



ING. EDUARDO ESTEBAN SANCHEZ
MAT.: 7480 – CAT.: “A”

**ESTUDIOS DE SUELOS,
GEOTÉCNIA, PROSPECCIÓN
GEOELÉCTRICA y SISMICA
DE REFRACCIÓN.**

**Obra: “CONSTRUCCIÓN-RELOCALIZACIÓN PLANTA DE
RESIDUOS CLOACALES”**

Ubicación: MALARGÜE - MENDOZA

Comitente: MUNICIPALIDAD DE MALARGÜE

Mendoza, 22 de agosto de 2011

ÍNDICE:

1	OBJETIVOS.....	3
2	NORMAS UTILIZADAS	3
3	UBICACIÓN Y CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL TERRENO.....	3
4	TRABAJOS DE CAMPO	5
4.1	POSICIÓN GEO-REFERENCIADA DE LOS SONDEOS	5
4.2	CROQUIS UBICACIÓN FUERA DE ESCALA.....	6
4.3	FOTOGRAFÍAS DE LOS SONDEOS.....	7
4.4	DESCRIPCIÓN OCULAR DEL PERFIL.....	7
5	ENSAYOS DE CAMPO	11
5.1	ENSAYO DE PENETRACIÓN ESTÁNDAR O S.P.T.	11
6	ENSAYOS DE LABORATORIO	13
6.1	DETERMINACIÓN DE HUMEDAD, GRANULOMETRÍA, DETERMINACIONES QUÍMICAS, LÍMITES DE ATTERBERG Y CLASIFICACIÓN	13
6.2	DETERMINACIÓN DE LA HUMEDAD Y DENSIDAD NATURAL	13
6.3	DETERMINACIÓN DE LA GRANULOMETRÍA	14
6.3.1	SONDEOS S1 Y S4.....	14
6.3.2	SONDEOS S2, S3, S5, S8 y S9	15
6.3.3	SONDEOS S6 y S7	16
6.4	DETERMINACIONES QUÍMICAS: SALES TOTALES SOLUBLES	17
6.5	IDENTIFICACIÓN DE SUELOS.....	17
6.6	VALORES DEL MÓDULO DE DEFORMACIÓN Eo, COEFICIENTE DE BALASTO Ks	18
6.7	ENSAYO DE CORTE DIRECTO.....	18
7	EVALUACIÓN DEL FENÓMENO DE LICUACIÓN	19
8	REFRACCIÓN SÍSMICA.....	20
8.1	GENERALIDADES DEL MÉTODO	20
8.2	BASES TEÓRICAS DEL MÉTODO	20
8.2.1	Descripción del Método	20
8.2.2	Realización del ensayo	20
8.2.3	Resultados del Ensayo.....	21
8.2.4	Ventajas e Inconvenientes del Método	22
8.3	TRABAJOS DE CAMPO	22
8.3.1	Descripción General	22
8.3.2	Interpretación de los resultados de campo.....	23
9	PERFILES.....	24
10	RECOMENDACIONES PARA EL SISTEMA DE FUNDACIÓN Y TENSIONES DE CÁLCULO.....	25
10.1	RECOMENDACIONES GENERALES	26
10.2	RECOMENDACIONES PARTICULARES.....	27
11	DETERMINACIONES FÍSICAS DE SUELOS EXTRAÍDOS DEL A° CHENQUECO Y RIPIERA ORALCO S.R.L	29
11.1	ENSAYO PROCTOR T-180.....	31
11.1.1	A° Chenquenco	31
11.1.2	Ripiera Oralco S.R.L.	31
11.2	CONCLUSIONES	32

1 OBJETIVOS

Determinar las características físicas y geotécnicas del suelo, para establecer los parámetros a utilizar en el cálculo de las fundaciones y recomendar el tipo más conveniente, para la construcción de Obras Varias en el Predio destinado a la ejecución de una Planta de Residuos Cloacales.

Determinar los perfiles de velocidades de ondas elásticas longitudinales en el sector donde se ejecutarán las obras civiles para el tratamiento de efluentes. cuya localización fue indicada por el Comitente y con la finalidad ulterior de inferir los perfiles geotécnicos asociados.

Determinar las características físicas de la Cantera Municipal ubicada en el A° Chenqueco.

2 NORMAS UTILIZADAS

Para lograr la Determinación de los Ensayos de los suelos se utilizaron las siguientes Normas:

- *ASTM D 2216 Determinación de contenido de humedad de agua, de suelos.*
- *ASTM D 422 Método de determinación de la granulometría mediante tamizado por vía húmeda.*
- *ASTM d 4318-95ª Método de determinación de límite plástico e índice de plasticidad*
- *ASTM D 2487 Clasificación de los suelos con propósitos ingenieriles.*

3 UBICACIÓN Y CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL TERRENO

El Lugar de emplazamiento de la Planta es en un terreno perteneciente a un Predio Rural ubicado al Norte de la Ciudad de Malargüe, provincia de Mendoza.

A continuación se realiza una descripción ocular del Lugar de emplazamiento:

- El nivel del terreno posee pendiente predominante de Oeste a Este.

- El sector se encuentra limpio, con vegetación en superficie baja debido al uso de pastoreo de animales, con suelo fino de color rojizo, blando y húmedo.
- Sobre el costado Oeste existe una acequia de desagüe donde puede observarse el nivel freático.
- Existen algunas irregularidades en la planialtimetría observándose bajos y algunos altos de baja envergadura. En los bajos puede observarse salitre en superficie.



Foto N° 1: Vista general del sector



Foto N° 2: Vista general del sector



Foto N° 3: Vista general del sector

4 TRABAJOS DE CAMPO

La investigación se realizó en 10 puntos denominados e identificado por los Números S1 al S10 Ejecutando los ensayos correspondientes y en todos los casos para determinar las características geotécnicas del terreno y poder caracterizar el perfil estratigráfico. Se efectuaron los Ensayos de Penetración Estándar o S.P.T., la Determinación de Densidades in situ y las correspondientes extracciones de muestras para determinar las características físicas y geomecánicas del suelo.

4.1 Posición Geo-referenciada de los Sondeos

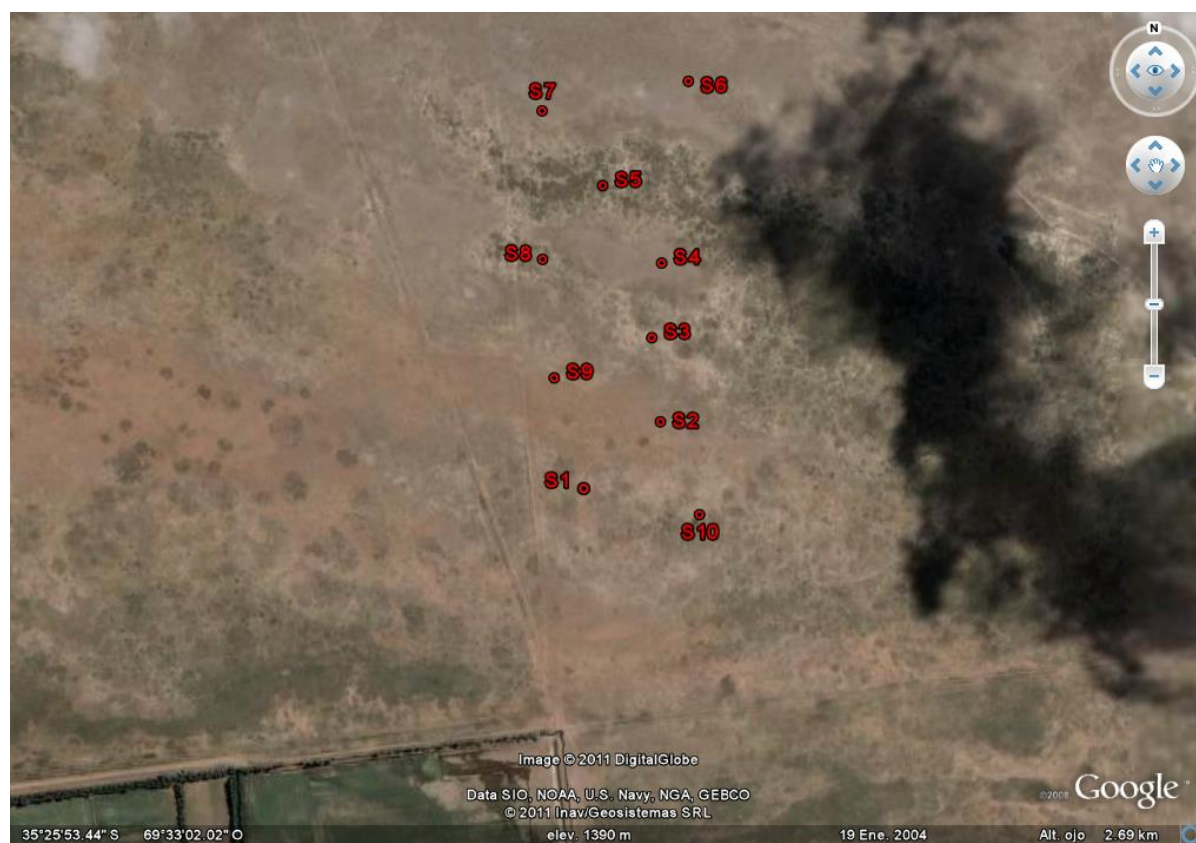
La determinación de los puntos se ejecuto con un Navegador Garmin HCX e-trex-vista, y se dan en la siguiente tabla.

SONDEO	SUR	OESTE
S1	35° 25' 55,8"	69° 33' 03,3"
S2	35° 25' 53,2"	69° 32' 59,4"
S3	35° 25' 49,8"	69° 32' 59,7"
S4	35° 25' 46,8"	69° 32' 59,1"
S5	35° 25' 43,6"	69° 33' 01,9"
S6	35° 25' 39,5"	69° 32' 57,5"
S7	35° 25' 40,5"	69° 33' 04,8"
S8	35° 25' 46,5"	69° 33' 05,0"
S9	35° 25' 51,3"	69° 33' 04,6"
S10	35° 25' 57,0"	69° 32' 57,6"

4.2 Croquis Ubicación fuera de escala



Vista General del lugar de emplazamiento



Vista de la posición de los Sondeos

4.3 Fotografías de los Sondeos



FOTO Nº 4: vista del Equipo SPT



FOTO Nº 5: Vista del Perfil tipo de Sondeos



FOTO Nº 4: Perfil tipo y freática.



FOTO Nº 5: perfil tipo y freática

4.4 Descripción ocular del perfil

SONDEO S1

- De 0,00 a 0,30 m de profundidad; suelos finos, con raíces debido a la vegetación existente, blando y húmedo.
- De 0,30 m a 0,80 de profundidad; suelos finos, de color rojizo, muy húmedo y blando de acuerdo al Ensayo SPT.
- De 0,80 m a 1,10 m de profundidad; Suelo fino, en estado plástico por encontrarse saturado de humedad, moderado contenido de humedad y muy blandos de acuerdo al Ensayo SPT.

- De 1,10 m a 2,80 m de profundidad; suelos arenosos, sumergidos, sueltos de acuerdo al Ensayo SPT.
- De 2,80 m a 4,00 m de profundidad; suelos arenosos con gravas finas, densidad media de acuerdo al Ensayo SPT

Nota: las profundidades que se indican anteriormente fueron tomadas desde la superficie actual del terreno.

SONDEO S2

- De 0,00 a 0,40 m de profundidad; suelos finos, con raíces debido a la vegetación existente, blando y húmedo.
- De 0,40 m a 0,80 de profundidad; suelos finos, de color rojizo, muy húmedo y blando de acuerdo al Ensayo SPT.
- De 0,80 m a 1,10 m de profundidad; Suelo fino, en estado plástico por encontrarse saturado de humedad y muy blandos de acuerdo al Ensayo SPT.
- De 1,10 m a 2,80 m de profundidad; suelos arenosos, sumergidos, sueltos de acuerdo al Ensayo SPT.

Nota: las profundidades que se indican anteriormente fueron tomadas desde la superficie actual del terreno.

SONDEO S3

- De 0,00 a 0,30 m de profundidad; suelos finos, con raíces debido a la vegetación existente, blando y húmedo.
- De 0,30 m a 0,70 de profundidad; suelos finos, de color rojizo, muy húmedo y blando de acuerdo al Ensayo SPT.
- De 0,70 m a 1,30 m de profundidad; Suelo fino, en estado plástico por encontrarse saturado de humedad y muy blandos de acuerdo al Ensayo SPT.
- De 1,30 m a 2,50 m de profundidad; suelos arenosos, sumergidos, sueltos de acuerdo al Ensayo SPT.

Nota: las profundidades que se indican anteriormente fueron tomadas desde la superficie actual del terreno.

SONDEO S4

- De 0,00 a 0,40 m de profundidad; suelos finos, con raíces debido a la vegetación existente, blando y húmedo.
- De 0,40 m a 1,00 m de profundidad; suelos finos, de color rojizo, muy húmedo y blando de acuerdo al Ensayo SPT.
- De 1,00 m a 1,80 m de profundidad; Suelo arenoso, saturado de humedad y muy sueltos de acuerdo al Ensayo SPT.
- De 1,80 m a 3,00 m de profundidad; suelos arenosos, sumergidos, sueltos de acuerdo al Ensayo SPT.
- De 3,00 m a 4,00 m de profundidad; suelos arenosos con gravas finas, densidad media de acuerdo al Ensayo SPT

Nota: las profundidades que se indican anteriormente fueron tomadas desde la superficie actual del terreno.

SONDEO S5

- De 0,00 a 0,40 m de profundidad; suelos finos, con raíces debido a la vegetación existente, blando y húmedo.
- De 0,40 m a 0,70 de profundidad; suelos finos, de color rojizo, muy húmedo y blando de acuerdo al Ensayo SPT.
- De 0,70 m a 1,50 m de profundidad; Suelo fino, en estado plástico por encontrarse saturado de humedad y muy blandos de acuerdo al Ensayo SPT. Suelo Sumergido a partir de 1,20 m.
- De 1,50 m a 2,50 m de profundidad; suelos arenosos, sumergidos, sueltos de acuerdo al Ensayo SPT.

Nota: las profundidades que se indican anteriormente fueron tomadas desde la superficie actual del terreno.

SONDEO S6 y S7

- De 0,00 a 0,50 m de profundidad; suelos finos, con raíces debido a la vegetación existente, blando y húmedo.
- De 0,50 m a 1,00 de profundidad; suelos finos, de color rojizo, muy húmedo y blando de acuerdo al Ensayo SPT.
- De 1,00 m a 1,10 m de profundidad; Suelo fino, en estado plástico por encontrarse saturado de humedad y muy blandos de acuerdo al Ensayo SPT.
- De 1,10 m a 1,40 m de profundidad; suelos arenosos, saturados, sueltos de acuerdo al Ensayo SPT.
- De 1,40 m a 3,00 m de profundidad; suelos arenosos con gravas finas, sueltos hasta los 2,50 m y luego densidad media de acuerdo al Ensayo SPT. Nivel freático 1,90 m.

Nota: las profundidades que se indican anteriormente fueron tomadas desde la superficie actual del terreno.

SONDEO S8

- De 0,00 a 0,30 m de profundidad; suelos finos, con raíces debido a la vegetación existente, blando y húmedo.
- De 0,30 m a 0,80 de profundidad; suelos finos, de color rojizo, muy húmedo y blando de acuerdo al Ensayo SPT.
- De 0,80 m a 1,10 m de profundidad; Suelo fino, en estado plástico por encontrarse saturado de humedad y muy blandos de acuerdo al Ensayo SPT.
- De 1,10 m a 2,80 m de profundidad; suelos arenosos, sumergidos, sueltos de acuerdo al Ensayo SPT.

Nota: las profundidades que se indican anteriormente fueron tomadas desde la superficie actual del terreno.

SONDEO S9

- De 0,00 a 0,30 m de profundidad; suelos finos, con raíces debido a la vegetación existente, blando y húmedo.

- De 0,30 m a 0,90 m de profundidad; suelos finos, de color rojizo, muy húmedo y blando de acuerdo al Ensayo SPT.
- De 0,90 m a 2,80 m de profundidad; suelos arenosos, sumergidos, sueltos de acuerdo al Ensayo SPT.

Nota: las profundidades que se indican anteriormente fueron tomadas desde la superficie actual del terreno.

SONDEO S10

- De 0,00 a 0,30 m de profundidad; suelos finos, con raíces debido a la vegetación existente, blando y húmedo.
- De 0,30 m a 0,70 m de profundidad; suelos finos, de color rojizo, muy húmedo y blando de acuerdo al Ensayo SPT.
- De 0,70 m a 1,10 m de profundidad; Suelo fino, en estado plástico por encontrarse saturado de humedad y muy blandos de acuerdo al Ensayo SPT.
- De 1,10 m a 1,70 m de profundidad; suelos arenosos, saturados, sueltos de acuerdo al Ensayo SPT.
- De 1,70 m a 3,00 m de profundidad; suelos arenosos con gravas finas, sueltos hasta los 2,80 m y luego densidad media de acuerdo al Ensayo SPT. Nivel freático 1,90 m.

Nota: las profundidades que se indican anteriormente fueron tomadas desde la superficie actual del terreno.

5 ENSAYOS DE CAMPO

5.1 Ensayo de Penetración Estándar o S.P.T.

El ensayo realizado fue el de Penetración Estándar (SPT), obteniéndose los siguientes resultados:

SONDEO S1

PROFUNDIDAD DE ENSAYO	NUMERO DE GOLPES	ANG. DE FRICCION ϕ
0,30 m a 0,75 m	4	17°
1,00 m a 1,45 m	2	13°
2,00 m a 2,45 m	2	13°
3,00 m a 3,45 m	18	25°
4,00 m a 4,45 m	30	32°

Nota: las profundidades que se indican anteriormente fueron tomadas desde la superficie actual del terreno.

SONDEO S2, S3, S5, S8 y S9

PROFUNDIDAD DE ENSAYO	NUMERO DE GOLPES	ANG. DE FRICCION ϕ
0,30 m a 0,75 m	4	17°
1,00 m a 1,45 m	2	13°
2,00 m a 2,45 m	2	13°

Nota: las profundidades que se indican anteriormente fueron tomadas desde la superficie actual del terreno.

SONDEO S4

PROFUNDIDAD DE ENSAYO	NUMERO DE GOLPES	ANG. DE FRICCION ϕ
0,30 m a 0,75 m	3	15°
1,00 m a 1,45 m	2	13°
2,00 m a 2,45 m	2	13°
3,00 m a 3,45 m	12	22°
3,50 m a 3,95 m	23	28°

Nota: las profundidades que se indican anteriormente fueron tomadas desde la superficie actual del terreno.

SONDEO S6 y S7

PROFUNDIDAD DE ENSAYO	NUMERO DE GOLPES	ANG. DE FRICCION ϕ
0,30 m a 0,75 m	3	15°
1,00 m a 1,45 m	2	13°
2,00 m a 2,45 m	15	23°
3,00 m a 3,45 m	25	28°

Nota: las profundidades que se indican anteriormente fueron tomadas desde la superficie actual del terreno.

6 ENSAYOS DE LABORATORIO

Se realizaron ensayos para la determinación de Densidad Húmeda y Densidad Seca del terreno (valores promedio de muestreos in situ obtenidos), Granulometrías, y límites de Atterberg; los resultados se reflejan a continuación.

6.1 Determinación de Humedad, Granulometría, Determinaciones químicas, Límites de Atterberg y Clasificación

6.2 Determinación de la Humedad y Densidad Natural

ASTM D 2216 Determinación de contenido de humedad de agua, de suelos.

SONDEO	MUESTRAS Nº	PROFUNDIDAD (m)	DENS. HÚMEDA Kg/m ³	HUMEDAD (%)	DENS. SECA Kg/m ³
S1 y S4	1	0,40	1552,00	16,79	1329
S1 y S4	2	1,00	1620,00	36,00	1191
S1 y S4	3	2,00	1620,00	35,60	1195
S1 y S4	4	3,00	1762,00	31,10	1344
S1 y S4	5	4,00	1780,00	29,70	1372

NOTA: las profundidades se refieren al nivel de terreno actual

ASTM D 2216 Determinación de contenido de humedad de agua, de suelos.

SONDEO	MUESTRAS Nº	PROFUNDIDAD (m)	DENS. HÚMEDA Kg/m ³	HUMEDAD (%)	DENS. SECA Kg/m ³
S2, S3, S5, S8 y S9	1	0,60	1597,00	29,90	1229
S2, S3, S5, S8 y S9	2	1,20	1599,00	34,70	1187
S2, S3, S5, S8 y S9	3	2,00	1590,00	35,60	1173

NOTA: las profundidades se refieren al nivel de terreno actual

ASTM D 2216 Determinación de contenido de humedad de agua, de suelos.

SONDEO	MUESTRAS Nº	PROFUNDIDAD (m)	DENS. HÚMEDA Kg/m ³	HUMEDAD (%)	DENS. SECA Kg/m ³
S6 y S7	1	0,40	1552,00	16,79	1329
S6 y S7	2	1,00	1620,00	29,90	1247
S6 y S7	3	2,00	1770,00	28,40	1379

NOTA: las profundidades se refieren al nivel de terreno actual

6.3 Determinación de la Granulometría

6.3.1 SONDEOS S1 Y S4

Debido a la similitud de los suelos encontrados en los Sondeos a continuación doy la granulometría promedio de las muestras analizadas

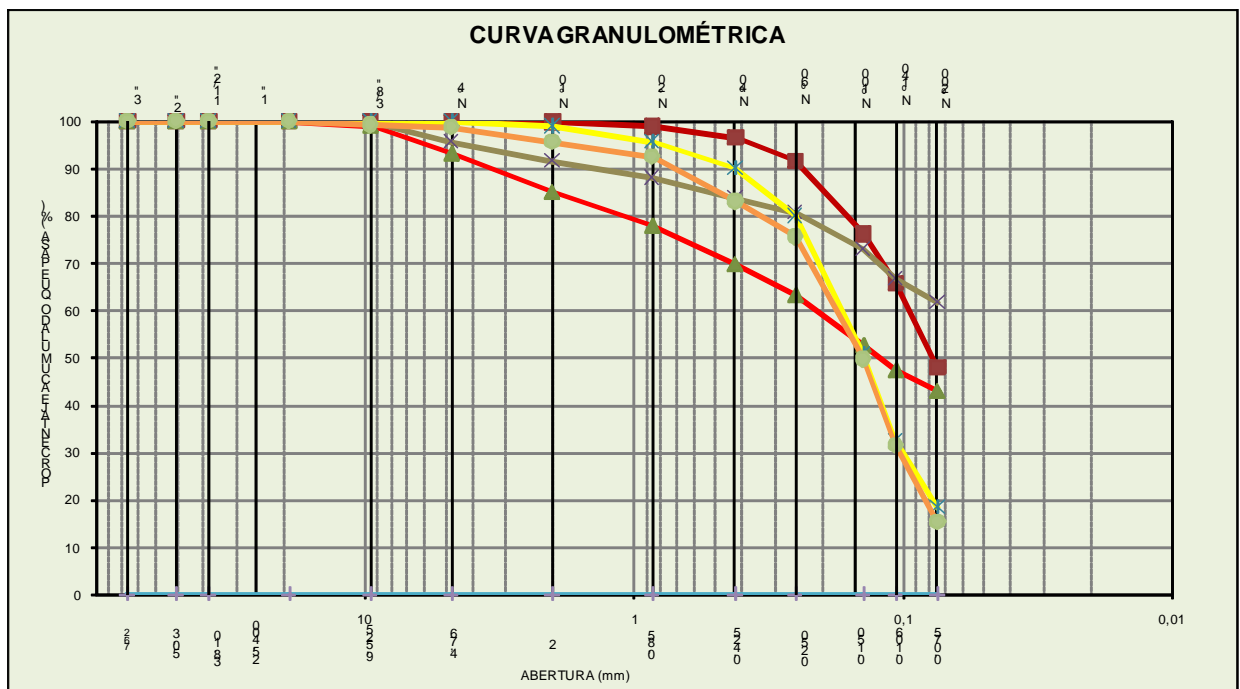
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

ASTM D 422 Método de determinación de la granulometría mediante tamizado por vía húmeda.

Tamiz	Abertura (mm)	% PASA					
		1 0,40	2 1,00	3 2,00	4 3,00	5 4,00	
3"	76,200	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	
2"	50,300	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	
1 1/2"	38,100	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	
3/4"	19,050	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	
3/8"	9,525	100,00	99,00	99,72	100,00	99,10	
Nº4	4,760	99,92	93,04	95,49	99,88	98,75	
Nº10	2,000	99,76	84,88	91,54	98,84	95,55	
Nº20	0,850	98,86	77,84	87,89	95,56	92,43	
Nº40	0,417	96,55	69,67	83,77	89,88	82,90	
Nº 60	0,250	91,41	63,24	80,55	79,85	75,45	
Nº100	0,140	76,13	52,54	72,83	50,64	49,60	
Nº140	0,106	65,71	47,35	66,66	32,47	31,50	
Nº200	0,074	47,89	42,89	61,73	18,43	15,30	

DIÁMETROS Y COEFICIENTES CARACTERÍSTICOS DE LA FRACCIÓN DE SUELO

D10		-	-	-	-	-	
D30		-	-	-	-	-	
D60		-	-	-	-	-	
Cu		-	-	-	-	-	
Cc		-	-	-	-	-	



NOTA: Las curvas poseen colores en correspondencia con los encabezados de las columnas.

6.3.2 SONDEOS S2, S3, S5, S8 y S9

Debido a la similitud de los suelos encontrados en los Sondeos a continuación doy la granulometría promedio de las muestras analizadas

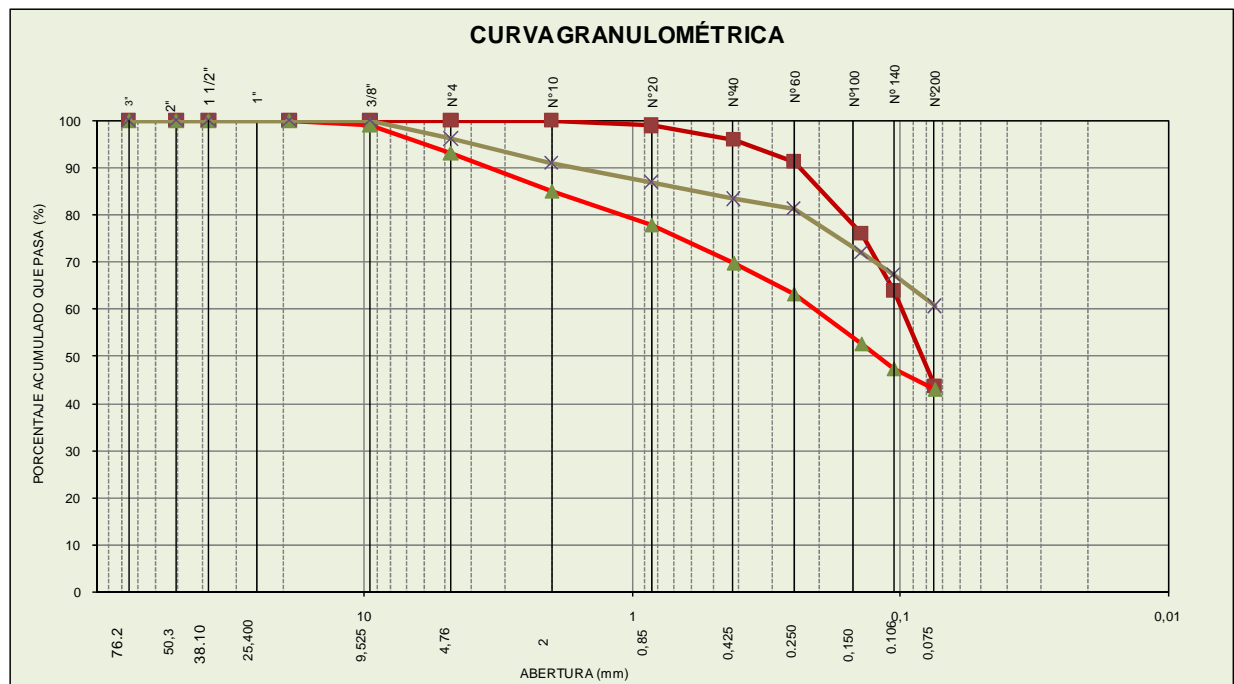
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

ASTM D 422 Método de determinación de la granulometría mediante tamizado por vía húmeda.

Tamiz	Abertura (mm)	% PASA					
		1 0,60	2 1,20	3 2,00			
3"	76,200	100,00	100,00	100,00			
2"	50,300	100,00	100,00	100,00			
1 1/2"	38,100	100,00	100,00	100,00			
3/4"	19,050	100,00	100,00	100,00			
3/8"	9,525	100,00	99,00	99,98			
Nº4	4,760	99,95	93,04	95,98			
Nº10	2,000	99,83	84,88	90,90			
Nº20	0,850	98,86	77,84	86,78			
Nº40	0,417	95,77	69,67	83,25			
Nº 60	0,250	91,22	63,24	81,21			
Nº100	0,140	75,98	52,54	71,89			
Nº140	0,106	63,78	47,35	67,15			
Nº200	0,074	43,55	42,89	60,55			

DIÁMETROS Y COEFICIENTES CARACTERÍSTICOS DE LA FRACCIÓN DE SUELO

D10		-	-	-			
D30		-	-	-			
D60		-	-	-			
Cu		-	-	-			
Cc		-	-	-			



NOTA: Las curvas poseen colores en correspondencia con los encabezados de las columnas.

6.3.3 SONDEOS S6 y S7

Debido a la similitud de los suelos encontrados en los Sondeos a continuación doy la granulometría promedio de las muestras analizadas

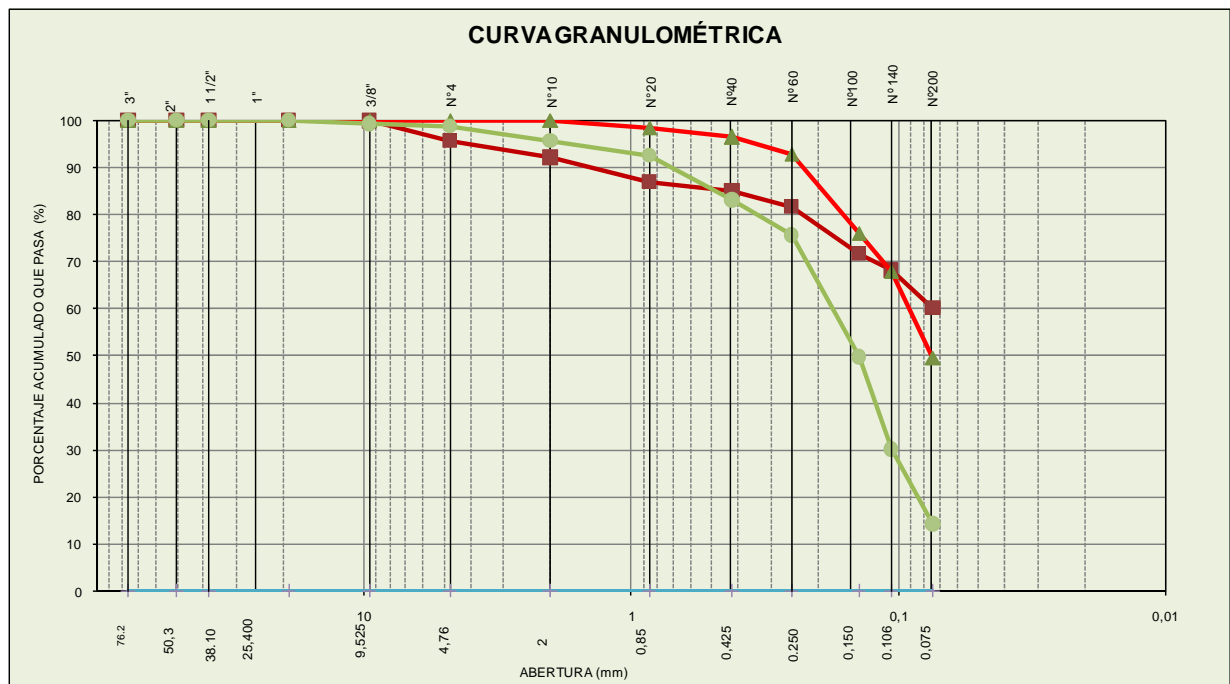
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

ASTM D 422 Método de determinación de la granulometría mediante tamizado por vía húmeda.

Tamiz	Abertura (mm)	% PASA					
		1 0,40	2 1,00	3 2,00			
3"	76,200	100,00	100,00	100,00			
2"	50,300	100,00	100,00	100,00			
1 1/2"	38,100	100,00	100,00	100,00			
3/4"	19,050	100,00	100,00	100,00			
3/8"	9,525	99,72	100,00	99,10			
Nº4	4,760	95,49	100,00	98,75			
Nº10	2,000	91,98	99,98	95,55			
Nº20	0,850	86,87	98,35	92,43			
Nº40	0,417	84,90	96,35	82,90			
Nº 60	0,250	81,55	92,65	75,45			
Nº100	0,140	71,65	75,88	49,60			
Nº140	0,106	67,98	67,85	29,99			
Nº200	0,074	59,98	49,55	14,21			

DIÁMETROS Y COEFICIENTES CARACTERÍSTICOS DE LA FRACCIÓN DE SUELO

D10		-	-	-	-	-	
D30		-	-	-	-	-	
D60		-	-	-	-	-	
Cu		-	-	-	-	-	
Cc		-	-	-	-	-	



NOTA: Las curvas poseen colores en correspondencia con los encabezados de las columnas.

6.4 Determinaciones Químicas: Sales Totales Solubles

A continuación se dan los valores obtenidos de las muestras extraídas a distintas profundidades de los sondeos a cielo abierto.

MUESTRA	PROF. m	SALES TOTALES SOLUBLES %	SULFATOS %
1	1,00	0,89	0,138
2	2,00	0,93	0,113

6.5 Identificación de suelos

ASTM d 4318-95^a Método de determinación de límite plástico e índice de plasticidad

ASTM D 2487 Clasificación de los suelos con propósitos ingenieriles

SONDEO	MUESTRAS Nº	PROFUNDIDAD (m)	HUMEDAD (%)	PASA T Nº 200	LL	LP	IP	Clasificación Y Designación
S1 y S4	1	0,40	16,79	47,89	NO PLÁSTICO			SM "Arenas limosas"
S1 y S4	2	1,00	36,00	42,89	27,74	26,00	1,74	SM "Arenas limosas"
S1 y S4	3	2,00	35,60	61,73	32,00	19,95	12,05	ML "Limos Inorgánicos de baja plasticidad"
S1 y S4	4	3,00	31,10	18,43	-	-	-	SM "Arenas limosas"
S1 y S4	5	4,00	29,70	15,30	-	-	-	SM "Arenas limosas"

NOTA: las profundidades se refieren al nivel de terreno actual

ASTM d 4318-95^a Método de determinación de límite plástico e índice de plasticidad

ASTM D 2487 Clasificación de los suelos con propósitos ingenieriles

SONDEO	MUESTRAS Nº	PROFUNDIDAD (m)	HUMEDAD (%)	PASA T Nº 200	LL	LP	IP	Clasificación Y Designación
S2, S3, S5, S8 y S9	1	0,60	29,90	43,55	26,98	26,75	0,23	SM "Arenas limosas"
S2, S3, S5, S8 y S9	2	1,20	34,70	42,89	-	-	-	SM "Arenas limosas"
S2, S3, S5, S8 y S9	3	2,00	35,60	60,55	31,80	20,00	11,80	ML "Limos Inorgánicos de baja plasticidad"

NOTA: las profundidades se refieren al nivel de terreno actual

ASTM d 4318-95^a Método de determinación de límite plástico e índice de plasticidad

ASTM D 2487 Clasificación de los suelos con propósitos ingenieriles

SONDEO	MUESTRAS Nº	PROFUNDIDAD (m)	HUMEDAD (%)	PASA T Nº 200	LL	LP	IP	Clasificación Y Designación
S6 y S7	1	0,40	16,79	59,98	32,15	19,98	12,17	ML "Limos Inorgánicos de baja plasticidad"
S6 y S7	2	1,00	29,90	49,55	-	-	-	SM "Arenas limosas"
S6 y S7	3	2,00	28,40	14,21	-	-	-	SM "Arenas limosas"

NOTA: las profundidades se refieren al nivel de terreno actual

6.6 Valores del Módulo de Deformación E_o , Coeficiente de Balasto K_s

Se recomienda el uso de los siguientes valores:

Para 0,40 m de profundidad $E_o = 12,5 \text{ Kg/cm}^2$ $K_s = 0,48 \text{ Kg/cm}^3$

Para 1,00 m de profundidad $E_o = 9,50 \text{ Kg/cm}^2$ $K_s = 0,39 \text{ Kg/cm}^3$

6.7 Ensayo de Corte Directo

Para 0,50 m de profundidad y los resultados son los siguientes:

Cohesión = C máxima = 0,013 MPa = 0,1309 Kg/cm²

Ángulo de fricción interna = ϕ máximo = 14,2 °

Cohesión = C residual = 0,010 MPa = 0,1007 Kg/cm²

Ángulo de fricción interna residual = ϕ residual = 13,5 °

Para 1,00 m de profundidad y los resultados son los siguientes:

Cohesión = C máxima = 0,00 MPa = 0,00 Kg/cm²

Ángulo de fricción interna = máximo = 12,7 °

Cohesión = C residual = 0,00 MPa = 0,00 Kg/cm²

Ángulo de fricción interna residual = residual = 12,2 °

7 EVALUACIÓN DEL FENÓMENO DE LICUACIÓN

De acuerdo no solo a la experiencia internacional sino también regional y local, al determinarse en el Estudio Geotécnico en zona sísmica la presencia de suelos finos saturados, debe analizarse *el fenómeno de licuación o licuefacción*, el cual se produce por la acción de un esfuerzo cíclico (sismo), que incrementa la presión de poros o intersticial, contrarestando la presión efectiva o intergranular por la sobrecarga actuante.

VALUTAZIONE DEL POTENZIALE DI LIQUEFAZIONE

Metodo empirico di Seed e Idriss

Versione semplificata proposta dal GNDT-CNR

Relazione per il calcolo di FI:

$$FI = \frac{tl/s'o}{rd/s'o} = \frac{0,26 * (0,16 * Na^{0,5} + (0,21 * Na^{0,5})^{14})}{0,65 * A/g * so/s'o * (1 - 0,01z)}$$

Profondità falda dal p.c. metri

1,10

z	Y	Yimm.	zw	so	Uo	s'o	Nspt	DNf	Na	A/g	tl/s'o	rd/s'o	FI
0,50	1,54	1,28	- 0,60	0,93	- 0,60	1,53	3	0	3,21	0,10	0,075	0,039	1,905
										0,15		0,059	1,270
										0,25		0,098	0,762
0,80	1,57	1,35	- 0,30	1,32	- 0,30	1,62	1	0	1,75	0,10	0,055	0,052	1,051
										0,15		0,079	0,701
										0,25		0,131	0,420
1,50	1,65	1,25	0,40	2,32	0,40	1,92	1	0	1,59	0,10	0,052	0,077	0,682
										0,15		0,115	0,455
										0,25		0,192	0,273
2,50	1,65	1,20	1,40	3,50	1,40	2,10	1	0	1,51	0,10	0,051	0,104	0,490
										0,15		0,157	0,327
										0,25		0,261	0,196
3,50	1,75	1,45	2,40	5,41	2,40	3,01	21	5	20,27	0,10	0,306	0,111	2,759
										0,15		0,166	1,840
										0,25		0,277	1,104

LEGENDA

z	=	Profondità d'indagine		Valori di A/g
Y	=	Peso di volume naturale del terreno	0,10	= Sisma non catastrofico
Yimm.	=	Peso di volume immerso	0,15	= Sisma medio
zw	=	Terreno immerso in falda	0,25	= Zona sismica
so	=	Tensione vert. tot. alla profondità z		
Uo	=	Pressione neutra		
s'o	=	Tensione verticale efficace		
Nspt	=	N.ro colpi Nspt		
DNf	=	Fattore funzione della granulometria		
Na	=	Fattore di calcolo pari a 1.7/ s'o + 0.7*Nspt + DNf		
A/g	=	Accelerazione sismica		
tl/s'o	=	Numeratore delle frazione - resistenza del terreno normalizzata		
rd/s'o	=	Denominatore delle frazione - tensione tangenziale ciclica normalizzata		
FI	=	Potenziale di liquefazione - Fattore di sicurezza		

COEFICIENTES DE SEGURIDAD MENORES QUE 1 ES LICUABLE

8 REFRACCIÓN SÍSMICA

8.1 Generalidades del Método

La sísmica de refracción es una técnica que se encuadra dentro de los métodos de exploración geofísica y estudia la propagación en el terreno de ondas sísmicas producidas artificialmente, estableciendo su relación con la configuración geológica del subsuelo.

Los métodos sísmicos se enmarcan dentro de los métodos indirectos de investigación, es decir, dentro de aquellos que se realizan sin necesidad de alterar el terreno y que por tanto tampoco permiten la observación directa de éste.

8.2 Bases Teóricas del Método

8.2.1 Descripción del Método

El método sísmico consiste en la generación de ondas elásticas (longitudinales y transversales entre otras) mediante la ejecución de un golpe en la superficie del terreno y en el posterior análisis de los eventos registrados en los respectivos sismogramas.

Para el ensayo se utilizan las ondas P (primarias o longitudinales) y las S (secundarias o de corte). Las primeras son aquellas en las que la dirección del movimiento coincide con la de propagación y las segundas son las transversales al sentido de propagación de las P.

El método de refracción sísmica se basa en que:

- a) Según la naturaleza del terreno varía la velocidad de propagación de las ondas elásticas.
- b) Los contactos entre los medios de propagación con diferente velocidad de transmisión de las ondas sísmicas, definen superficies de separación donde las ondas experimentan fenómenos de refracción.

8.2.2 Realización del ensayo

En el terreno a estudiar se realizan perfiles longitudinales sobre los que se colocan sensores espaciados entre sí una distancia conocida y generalmente regular. Estos sensores, que se denominan geófonos, llevan la información al sismógrafo para registrar el movimiento y se pinchan sobre la tierra firme.

Desde algunos puntos significativos del perfil se realiza un disparo, habitualmente mediante golpeo con un martillo de 8kg o de mayor tamaño, y el impulso de éste llega a los sensores provocando una perturbación que se registra en el sismógrafo.

La medida de los tiempos de llegada de las ondas elásticas a los geófonos proporciona el valor de la velocidad de propagación y el espesor de los distintos materiales atravesados.

Analizando el caso de dos capas (figura 1): al producirse el disparo las ondas se transmitirán a través del terreno, una onda (rayo directo) irá por la superficie y llegará a los geófonos con

velocidad V_1 . Otras después de recorrer la capa 1 con velocidad V_1 se refractarán atravesando la capa inferior siguiendo la ley de Snell:

$$\frac{\cos i_c}{V_1} = \frac{\cos i_r}{V_2}$$

con i_c ángulo incidente, e i_r ángulo transmitido.

Por último, ciertas ondas se refractarán en la superficie de separación de las dos capas, esto ocurre cuando se produce el fenómeno de refracción crítica o total, para lo cual es necesario que la velocidad de propagación aumente con la profundidad.

Ahora bien, como cada punto alcanzado por una onda se puede considerar como centro emisor de ondas secundarias, habrá una onda secundaria que llegará a un punto de la superficie y será registrada por uno de los geófonos.

Se mide el tiempo transcurrido entre el momento del disparo y la llegada de la primera perturbación a cada geófono. Las primeras en llegar son las ondas directas, sin embargo a partir de un punto (distancia crítica) llegan primero las ondas refractadas, es decir, las que circulan por los niveles inferiores del subsuelo. La mayor distancia recorrida por estas ondas es compensada por la mayor velocidad.

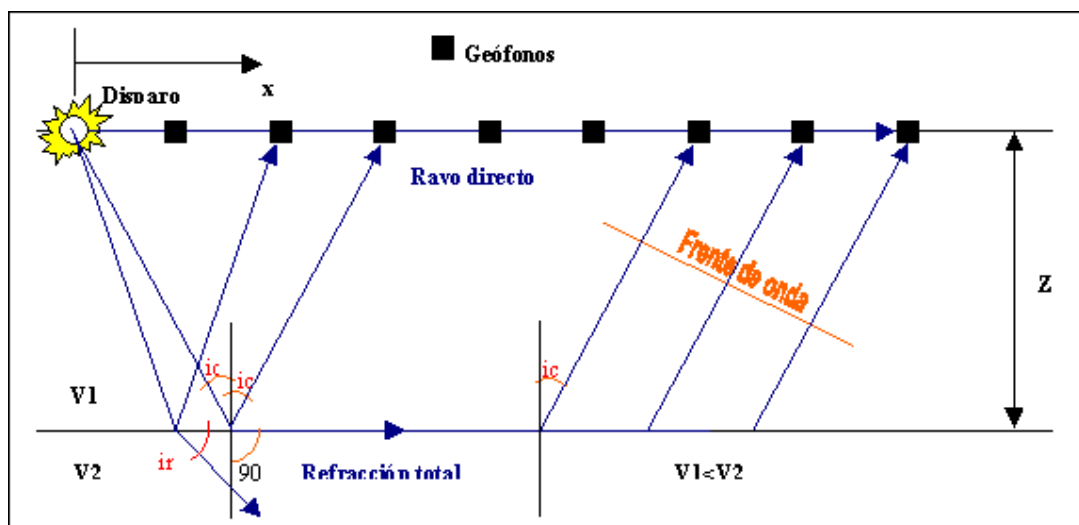


Figura 1. Técnica de sismica de refracción en modelo de dos capas. Tras producirse el disparo unas ondas se desplazan directamente por la superficie -ondas directas- mientras que otras atraviesan el terreno experimentando fenómenos de reflexión y refracción en las separaciones entre capas. Algunas de las ondas refractadas se mueven a través de la separación entre capas y vuelven a la superficie. A partir de cierta distancia las ondas refractadas llegan antes que las directas a los geófonos.

8.2.3 Resultados del Ensayo

La velocidad de transmisión de ondas sísmicas es un buen indicador de las características geotécnicas de los materiales. Son comunes en la bibliografía las tablas de velocidades de los diversos materiales rocosos, aunque se observa una importante dispersión en los valores de

velocidad debido a la variabilidad de la composición litológica, o de la estructura interna, al porcentaje de poros o vacuolas y a la saturación en agua. A medida que los materiales se degradan y aumenta el grado de alteración, la velocidad disminuye.

Además de proporcionar información sobre la naturaleza del sustrato rocoso y sus cambios laterales, la sísmica de refracción permite estimar aproximadamente el modulo de elasticidad – a partir de fórmulas dinámicas en función de la velocidad de propagación y del coeficiente de Poisson- de las formaciones investigadas, el grado de fracturación y la ripabilidad o facilidad de excavación.

También proporcionan óptimos resultados a la hora de determinar la profundidad del nivel freático, ya que dicho nivel constituye un refractor muy característico con velocidad de propagación de 1500m/s (velocidad de propagación del sonido en el agua).

8.2.4 Ventajas e Inconvenientes del Método

8.2.4.1 Ventajas

- Generación de perfiles continuos de velocidades de propagación de ondas elásticas frente a los tradicionales ensayos puntuales, lo que en principio permite identificar zonas con distintas rigideces.
- Pueden servir también para prever el comportamiento del terreno frente al sismo.
- Son técnicas indirectas y por tanto de carácter no destructivo.

8.2.4.2 Inconvenientes

- Los resultados pueden ser ambiguos, sin embargo se pueden combinar los resultados de diferentes métodos para reducir la ambigüedad. Las perforaciones pueden reducirse a tan sólo confirmar los resultados obtenidos, especialmente en los puntos de interés.
- A la hora de caracterizar un sistema multicapa, es necesario que la velocidad de propagación de las ondas aumente con la profundidad, para que se produzca el fenómeno de refracción crítica y las primeras llegadas detectadas en la superficie del terreno contengan información sobre las características y profundidad a las que se encuentra el segundo estrato. Esto se traduce en que debe aumentar continuamente la rigidez de los estratos con la profundidad.
- Necesidad de profesionales especializados para trabajar con los equipos y el software de interpretación de los ensayos.

8.3 Trabajos de Campo

8.3.1 Descripción General

De acuerdo a lo solicitado se realizó un Perfil y la registración de ondas elásticas longitudinales en un tendido de 12 geófonos cuya separación variable siendo para los tres primeros geófonos de 1,00 m entre si y el resto cada 3,00 m. La longitud total del Perfil es de 29,00 m. Esta longitud fue elegida con el objeto de alcanzar una profundidad máxima de investigación del sustrato hasta 10 m por debajo de la cota de nivel de terreno natural.

Los puntos de energización fueron ubicados de la siguiente manera: Golpe 1 (uno) a 0,20 m del geófono 1 y el Golpe 2 a la misma distancia del geófono 12.

8.3.2 Interpretación de los resultados de campo

De los sismogramas obtenidos para cada receptor (de cada una de las perturbaciones realizadas), se leen los eventos registrados en los mismos a partir de un tiempo dado como inicio (tiempo "cero"), que coincide en este caso, con el instante en que se efectúa el golpe o energización.

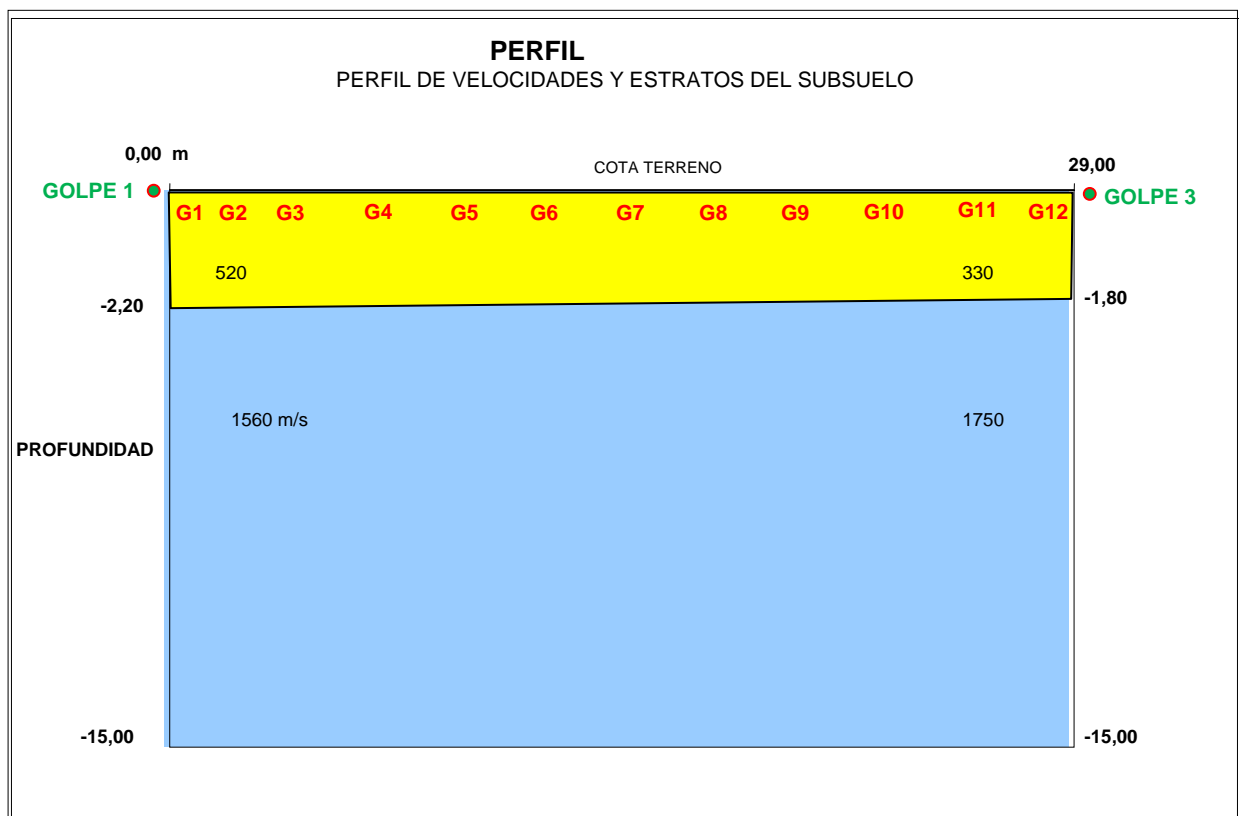
Los tiempos de arribo leídos (sismogramas) de cada golpe, a cada uno de los sensores, son representados gráficamente en función de la distancia (gráficos que reciben el nombre de dromocronas) y mediante un procesamiento gráfico analítico, se obtienen las velocidades de propagación sísmica de los distintos medios y profundidades correspondientes

8.3.2.1 Descripción del Perfil encontrado

En el perfil se determina un primer horizonte refractor caracterizado por una velocidad de ondas elásticas longitudinales entre 520 m/s con un espesor de 2,20 m para el extremo correspondiente al geófono 1 y 330 m/s con espesor de 1,80 m en el extremo correspondiente al geófono 12. Éste se asocia a suelos finos sueltos (arenas finas-Limos-arcillas).

Se puede decir que la diferencia de velocidades en este primer estrato superficial corresponde a la velocidad de 520 m/s a un contenido mayor de arenas y humedad que el otro extremo de menor velocidad (330 m/s).

Subyacente al anterior se detecta un medio caracterizado por una velocidad de propagación de ondas elásticas longitudinales variable entre 1560 m/s para el Golpe 1 y de 1750 m/s para el Golpe 2. Éstos valores corresponden a suelos sumergidos (presencia de napa freática). Por la existencia de la misma no es posible detectar los tipos de suelos existentes hasta la profundidad estudiada de 15,00 m, no siendo este espesor la profundidad final de dicha capa.



9 PERFILES

Por los trabajos realizados y los antecedentes de la zona, se constató que existe un perfil bastante homogéneo. Es por ello que a continuación doy un cuadro de resumen.

Prof. m.	Desig.	Descripción	S.P.T.	Φ	C	γ_h γ_s	Prof. Napa	L.A.
-------------	--------	-------------	--------	--------	---	--------------------------	---------------	------

0,00	SM y ML	Arenas limosas y limos inorgánicos de baja plasticidad en menor medida, moderado contenido de humedad, muchas raíces en los primeros 40 cm, sueltas de acuerdo al Ensayo S.P.T. y heterogéneo.	4	13°	0,10	Ver 6.2	-	Ver 6.5
0,50 0,70								
1,00 1,10	SM y ML	Arenas limosas, saturado, en estado plástico, sueltas de acuerdo al ensayo S.P.T..En algunos sectores se presenta una capa de limos	2	12°	-	Ver 6.2	1,10 A 1,40	Ver 6.5
1,50	VARIACIÓN ENTRE EN FIN DE LAS ARENAS LIMOSAS Y LIMOS Y EL INICIO DE LAS ARENAS LIMOSAS CON ALGUNAS GRAVAS							
2,00								
2,50								
3,00 3,20								
3,50	SM	Arenas limosas, arenas guesas con limos, en general menores a 1/2", sumergidas, densidad media a firmes de acuerdo al Ensayo SPT	15	30°				
4,00			30	35°	-	Ver 6.2	1,10 A 1,50	Ver 6.5
4,50								

Nota: las profundidades que se indican anteriormente fueron tomadas desde la superficie actual del terreno.

Siendo:

Prof. : Profundidad del sondeo en metros

Desig. : Designación del tipo de Suelo

S.P.T. : Número de Golpes según Ensayo de Penetración Estándar

Φ : Ángulo de fricción interna del suelo, expresado en grados

C : Cohesión del suelo, expresado en Kg/cm²

γ_h : Densidad natural húmeda, expresada en Kg/m³

γ_s : Densidad natural seca, expresada en Kg/m³

L.A. : Límites de Atterberg.

10 RECOMENDACIONES PARA EL SISTEMA DE FUNDACIÓN Y TENSIONES DE CÁLCULO

De acuerdo a las características particulares del terreno y dado los parámetros geomecánicos y las características del perfil estratigráfico, a los Ensayos de Campo y de Laboratorios realizado; se dan a continuación recomendaciones generales y particulares para realizar el sistema de fundaciones.

10.1 Recomendaciones Generales

- Realizar nivelación y limpieza del terreno en 10 cm; retirando la vegetación existente y el suelo de relleno o muy suelto; teniendo especial cuidado con el ingreso de cargas o camiones ya que puede dificultarse la circulación. Evitar un desmonte de suelo excesivo para no acercarnos al suelo en estado plástico.
- Prever la buena eliminación del agua de lluvias del sector cercano a las obras
- Preparación base: Escarificar el suelo natural en los ingresos, zonas de circulación y los sectores donde se ubicará las obras; colocar rechazo de cantera cuyo tamaño de partículas sea entre 2" y 4", compactar hasta lograr la uniformidad de la superficie y logrando de ésta forma una base de asientos homogénea para la circulación de cargas.
- Rellenar tanto las circulaciones internas, y playas de estacionamiento y maniobra con suelo de aporte para terraplén lo que sea necesario con el fin de mantener los niveles de proyecto y considerando un mínimo de 30 cm. Se utilizará un suelo de características que se utilizará en el sector de terraplenes para obra.
- Los conceptos a utilizar para el diseño y cálculo de las fundaciones serán adecuados al tipo de suelo.
- Cuidar en detalle el buen funcionamiento de las cañerías que realicen el escurrimiento de las aguas servidas y pluviales, evitando la incorporación de humedad en el suelo, y fundamentalmente éstos que varían sus características mecánicas.
- Todo hormigón que esté en contacto directo con el suelo natural, debido a la agresión de los sulfatos, reconocida como Ataque fuerte: debe emplearse un **Cementos ARS** o

un cemento normal con el agregado de una adición mineral, de comportamiento equivalente debidamente verificado. La relación a/c no deberá exceder de 0.45, y la resistencia a especificar no deberá ser inferior a 35 MPa y utilizar recubrimientos de las armaduras no inferiores a 5 cm.

- El profesional que realice la Dirección Técnica deberá constatar todo lo antes citado ya que como se sabe, el suelo no es isótropo y homogéneo, por lo que deberá estar muy atento en la observación y control del perfil y sus características, siendo único responsable de la tarea y de realizar las modificaciones que el estime convenientes.

10.2 Recomendaciones Particulares

Debido a la existencia del agua freática y del suelo existente, al estado plástico de los suelos y a la potencialidad de licuación; recomiendo

- Realizar nivelación y limpieza del terreno en 10 cm con un sobre-ancho de 3,00 m respecto del perímetro.; retirando la vegetación existente y el suelo de relleno o muy suelto; teniendo especial cuidado con el ingreso de cargas o camiones ya que puede dificultarse la circulación. Evitar un desmonte de suelo excesivo para no acercarnos al suelo en estado plástico.
- Colocar un piedraplén con piedras entre 4" y 2", sin finos y cuyo espesor no debe superar en ningún caso los 15 cm, compactarlo con equipo vibrante
- Con el fin de minimizar los efectos de la licuación del suelo se realizará una cuadrícula de 5,00 m por 5,00 m en toda la zona de construcción y en las intersecciones se ejecutarán pozos de 3,00 m dentro de profundidad y de 1,00 m x 1,00 m de lado, los cuales se rellenarán con gravas limpias apisonadas de entre 1 ½" y 3". Se colocarán capas de 50 cm y se apisonarán, con el brazo de la pala excavadora hincándola en el suelo sumergido logrando de ésta forma aumentar la densidad del suelo natural.

- Encima del piedraplén, colocar un terraplén con suelo compactado, logrando por lo menos el 97 % del Ensayo Proctor Modificado, formando un paquete mínimo de 100 cm y compactado en capas no mayores a 25 cm. El talud de terminación del terraplén deberá tener una inclinación de relación 1:3 y deberá tener un sobre-ancho de 3,00 m respecto a la construcción. Se recomienda, en el sector de las obras de hormigón, que una vez colocado 10 cm de espesor del paquete se coloque un polietileno de 400 micrones como mínimo y se continuará con el relleno hasta formar el paquete solicitado. Para evitar que se rompa se podrá colocar una capa de arena sobre el y luego continuar con el relleno.
- El suelo para la confección del terraplén será de ripieras de la zona, muy probable de la ripiera municipal.
- Realizar la fundación sobre el terraplén compactado y se deberá verificar el espesor del terraplén teniendo en cuenta que el bulbo de presiones de la fundación no avance por debajo 1,00 m dentro del terreno natural.
- Se podrá ejecutar fundaciones a través de micropilotes dentro del estrato resistente que existe a partir de los 3,50 m. para ello habrá que realizar perforaciones para corroborar el espesor del mismo y definir correctamente esta fundación.
- Los conceptos a utilizar para el diseño y cálculo de las fundaciones serán adecuados a éste tipo de solución.
- Los sistemas de fundaciones aptas para estos suelos son: losas armadas. Es conveniente que las fundaciones posean una tensión de trabajo muy similar entre sí, para evitar concentración de tensiones y minimizar los asentamientos diferenciales.
- Las fundaciones en ningún caso deberán quedar a la acción de la intemperie, protegiéndolas convenientemente de acuerdo a su tamaño, posibilidad de erosión, etc.; por lo que se cubrirán con suelo compactado tanto hacia el exterior como hacia el

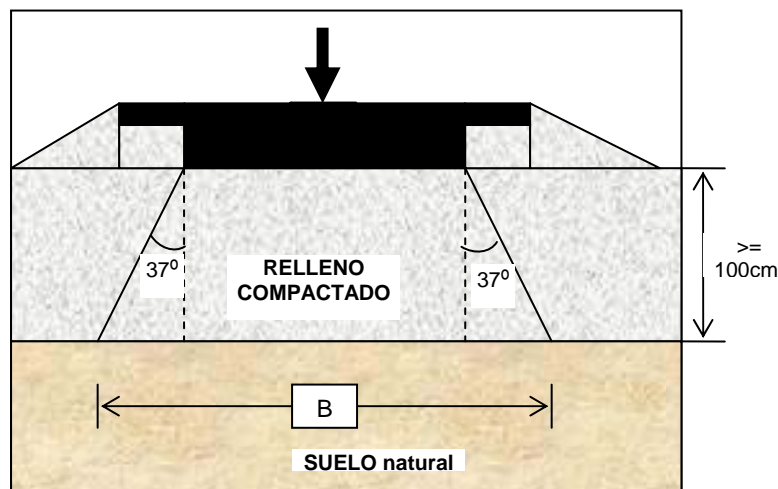
interior. La tapada mínima corresponde a la altura de la zapata y del lado exterior se la protegerá además con un veredín perimetral.

- Para la determinación del coeficiente sísmico considerar según el Código de Construcciones Sismo Resistentes de la Provincia de Mendoza **SUELO TIPO 3**.
- Se deben verificar las tensiones en las fundaciones adoptando el siguiente valor de capacidad de carga del suelo natural:

$$q \text{ (tn/m}^2\text{)} = 11,20$$

Este valor deberá afectarse por los coeficientes de seguridad estipulados por el Código de construcciones Sismo Resistentes para la Provincia de Mendoza, según Art. 5.5. Proyecto de Fundaciones

EN ESTE CASO Y DEBIDO A LA EXISTENCIA DE RELLENOS COMPACTADOS TERRAPLENES Y QUE POR SUS CARACTERÍSTICAS MEJORA LA DISTRIBUCIÓN DE LAS CARGAS EN EL SUELO NATURAL, SE PODRÁ UTILIZAR EL SIGUIENTE RAZONAMIENTO PARA EL CÁLCULO DE LA MEJORA DE LAS CAPACIDADES ÚLTIMAS.



NOTA IMPORTANTE: El valor de **B** es el que se adoptará para la verificación de la fundación

11 DETERMINACIONES FÍSICAS DE SUELOS EXTRAÍDOS DEL Aº CHENQUECO y RIPIERA ORALCO S.R.L

El suelo analizado es el de La Ripiera Municipal, como principal aporte para su uso en los rellenos a ejecutarse en la obra. Y el de la Ripiera perteneciente a la Empresa Oralco S.R.L.

ASTM d 4318-95^a Método de determinación de límite plástico e índice de plasticidad

ASTM D 2487 Clasificación de los suelos con propósitos ingenieriles

NUMERO	MUESTRAS	PROFUNDIDAD (cm)	HUMEDAD (%)	PASA T N° 200	LL	LP	IP	Clasificación y Designación
1	A° Chenquenco	-	-	1,81	-	-	-	SW "Arenas bien gradudas"
2	Ripiera Oralco	-	-	7,10	-	-	-	GW "Gravas bien gradudas"

En las curvas de color verde y amarilla son los límites tipo para lograr una base estabilizada y puede observarse el desfase que existe con las curvas obtenidas de las ripieras

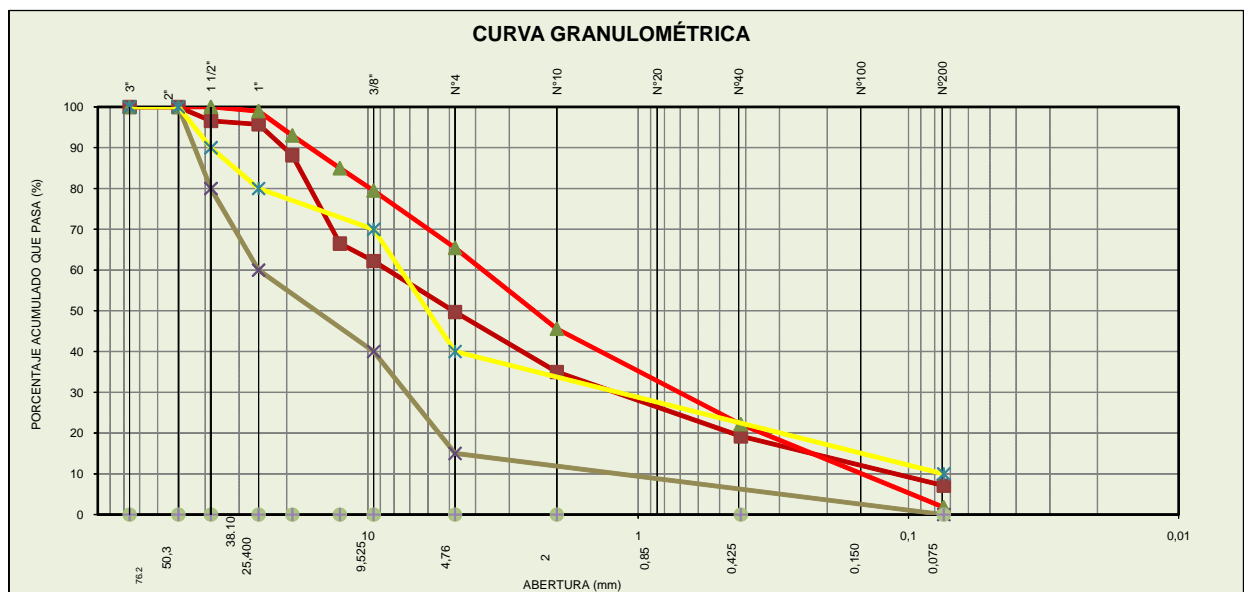
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

ASTM D 422 Método de determinación de la granulometría mediante tamizado por vía húmeda.

Tamiz	Abertura (mm)	% PASA					
		A° Chenquenco	Oralco	Curva Limite izq.	Curva limite der.		
3"	76,200	100,00	100,0	100,0	100,0		
2"	50,300	100,00	100,00	100,0	100,0		
1 1/2"	38,100	100,00	96,60	80,0	90,0		
1"	25,400	98,96	95,75	60,00	80,00		
3/4"	19,050	93,03	88,15				
1/2"	12,700	84,97	66,50				
3/8"	9,525	79,47	62,20	40,00	70,00		
N°4	4,760	65,41	49,69	15,00	40,00		
N°10	2,000	45,58	35,00				
N°40	0,417	22,17	19,22				
N°200	0,074	1,81	7,10	0,00	10,00		

DIÁMETROS Y COEFICIENTES CARACTERÍSTICOS DE LA FRACCION DE SUELO

D10		0,21	0,16	3,20	0,07		
D30		0,95	1,50	7,62	3,20		
D60		4,01	8,69	25,40	7,94		
Cu		18,90	55,66	7,94	107,25		
Cc		1,05	1,66	0,71	17,41		

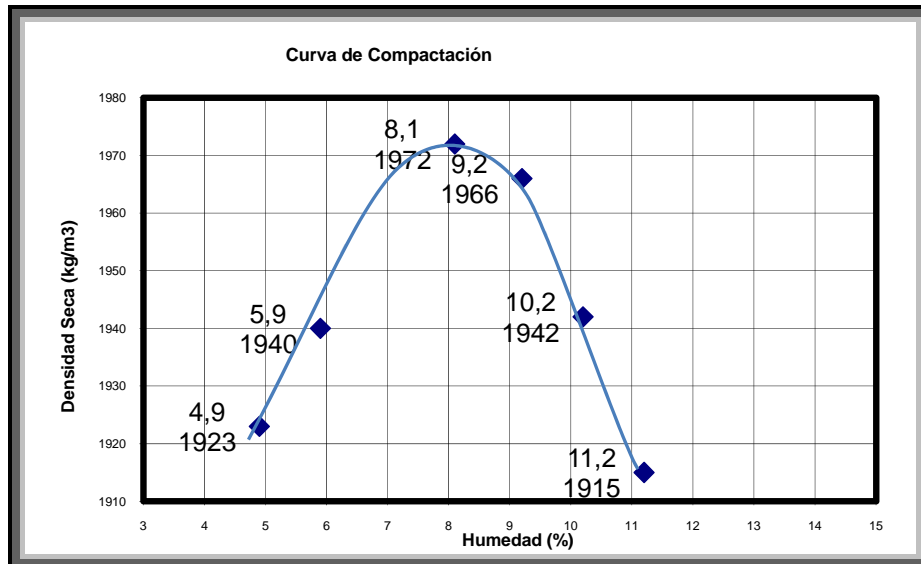


NOTA: Las curvas poseen colores en correspondencia con los encabezados de las columnas.

11.1 Ensayo PROCTOR T-180

11.1.1 A° Chenquenco

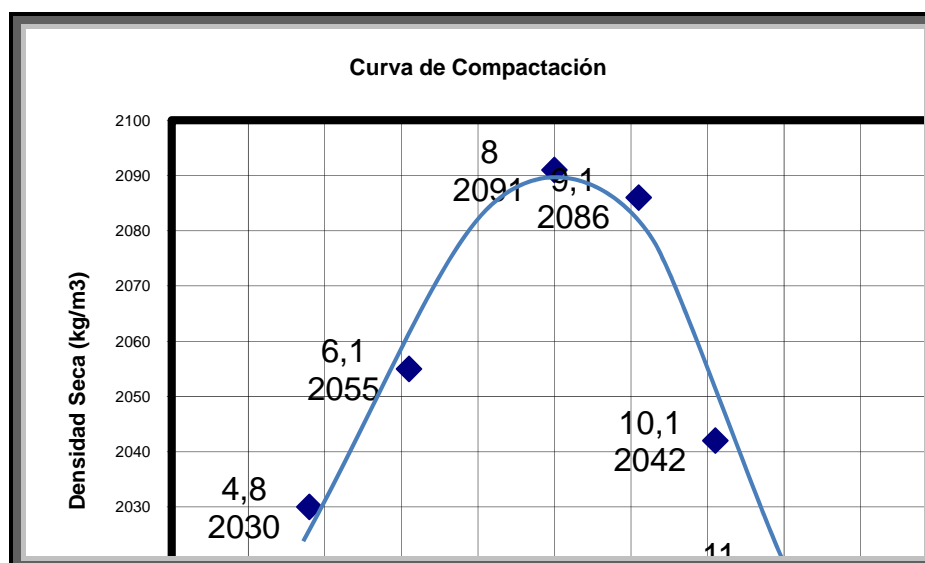
Norma: **AASHTO T 180 – Ensayo Proctor Modificado**



Densidad Máxima: 1972 Kg/m³
Humedad Óptima: 8,1 %

11.1.2 Ripiera Oralco S.R.L.

Norma: **AASHTO T 180 – Ensayo Proctor Modificado**



Densidad Máxima: 2090 Kg/m³

Humedad Optima: 8,0 %

11.2 Conclusiones

Analizando los dos suelos podemos observar que el del Aº Chenqueco posee una matriz muy fuerte arenosa, por lo que se podría utilizar suelo de este lugar ejecutando una modificación en la curva. Sin embargo el suelo de la ripiera de Oralco se presenta de mejor calidad para el uso ya que se encuentra dentro de las Gravas aunque también habría que ajustar.

Ing. Eduardo E. Sanchez
Mat. 7480 – Cat. A