compactación de por lo menos el 95% de su masa volumétrica seca máxima mediante la prueba AASHTO Estándar.

Plantilla: Posteriormente se colocará una plantilla de concreto hidráulico $f'c=100$ kg/cm² con un espesor de 5 cm, con el fin de evitar que el concreto de los elementos estructurales se contaminen con partículas de suelo y que la carga se distribuya correctamente, una vez cumplido esto, se puede continuar con la construcción de la

cimentación.



Esquema representativo del mejoramiento del suelo (sin escala).

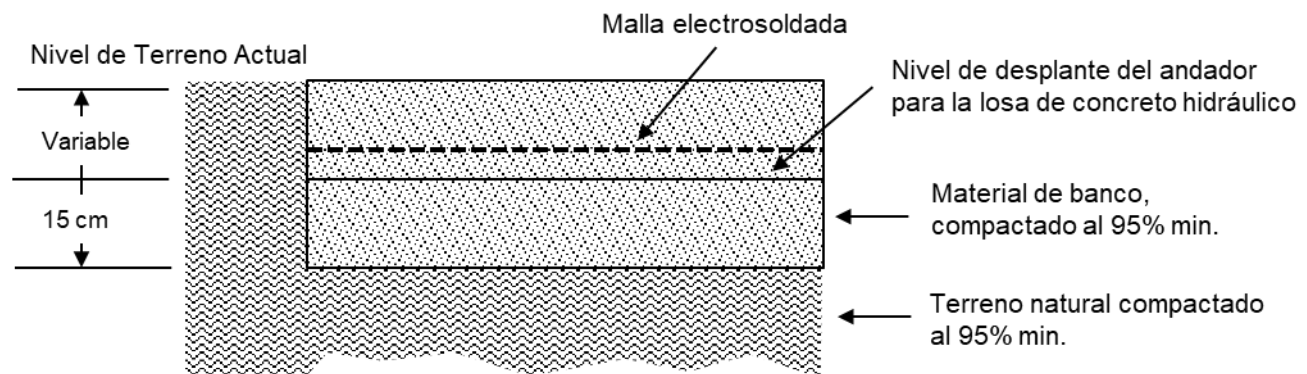
Mejoramiento del suelo para andador a nivel de piso

Se deberá realizar lo siguiente para la construcción del andador.

Corte: Abrir cajón a 15 cm de profundidad por debajo de desplante del andador, se deberá compactar el fondo del cajón para descartar la presencia de material suelto, buscando un grado de compactación de por lo menos el 95% de su masa volumétrica seca máxima AASHTO Estándar.

Relleno: Se colocar una capa de material con características de calidad similar a una Arena Limosa (Material de banco) según la clasificación SUCS, en un espesor de 15 cm, buscando un grado de compactación de por lo menos el 95% de su masa volumétrica seca máxima mediante la prueba AASHTO Estándar.

Malla electrosoldada: Sobre el relleno compactado, se colocará una malla electrosoldada de las características que se requiera, colocada adecuadamente para absorber los esfuerzos de contracción provocados por cambios de temperatura en el concreto. La malla electrosoldada deberá quedar a una distancia de $\frac{1}{3}$ del espesor de la losa de piso (Por encima del relleno). Una vez instalada la malla y habiendo dejado las preparaciones para las instalaciones, se colocará la losa de piso de concreto hidráulico del espesor que requiera el proyecto, quedando la malla electrosoldada sumergida en el concreto hidráulico.



Esquema representativo del mejoramiento (sin escala).

Se hace especial recomendación que las excavaciones no se dejen abiertas por mucho tiempo y de preferencia que no se realicen en temporadas de lluvias para que no se altere la estructura natural del suelo y esto provoque la disminución de la capacidad de carga y el incremento de los hundimientos.

Desde el punto de vista del comportamiento del subsuelo, es posible que, durante un sismo intenso, ocurra un reacomodo en las partículas de los depósitos superficiales existentes, por lo cual es conveniente que las estructuras estén capacitadas para admitir movimientos diferenciales sin dañarse.

Dentro de las consideraciones importantes es fundamental conducir los escurrimientos para evitar la infiltración de agua cerca de la estructura de cimentación, ya que puede provocar la lubricación de las partículas y el reacomodo de las mismas, lo que se reflejara en asentamientos del terreno.



En caso de tener alguna duda o aclaración sobre el presente informe, estamos a sus órdenes, así como también al momento de iniciar con los trabajos se encuentra condiciones diferentes a las mencionadas, se recomienda notificar lo antes posible con el fin de apoyarlos en las decisiones oportunas.

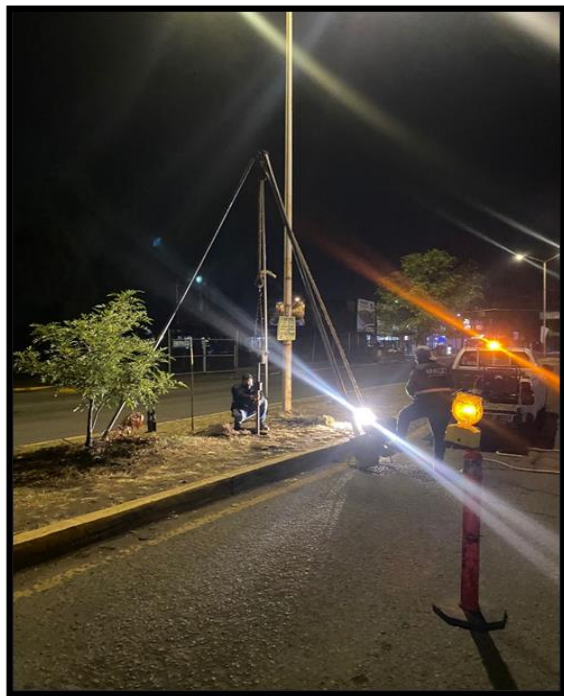
A T E N T A M E N T E

Ing. José De Jesús Castillo Carrillo

A T E N T A M E N T E

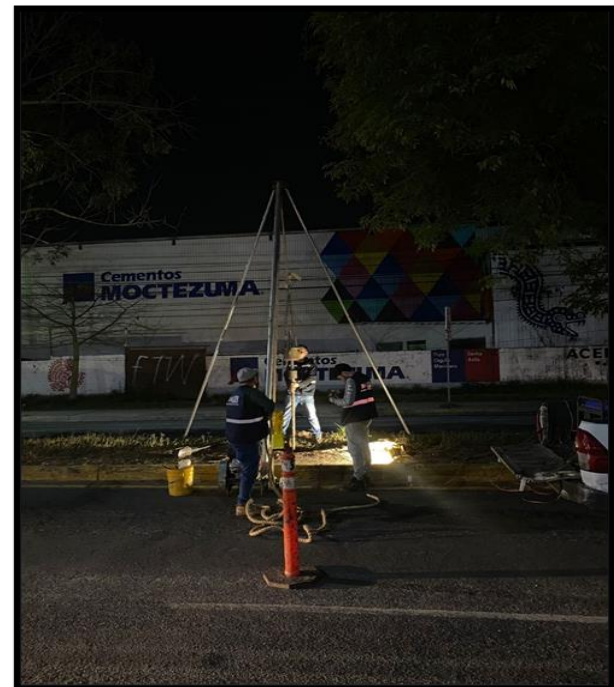
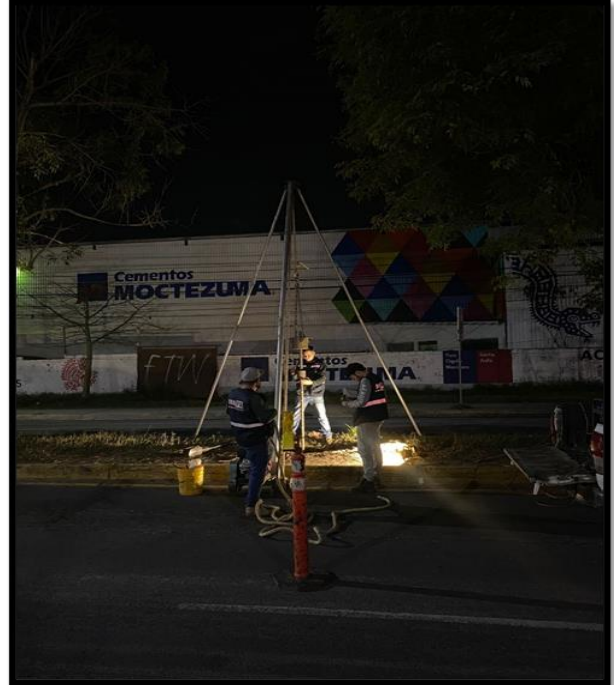
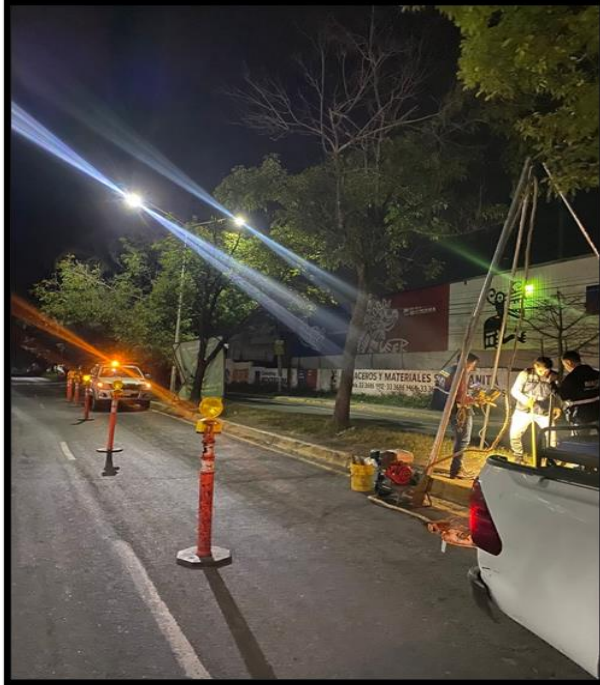
T.C. Brandon González López

12. MEMORIA FOTOGRÁFICA



Fotografías: Realización de los sondeos.

MEMORIA FOTOGRÁFICA



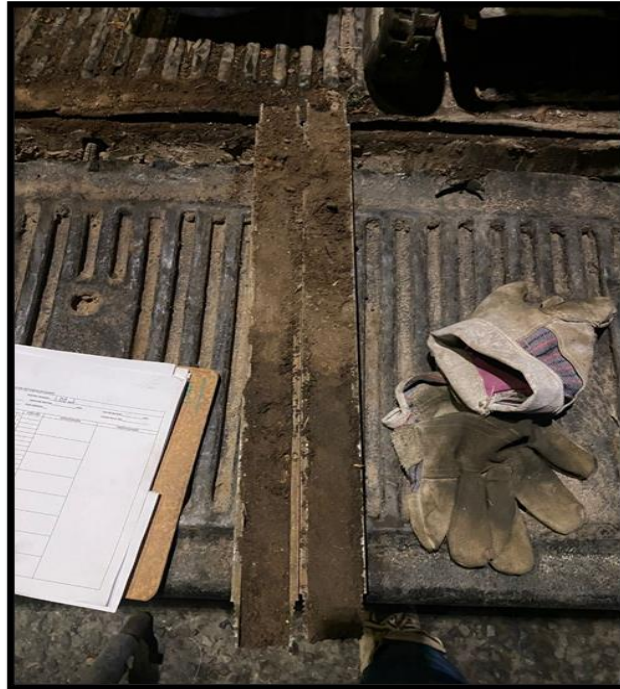
Fotografías: Realización de los sondeos.

Franz Schubert 5471 Col. La Estancia Zapopan, Jalisco, C.P. 45030

Teléfono 36-29-68-00

mapaobras@Gmail.com

MEMORIA FOTOGRÁFICA



Fotografías: Material recuperado para su análisis en laboratorio.