



**“ESTUDIOS BÁSICOS PARA CONSERVACIÓN PROTECCIÓN COSTERA PUNTA ARENAS”
REGIÓN DE MAGALLANES Y DE LA ANTÁRTICA CHILENA”**



Informe Final

Capítulo 2

Fecha 23-11-2020

CAPITULO 2

“ESTUDIOS BÁSICOS PARA CONSERVACIÓN PROTECCIÓN COSTERA PUNTA ARENAS” REGIÓN DE MAGALLANES Y DE LA ANTÁRTICA CHILENA

CONTENIDO

2	ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS	2-3
2.1	Recopilación De Antecedentes	2-4
2.2	Geología Del Sector En Estudio	2-5
2.3	Antecedentes de Mecánica de Suelos	2-7
2.3.1	Modelación estratigráfica:	2-11
2.4	Análisis De Potencial De Licuación	2-25
2.4.1	Conclusiones estudio de licuación de suelos.....	2-29
2.5	Parámetros Geotécnicos.....	2-30
2.5.1	Soluciones De Fundación	2-31
2.5.2	Radiéres y Pavimentos.....	2-45
2.5.3	Consideraciones del nivel freático o napa freática.....	2-45
2.5.4	Capacidad de soporte admisible.....	2-46
2.5.5	Constante de balasto	2-54
2.5.6	Excavaciones Temporales	2-69
2.5.7	Fundación Tipo 5: Capacidad De Soporte para Pilotes Hincados	2-54
2.5.8	Muros de Gaviones y Gaviones Tipo Sábana.....	2-69
2.5.9	Empujes sobre muros de contención y Tabla-estacas.....	2-71
2.5.10	Tipo de suelo de fundación según MC vol 3 versión 2019.....	2-76

2.6	Especificaciones y Recomendaciones Técnicas y Constructivas.....	2-79
2.6.1	Excavaciones para fundaciones	2-79
2.6.2	Especificaciones Técnicas para rellenos masivos	2-81
2.7	Especificaciones Generales	2-84
2.8	ANEXO A: RESUMEN ENSAYOS DE LABORATORIO.....	2-85
2.9	ANEXO B: PERFIL DE SUELOS SONDAJES Y PERFIL DE PARÁMETROS	2-108
2.10	ANEXO C: ESTUDIO DE LICUACIÓN DE SUELOS.	2-125

2 ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS

El presente informe corresponde al estudio de mecánica de suelos realizado para la elaboración del proyecto “**ESTUDIOS BÁSICOS PARA CONSERVACIÓN PROTECCIÓN COSTERA, PUNTA ARENAS**”, de la comuna de **PUNTA ARENAS**, provincia de **MAGALLANES**, región de **MAGALLANRES**.

El proyecto tiene la finalidad de habilitar sectores de uso público que permita mejorar la oferta recreacional y turística en las zonas costeras de la comuna. En la Figura 2.1, se presenta la ubicación de proyecto y zonas bajo estudio.

Figura 2.1 Ubicación general de proyecto.



Este informe persigue principalmente los siguientes objetivos:

1. Estratigrafías detalladas de suelo de acuerdo a la ejecución de calicatas.
2. Determinar los parámetros de suelo que permitan al proyectista diseñar las fundaciones de las obras de borde costero a construir en las localidades en estudio.
 - i) Capacidad de soporte admisible a nivel de fundación
 - ii) Asentamientos esperados
 - iii) Constante de balasto
3. Nivel y tipo de fundación recomendado.
4. Especificaciones técnicas constructivas y de diseño.
 - i) Materiales a emplear en rellenos.
 - ii) Materiales para mejoramiento de suelo de fundación.
 - iii) Tratamiento de los sellos de fundación y rellenos.
5. Clasificación sísmica estimada de suelos según normativa vigente

2.1 Recopilación De Antecedentes

Dentro de los antecedentes utilizados para la confección de este informe se encuentran:

- a) Prospecciones de terreno del tipo calicatas, sondajes con ejecución de ensayo SPT y extracción de muestras a calicatas y sondajes. Ejecutados entre los meses de junio, Julio, agosto y septiembre del año 2020.
- b) Informes de ensayos de suelos realizados por Laboratorio TEKNO VIA que se entregan en anexo respectivo. Año 2020.
 - Informe de ensayo oficial n°24772-PA.
 - Informe de ensayo oficial n°24783-PA.
 - Informe de ensayo oficial n°24788-PA.
 - Informe de ensayo oficial n°24790-PA.
- c) Informes de ensayos de suelos realizados por Laboratorio One Geotecnia que se entregan en anexo respectivo. Año 2020.
 - Informe de ensayo oficial n°7534-0-20.
 - Informe de ensayo oficial n°7535-0-20.
- d) Villalobos, F. (2014). Mecánica de suelos. Universidad Católica de la Santísima Concepción.
- e) Bowles, J.E. (1996). Foundation Analysis and Design. McGraw Hill.
- f) Braja, M. (2006). Shallow Foundations, Bearing Capacity and Settlements. CRC press LLC.

- g) Nch 1508 Of 2014 (2014) Geotecnia – Estudio de mecánica de suelos.
- h) Nch 349 Of 1999. (1999). Construcción – Disposiciones de seguridad en excavación. INN, Santiago, Chile.
- i) Nch 3206 Of 2010. (2010). Geotecnia – Excavaciones, entibaciones y socializados. INN, Santiago, Chile.
- j) Nch 433 Of 1996. (1996). Diseño sísmico de edificios. INN, Santiago, Chile.
- k) Geología del sector a partir de la información recopilada básicamente del Mapa Geológico de Chile en escala 1:1.000.000 preparado por el Servicio Nacional de Geología y Minería (SERNAGEOMIN).

2.2 Geología Del Sector En Estudio

De acuerdo a la ubicación del proyecto corresponden aproximadamente las coordenadas indicadas en la Tabla 2.1, correspondiendo a las conformaciones **OM1c** y **Q1** indicadas en el Mapa Geológico de la zona en escala 1:1000.000; cuyo detalle es entregado a continuación:

OM1c

Época: Oligoceno Mioceno

Composición: Secuencias Sedimentarias.

Era: Cenozoico.

Periodo: Paleogeno.

Secuencias sedimentarias continentales parálicas o aluviales: conglomerados, areniscas, lutitas, calizas y mantos de carbón. En la Cordillera Principal y Precordillera, regiones I y II: formaciones Altos de Pica (inferior) y San Pedro; en la Cordillera de la Costa, región X: Estratos de Pupunahue y Parga, Formación Cheuquemó; en la región XII: Formación Loreto.

Q1

Época: Pleistoceno Holoceno

Composición: Secuencias Sedimentarias

Era: Cenozoico.

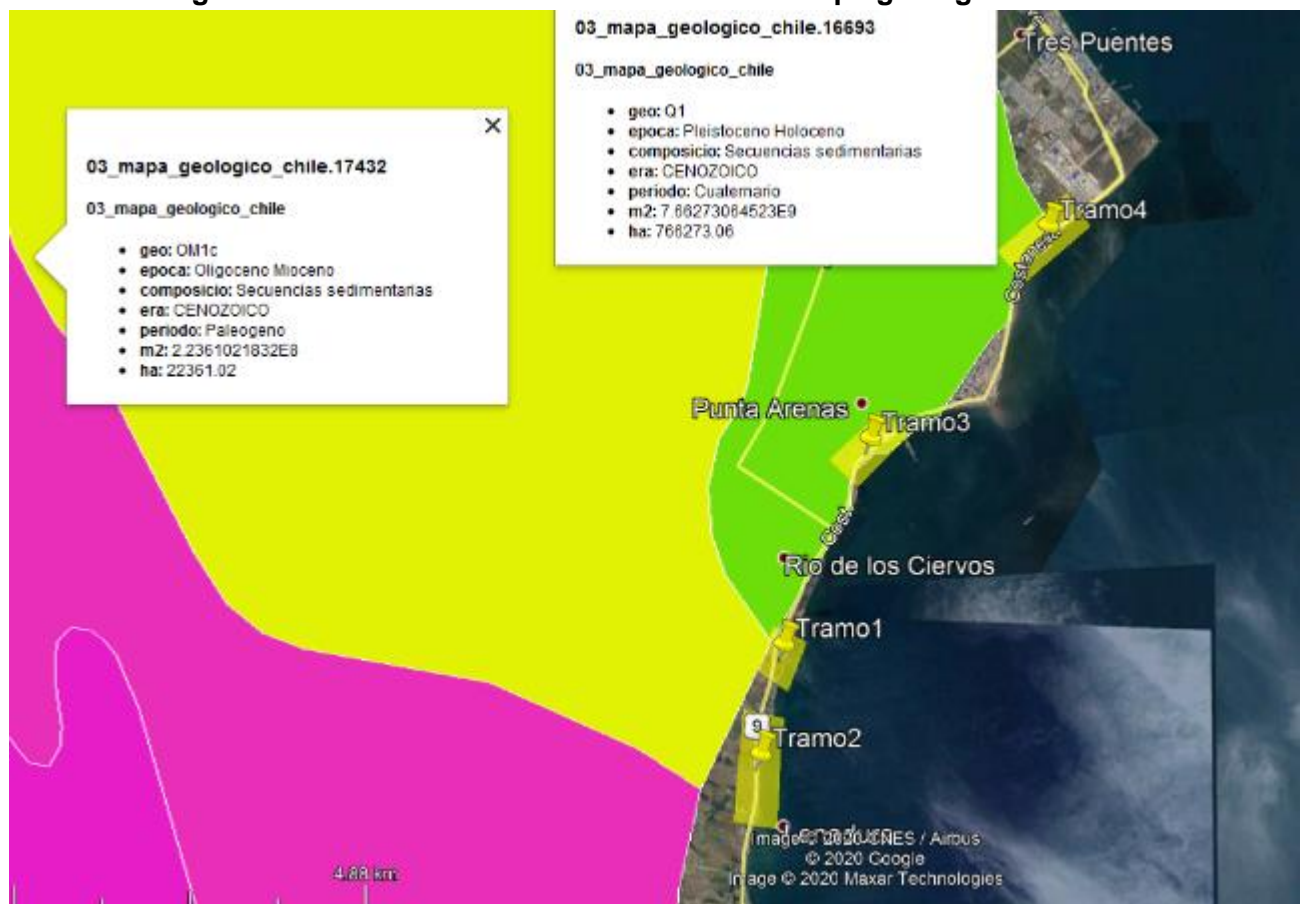
Periodo: Cuaternario.

Depósitos aluviales, coluviales y de remoción en masa; en menor proporción fluvio-glaciales, deltaicos, litorales o indiferenciados. En la Depresión Central, regiones Metropolitana a IX: abanicos mixtos de depósitos aluviales y fluvio-glaciales con intercalación de depósitos volcánico-clásticos.

Tabla 2.1 Ubicación zonas de estudio en el mapa geológico de Chile.

Sector	Designación de acuerdo a TDR	Zona	Coordenada N	Coordenada E	Geología
Tramo1	BCS-2	19F	4.104.167	370.783	OM1c
Tramo2	BCS-3	19F	4.102.638	370.506	OM1c
Tramo3	BCS-1	19F	4.107.074	371.913	Q1
Tramo4	BCS-4	19F	4.110.144	374.349	Q1

Figura 2.2 Ubicación de zonas de estudio en mapa geológico de Chile.



2.3 Antecedentes de Mecánica de Suelos

Para la exploración de suelos correspondiente a los sectores de emplazamiento de las obras proyectadas se efectuaron doce (12) calicatas, diez (10) sondajes terrestres y siete (7) sondajes marítimos, el resumen de dichas prospecciones de suelos es resumida en la siguiente tabla:

Tabla 2.2 Resumen prospecciones de exploración de suelos.

Prospección	Profundidad	Fecha	Nivel Napa	Cota	Zona	Coordenada N	Coordenada E
P1	2.80	10-06-2020	-1.50	3.91	19F	4.110.152	374.376
P2	3.50	04-06-2020	-2.20	4.38	19F	4.109.968	374.182
P3	2.20	04-06-2020	-2.20	3.51	19F	4.109.815	374.090
P4	3.00	04-06-2020	-2.70	3.86	19F	4.107.200	372.058
P5	2.80	04-06-2020	N.D.	3.17	19F	4.107.120	371.969
P6	3.60	04-06-2020	N.D.	3.66	19F	4.107.017	371.864
P7	3.30	12-06-2020	-2.20	2.42	19F	4.104.183	370.867
P8	3.20	09-06-2020	N.D.	2.97	19F	4.104.085	370.846
P9	3.20	09-06-2020	-1.00	2.51	19F	4.103.965	370.801
P10	3.00	09-06-2020	-0.90	1.12	19F	4.103.143	370.558
P11	3.00	09-06-2020	-1.00	1.16	19F	4.102.713	370.530
P12	2.90	09-06-2020	-1.80	1.19	19F	4.102.420	370.563
ST1	20.00	26-06-2020	-5.00	3.50	19F	4.110.033	374.249
ST2	20.00	15-06-2020	--	3.94	19F	4.109.887	374.122
ST3	20.00	19-06-2020	--	3.00	19F	4.107.256	372.143
ST4	20.00	22-06-2020	--	4.77	19F	4.107.000	371.845
ST5	20.00	02-07-2020	--	7.45	19F	4.106.922	371.780
ST6	20.45	30-06-2020	--	8.10	19F	4.106.847	371.753
ST7	20.45	03-07-2020	--	2.45	19F	4.104.215	370.873
ST8	20.45	02-07-2020	--	3.25	19F	4.104.033	370.827
ST9	20.45	30-06-2020	--	3.04	19F	4.103.286	370.617
ST10	20.45	23-06-2020	--	5.50	19F	4.102.226	370.545
SM1-2	40.45	09-10-2020	--	0.00	19F	4.109.992	374.294
SM3	20.00	28-09-2020	--	0.50	19F	4.107.208	372.186
SM4	20.45	05-09-2020	--	0.50	19F	4.103.205	370.613
SM5	20.45	16-07-2020	--	0.10	19F	4.102.943	370.529
SM6	20.45	20-09-2020	--	0.00	19F	4.102.532	370.584
SM7	20.45	08-07-2020	--	0.30	19F	4.102.236	370.567
SM8	20.45	13-07-2020	--	0.45	19F	4.102.163	370.565

En las Figura 2.3 a Figura 2.6 se muestra la ubicación de las prospecciones ejecutadas en el terreno de proyecto.

Figura 2.3 Planta de prospecciones Tramo1.

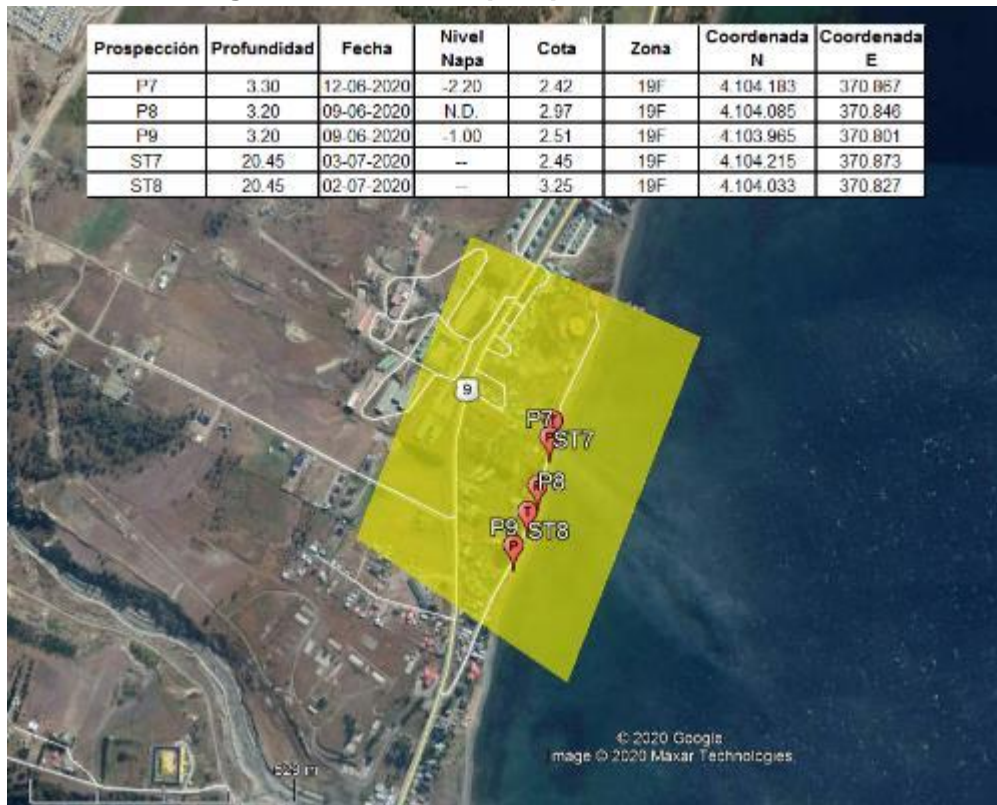


Figura 2.4 Planta de prospecciones Tramo2.



Figura 2.5 Planta de prospecciones Tramo3.



Figura 2.6 Planta de prospecciones Tramo4.



Los ensayos realizados a las muestras obtenidas corresponden a:

- Granulometría
- Límites de Atterberg
- Clasificación de suelos
- Peso específico
- Humedad natural
- Proctor modificado
- CBR
- Corte directo
- Peso unitario
- Densidad máxima y densidad mínima
- Compresión Triaxial

El resumen de resultados de ensayos realizados a las distintas prospecciones se muestra en anexo del presente informe.

2.3.1 Modelación estratigráfica:

La estratigrafía representativa del terreno en estudio se describe a continuación; según la información entregada en los informes de estratigrafía en terreno (informe de calicatas, sondajes terrestres y sondajes marítimos); se observa las siguientes unidades estratigráficas representativas del sector de proyecto:

UNIDAD 0: Suelo cobertura vegetal.

Tabla 2.3 Identificación de unidad estratigráfica en calicatas.

	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12
Desde (m)	--	--	0.00	--	0.00	0.00	--	--	--	--	--	--
Hasta (m)	--	--	0.30	--	0.30	0.30	--	--	--	--	--	--
Napa (m)	1.50	2.20	2.20	2.70	ND	ND	2.20	ND	1.00	0.90	1.00	1.80

Tabla 2.4 Identificación de unidad estratigráfica en sondajes terrestres.

	ST1	ST2	ST3	ST4	ST5	ST6	ST7	ST8	ST9	ST10
Desde (m)	--	--	--	--	0.00	--	--	--	0.00	--
Hasta (m)	--	--	--	--	2.00	--	--	--	1.00	--

Tabla 2.5 Identificación de unidad estratigráfica en sondajes marítimos.

	SM1-2	SM3	SM4	SM5	SM6	SM7	SM8
Desde (m)	--	--	--	--	--	--	--
Hasta (m)	--	--	--	--	--	--	--

UNIDAD 1: Arenas con presencia de gravas y finos en sectores, color predominante café a gris, compacidad de suelta a media en sectores, sin plasticidad, estructura homogénea tamaño máximo de partículas 80mm.

Tabla 2.6 Identificación de unidad estratigráfica en calicatas.

	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12
Desde (m)	0.00	2.20	0.50	0.00	1.40	2.30	--	0.00	0.00	0.00	--	1.00
Hasta (m)	2.80	3.50	2.20	3.00	2.80	3.40	--	0.70	0.70	3.00	--	2.90
Napa (m)	1.50	2.20	2.20	2.70	ND	ND	2.20	ND	1.00	0.90	1.00	1.80

Tabla 2.7 Identificación de unidad estratigráfica en sondajes terrestres.

	ST1	ST2	ST3	ST4	ST5	ST6	ST7	ST8	ST9	ST10
Desde (m)	0.00	0.00	3.00	--	--	--	--	--	--	--
Hasta (m)	13.00	10.00	6.00	--	--	--	--	--	--	--
	==	==	==	==	==	==	==	==	==	==
Desde (m)	15.00	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Hasta (m)	20.00	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Tabla 2.8 Identificación de unidad estratigráfica en sondajes marítimos.

	SM1-2	SM3	SM4	SM5	SM6	SM7	SM8
Desde (m)	0.00	0.00	--	0.00	0.00	0.00	--
Hasta (m)	18.00	3.45	--	8.00	6.00	2.00	--
	==	==	==	==	==	==	==
Desde (m)	21.00	--	--	--	15.00	--	--
Hasta (m)	25.00	--	--	--	20.45	--	--

UNIDAD 2: Relleno heterogéneo.

Tabla 2.9 Identificación de unidad estratigráfica en calicatas.

	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12
Desde (m)	--	0.00	0.30	--	0.30	0.30	0.00	--	--	--	--	--
Hasta (m)	--	2.20	0.50	--	1.40	2.30	0.40	--	--	--	--	--
Napa (m)	1.50	2.20	2.20	2.70	ND	ND	2.20	ND	1.00	0.90	1.00	1.80

Tabla 2.10 Identificación de unidad estratigráfica en sondajes terrestres.

	ST1	ST2	ST3	ST4	ST5	ST6	ST7	ST8	ST9	ST10
Desde (m)	--	--	0.00	0.00	--	0.00	--	0.00	--	0.00
Hasta (m)	--	--	3.00	1.00	--	6.00	--	2.00	--	2.00

Tabla 2.11 Identificación de unidad estratigráfica en sondajes marítimos.

	SM1-2	SM3	SM4	SM5	SM6	SM7	SM8
Desde (m)	--	--	--	--	--	--	--
Hasta (m)	--	--	--	--	--	--	--

UNIDAD 3: Arcilla a limo, color gris, consistencia media a dura en sectores, humedad media, plasticidad alta, estructura homogénea, presencia de gravas aisladas de tamaño máximo 80mm.

Tabla 2.12 Identificación de unidad estratigráfica en calicatas.

	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12
Desde (m)	--	--	--	--	--	3.40	0.40	0.70	0.70	--	--	0.70
Hasta (m)	--	--	--	--	--	3.60	3.30	3.20	3.20	--	--	1.00
Napa (m)	1.50	2.20	2.20	2.70	ND	ND	2.20	ND	1.00	0.90	1.00	1.80

Tabla 2.13 Identificación de unidad estratigráfica en sondajes terrestres.

	ST1	ST2	ST3	ST4	ST5	ST6	ST7	ST8	ST9	ST10
Desde (m)	--	--	4.00	--	--	--	--	2.00	11.00	14.00
Hasta (m)	--	--	5.00	--	--	--	--	11.00	13.00	17.00
	==	==	==	==	==	==	==	==	==	==
Desde (m)	--	--	10.00	--	--	--	--	19.00	--	--
Hasta (m)	--	--	20.45	--	--	--	--	20.45	--	--

Tabla 2.14 Identificación de unidad estratigráfica en sondajes marítimos.

	SM1-2	SM3	SM4	SM5	SM6	SM7	SM8
Desde (m)	--	--	--	11.00	--	--	--
Hasta (m)	--	--	--	14.00	--	--	--

UNIDAD 4: Grava color gris, compacidad suelta, humedad alta, sin plasticidad, estructura homogénea, presencia de bolones de tamaño máximo 6”.

Tabla 2.15 Identificación de unidad estratigráfica en calicatas.

	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12
Desde (m)	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	0.00	0.00
Hasta (m)	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	3.00	0.70
Napa (m)	1.50	2.20	2.20	2.70	ND	ND	2.20	ND	1.00	0.90	1.00	1.80

Tabla 2.16 Identificación de unidad estratigráfica en sondajes terrestres.

	ST1	ST2	ST3	ST4	ST5	ST6	ST7	ST8	ST9	ST10
Desde (m)	--	--	--	1.00	--	--	0.00	11.00	1.00	--
Hasta (m)	--	--	--	3.00	--	--	4.00	15.00	5.00	--
	==	==	==	==	==	==	==	==	==	==
Desde (m)	--	--	--	10.00	--	--	5.00	16.00	8.00	--
Hasta (m)	--	--	--	14.00	--	--	10.00	19.00	11.00	--

Tabla 2.17 Identificación de unidad estratigráfica en sondajes marítimos.

	SM1-2	SM3	SM4	SM5	SM6	SM7	SM8
Desde (m)	25.00	--	--	--	--	--	--
Hasta (m)	40.45	--	--	--	--	--	--

UNIDAD 5: Limo arenoso color negro, plasticidad nula, humedad saturada, presencia de material orgánico, consistencia blanda a media en sectores.

Tabla 2.18 Identificación de unidad estratigráfica en calicatas.

	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12
Desde (m)	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	0.00	0.00
Hasta (m)	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	3.00	0.70
Napa (m)	1.50	2.20	2.20	2.70	ND	ND	2.20	ND	1.00	0.90	1.00	1.80

Tabla 2.19 Identificación de unidad estratigráfica en sondajes terrestres.

	ST1	ST2	ST3	ST4	ST5	ST6	ST7	ST8	ST9	ST10
Desde (m)	13.00	10.00	--	--	--	--	--	--	--	--
Hasta (m)	15.00	20.00	--	--	--	--	--	--	--	--

Tabla 2.20 Identificación de unidad estratigráfica en sondajes marítimos.

	SM1-2	SM3	SM4	SM5	SM6	SM7	SM8
Desde (m)	--	--	--	--	--	--	--
Hasta (m)	--	--	--	--	--	--	--

UNIDAD 6: Roca del tipo arenisca, color gris claro, cementación alta, denominadas localmente como “Formación Loreto”.

Tabla 2.21 Identificación de unidad estratigráfica en calicatas.

	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12
Desde (m)	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	0.00	0.00
Hasta (m)	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	3.00	0.70
Napa (m)	1.50	2.20	2.20	2.70	ND	ND	2.20	ND	1.00	0.90	1.00	1.80

Tabla 2.22 Identificación de unidad estratigráfica en sondajes terrestres.

	ST1	ST2	ST3	ST4	ST5	ST6	ST7	ST8	ST9	ST10
Desde (m)	--	--	13.45	14.00	13.45	10.00	--	--	--	--
Hasta (m)	--	--	20.00	20.00	20.00	20.45	--	--	--	--

Tabla 2.23 Identificación de unidad estratigráfica en sondajes marítimos.

	SM1-2	SM3	SM4	SM5	SM6	SM7	SM8
Desde (m)	--	8.00	--	--	--	--	--
Hasta (m)	--	20.00	--	--	--	--	--

UNIDAD 7: Arcilla con grava aislada, color gris, compacidad suelta a media en sectores, estructura homogénea.

Tabla 2.24 Identificación de unidad estratigráfica en calicatas.

	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12
Desde (m)	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	0.00	0.00
Hasta (m)	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	3.00	0.70
Napa (m)	1.50	2.20	2.20	2.70	ND	ND	2.20	ND	1.00	0.90	1.00	1.80

Tabla 2.25 Identificación de unidad estratigráfica en sondajes terrestres.

	ST1	ST2	ST3	ST4	ST5	ST6	ST7	ST8	ST9	ST10
Desde (m)	--	--	6.00	3.00	2.00	6.00	--	--	5.00	2.00
Hasta (m)	--	--	10.00	10.00	13.45	10.00	--	--	8.00	6.00

Tabla 2.26 Identificación de unidad estratigráfica en sondajes marítimos.

	SM1-2	SM3	SM4	SM5	SM6	SM7	SM8
Desde (m)	--	3.45	0.00	--	--	9.00	15.00
Hasta (m)	--	8.00	11.00	--	--	11.00	18.00
	==	==	==	==	==	==	==
Desde (m)	--	3.45	0.00	--	--	--	--
Hasta (m)	--	8.00	11.00	--	--	--	--

UNIDAD 8: Grava limo arcillosa, color gris, plasticidad media, humedad saturada, compacidad densa a media en sectores, estructura homogénea.

Tabla 2.27 Identificación de unidad estratigráfica en calicatas.

	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12
Desde (m)	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	0.00	0.00
Hasta (m)	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	3.00	0.70
Napa (m)	1.50	2.20	2.20	2.70	ND	ND	2.20	ND	1.00	0.90	1.00	1.80

Tabla 2.28 Identificación de unidad estratigráfica en sondajes terrestres.

	ST1	ST2	ST3	ST4	ST5	ST6	ST7	ST8	ST9	ST10
Desde (m)	--	--	--	--	--	--	--	--	13.00	6.00
Hasta (m)	--	--	--	--	--	--	--	--	20.45	14.00
	==	==	==	==	==	==	==	==	==	==
Desde (m)	--	--	--	--	--	--	--	--	--	17.00
Hasta (m)	--	--	--	--	--	--	--	--	--	20.45

Tabla 2.29 Identificación de unidad estratigráfica en sondajes marítimos.

	SM1-2	SM3	SM4	SM5	SM6	SM7	SM8
Desde (m)	18.00	--	--	14.00	6.00	--	13.00
Hasta (m)	21.00	--	--	20.45	8.00	--	15.00

UNIDAD 9: Arena color gris, tamaño grueso a medio, con presencia de gravas aisladas, humedad saturada, sin plasticidad, compacidad densa a media en sectores.

Tabla 2.30 Identificación de unidad estratigráfica en calicatas.

	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12
Desde (m)	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	0.00	0.00
Hasta (m)	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	3.00	0.70
Napa (m)	1.50	2.20	2.20	2.70	ND	ND	2.20	ND	1.00	0.90	1.00	1.80

Tabla 2.31 Identificación de unidad estratigráfica en sondajes terrestres.

	ST1	ST2	ST3	ST4	ST5	ST6	ST7	ST8	ST9	ST10
Desde (m)	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Hasta (m)	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Tabla 2.32 Identificación de unidad estratigráfica en sondajes marítimos.

	SM1-2	SM3	SM4	SM5	SM6	SM7	SM8
Desde (m)	--	--	11.00	8.00	8.00	2.00	0.00
Hasta (m)	--	--	20.45	11.00	15.00	9.00	13.00
	==	==	==	==	==	==	==
Desde (m)	--	--	--	--	--	11.00	18.00
Hasta (m)	--	--	--	--	--	20.45	20.45

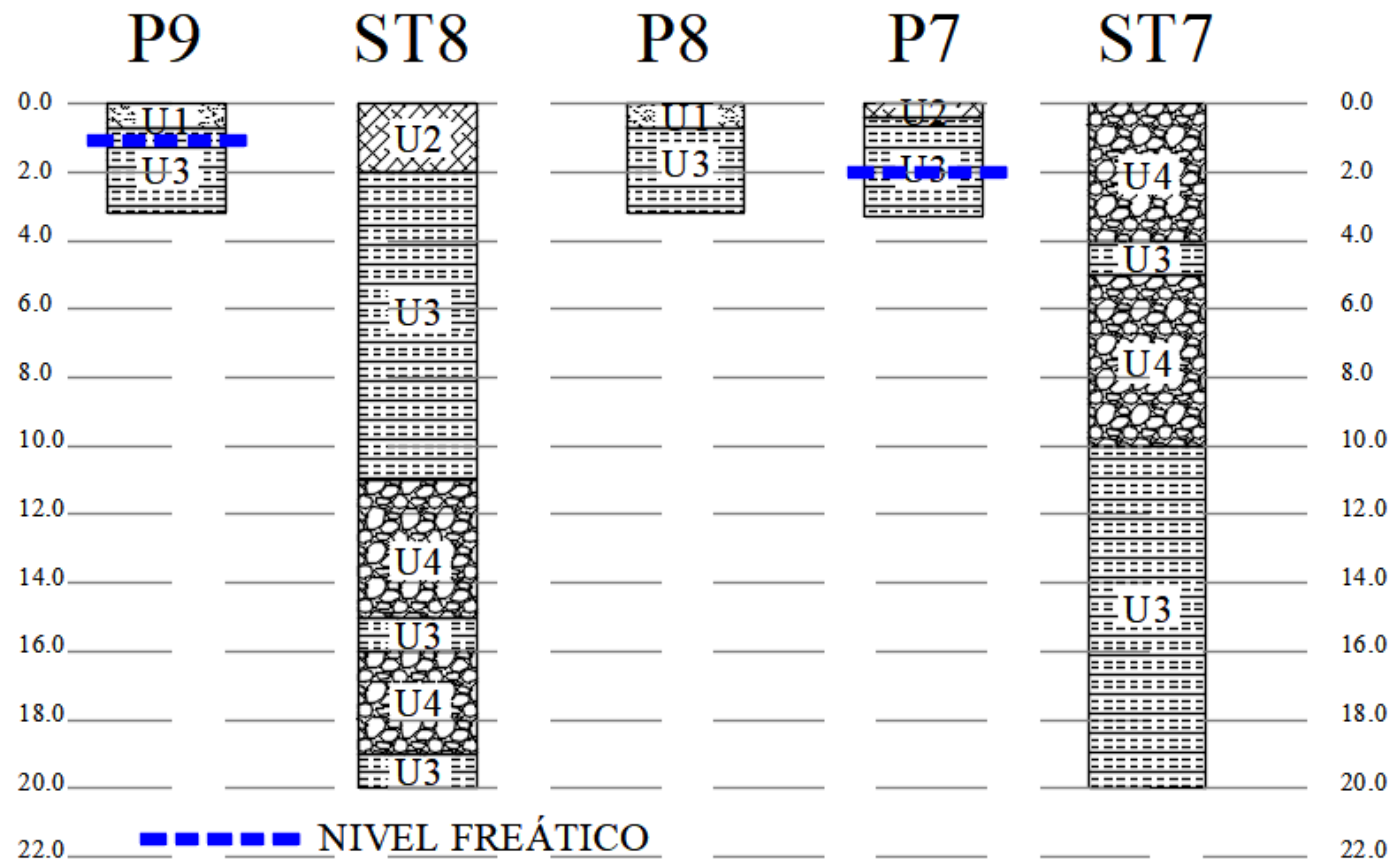
A partir de las unidades estratigráficas descritas en los párrafos precedentes, en la Figura 2.7 se muestra los perfiles estratigráficos estimados para cada uno de los tramos definidos en la Tabla 2.1 y Figura 2.1.

A partir de la exploración de suelos ejecutada, resultados de ensayos in-situ y ensayos de laboratorio de suelos; conservadoramente y considerando que los ensayos de resistencia al corte fueron ejecutados sobre muestras remoldadas, en la Tabla 2.33, se indica las propiedades de resistencia al corte de las unidades estratigráficas típicas de la zona de proyecto.

Tabla 2.33 Parámetros de resistencia al corte de suelos.

UNIDAD ESTRATIGRAFICA	U1	U2	U3	U4	U5	U6	U7	U8	U9
DESCRIPCIÓN	Arena limosa	Relleno	Arcilla y Limo color gris	Grava areno/limosa	Limo Arenoso Negro	Roca Arenisca gris claro	Arcilla gris con grava aislada	Grava Limo/Arcillosa color gris	Arena gris
CLASIFICACION USCS	SW a SM	--	CL a ML	GW a GM	ML a CL	Roca	CH a MH	GM a GW	SW a SP
COHESION (C) (T/m ²)	0.50	0.50	3.00	0.00	0.50	100	0.25	0.50	0.50
ANGULO DE FRICCIÓN (°)	32°	25°	18°	35°	18°	40°	18°	35°	33°
PESO UNITARIO HUMEDO (T/m ³)	1.80	1.70	1.60	2.10	1.80	2.10	1.60	2.10	1.90
MODULO DE ELASTICIDAD (E) (T/m ²)	3000	1500	2500	5000	400	25000	40	8000	3500
MODULO DE ELASTICIDAD CICLICO (Ed) (T/m ²)	3*E	2*E	2*E	3*E	2*E	3*E	2*E	3*E	3*E

Figura 2.7 Perfil estratigráfico estimado Tramo1.



U0: Cubierta Vegetal.

U1: Arenas con gravas y finos, color café, compacidad suelta a media. $\gamma = 1,80 \text{ (T/m}^3\text{)}$ $C = 0.5 \text{ (T/m}^2\text{)}$ $\phi = 32^\circ$

U2: Relleno Heterogéneo.

U3: Arcilla a limo, color gris, consistencia media a dura, plasticidad media a alta, presencia de gravas. $\gamma = 1,60 \text{ (T/m}^3\text{)}$ $C = 3.0 \text{ (T/m}^2\text{)}$ $\phi = 18^\circ$

U4: Grava areno-limosa, color gris, compacidad suelta a media, presencia de bolones. $\gamma = 1,90 \text{ (T/m}^3\text{)}$ $C = 0.0 \text{ (T/m}^2\text{)}$ $\phi = 35^\circ$

U5: Limo arenoso color negro, plasticidad nula, humedad saturado, presencia material orgánico $\gamma = 1,80 \text{ (T/m}^3\text{)}$ $C = 0.50 \text{ (T/m}^2\text{)}$ $\phi = 18^\circ$

U6: Roca Arenisca color gris conocido como Formación Loreto. $\gamma = 2,10 \text{ (T/m}^3\text{)}$ $C = 100 \text{ (T/m}^2\text{)}$ $\phi = 40^\circ$

U7: Arcilla gris con gravas aisladas, plasticidad alta, humedad saturada, consistencia alta. $\gamma = 1,60 \text{ (T/m}^3\text{)}$ $C = 0.25 \text{ (T/m}^2\text{)}$ $\phi = 18^\circ$

U8: Grava limo/arcillosa, color gris, plasticidad media, humedad saturada, compacidad densa. $\gamma = 2,10 \text{ (T/m}^3\text{)}$ $C = 0.50 \text{ (T/m}^2\text{)}$ $\phi = 35^\circ$

U9: Arena limosa con gravas, color gris algo azulado, plasticidad baja, humedad saturada, compacidad densa. $\gamma = 1,90 \text{ (T/m}^3\text{)}$ $C = 0.50 \text{ (T/m}^2\text{)}$ $\phi = 33^\circ$

Figura 2.8 Perfil estratigráfico estimado Tramo 2 (BCS-3).

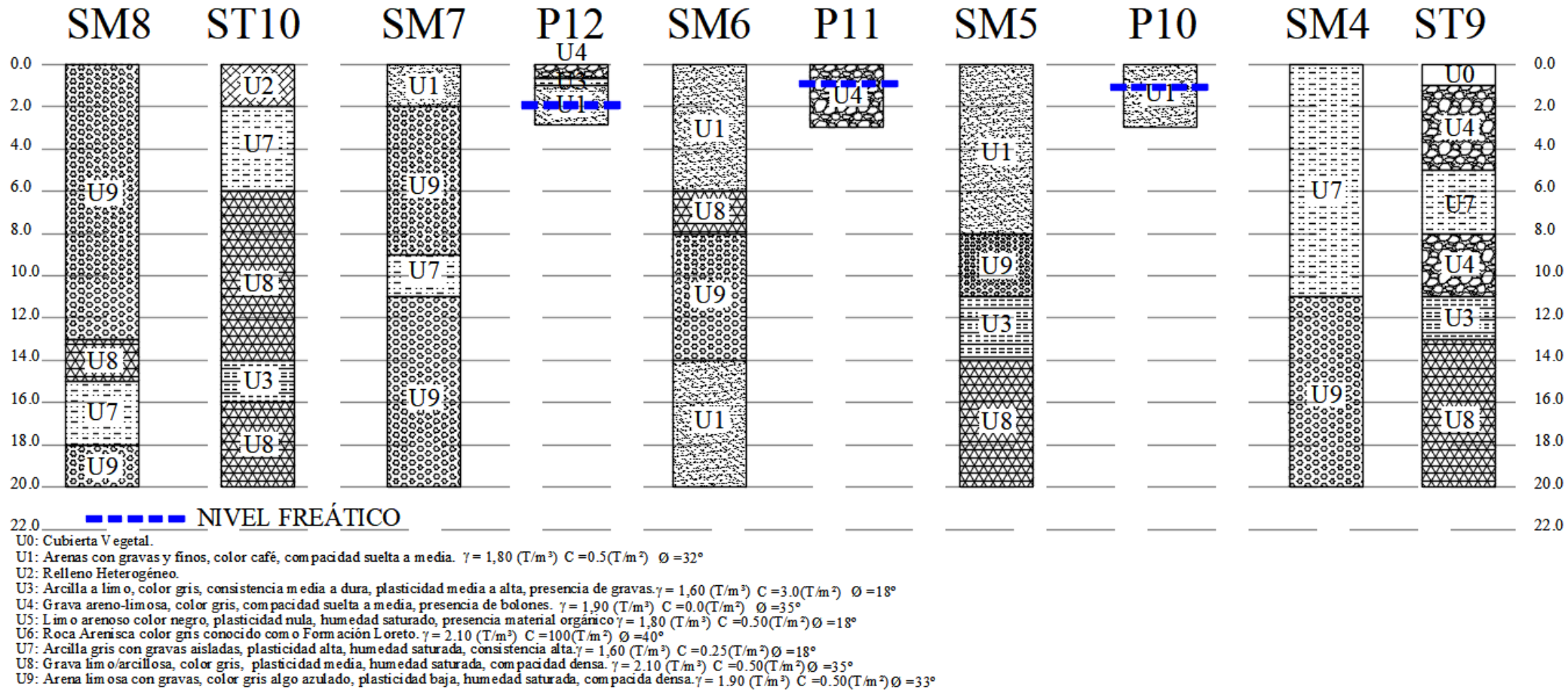
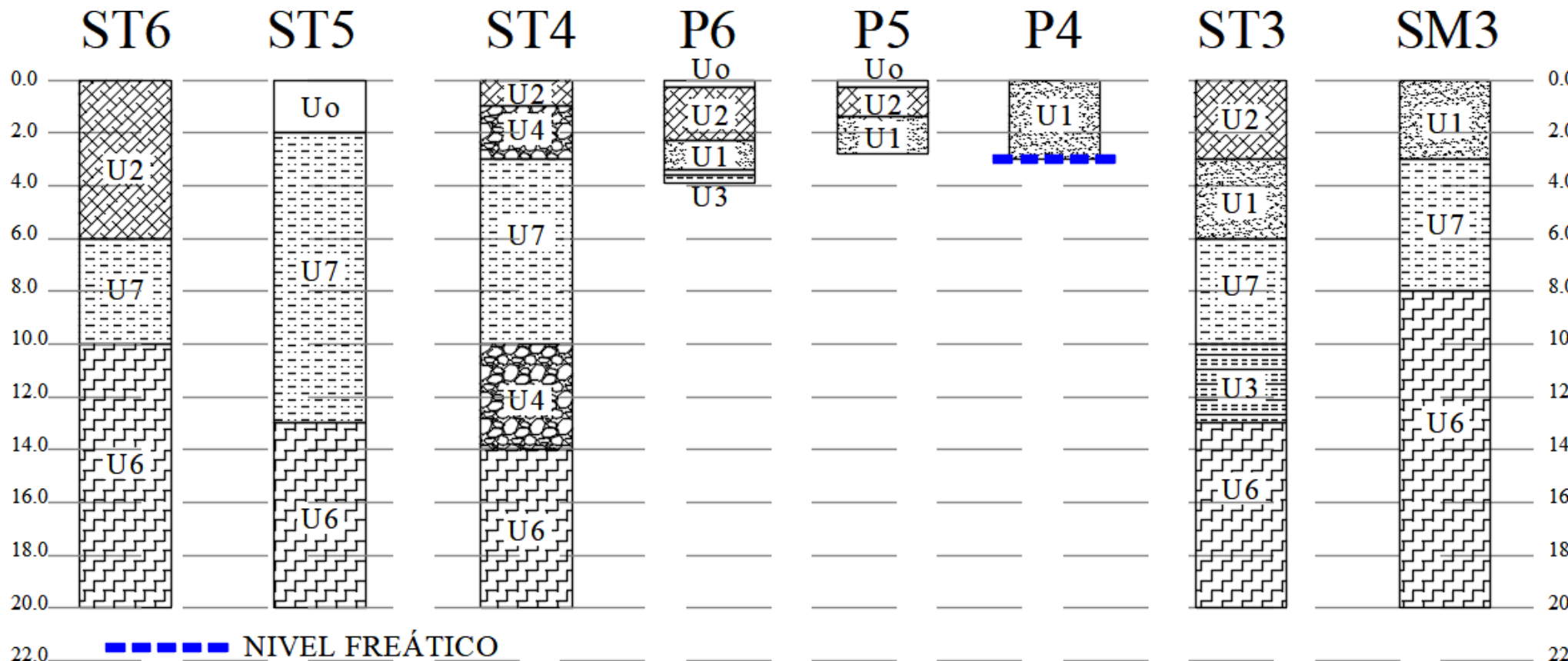


Figura 2.9 Perfil estratigráfico estimado Tramo 4 (BCS-4) (BCS-1).



22.0  NIVEL FREÁTICO

U0: Cubierta Vegetal.

U1: Arenas con gravas y finos, color café, compacidad suelta a media. $\gamma = 1,80 \text{ (T/m}^3\text{)}$ $C = 0.5 \text{ (T/m}^2\text{)}$ $\phi = 32^\circ$

U2: Relleno Heterogéneo.

U3: Arcilla a limo, color gris, consistencia media a dura, plasticidad media a alta, presencia de gravas. $\gamma = 1,60 \text{ (T/m}^3\text{)}$ $C = 3.0 \text{ (T/m}^2\text{)}$ $\phi = 18^\circ$

U4: Grava areno-limosa, color gris, compacidad suelta a media, presencia de bolones. $\gamma = 1,90 \text{ (T/m}^3\text{)}$ $C = 0.0 \text{ (T/m}^2\text{)}$ $\phi = 35^\circ$

U5: Limo arenoso color negro, plasticidad nula, humedad saturado, presencia material orgánico $\gamma = 1,80 \text{ (T/m}^3\text{)}$ $C = 0.50 \text{ (T/m}^2\text{)}$ $\phi = 18^\circ$

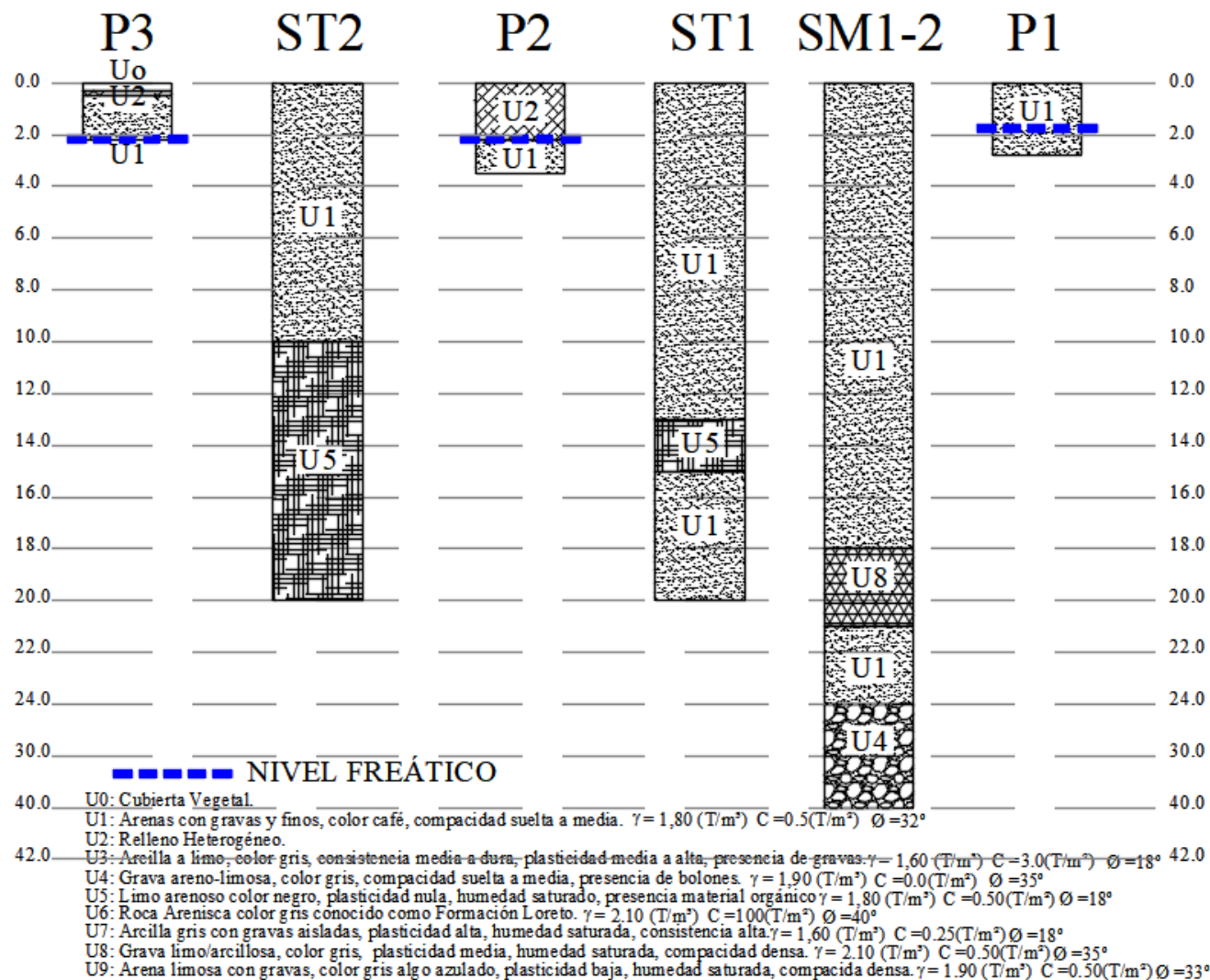
U6: Roca Arenisca color gris conocido como Formación Loreto. $\gamma = 2.10 \text{ (T/m}^3\text{)}$ $C = 100 \text{ (T/m}^2\text{)}$ $\phi = 40^\circ$

U7: Arcilla gris con gravas aisladas, plasticidad alta, humedad saturada, consistencia alta $\gamma = 1,60 \text{ (T/m}^3\text{)}$ $C = 0.25 \text{ (T/m}^2\text{)}$ $\phi = 18^\circ$

U8: Grava limo/arcillosa, color gris, plasticidad media, humedad saturada, compacidad densa. $\gamma = 2.10 \text{ (T/m}^3\text{)}$ $C = 0.50 \text{ (T/m}^2\text{)}$ $\phi = 35^\circ$

U9: Arena limosa con gravas, color gris algo azulado, plasticidad baja, humedad saturada, compacidad densa. $\gamma = 1.90 \text{ (T/m}^3\text{)}$ $C = 0.50 \text{ (T/m}^2\text{)}$ $\phi = 33^\circ$

Figura 2.10 Perfil estratigráfico estimado Tramo 4.



2.4 Análisis De Potencial De Licuación

A continuación, se realizará el análisis de licuación para cada prospección de sondaje con medición de SPT, basado en el método simplificado propuesto por Boulanger e Idriss (2010).

Análisis teórico

El fenómeno de licuación involucra la deformación de corte del suelo causada por cargas cíclicas en condiciones no drenadas y en suelos no cohesivos saturados. La generación de presiones de poros en exceso bajo condiciones de carga no drenada en este tipo de suelos reduce los esfuerzos efectivos disminuyendo la resistencia al corte. La licuación o falla de flujo provoca efectos dramáticos de inestabilidad que conducen normalmente al colapso.

Debido a la importancia de este fenómeno y a que el ensayo SPT es comúnmente utilizado, Seed e Idriss (1971) propusieron un método para estudiar el potencial de licuación a partir del número de golpes/pie de este ensayo (N_{spt}), siendo conocido como el “método simplificado” y es aplicable a arenas limpias y para arenas limosas con hasta un 35% de finos pasando el tamiz N°200. Este método empírico que correlaciona el potencial de licuación con el ensayo SPT fue presentado en el documento NCEER Liquefaction Workshop (Youd e Idriss, 1997), el método ha evolucionado adquiriendo ligeras modificaciones en el NCEER/NSF Workshop (Youd et al. 2001). Actualmente, el método utilizado en el presente informe corresponde al propuesto por Idriss y Boulanger (2010).

Debido a que la exploración geotécnica indica la presencia de depósitos de suelos no cohesivos, con $NSPT < 30$ golpes/pie, se evalúa el potencial de licuación de estas unidades.

En este caso se realiza el análisis a partir de los ensayos realizados (Granulometría y límites de Atterberg) v/s número de golpes N_{spt} , con lo cual se podrán obtener conclusiones de que estratos de suelos son susceptibles a licuación, para posteriormente realizar el análisis en aquellos estratos que puedan ser propensos a presentar dicho fenómeno.

TERMINOLOGÍA

En la metodología a desarrollar, se utilizará la siguiente terminología:

- CSR: Razón de esfuerzo cíclico. Representa la sollicitación sísmica de un estrato de suelos.
- CRR: Capacidad del suelo de resistir la licuación.

FORMULACIONES

- **Sollicitación sísmica (CSR)**

$$CSR = 0.65 (A_{max} / g)(\sigma_{vc}' / \sigma_{ef}) r_d$$

Donde:

- $A_{m\acute{a}x.}$: Aceleración máxima en el sitio de análisis
- σ_{vc}' : Presión vertical total
- %Finos: % de finos bajo malla N°200
- IP : Índice de plasticidad
- σ_{ef} : Presión vertical efectiva
- r_d : coef. de reducción de esfuerzos
- A_{max} : $46.4 * e^{0.8 M_w} * (R + 60)^{-0.915}$ (cm/seg²)
- M_w : magnitud Richter
- R : distancia Hipocentral (km)
- r_d : Para $Z < 10m$ $r_d = 0.95$
- : $10 < Z < 13m$ $r_d = 0.86$
- : $Z > 13m$ $r_d = 0.79$

- **Resistencia a la licuación (CRR)**

$$CRR_{M=7.5, \sigma'_v=1atm} = \exp \left(\frac{(N_1)_{60cs}}{14.1} + \left(\frac{(N_1)_{60cs}}{126} \right)^2 - \left(\frac{(N_1)_{60cs}}{23.6} \right)^3 + \left(\frac{(N_1)_{60cs}}{25.4} \right)^4 - 2.8 \right)$$

Donde:

$$(N_1)_{60cs} = (N_1)_{60} + \Delta(N_1)_{60}$$

Numero de golpes corregido por condiciones de campo:

$$(N_1)_{60} = C_N C_E C_R C_B C_S N_m$$

Para:

- N_m : Índice de penetración medido
- C_n : Corrección por presión efectiva $C_n = 2.2 / (1.2 + \sigma_{ef}/Pa)$
- Pa : Presión atmosférica
- σ_{ef} : Presión efectiva
- C_E : Razón de energía 0.7 a 1.2 Valor adoptado 1.0
- C_b : Corrección por diámetro muestra

<115 mm	$C_b=1.0$
150 mm	$C_b=1.05$
200 mm	$C_b=1.15$
- C_r : Largo Barra

<3 m	$C_r = 0.75$
3 a 4 m	$C_r = 0.80$
4 a 6 m	$C_r = 0.85$
6 a 10 m	$C_r = 0.95$
- C_s : Método de muestreo

Estándar	$C_s = 1.0$	Valor adoptado $C_s=1.0$
Sin revestimiento	$C_s = 1.1$ a 1.3	

Ajuste por contenido de finos:

$$\Delta(N_1)_{60} = \exp \left(1.63 + \frac{9.7}{FC + 0.01} - \left(\frac{15.7}{FC + 0.01} \right)^2 \right)$$

Finalmente, el factor de seguridad ante licuación es:

$$F.S = (CRR 7.5 / CSR) MSF \cdot K_s$$

Donde MSF es el factor de escala Magnitud, el cual toma en consideración los efectos de la duración.

$$MSF = 6.9 \cdot \exp\left(\frac{-M}{4}\right) - 0.058 \leq 1.8$$

Y K_s es el factor de corrección por sobrecarga.

Por tanto, el análisis del potencial de licuación se desarrolla considerando la aceleración máxima en superficie del sitio considerado, en este caso debido a que corresponde a la zonificación sísmica 2, la aceleración máxima horizontal considerada es $A=0,30$ (g); la magnitud de momento a considerar es $M_w = 7,5$ y se considera un nivel freático superficial (debido a que la zona de estudio se emplaza en zona costera a metros del mar).

Se considera como criterio que las arenas con $(N1)_{60} > 30$ golpes/pie son muy densas y por tanto no son susceptibles de licuar, suelos contenido de fino superior a 35% no sufrirán licuación y que suelos con índice de plasticidad $IP > 18$ tampoco son susceptibles de licuar (Bray y Sancio, 2006).

Por otro lado, la experiencia internacional sostiene que la licuación se produce en arenas sueltas, con bajo contenido de finos a profundidades de hasta 15 (m) e inclusive en casos aislados hasta los 18 (m). En el presente análisis no se descarta la posibilidad de licuación en estratos de suelo hasta los 20.0 metros de profundidad.

A continuación, en las siguientes tablas se presenta los resultados del estudio de licuación para los sondajes SPT realizados.

2.4.1 Conclusiones estudio de licuación de suelos.

A partir del estudio de licuación realizado para sectores de proyecto definidos y en base a lo obtenido de sondajes y ensayos SPT y resultados de ensayos de laboratorio a muestras de sondaje. Se concluye:

Sector	Resultado de estudio de licuación de suelos
Tramo1	<p>Para los sondajes ST-7 y ST-8 se realizó estudio de licuación de suelos. Del estudio de licuación se obtuvo que no existe riesgo de desarrollar licuación en todo el perfil de sondaje ST-7. Para el sondaje ST-8, se obtuvo riesgo de licuación sólo para un estrato puntual hasta 1.0 metros de profundidad, para lo cual será suficiente con empotrar fundaciones por debajo de los estratos licuables superficiales. Por tanto, las estructuras proyectadas en este sector y en específico, en el entorno de sondaje ST-8, deberán tener un sello de excavación de al menos 1.0 metros o considerar una mitigación de licuación.</p>
Tramo2	<p>Para los sondajes de este tramo se realizó estudio de licuación de suelos. Del estudio se obtuvo que no existe riesgo de desarrollar licuación en todo el perfil de sondaje SM-4, SM-6 y SM-7.</p> <p>Para los sondajes:</p> <ul style="list-style-type: none"> - ST-9, se obtuvo riesgo de licuación sólo para un estrato puntual entre 1.0 a 2.00 metros de profundidad. - SM-5, se obtuvo riesgo de licuación entre 2.0 a 4.0 metros y entre 12.0 a 13.0 metros. - ST-10, se obtuvo riesgo de licuación sólo para un estrato puntual entre 1.0 a 2.0 metros. - SM-8, se obtuvo riesgo de licuación sólo para un estrato puntual entre 9.0 y 10.0 metros. <p>Por lo cual será suficiente con empotrar fundaciones por debajo de los estratos licuables superficiales o considerar mitigación de licuación. En cualquier caso, deberá considerarse un sello de excavación mínimo de 2.0 metros.</p>
Tramo3	<p>Para los sondajes de este tramo se realizó estudio de licuación de suelos. Del estudio se obtuvo que no existe riesgo de desarrollar licuación en todo el perfil de sondaje ST-3 y ST-5.</p> <p>Para los sondajes:</p> <ul style="list-style-type: none"> - ST-4, se obtuvo riesgo de licuación sólo para un estrato puntual entre 3.0 a 4.00 metros de profundidad. - ST-6, se obtuvo riesgo de licuación sólo para un estrato puntual entre 9.0 a 10.00 metros de profundidad. - SM-3, en forma preliminar se estima probabilidad de licuación para estrato superficial entre 0.0 a 3.45 metros; a confirmar por resultados de ensayos de laboratorio. <p>Por lo cual, para evitar problemas de licuación de suelos se deberá empotrar fundaciones por debajo de los estratos licuables o considerar mitigación de efectos de licuación.</p>
Tramo4	<p>Para los sondajes de este tramo se realizó estudio de licuación de suelos. Del estudio se obtuvo que existe riesgo de desarrollar licuación masiva en este sector.</p> <p>Para los sondajes:</p> <ul style="list-style-type: none"> - ST-1, se obtuvo riesgo de licuación hasta los 15.0 metros de profundidad. - ST-2, se obtuvo riesgo de licuación hasta los 15.0 metros de profundidad. - ST-10, se obtuvo riesgo de licuación sólo para un estrato puntual entre 1.0 a 2.0 metros. - SM1-2, se obtuvo riesgo de licuación hasta los 3.0 metros de profundidad y puntualmente para un estrato entre los 10.0 y 11.0 metros. <p>Para este sector se deberá considerar:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Mitigación de licuación en caso de obras menores como muros de contención de hasta 1.5 metros de altura libre. - Mejoramiento de suelos y/o fundación profunda para obras mayores como muros de contención de alturas libres mayores a 1.5 metros, muelle, anfiteatro, etc.

2.5 Parámetros Geotécnicos.

Dada la etapa actual de proyecto, en la presente sección se evalúa los siguientes tipos de obras:

1. Muros de contención estructurados en hormigón armado del tipo cantiléver.
2. Muro de contención del tipo tabla-estaca impermeable.
3. Gaviones del tipo sábana.

Las obras proyectadas, aplican solicitaciones de carga que deben ser distribuidas de manera segura respecto a las cargas soportadas por el terreno.

Se consideran las siguientes alternativas de fundación para las estructuras proyectadas:

Tabla 2.34 Tipos de fundaciones:

Tipo Fundación	Sector	Descripción
Tipo 1	Tramo 1 (BCS-2)	Para estructuras superficiales, con el objeto de mitigar efectos de licuación de suelos, para muros de contención estructurados en H.A. del tipo cantiléver se considera fundaciones del tipo zapatas corridas apoyadas sobre mejoramiento de suelos reforzado con geogrilla triaxial.
Tipo 2	Tramo 2 (BCS-3)	Para estructuras superficiales, con el objeto de mitigar efectos de licuación de suelos, para muros de contención estructurados en H.A. del tipo cantiléver se considera fundaciones del tipo zapatas corridas apoyadas sobre mejoramiento de suelos reforzado con geogrilla triaxial.
Tipo 3	Tramo 3 (BCS-1)	Para estructuras superficiales, dada la presencia de estratos de suelos con consistencia muy blanda o compacidad suelta, para este sector se considera fundaciones tradicionales corridas o aislada apoyadas sobre mejoramientos de suelos del tipo pilas de gravas compactadas.
Tipo 4	Tramo 4 (BCS-4)	Para estructuras superficiales, dada la presencia de estratos blandos/sueltos con potencial de licuación hasta los 15 metros de profundidad, para este sector se considera mitigación de licuación de suelos: mediante fundaciones tradicionales corridas o aisladas apoyadas sobre mejoramientos de suelos del tipo pilas de gravas compactadas.
Tipo 5	Tramo 2 (BCS-3) Tramo 3 (BCS-1) Tramo 4 (BCS-4)	Para estructuras costa afuera, del tipo muelle y/o mirador de usos peatonales, se considera fundaciones profundas del tipo pilotes hincados.
Tipo 6	Tramo 3 (BCS-1) Tramo 4 (BCS-4)	Para estructuras de muros de contención tipo cantiléver estructurados en H.A. de altura útil máxima 2.0 metros con tensiones inducidas por la fundación sobre el suelo de 1.0 kg/cm ² ubicados en los sectores correspondientes a Tramo 3 y Tramo 4; estos podrán ser fundados sobre un mejoramiento de suelos reforzado con geogrilla triaxial.

2.5.1 Soluciones De Fundación

2.5.1.1 Fundaciones Tipo 1: Para muros de contención de H.A. en Tramo 1 (BCS-2)

Para el sector correspondiente al Tramo 1 (BCS-2), los muros de contención tipo cantiléver, estructurados en hormigón armado tendrán un nivel de sello de fundación mínimo de **Df= 1.0** metros. Definiendo como estratos de fundación, las unidades estratigráficas **U3** o **U4**.

Dada la presencia de estratos superficiales de suelos granulares del tipo gravas arenosas sueltas, para fundar muros de contención se deberá utilizar fundaciones tradicionales del tipo zapata corridas apoyadas sobre un mejoramiento de suelos de espesor mínimo **H=0.7** metros, el que deberá ser reforzado con geogrilla triaxial del tipo TX-160 Tensar. El espesor del mejoramiento de suelos dependerá de la tensión de contacto inducida por la estructura, para ello, se deberá considerar lo indicado en la siguiente tabla:

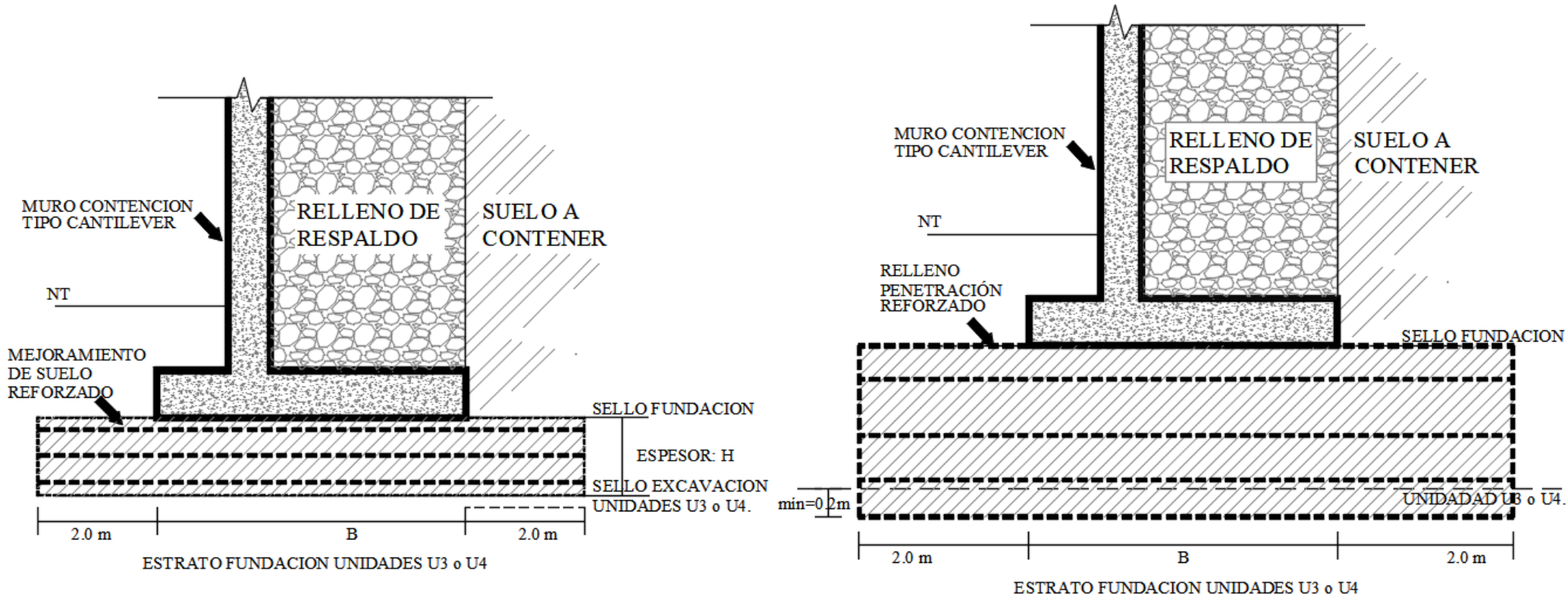
Tabla 2.35 Espesor de mejoramiento de suelos para fundaciones tipo 1.

Tensión de Contacto	Espesor mejoramiento H(m)
Tensión ≤ 1.5 kg/cm ²	0.7 m
1.5 kg/cm ² \leq Tensión ≤ 2.5 kg/cm ²	1.5 m

El mejoramiento de suelos bajo la fundación de los muros deberá ser materializado en relleno estructural reforzado con geogrilla triaxial y completamente envuelto en geotextil no tejido de densidad mínima 200g/m², adicionalmente, se deberá cumplir con las especificaciones de material, método de control y compactación indicados más adelante en la sección de especificaciones y recomendaciones técnicas. El refuerzo corresponderá a 3 capas de geogrilla triaxial del tipo TX-160 Tensar (o similar técnicamente superior). El mejoramiento de suelos reforzados deberá tener un sobrecancho de al menos 2 metros en todo el contorno de fundación de muros.

En caso que el nivel de sello de excavación se ubique por sobre las unidades estratigráficas **U3** o **U4**, bajo fundaciones se deberá ejecutar un relleno de penetración reforzado que penetre al menos 0.2 metros en las unidades **U3** o **U4**. El relleno de penetración deberá materializarse en relleno estructural reforzado con geogrilla triaxial y completamente envuelto en geotextil no tejido de densidad mínima 200g/m², adicionalmente, se deberá cumplir con las especificaciones de material, método de control y compactación indicados más adelante en la sección de especificaciones y recomendaciones técnicas. El refuerzo será mediante 3 líneas de geogrilla triaxial del tipo TX-160 Tensar (o similar técnicamente superior). En la Figura 2.11 se muestra un esquema de la fundación propuesta.

Figura 2.11 Esquema de fundación tipo 1: para muros de contención tipo cantiléver estructurados en hormigón armado para el sector Tramo 1 (BCS-2).



Nota: En caso de que a nivel de sello de excavación se detecte estratos de Grava Arena/Limosa de compactación compacta con espesor mínimo 2 metros y con extensiones de longitud mínima de 10 metros; podrá fundarse directamente sobre estos estratos rígidos sin necesidad del mejoramiento de suelos reforzado.

2.5.1.2 Fundaciones Tipo 2: Para muros de contención de H.A. en Tramo 2 (BCS-3)

Para el sector correspondiente al Tramo 2 (BCS-3), los muros de contención tipo cantiléver, estructurados en hormigón armado tendrán un nivel de sello de fundación mínimo de $D_f = 1.0$ metros. Definiendo como estratos de fundación, las unidades estratigráficas **U1, U4, U7 o U9**.

Dada la presencia de estratos superficiales de suelos granulares del tipo gravas arenosas sueltas, para fundar muros de contención se deberá utilizar fundaciones tradicionales del tipo zapata corridas apoyadas sobre un mejoramiento de suelos de espesor mínimo $H = 0.7$ metros, el que deberá ser reforzado con geogrilla triaxial del tipo TX-160 Tensar. El espesor del mejoramiento de suelos dependerá de la tensión de contacto inducida por la estructura, para ello, se deberá considerar lo indicado en la siguiente tabla:

Tabla 2.36 Espesor de mejoramiento de suelos para fundaciones tipo 1.

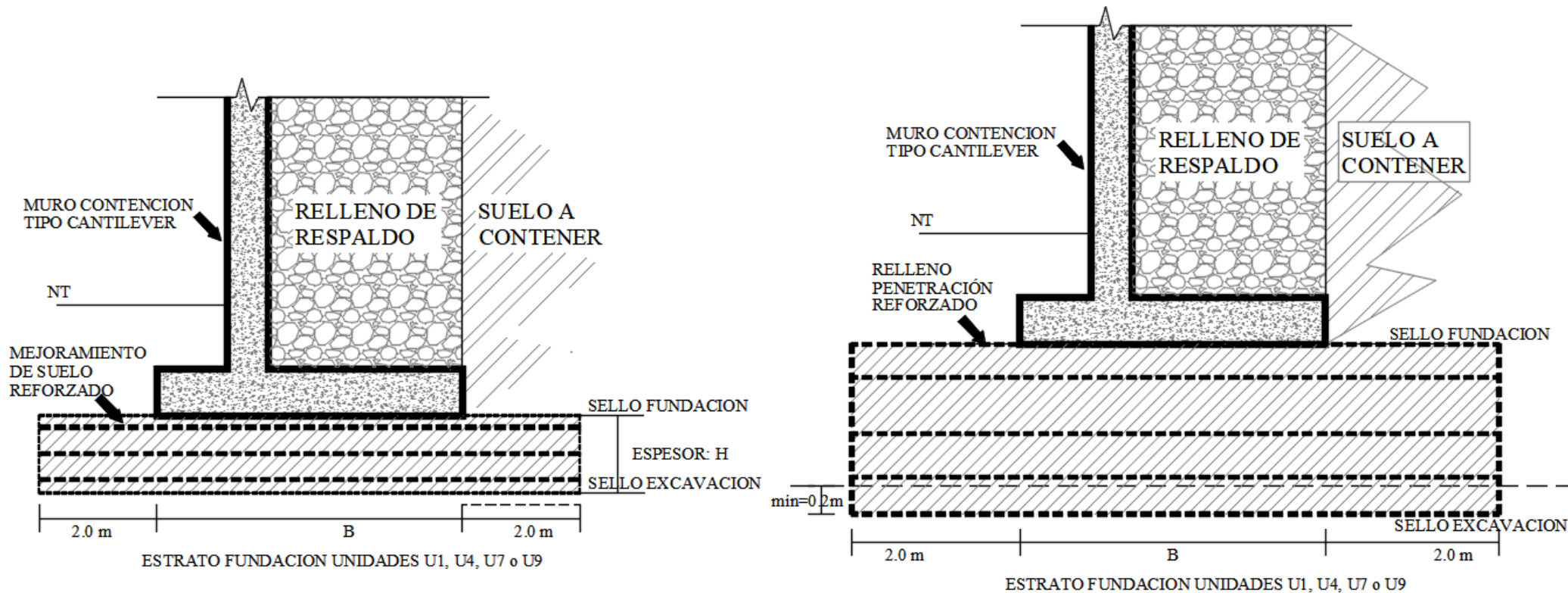
Tensión de Contacto	Espesor mejoramiento H(m)
Tensión $\leq 1.5 \text{ kg/cm}^2$	0.7 m
$1.5 \text{ kg/cm}^2 \leq$ Tensión $\leq 2.5 \text{ kg/cm}^2$	1.5 m

El mejoramiento de suelos bajo la fundación de los muros deberá ser materializado en relleno estructural reforzado con geogrilla triaxial y completamente envuelto en geotextil no tejido de densidad mínima 200 g/m^2 , adicionalmente, se deberá cumplir con las especificaciones de material, método de control y compactación indicados más adelante en la sección de especificaciones y recomendaciones técnicas. El refuerzo corresponderá a 3 capas de geogrilla triaxial del tipo TX-160 Tensar (o similar técnicamente superior). El mejoramiento de suelos reforzados deberá tener un sobrecanto de al menos 2 metros en todo el contorno de fundación de muros.

En caso que el nivel de sello de excavación se ubique por sobre las unidades estratigráficas **U3** o **U4**, bajo fundaciones se deberá ejecutar un relleno de penetración reforzado que penetre al menos 0.2 metros en las unidades **U3** o **U4**. El relleno de penetración deberá materializarse en relleno estructural reforzado con geogrilla triaxial y completamente envuelto en geotextil no tejido de densidad mínima 200 g/m^2 , adicionalmente, se deberá cumplir con las especificaciones de material, método de control y compactación indicados más adelante en la sección de especificaciones y recomendaciones técnicas. El refuerzo será mediante 3 líneas de geogrilla triaxial del tipo TX-160 Tensar (o similar técnicamente superior).

En la Figura 2.12 se muestra un esquema de la fundación propuesta.

Figura 2.12 Esquema de fundación tipo 2: para muros de contención tipo cantiléver estructurados en hormigón armado para el sector Tramo 2 (BCS-3).



Nota: En caso de que a nivel de sello de excavación se detecte estratos de Grava Arena/Limosa de compactación compacta con espesor mínimo 2 metros y con extensiones de longitud mínima de 10 metros; podrá fundarse directamente sobre estos estratos rígidos sin necesidad del mejoramiento de suelos reforzado.

2.5.1.3 Fundaciones Tipo 3: Fundaciones tradicionales apoyadas sobre pilas de grava en Tramo 4 (BCS-4) (BCS-1).

Para el Tramo 4 (BCS-4) (BCS-1), se propone un sistema de fundación conformado por fundaciones tradicionales corridas o aisladas, mejoramiento de suelos reforzado y pilas de grava compactada.

Para ello se define un sello de fundación mínimo de pilas de grava de 14.5 metros de profundidad medidos desde el nivel de terreno actual. En el coronamiento de pilas, se deberá ejecutar un mejoramiento de suelos reforzado con geogrilla triaxial, sobre el que se apoyarán las fundaciones tradicionales de muros de contención u otras estructuras.

Fundaciones tradicionales: Corresponderá a fundaciones corridas o aisladas materializadas en hormigón armado y definidas por cálculo. Se define un ancho mínimo de fundación **B**=1.5 metros y un empotramiento **Df**=1.0 metros.

Mejoramiento de suelos reforzado: Bajo fundación tradicional, se deberá ejecutar un mejoramiento de suelos reforzado mediante geomalla triaxial y envuelto en geotextil. El espesor del mejoramiento de suelos será mínimo 0.5 metros y su terminación superior bajo fundaciones, será rematada con un emplantillado de nivelación de espesor mínimo 10cm.

Con respecto a los materiales, el mejoramiento de suelos reforzado corresponderá a relleno estructural (con $D_{50} \leq 25\text{mm}$ según especificaciones dadas más adelante), la geomalla triaxial al tipo tensor Triax-TX-160 Geogrid (o similar técnicamente superior), el geotextil envolvente será no tejido de 200gramos/m² del tipo Pavco NT2000 (o similar técnicamente superior) y el emplantillado deberá corresponder a hormigón pobre del tipo G-5.

La geomalla triaxial de refuerzo, deberá ubicarse a la altura del tercio inferior del mejoramiento de suelos. Por otro lado, el geotextil deberá envolver tanto inferiormente, como lateralmente el mejoramiento de suelos, retornando superiormente al menos 1.0 metros.

El mejoramiento de suelos reforzado deberá tener un sobre-ancho de al menos 2.0 metros en todo el borde de fundación.

Pilas de grava compactada: Para el sistema de mejoramiento de suelos del tipo pilas de gravas compactada, se considera Pilas de grava bajo fundación y Pilas de grava de confinamiento lateral de fundaciones.

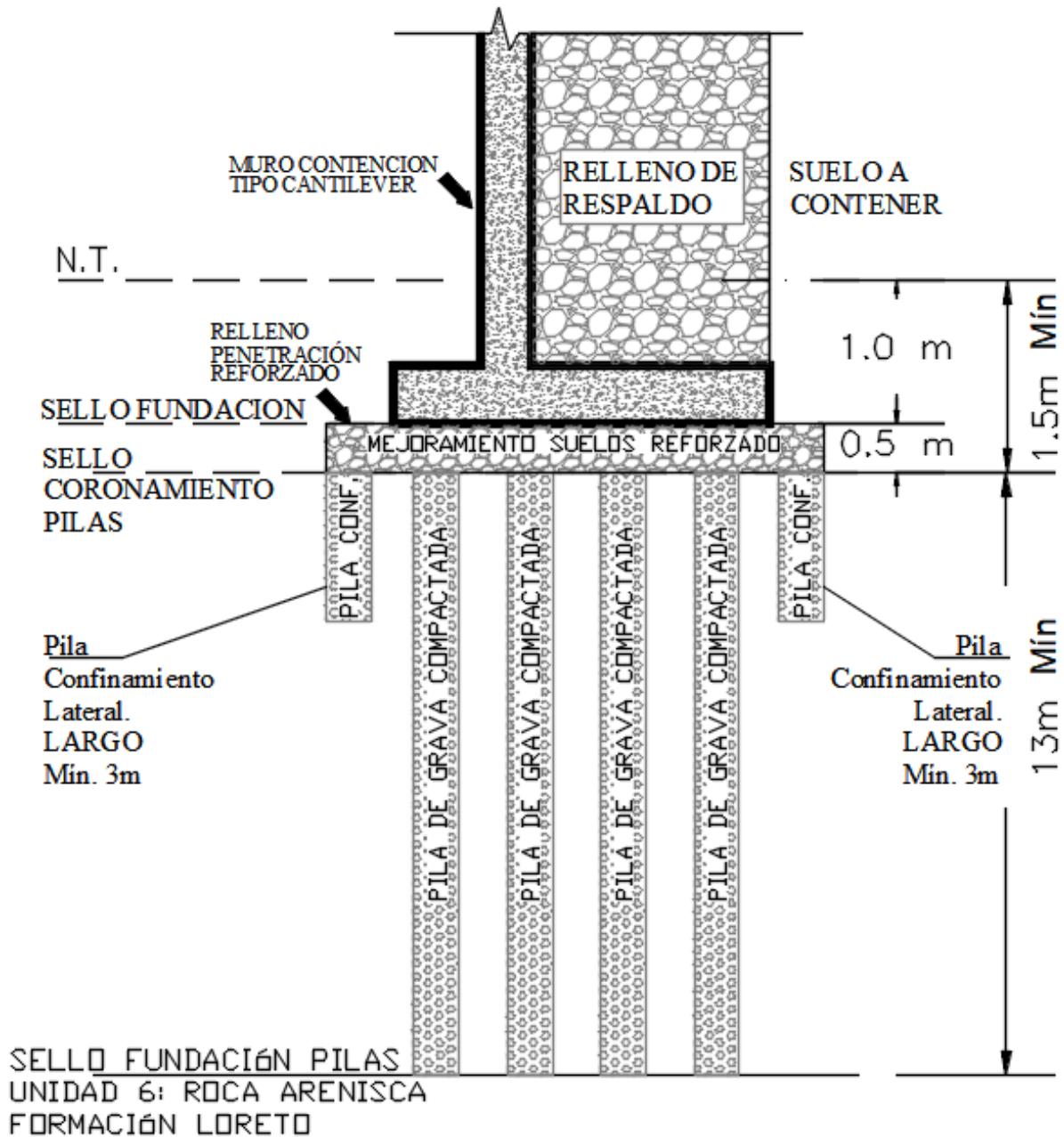
La longitud de pilas de grava bajo fundación, quedará condicionada a penetrar hasta un sello de fundación de -14.50 metros; Lo cual deberá ser confirmado por diseño final de proyecto (ajustado a equipos y técnica de ejecución de constructor).

En forma preliminar se ha estimado Pilas de Grava de diámetro $D=0.76$ metros, con un espaciamiento entre centros de pilas de $s=2.0$ metros y un sello de fundación mínimo $D_f=14.50$ metros medidos desde el nivel de terreno actual.

La longitud de pilas de grava de confinamiento lateral será de mínimo 3.0 metros y se ubicarán exteriormente y en todo el contorno de pilas de grava bajo fundaciones con un espaciamiento entre centros de $s=2.0$ metros.

Nota: Para el caso de muros de contención de altura útil menor o igual 2.0 metros con tensión inducida por la fundación menor o igual a 1.0 kg/cm², estos podrán ser fundados sin necesidad del mejoramiento de pilas de grava, según se indica en la solución de Fundación Tipo 6.

Figura 2.13 Esquema de fundación tipo 3: para muros de contención tipo cantiléver estructurados ubicadas en el sector Tramo 4 (BCS-4) (BCS-1).



2.5.1.4 Fundaciones Tipo 4: Fundaciones tradicionales apoyadas sobre pilas de grava en Tramo 4.

Para el tramo 4, se propone la alternativa de mitigación de potencial de licuación mediante un sistema de fundación conformado por fundaciones tradicionales corridas o aisladas, mejoramiento de suelos reforzado y pilas de grava compactada.

Para ello se define un sello de fundación mínimo de pilas de grava de 15.0 metros de profundidad medidos desde el nivel de terreno actual. En el coronamiento de pilas, se deberá ejecutar un mejoramiento de suelos reforzado con geogrilla triaxial, sobre el que se apoyarán las fundaciones tradicionales de muros de contención u otras estructuras.

Fundaciones tradicionales: Corresponderá a fundaciones corridas o aisladas materializadas en hormigón armado y definidas por cálculo. Se define un ancho mínimo de fundación **B**=1.5 metros y un empotramiento **D_f**=1.0 metros.

Mejoramiento de suelos reforzado: Bajo fundación tradicional, se deberá ejecutar un mejoramiento de suelos reforzado mediante geomalla triaxial y envuelto en geotextil. El espesor del mejoramiento de suelos será mínimo 0.5 metros y su terminación superior bajo fundaciones, será rematada con un emplantillado de nivelación de espesor mínimo 10cm.

Con respecto a los materiales, el mejoramiento de suelos reforzado corresponderá a relleno estructural (con $D_{50} \leq 25\text{mm}$ según especificaciones dadas más adelante), la geomalla triaxial al tipo tensor Triax-TX-160 Geogrid (o similar técnicamente superior), el geotextil envolvente será no tejido de 200gramos/m² del tipo Pavco NT2000 (o similar técnicamente superior) y el emplantillado deberá corresponder a hormigón pobre del tipo G-5.

La geomalla triaxial de refuerzo, deberá ubicarse a la altura del tercio inferior del mejoramiento de suelos. Por otro lado, el geotextil deberá envolver tanto inferiormente, como lateralmente el mejoramiento de suelos, retornando superiormente al menos 1.0 metros.

El mejoramiento de suelos reforzado deberá tener un sobre-ancho de al menos 2.0 metros en todo el borde de fundación.

Pilas de grava compactada: Para el sistema de mejoramiento de suelos del tipo pilas de gravas compactada, se considera Pilas de grava bajo fundación y Pilas de grava de confinamiento lateral de fundaciones.

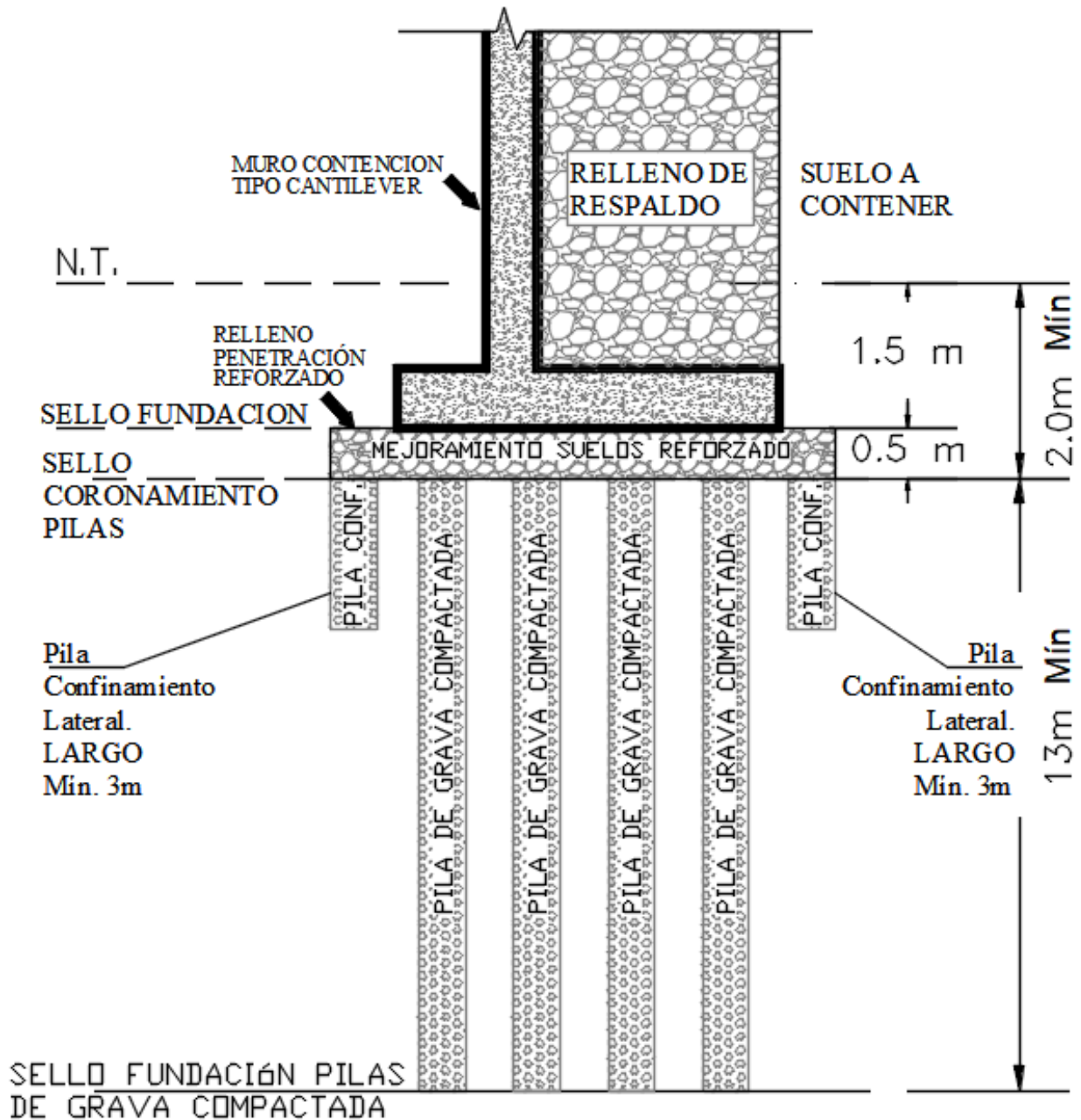
La longitud de pilas de grava bajo fundación, quedará condicionada a penetrar hasta un sello de fundación de -15.0 metros; Lo cual deberá ser confirmado por diseño final de proyecto (ajustado a equipos y técnica de ejecución de constructor).

En forma preliminar se ha estimado Pilas de Grava de diámetro $D=0.76$ metros, con un espaciamiento entre centros de pilas de $s=2.0$ metros y un sello de fundación mínimo $D_f=15.0$ metros medidos desde el nivel de terreno actual.

La longitud de pilas de grava de confinamiento lateral será de mínimo 3.0 metros y se ubicarán exteriormente y en todo el contorno de pilas de grava bajo fundaciones con un espaciamiento entre centros de $s=2.0$ metros.

Nota: Para el caso de muros de contención de altura útil menor o igual 2.0 metros con tensión inducida por la fundación menor o igual a 1.0 kg/cm², estos podrán ser fundados sin necesidad del mejoramiento de pilas de grava, según se indica en la solución de Fundación Tipo 6.

Figura 2.14 Esquema de fundación tipo 4: para muros de contención tipo cantiléver estructurados ubicadas en el sector Tramo 4.



2.5.1.5 Fundaciones Tipo 5: Pilotes hincados para muelle o mirador.

Para fundar estructuras del tipo Muelle y/o Mirador en sectores correspondientes a tramo 2, 3 y 4 destinados a uso peatonal, se considera fundaciones profundas del tipo pilotes tubulares hincados.

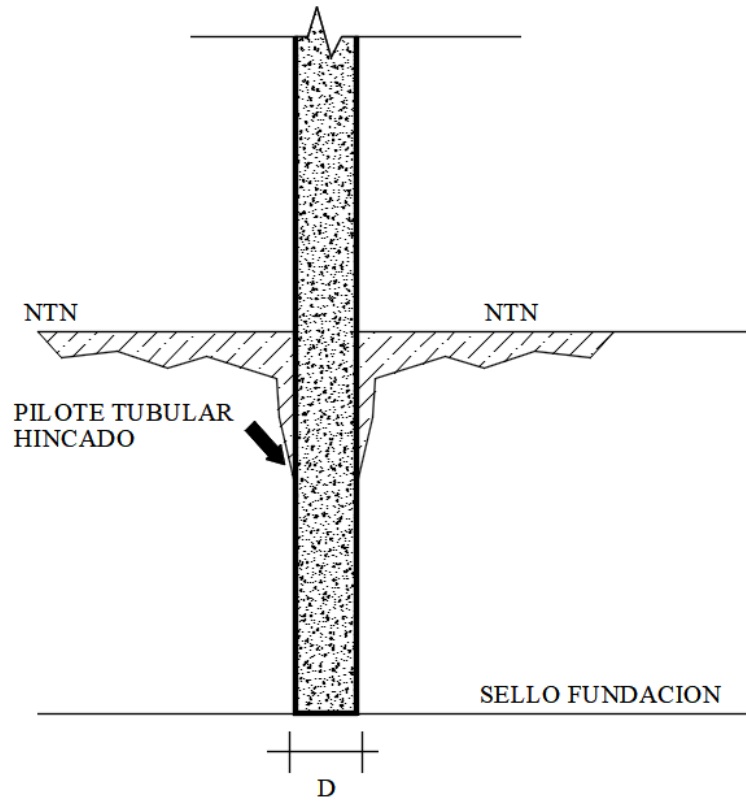
Se propone pilotes tubulares de diámetros entre 8", 12", 15", 20" y 22" (es decir 20, 30, 37.5, 50 y 55 cm), los cuales deberán alcanzar una cota de fundación mínima indicada en la siguiente tabla:

Tabla 2.37 Nivel Sello de fundación mínimo para pilotes hincados

Tramo de proyecto	Sector sondaje	Nivel Sello de fundación mínimo medido desde N.T.N.
Tramo 4	SM1-2	-25.0 metros (A confirmar por resultados de ensayos.)
Tramo 3 (BCS-4) (BCS-1)	SM3	-8.00 (m)
Tramo 2 (BCS-3)	SM4	-10.00 (m)
Tramo 2 (BCS-3)	SM5	-6.00 (m)
Tramo 2 (BCS-3)	SM6	-4.00 (m)
Tramo 2 (BCS-3)	SM7	-4.00 (m)
Tramo 2 (BCS-3)	SM8	-5.00 (m)

A continuación, se muestra un esquema de la estrategia de fundación profunda propuesta:

Figura 2.15 Esquema de fundación mediante pilote tubular hincado.



2.5.1.6 Fundaciones Tipo 6: Para muros de contención H.A. en Tramo 4 (BCS-4) (BCS-1) y Tramo 4

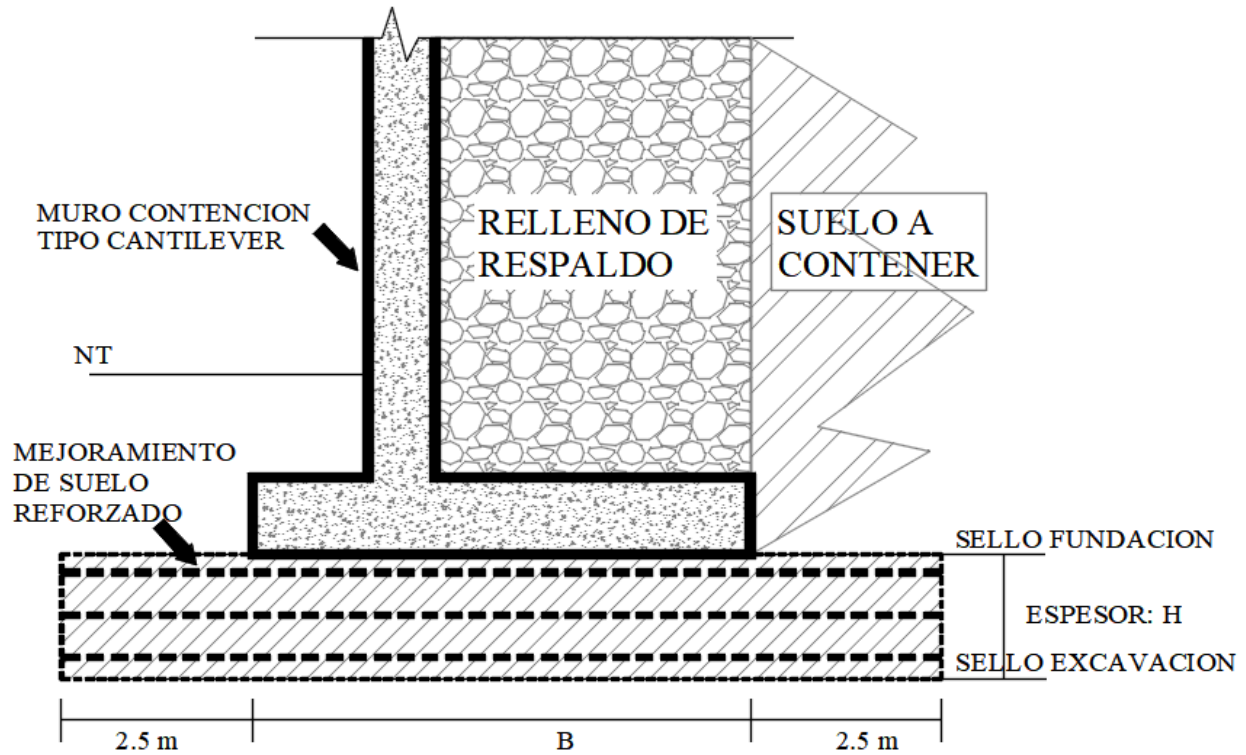
Para muros de contención tipo cantiléver de altura útil máxima 2.0 metros con tensiones inducidas por la fundación sobre el suelo de 1.0 kg/cm² ubicados en los sectores correspondientes a Tramo 4 (BCS-4) (BCS-1) y Tramo 4; estos podrán ser fundados sobre un mejoramiento de suelos reforzado con geogrilla triaxial.

Para ello, se define un empotramiento de fundación **D_f**= 1.0 metros. El mejoramiento de suelos reforzado tendrá un espesor mínimo **H**=2.0 metros, el que deberá ser reforzado con 3 capas de geogrilla triaxial del tipo TX-160 Tensar.

El mejoramiento de suelos bajo la fundación de los muros deberá ser materializado en relleno estructural reforzado con geogrilla triaxial y completamente envuelto en geotextil no tejido de densidad mínima 200g/m², adicionalmente, se deberá cumplir con las especificaciones de material, método de control y compactación indicados más adelante en la sección de especificaciones y recomendaciones técnicas. El refuerzo corresponderá a 3 capas de geogrilla triaxial del tipo TX-160 Tensar (o similar técnicamente superior). El mejoramiento de suelos reforzados deberá tener un sobrecancho de al menos 2.5 metros en todo el contorno de fundación de muros.

En la Figura 2.16 se muestra un esquema de la fundación propuesta.

Figura 2.16 Esquema de fundación tipo 6: para muros de contención tipo cantiléver estructurados en hormigón armado para el sector Tramo 4 (BCS-4) (BCS-1) y Tramo 4.



2.5.2 Radiéres y Pavimentos.

Para radiéres superficiales convencionales, cuyas solicitaciones son las que típicamente recibe un piso por tránsito de personas, se recomienda espesores de hormigón no inferiores a 10 cm, con rellenos granulares compactados de 20 cm de espesor como mínimo apoyado sobre rellenos o suelo natural escarpado, en ambos casos con compactación mecánica para asegurar un comportamiento estructural adecuado.

Para pavimentos que recibirán cargas por tránsito vehicular se recomienda espesores de hormigón no inferiores a 15 cm sobre rellenos granulares compactados de espesor mínimo 30 cm, de modo de asegurar un comportamiento estructural adecuado. Lo cual será definido por proyectista respectivo.

Sobre el nivel de sub-rasante se deberá utilizar un refuerzo geogrilla triaxial del tipo TX-160 Tensar o similar técnicamente superior.

De acuerdo a los diseños respectivos, deberá definirse la necesidad de mejoramientos adicionales, mediante geotextil u otros refuerzos al paquete estructural.

Nota: En cualquier caso el CBR mínimo al 90% de la D.M.C.S. y a 0.2" de penetración a nivel de pavimentos será del 10%.

2.5.3 Consideraciones del nivel freático o napa freática.

Con respecto al nivel freático del sector, este fue detectado a profundidades desde 1.0 metros; para las calicatas ejecutadas en el mes de junio de 2020.

Por lo anterior, deberá considerarse la ejecución de obras con presencia de nivel freático.

Para ello, se recomienda un saneamiento de aguas lluvias y agotamiento de napa por medio de motobomba u otra técnica a proponer por constructor, previa aprobación de la inspección de obras.

No deberá descartarse la posibilidad de un ascenso estacional del nivel freático o por ascensos de marea.

2.5.4 Capacidad de soporte admisible

Teniendo en cuenta que la capacidad de soporte admisible, q_a , queda definida por el menor valor de aquellos obtenidos por consideraciones de:

- 1.-) resistencia o presión de hundimiento.
- 2.-) asentamientos admisibles.

Se analizan ambas condiciones como sigue:

2.5.4.1 Resistencia o Presión de hundimiento

Considerando el criterio de Terzaghi para suelos con cohesión y fricción, se adoptará el criterio de fundaciones tradicionales con lo cual se tienen las siguientes expresiones:

- **$q(\text{adm,estática}) = 1/FS \cdot (c \cdot N_c \cdot S_c + \gamma \cdot D \cdot N_q + 0.3 \cdot \gamma \cdot B \cdot N_\gamma \cdot S_\gamma) \leq 2.5 \text{ kg/cm}^2$**
 - c = cohesión (T/m^2)
 - γ = peso unitario del suelo (T/m^3)
 - B = ancho de la fundación
 - L = Longitud fundación
 - D = empotramiento de la zapata
 - F.S. = factor de seguridad (FS=3)
 - S_c, S_γ = factores de forma de fundación
 - N_c, N_q, N_γ = factores de capacidad de carga de Terzaghi,

En el caso de considerar mejoramiento de suelos bajo fundaciones, se aumentará la capacidad de soporte en acuerdo a la siguiente expresión:

- **$q(\text{adm,estática-mejoramiento}) = q(\text{adm,estática}) \cdot (4/3 \cdot H + B) / B \leq 3.0 \text{ kg/cm}^2$**

Donde:

H= Espesor del mejoramiento de suelos bajo fundación.

B= Ancho de fundación.

La capacidad de soporte sísmica será aumentada en un 33.0%, en acuerdo a la siguiente expresión:

○ $q(\text{adm}, \text{sísmica}) = 1.33 * q(\text{adm}, \text{estática})$

Dado que las fundaciones de proyecto se apoyarán sobre mejoramientos de suelos materializados en relleno estructural; se considera que el comportamiento del estrato de fundación será del tipo drenado; con ello:

2.5.4.1.1 CAPACIDAD DE SOPORTE FUNDACIONES TIPO 1:

Capacidad de soporte admisible estática:

$$q_{\text{adm}, \text{estática}} = 2.50 \text{ [kg/cm}^2\text{]}$$

Capacidad de soporte admisible sísmica:

$$q_{\text{adm}, \text{sísmica}} = 3.30 \text{ [kg/cm}^2\text{]}$$

2.5.4.1.2 CAPACIDAD DE SOPORTE FUNDACIONES TIPO 2:

Capacidad de soporte admisible estática:

$$q_{\text{adm}, \text{estática}} = 2.50 \text{ [kg/cm}^2\text{]}$$

Capacidad de soporte admisible sísmica:

$$q_{\text{adm}, \text{sísmica}} = 3.30 \text{ [kg/cm}^2\text{]}$$

2.5.4.1.3 CAPACIDAD DE SOPORTE FUNDACIONES TIPO 3:

Capacidad de soporte admisible estática:

$$q_{\text{adm}, \text{estática}} = 1.50 \text{ [kg/cm}^2\text{]}$$

Capacidad de soporte admisible sísmica:

$$q_{\text{adm}, \text{sísmica}} = 2.00 \text{ [kg/cm}^2\text{]}$$

2.5.4.1.4 CAPACIDAD DE SOPORTE FUNDACIONES TIPO 4:

Capacidad de soporte admisible estática:

$$q_{adm,estática} = 1.50 \text{ [kg/cm}^2\text{]}$$

Capacidad de soporte admisible sísmica:

$$q_{adm,sísmica} = 2.00 \text{ [kg/cm}^2\text{]}$$

2.5.4.1.5 CAPACIDAD DE SOPORTE FUNDACIONES TIPO 6:

Capacidad de soporte admisible estática:

$$q_{adm,estática} = 1.00 \text{ [kg/cm}^2\text{]}$$

Capacidad de soporte admisible sísmica:

$$q_{adm,sísmica} = 1.30 \text{ [kg/cm}^2\text{]}$$

2.5.4.2 Asentamientos

Los asentamientos esperados para las distintas tensiones de contacto sobre el suelo de fundación que resulten de la descarga de las edificaciones a las fundaciones serán del tipo elástico y podrán evaluarse a través del método de Timoshenko y Goodier (1951) como sigue:

$$\Delta H = q_0 * B' * \frac{1 - \mu^2}{E_s} * \left(I_1 + \frac{1 - 2\mu}{1 - \mu} * I_2 \right) I_f$$

Donde:

- q_0 = tensión de contacto en unidades de E_s .
- B' = es el ancho para el centro de la fundación en (m).
- I_1 = factores de influencia, los cuales dependen de L'/B' , el espesor del estrato H , el módulo de Poisson μ y el sello de fundación D .
- E_s, μ = Parámetros elásticos del suelo.

Los factores de influencia I_1 y I_2 son calculados usando las ecuaciones dadas por Steinbrenner

(1934) como sigue:

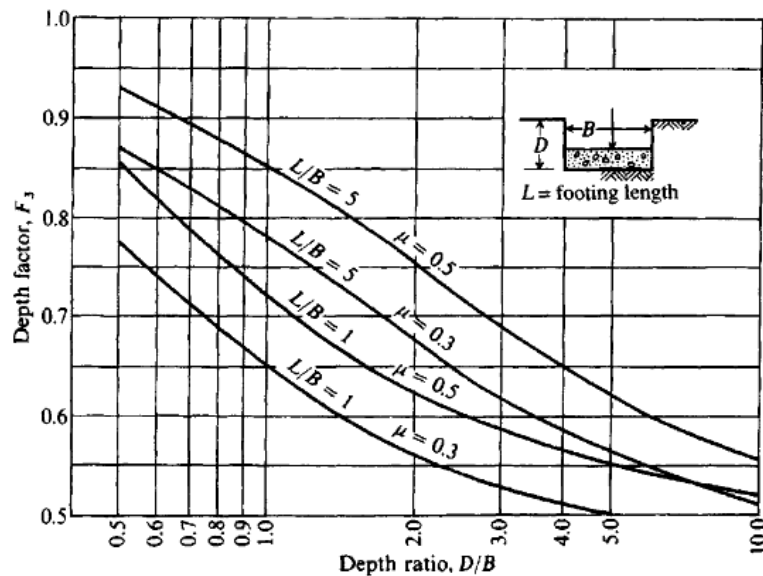
$$I_1 = \frac{1}{\pi} * \left[M * \ln \frac{(1 + \sqrt{M^2 + 1})\sqrt{M^2 + N^2}}{M(1 + \sqrt{M^2 + N^2 + 1})} + \ln \frac{(M + \sqrt{M^2 + 1})\sqrt{1 + N^2}}{M + \sqrt{M^2 + N^2 + 1}} \right]$$

$$I_2 = \frac{N}{2\pi} * \tan^{-1} \left(\frac{M}{M\sqrt{M^2 + N^2 + 1}} \right), \tan^{-1} \text{ en radianes.}$$

Donde:

- $M=L'/B'$
- $N = H/B'$
- L' = es el largo para el centro de la zapata (m).
- I_f = factor de influencia para el pie de la fundación a una profundidad D la cual puede ser estimado por el siguiente gráfico:

Figura 2.17



Con lo cual, para las distintas tensiones admisibles, se tiene los asentamientos elásticos indicados en la siguiente tabla:

2.5.4.2.1 ASENTAMIENTOS ESPERADOS FUNDACIÓN TIPO 1:

Tabla 2.38 Asentamientos elásticos esperados para fundación tipo 1.

ASENTAMIENTOS TOTALES ESPERADOS (cm)					
ANCHO FUNDACION B (m)	TENSION DE CONTACTO ADMISIBLE (kg/cm ²)				
	1.00	1.50	2.00	2.50	3.00
1.50	0.40	0.59	0.79	0.99	1.19
2.00	0.55	0.82	1.09	1.36	1.64
2.50	0.68	1.02	1.36	1.70	2.05
3.00	0.82	1.23	1.64	2.05	2.45
3.50	0.95	1.43	1.91	2.39	2.86

Del análisis de capacidad de soporte y de asentamientos, se obtiene que la capacidad de soporte para fundaciones de los distintos tipos de estructuras proyectadas es la indicada en la siguiente tabla:

2.5.4.2.2 ASENTAMIENTOS ESPERADOS FUNDACIÓN TIPO 2:

Tabla 2.39 Asentamientos elásticos esperados para fundación tipo 2.

ASENTAMIENTOS TOTALES ESPERADOS (cm)					
ANCHO FUNDACION B (m)	TENSION DE CONTACTO ADMISIBLE (kg/cm ²)				
	1.00	1.50	2.00	2.50	3.00
1.50	0.40	0.59	0.79	0.99	1.19
2.00	0.55	0.82	1.09	1.36	1.64
2.50	0.68	1.02	1.36	1.70	2.05
3.00	0.82	1.23	1.64	2.05	2.45
3.50	0.95	1.43	1.91	2.39	2.86

Del análisis de capacidad de soporte y de asentamientos, se obtiene que la capacidad de soporte para fundaciones de los distintos tipos de estructuras proyectadas es la indicada en la siguiente tabla:

2.5.4.2.3 ASENTAMIENTOS ESPERADOS FUNDACIÓN TIPO 3:

Tabla 2.40 Asentamientos elásticos esperados para fundación tipo 3.

ASENTAMIENTOS TOTALES ESPERADOS (cm)					
ANCHO FUNDACION B (m)	TENSION DE CONTACTO ADMISIBLE (kg/cm ²)				
	1.00	1.50	2.00	2.50	3.00
1.50	0.65	0.97	1.30	1.62	1.95
2.00	0.90	1.34	1.79	2.24	2.69
2.50	1.12	1.68	2.24	2.80	3.36
3.00	1.34	2.02	2.69	3.36	4.03
3.50	1.57	2.35	3.14	3.92	4.71

Del análisis de capacidad de soporte y de asentamientos, se obtiene que la capacidad de soporte para fundaciones de los distintos tipos de estructuras proyectadas es la indicada en la siguiente tabla:

2.5.4.2.4 ASENTAMIENTOS ESPERADOS FUNDACIÓN TIPO 4:

Tabla 2.41 Asentamientos elásticos esperados para fundación tipo 4.

ASENTAMIENTOS TOTALES ESPERADOS (cm)					
ANCHO FUNDACION B (m)	TENSION DE CONTACTO ADMISIBLE (kg/cm ²)				
	1.00	1.50	2.00	2.50	3.00
1.50	0.40	0.59	0.79	0.99	1.19
2.00	0.55	0.82	1.09	1.36	1.64
2.50	0.68	1.02	1.36	1.70	2.05
3.00	0.82	1.23	1.64	2.05	2.45
3.50	0.95	1.43	1.91	2.39	2.86

Del análisis de capacidad de soporte y de asentamientos, se obtiene que la capacidad de soporte para fundaciones de los distintos tipos de estructuras proyectadas es la indicada en la siguiente tabla:

2.5.4.2.5 ASENTAMIENTOS ESPERADOS FUNDACIÓN TIPO 6:

Tabla 2.42 Asentamientos elásticos esperados para fundación tipo 6.

ASENTAMIENTOS TOTALES ESPERADOS (cm)					
ANCHO FUNDACION B (m)	TENSION DE CONTACTO ADMISIBLE (kg/cm ²)				
	1.00	1.50	2.00	2.50	3.00
1.50	0.98	1.47	1.96	2.45	2.94
2.00	1.35	2.03	2.70	3.38	4.06
2.50	1.69	2.54	3.38	4.23	5.07
3.00	2.03	3.04	4.06	5.07	6.09
3.50	2.37	3.55	4.73	5.92	7.10

2.5.4.3 Resumen Resultados Capacidad de Soporte Admisible

Del análisis de capacidad de soporte y del estudio de asentamientos, se obtiene que la capacidad de soporte para fundaciones de los distintos tipos de estructuras proyectadas es la indicada en la siguiente tabla:

Tabla 2.43 Capacidad de soporte admisible para estructuras proyectadas:

Estructura	Tipo fundación	Tensiones admisibles controlada por:	Q_{adm,estática}	Q_{adm,sísmica}
FUNDACIONES TIPO 1	Tradicional Corrida	Resistencia	2.50 Kg/cm ²	3.30 Kg/cm ²
FUNDACIONES TIPO 2	Tradicional Corrida	Resistencia	2.50 Kg/cm ²	3.30 Kg/cm ²
FUNDACIONES TIPO 3	Tradicional Corrida	Resistencia	1.50 Kg/cm ²	2.00 Kg/cm ²
FUNDACIONES TIPO 4	Tradicional Corrida	Resistencia	1.50 Kg/cm ²	2.00 Kg/cm ²
FUNDACIONES TIPO 6	Tradicional Corrida	Resistencia	1.00 Kg/cm ²	1.30 Kg/cm ²

2.5.1 Fundación Tipo 5: Capacidad De Soporte para Pilotes Hincados

Para solución de fundación Tipo 5 fundaciones profundas mediante pilotes tubulares hincados se obtiene la capacidad de soporte última mediante las siguientes ecuaciones:

$$P_u = P_{su} + P_{bu} - W$$

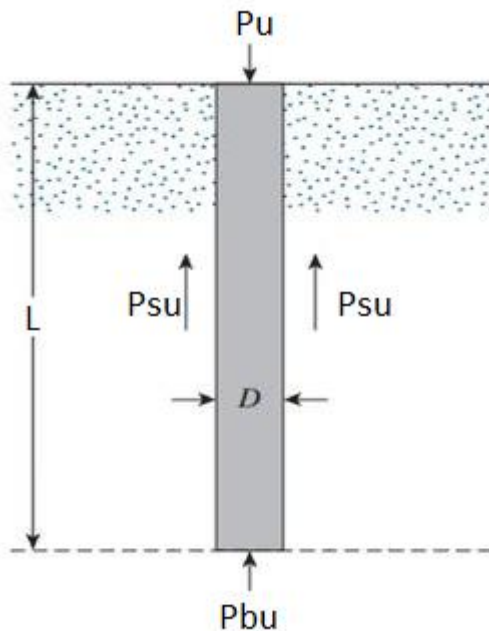
La capacidad de soporte admisible de pilotes hincados, es obtenido de la siguiente ecuación:

$$P_{adm} = \frac{P_u}{F.S.}$$

Donde:

- P_u : Capacidad de carga última de pilote aislado
- P_{su} : Capacidad de carga última por fuste de pilote aislado
- P_{bu} : Capacidad de carga última por punta de pilote aislado
- W : peso del pilote
- F.S. : Factor de Seguridad, en este caso F.S.=4.

Figura 2.18 Esquema de fundación mediante pilotes y resistencia.



La capacidad por fuste del pilote es evaluada mediante la siguiente expresión:

$$P_{su} = \int_0^L C[C_a + \sigma_v K_s \tan \phi_a] dz$$

Donde:

- C: Perímetro del pilote
- L: Longitud del fuste del pilote
- C_a : Adhesión de la interfaz pilote suelo
- σ_v : Tensión vertical
- K_s : Coeficiente de tensión lateral.
- ϕ_a : ángulo de fricción entre el fuste del pilote y el suelo

La capacidad de punta del pilote es evaluada mediante la siguiente expresión:

$$P_{bu} = A_b [cN_c + \sigma_{vb} N_1 + 0.5\gamma d N_\gamma]$$

Donde:

- A_b : área de la punta del pilote
- C: cohesión del suelo.
- σ_{vb} : tensión vertical en la punta del pilote.
- γ : Peso unitario del suelo
- d: diámetro del pilote.
- N_c , N_q , N_γ : Factores de capacidad de carga en función del ángulo de fricción interno del suelo.

A continuación, en las siguientes figuras se muestra la capacidad de soporte de pilotes tubulares hincados en la estratigrafía de suelos de proyecto. Se considera pilotes de diámetros $d=0.20\text{m}$; $d=0.30\text{m}$; $d=0.375\text{m}$; $d=0.50\text{m}$ y $d=0.55\text{m}$.

Nota1: La capacidad de soporte admisible, utilizada para el diseño de estructuras deberá alcanzarse hasta 6 veces su diámetro por debajo de la base o punta de Pilote (Ver Figura 2.19).

Nota2: No podrá utilizarse formulaciones de estimación de capacidad de soporte admisible a basadas en el registro de hincas de pilotes para homologar la capacidad de soporte admisible indicada en el presente informe.

Nota3: Se considera como criterio de rechazo 10 golpes para lograr un avance de 1.0 centímetros.

Dada la presencia de estratos licuables, suelos muy blandos y suelos sueltos en diferentes sectores de proyecto, en la Tabla 2.37 se indica el sello de fundación mínimo de pilotes hincados.

Figura 2.19 Zona de bulbo mínimo para pilotes hincados.

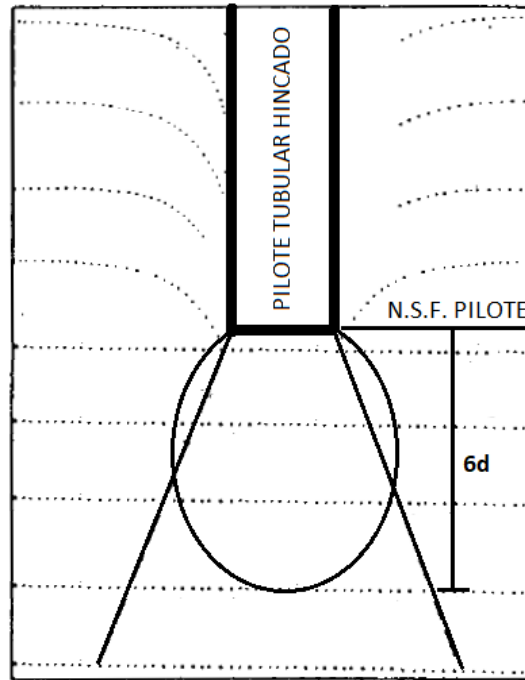


Figura 2.20 Capacidad de soporte para pilotes ubicados en zona de Sondaje Marítimo SM1-2.

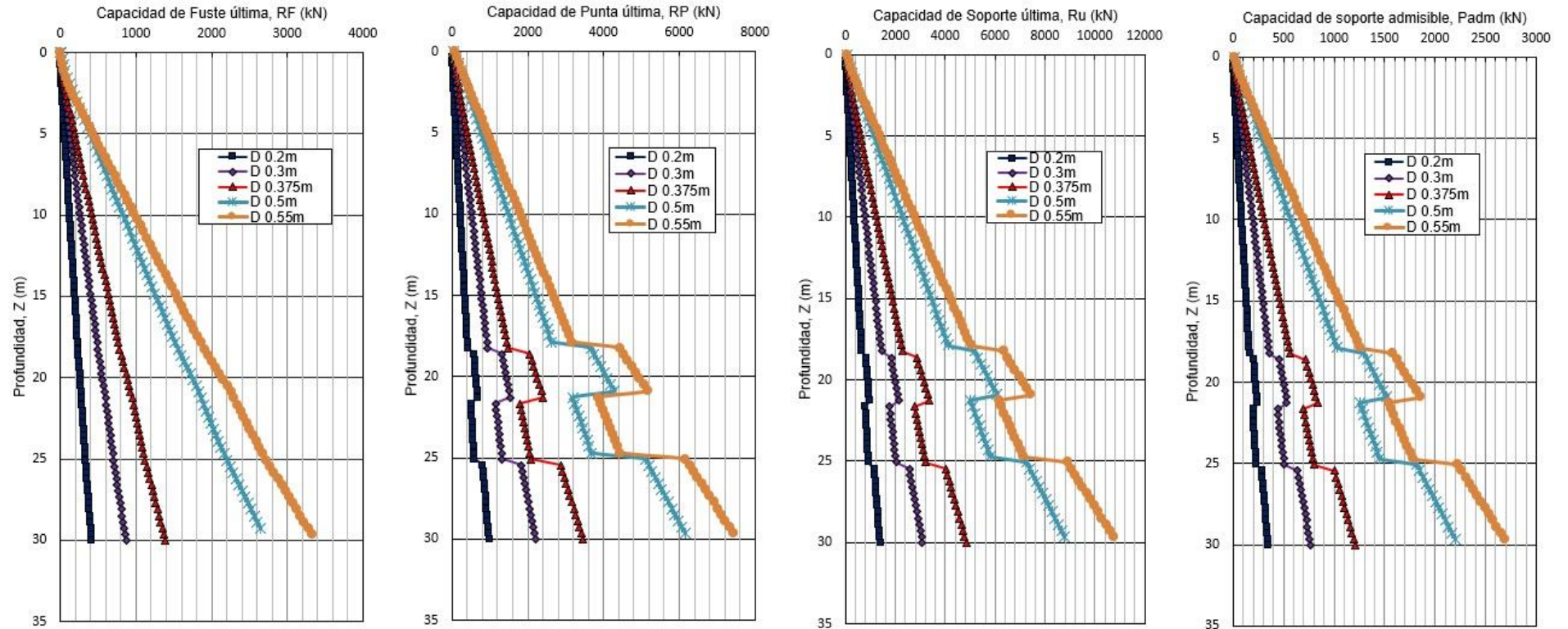


Figura 2.21 Capacidad de soporte para pilotes ubicados en zona de Sondaje Marítimo SM3.

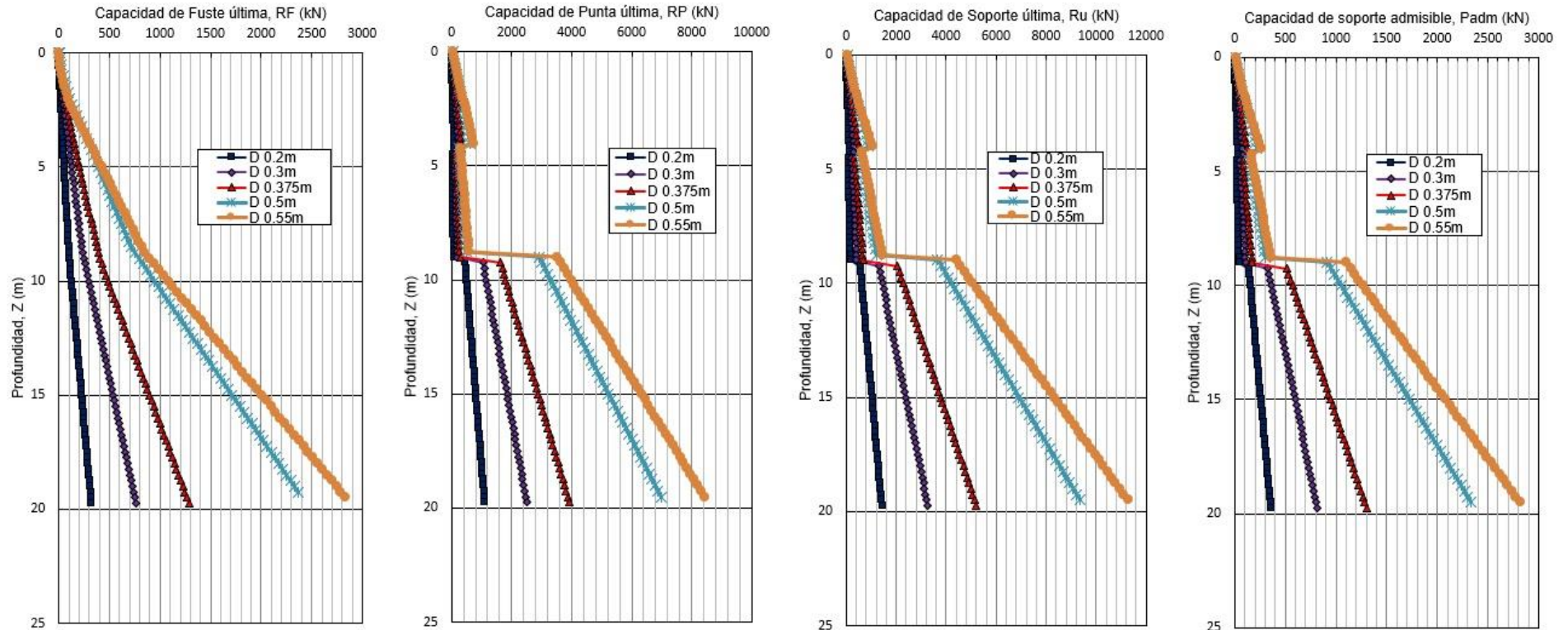


Figura 2.22 Capacidad de soporte para pilotes ubicados en zona de Sondaje Marítimo SM4.

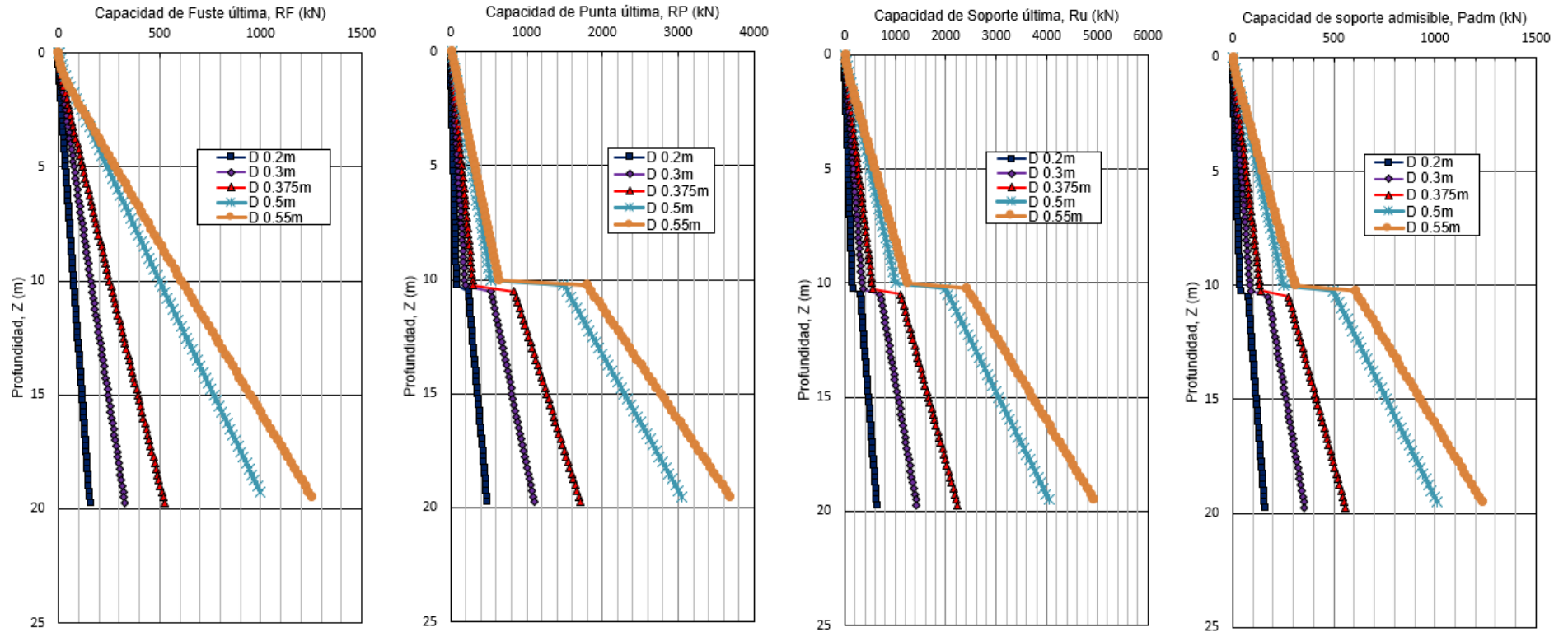


Figura 2.23 Capacidad de soporte para pilotes ubicados en zona de Sondaje Marítimo SM5.

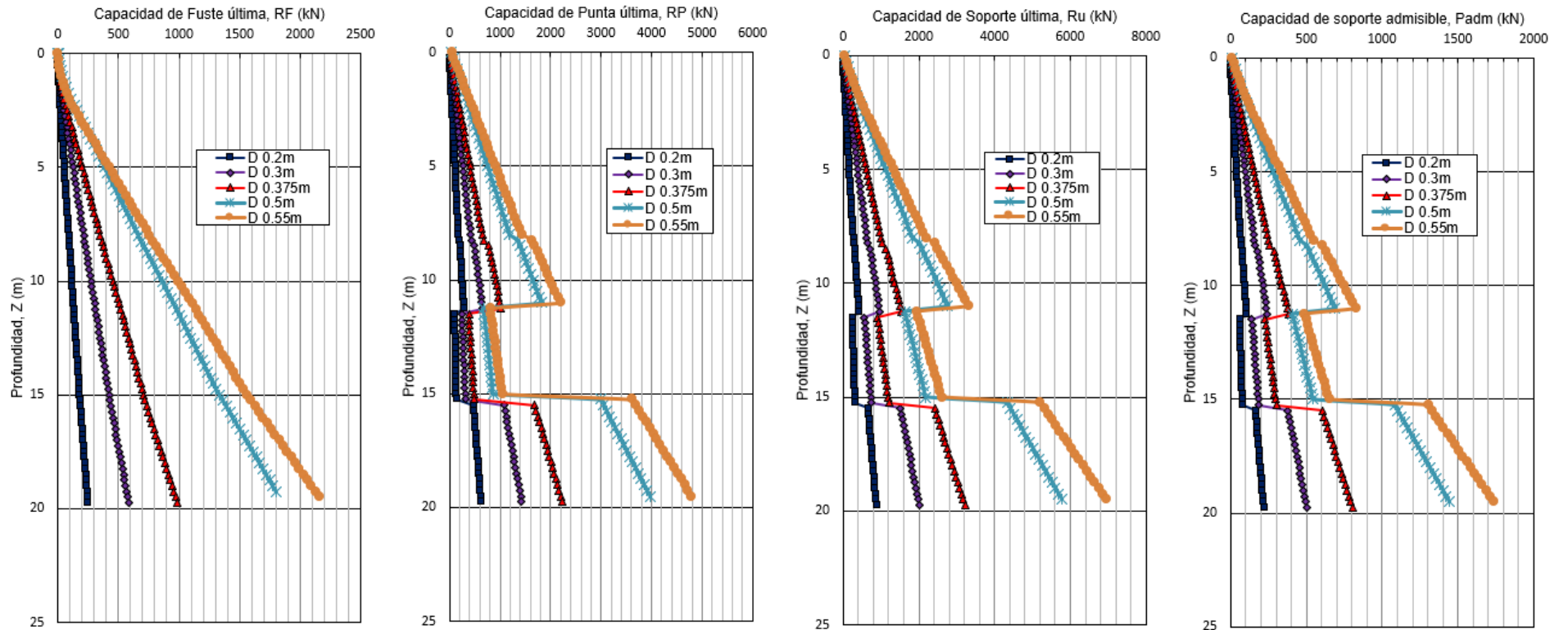


Figura 2.24 Capacidad de soporte para pilotes ubicados en zona de Sondaje Marítimo SM6.

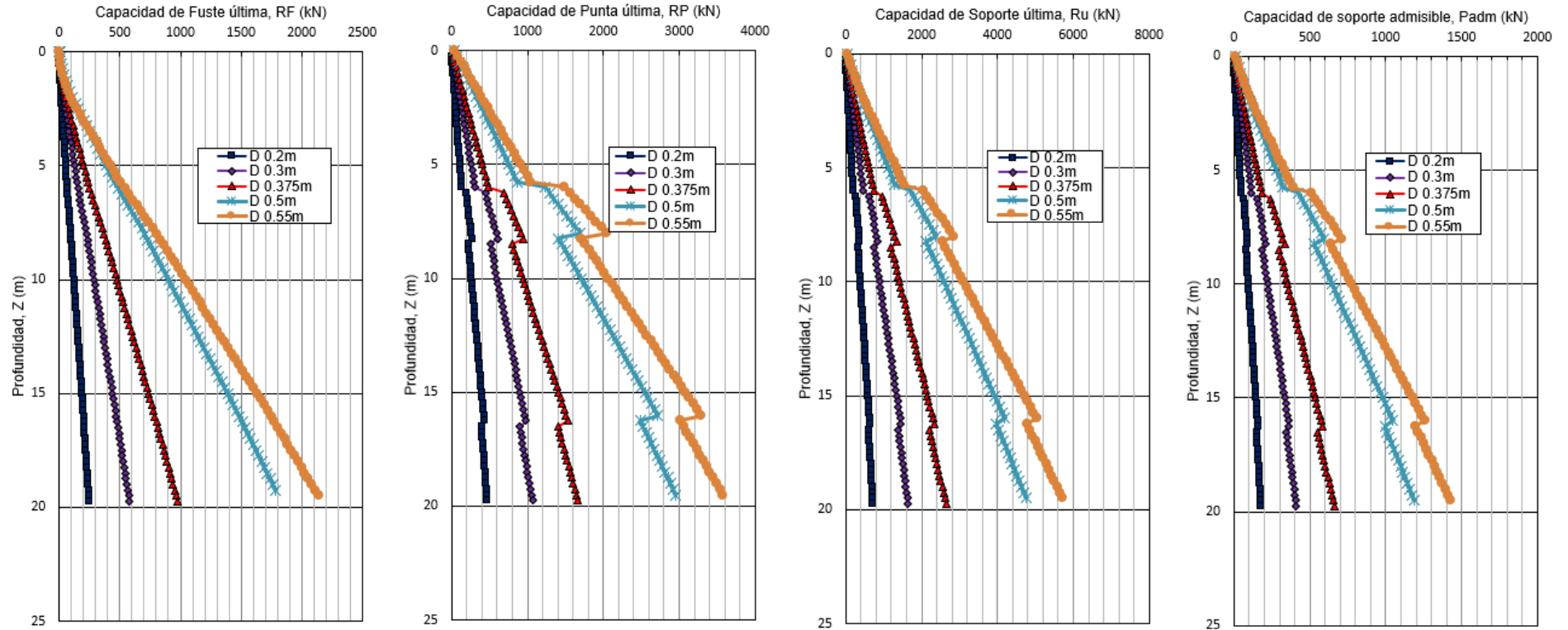


Figura 2.25 Capacidad de soporte para pilotes ubicados en zona de Sondaje Marítimo SM7.

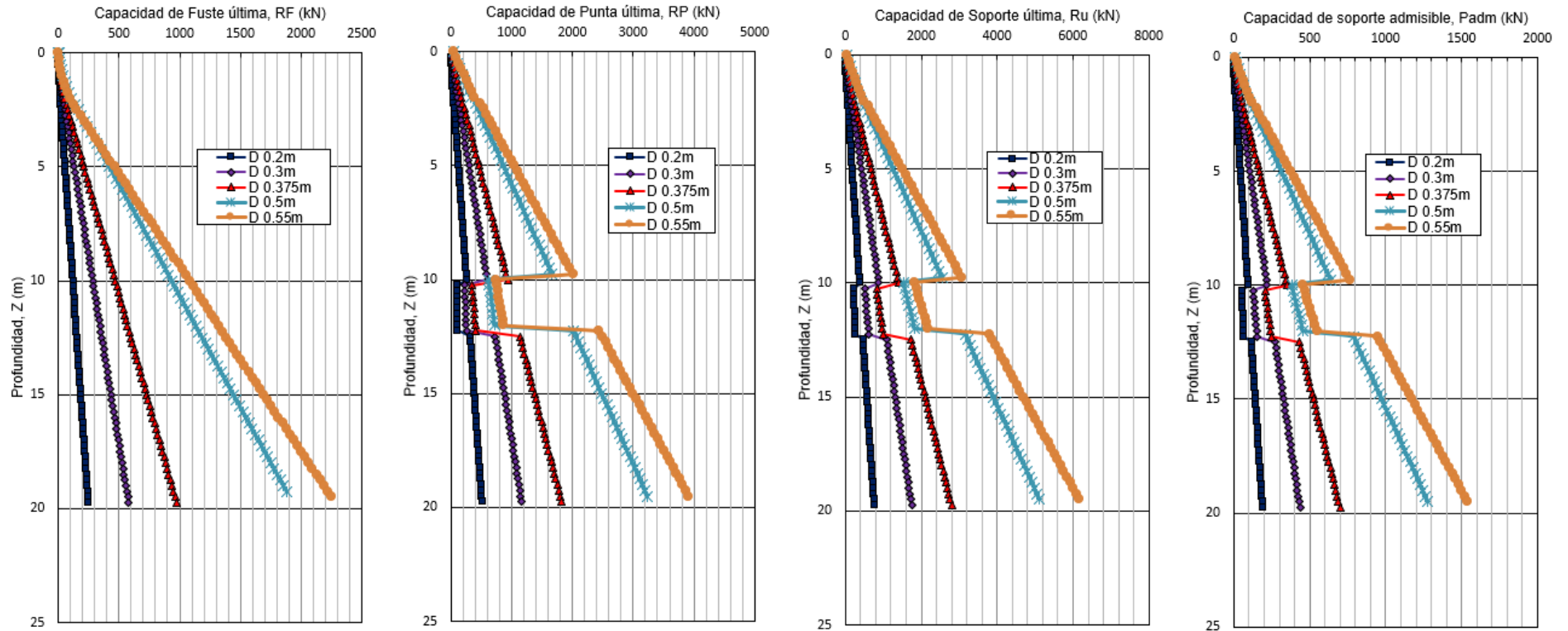
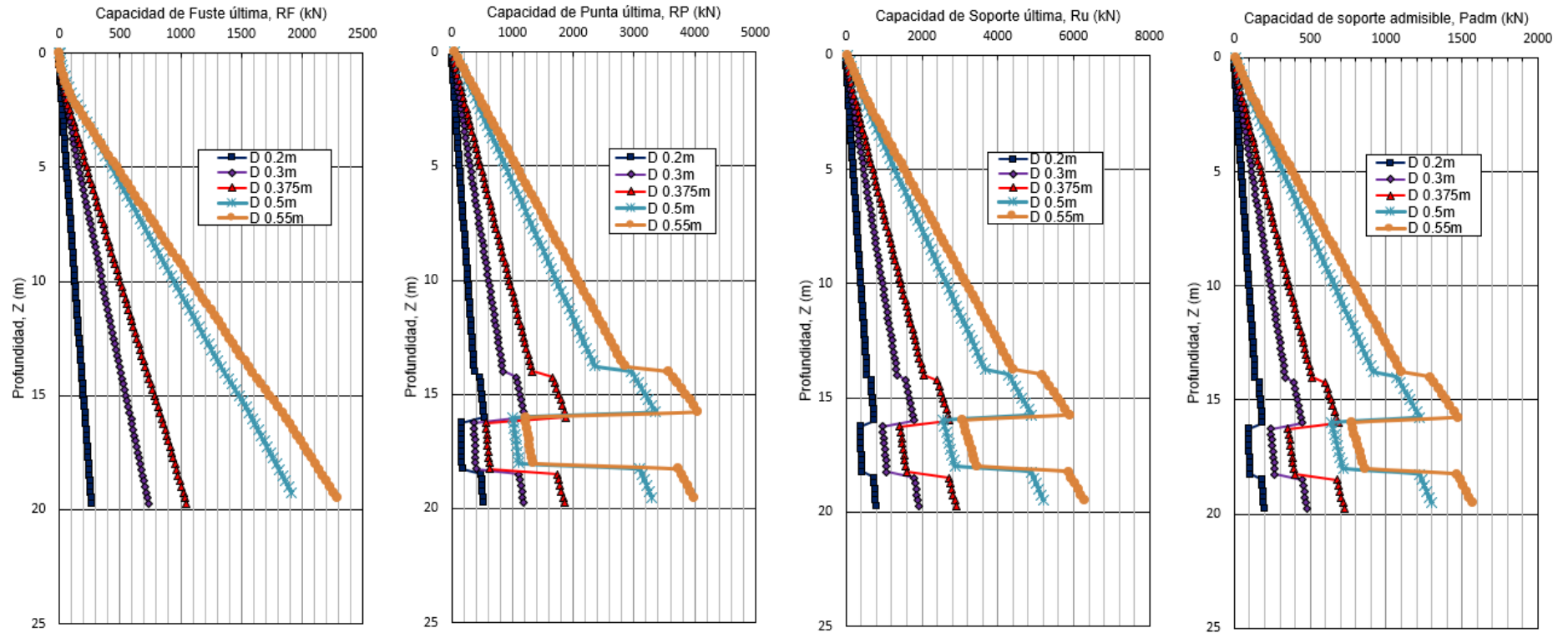


Figura 2.26 Capacidad de soporte para pilotes ubicados en zona de Sondaje Marítimo SM8.



2.5.2 Constante de balasto

El coeficiente de balasto es un parámetro que se define como la relación entre la presión que actúa en un punto y el asiento que se produce, es decir:

$$K = \frac{\sigma}{\rho}$$

Este parámetro depende de las propiedades del terreno, no es una constante del mismo ya que también depende de las dimensiones del área que carga contra el terreno.

2.5.2.1 Balasto Vertical

Por tanto, el coeficiente de Balasto a utilizar, para las fundaciones indicadas anteriormente dependerá de: tamaño de fundación, geometría de fundación, tipo de fundación y de la estratigrafía del suelo de apoyo.

Terzaghi (1955) propuso para fundaciones aisladas las siguientes expresiones:

$$K(\text{fundación cuadrada}) = K_{30} \frac{0.30}{B} ; \text{para suelos cohesivos}$$

$$K(\text{fundación cuadrada}) = K_{30} \left(\frac{B + 0.3}{2B} \right)^2 ; \text{para suelos granulares}$$

Terzaghi (1955) propuso para fundaciones rectangulares la siguiente expresión:

$$K'(\text{fundación rectangular}) = \frac{2}{3} K \left(1 + \frac{B}{2L} \right)$$

Donde:

- B es el ancho de fundación en metros
- L es el largo de fundación en metros
- K_{30} : Coeficiente de balasto del Ensayo de Placa de Carga (placa cuadrada 30x30 cm)

Empíricamente se considera los rangos de balasto K_{30} , recomendados por Freire (2006), ver el siguiente cuadro:

COEFICIENTE DE BALASTO Valores orientativos para placa de carga de 30x30cm ² (K30).			
Clases de suelo		(K/cm³)	
Suelo ligero de turba y cenagoso	0,5 - 1,0	Clases de suelo	(K/cm³)
Suelo pesado de turba y cenagoso	1,0 - 1,5		
Arena fina de ribera o playa	1,0 - 1,5	Humus firmemente estratificado con arena y pocas piedras	8,0 - 10,0
Arena floja seca	1,0 - 1,3	Humus firmemente estratificado con arena y muchas piedras	10,0 - 12,0
Arena floja húmeda	0,8 - 1,0		
Arena media seca	3,0 - 9,0	Gravilla arenosa floja	4,0 - 8,0
Arena media húmeda	2,0 - 6,0	Gravilla arenosa compacta	9,0 - 25,0
Arena compacta seca	9,0 - 20,0	Grava fina con mucha arena fina	8,0 - 10,0
Arena compacta húmeda	7,0 - 13,0	Grava media con arena fina	10,0 - 12,0
Capa de humus, arena y grava	1,0 - 2,0	Grava media con arena gruesa	12,0 - 15,0
Arcilla mojada	2,0 - 3,0	Grava gruesa con arena gruesa	15,0 - 20,0
Arcilla húmeda	4,0 - 5,0	Grava gruesa con poca arena	15,0 - 20,0
Arcilla seca	6,0 - 9,0		
Arcilla seca dura	> 10,0	Rocas blandas o algo alteradas	>30,0
Margas arcillosas	20,0 - 40,0	Rocas sanas	>500,0
		UNIDADES: 1 K/cm ³ ≈ 10 ³ T/m ³ ≈ 10 ⁴ kN/m ³	
Bibliografía:			
Freire Tellado, Manuel: "Precisiones para el empleo del módulo de balasto" , "Interacción del suelo, cimiento y estructura: el caso de las zapatas I y II", en: Informes de la Construcción - Nº: 463/471/ 472 respectivamente.			

La constante de Balasto a utilizar, para las fundaciones indicadas anteriormente dependerá del tipo de suelo donde se apoyen las fundaciones para lo cual, en forma conservadora se considera un balasto combinado entre estratos de suelos naturales y mejoramientos de suelos.

Por tanto, según lo registrado en la inspección de calicatas, resultados de ensayo a suelos de idéntico origen geológico y resultados de ensayos de suelos a muestras extraídas del terreno de proyecto; conservadoramente se tendrá un balasto combinado entre mejoramiento de suelos y estratos de fundación de:

Tipo Fundación	K(30) combinado (kg/cm³)
Fundación Tipo 1	5.0 kg/cm ³
Fundación Tipo 2	5.0 kg/cm ³
Fundación Tipo 3	4.0 kg/cm ³
Fundación Tipo 4	4.0 kg/cm ³
Fundación Tipo 6	2.0 kg/cm ³

Donde:

- K(30) combinado, corresponde al balasto al balasto correspondiente ensayo de placa de carga (30 x 30 cm) para sistema de fundación suelo natural con mejoramiento de suelos reforzado.

2.5.2.2 Balasto Horizontal

En el caso de pilotes sometidos a cargas horizontales como viento, sismo, etc. Se deberá considerar las formulaciones propuestas por Rodriguez Ortiz (1989) indicadas a continuación:

- a) Suelos finos de consistencia media a firme:

$$K_h = \frac{0.2}{D} * Kh1 \left[\frac{kg}{cm^3} \right]$$

- b) Arenas y suelos finos blandos

$$K_h = nh * \frac{z}{D} \left[\frac{kg}{cm^3} \right]$$

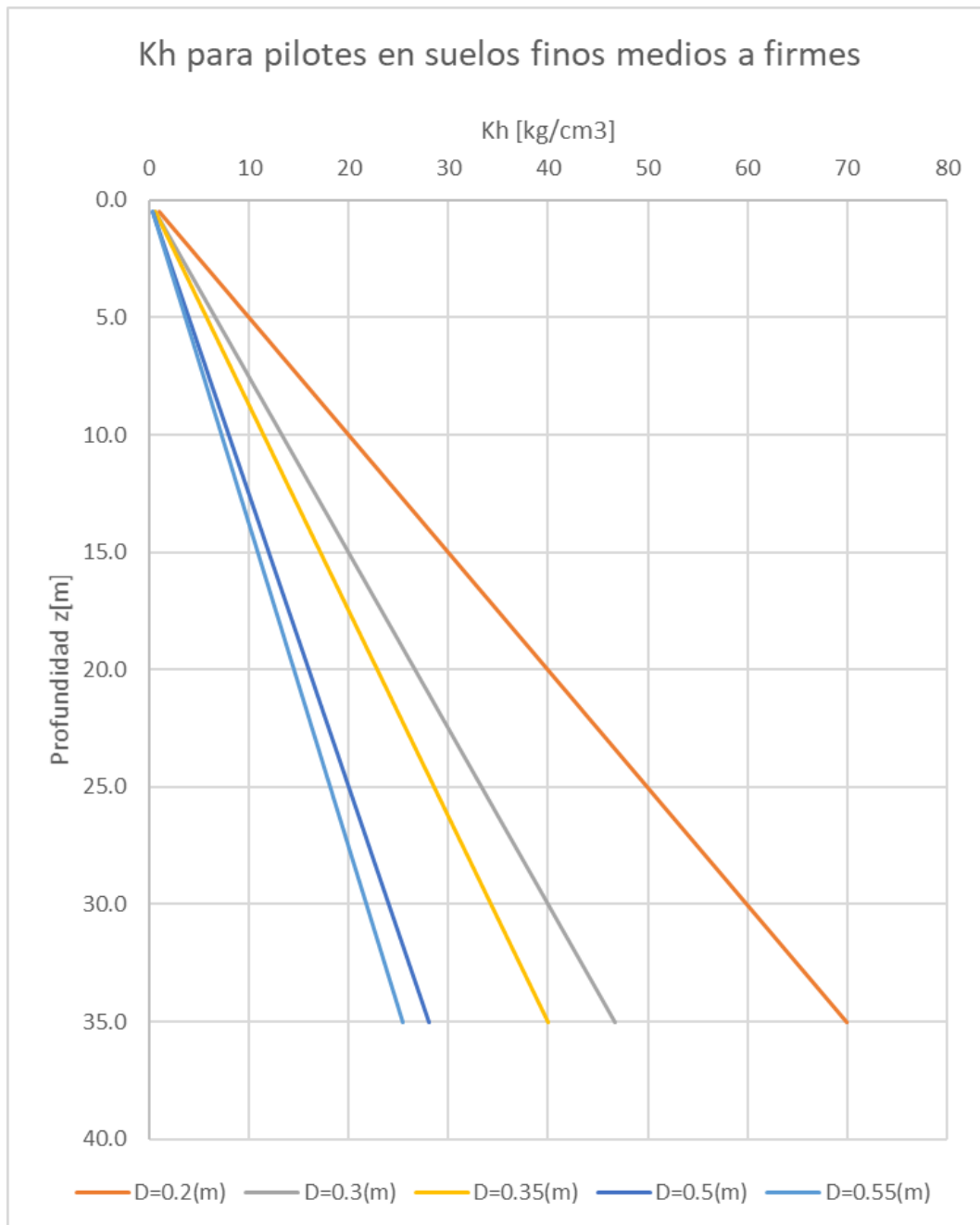
Donde:

- D: Diámetro del pilote en metros.
- Z: Profundidad en metros
- Kh1: En acuerdo a la tabla siguiente.
- nh: En acuerdo a la tabla siguiente.

Su (kg/cm ²)	Kh1 (kg/cm ³)
0.5-1.0	2.50
1.0-2.0	5.00
>=2.0	10.00

	Suelta	Media	Compacta
Compacidad			
Arena Seca o Húmeda	0.4-2.0	2.0-10.0	10.0-32.0
Arena Sumergida	0.8	2.5	10.0
Arcilla Blanda	-	0.2-0.4	-
Arcilla Orgánica	-	0.08-0.4	-
Turba	-	0.02-0.06	-

Por lo que considerando que los suelos de proyecto predominan los suelos del tipo arenosos y finos de consistencia blanda, es decir nh=0.4, el coeficiente de balasto horizontal para los pilotes de los diámetros considerados, en profundidad, es indicado en el siguiente gráfico:



Nota: Para fundaciones profundas del tipo pilotes, sometidas a cargas laterales (horizontales) que sean mayores al 10% de la carga vertical de diseño ($F_h \geq 0.1 F_v$) se recomienda el uso adicional de pilotes inclinados.

2.5.3 Excavaciones Temporales

Dado que los estratos de suelo superiores presentes en terreno, corresponden a suelos de baja cohesión a nula cohesión, según lo estipulado en la norma Nch 349 of 99, no podrá ejecutarse excavaciones temporales verticales sin Sistema de sostenimiento.

En caso de requerir excavaciones temporales de hasta 2.5 metros de profundidad, estas deberán ejecutarse mediante taludes de excavación, con inclinación máxima 1:3 (H:V).

En caso de requerir excavaciones temporales por debajo del nivel freático, deberá considerarse la depresión de la napa, entibaciones o un saneamiento adecuado según corresponda; previa aprobación de la inspección de obras.

Nota 1: Toda excavación temporal deberá cumplir con la normativa chilena respectiva en especial normas Nch 349 of 1999 y Nch 3206 of 2010.

Nota 2: cualquier tipo de excavación temporal adoptada deberá proveer en su coronamiento una berma libre de cualquier tipo de tránsito o carga con un ancho superior mínimo de 2.0 metros, en conformidad a lo estipulado en la norma Nch 3206 of 2010.

Nota 3: Las excavaciones temporales indicadas, en ningún caso podrán adoptarse como taludes definitivos.

2.5.4 Muros de Gaviones y Gaviones Tipo Sábana.

Con respecto a muros de gaviones, se considera que, dada la estructura de su conformación de baja rigidez, con mayor tendencia a desarrollar grandes deformaciones, estos corresponden a una solución de un menor estándar. Por ello se deberá tener presente su fragilidad ante actos de vandalismo como corte de mallas con alicate, desarme de su tejido o pérdida de resistencia por el fuego.

Por lo anterior, no se recomienda su uso en sectores contiguos a calzadas vehiculares, aceras peatonales, estructuras y en general cualquier obra que no admita grandes deformaciones.

Se considera factible el uso de gaviones en sectores que admitan mayores deformaciones sin comprometer la integridad de estructuras contiguas como taludes de rellenos y protección contra la erosión y/o socavación.

En el caso de considerar muros de gaviones, estos deberán considerar un sello de fundación mínimo de **D_f**=1.0 metros.

Dada la presencia de estratos de suelos blandos y/o sueltos, para fundar muros de gaviones; estos deberán ser apoyados sobre un mejoramiento de suelos de espesor mínimo **H**=1.0 metros, el que deberá ser reforzado con geogrilla triaxial del tipo TX-160 Tensar. El espesor del mejoramiento de suelos dependerá de la tensión de contacto inducida por la estructura, para ello, se deberá considerar lo indicado en la siguiente tabla:

Tabla 2.44 Espesor de mejoramiento de suelos para Muros de Gaviones.

Tensión de Contacto	Espesor mejoramiento H(m)
Tensión ≤ 2.0 kg/cm ²	1.0 m
2.0 kg/cm ² \leq Tensión ≤ 2.5 kg/cm ²	1.5 m

El mejoramiento de suelos bajo sello de fundación de los muros deberá ser materializado en relleno estructural reforzado con geogrilla triaxial y completamente envuelto en geotextil no tejido de densidad mínima 200g/m², adicionalmente, se deberá cumplir con las especificaciones de material, método de control y compactación indicados más adelante en la sección de especificaciones y recomendaciones técnicas. El refuerzo corresponderá a 3 capas de geogrilla triaxial del tipo TX-160 Tensar (o similar técnicamente superior). El mejoramiento de suelos reforzados deberá tener un sobrecanto de al menos 2 metros en todo el contorno de fundación de muros.

2.5.5 Empujes sobre muros de contención y Tabla-estacas.

Para el diseño de muros de contención del tipo cantiléver estructurados en hormigón armado o Tabla-estacas, a continuación, se definen los empujes que actúan sobre elementos de contención. Los cuales dependen de ciertos factores, entre ellos se puede mencionar el tipo de sujeción lateral en los extremos, el tipo de relleno a utilizar, la presencia de nivel freático, cambios de temperatura y otros efectos. Será definido dentro del proyecto y en el presente informe las más importantes de dichas condicionantes. Se destaca en todo caso que mientras más fino sea el material de los rellenos laterales, se aumenta la posibilidad de desarrollar presiones mayores que las del caso activo, recomendándose en forma conservadora utilizar en el diseño los empujes en reposo, lo cual en definitiva será definido por el ingeniero calculista.

En este caso se deberá usar relleno en el trasdós, lo cual se indica en la sección de especificaciones de recomendaciones y técnicas constructivas.

Para el caso de rellenos en el trasdós de muros de contención los cuales corresponderán a material granular con control de compactación se deberán cumplir los siguientes requisitos:

Parámetros suelo granular para relleno trasdós:

- | | | |
|--------------------------|---|-----------------------|
| - Tamaño máximo | : | 3" |
| - ϕ Mínimo | : | \emptyset : 30° |
| - Cohesión | : | c: 0 T/m ² |
| - Peso unitario húmedo | : | 2.0 T/m ³ |
| - Finos bajo malla N°200 | : | 5% máximo |
| - Índice de plasticidad | : | IP<6.0 |

Nota: estos parámetros podrán variarse si se demuestra mediante los ensayos de laboratorio y/o in situ respectivos que el material de suelo a utilizar es competente con la estructura proyectada. Lo cual deberá ser validado por la inspección de obras y/o proyectista respectivo.

2.5.5.1 Empuje en reposo

Empuje en reposo estático:

Se utiliza en muros arriostrados en sus extremos que no permiten el movimiento (desplazamientos) por lo cual se considera el empuje del suelo en su estado de reposo (k_0)

Coeficiente de empuje estático	K_0	= 0.50
Empuje estático	P	= $2.0 \cdot 0.50 \cdot Z$

Donde:

- P = empuje estático en (Ton/m²)
- Z = profundidad en m.

Empuje en reposo sísmico:

De acuerdo a la NCh 433, el empuje sísmico sobre los elementos, se debe calcular de la siguiente manera.

- $\sigma_s = 0.3 Cr \gamma hm Ao / g$

Donde:

- σ_s = Presión sísmica uniformemente distribuida en toda la altura H del muro expresada en ton/m².
- hm = Altura del muro en contacto con el suelo expresada en m.
- γ = Peso unitario húmedo del suelo o del relleno colocado contra el muro expresado en ton/m³.
- Ao = Aceleración efectiva (en este caso 0.3g)
- Cr = coeficiente igual a 0.45 suelos duros, densos o compactados y 0.70 suelos sueltos o blandos. En este caso 0.70

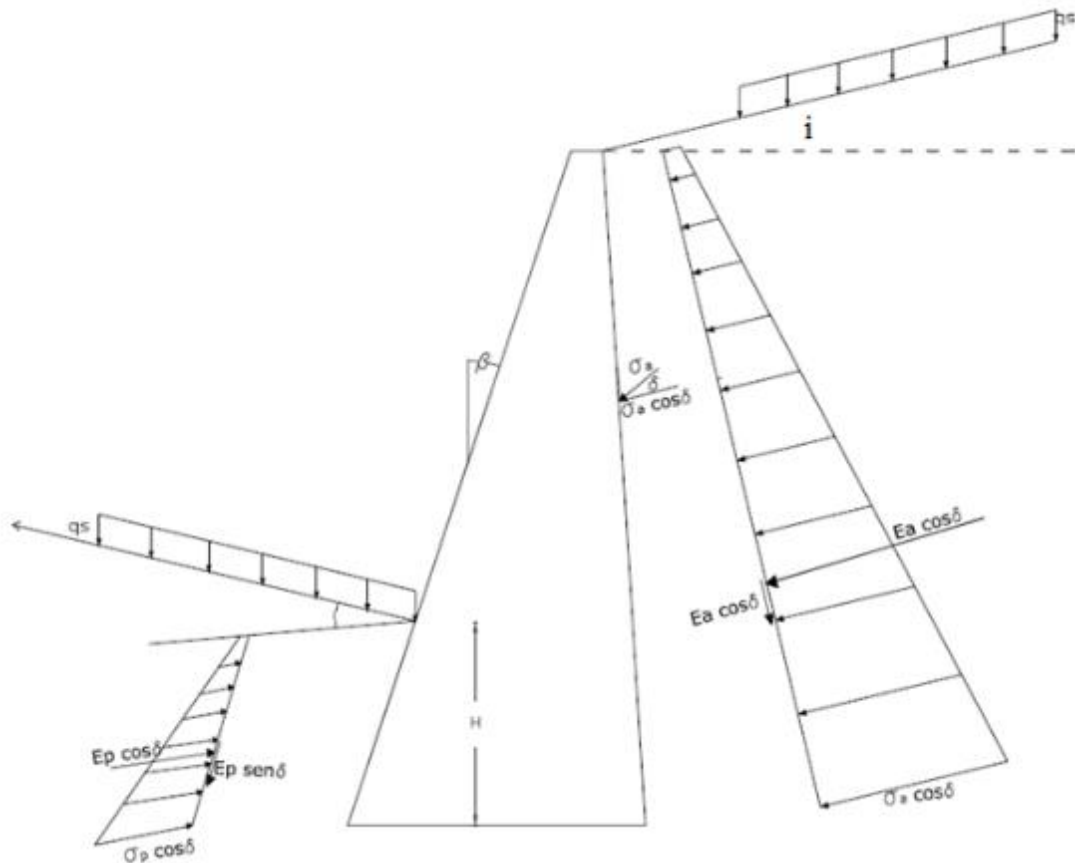
De acuerdo a lo anterior se tiene:

$$\sigma_s = 0.126 \cdot hm$$

2.5.5.2 Empuje Activo y Empuje Pasivo

Diagrama de empujes:

Figura 2.27 Distribuciones de empuje en un muro de contención.



Donde:

- β = Ángulo que forma la pared interior del muro con la vertical en ($^\circ$)
- φ = Ángulo de fricción interna del suelo en ($^\circ$)
- i = Ángulo de Talud en trasdós en ($^\circ$)
- δ = Ángulo de fricción de la interfaz entre el muro y el suelo en ($^\circ$)
- E_a = Empuje Activo
- E_p = Empuje Pasivo.
- q_s = sobrecargas (Ton/m²)

Empuje Activo:

Se utiliza en muros no arriostrados en sus extremos que permiten el movimiento (desplazamientos o giros) por lo cual se considera el empuje del suelo en su estado activo (K_a) y dinámico total (K_{as}) según la siguiente formulación:

Coeficiente empuje activo estático:

$$K_a = \frac{\cos(\phi - \beta)^2}{\cos(\beta)^2 * \cos(\delta + \beta) * \left[1 + \sqrt{\frac{\sin(\delta + \phi) * \sin(\phi - i)}{\cos(\delta + \beta) * \cos(\beta - i)}} \right]^2}$$

Coeficiente empuje activo sísmico

$$K_{as} = \frac{\cos(\phi - \beta - \psi)^2}{\cos(\psi) * \cos(\beta)^2 * \cos(\delta + \beta + \psi) * \left[1 + \sqrt{\frac{\sin(\delta + \phi) * \sin(\phi - \beta - \psi)}{\cos(\delta + \beta + \psi) * \cos(\beta - i)}} \right]^2}$$

Angulo ψ está dado por la siguiente expresión:

$$\psi = \frac{k_h}{1 - k_v}$$

Donde:

k_h , Coeficiente pseudo-estático horizontal, en Chile es valor se encuentra entre los 0.08 a 0.2)

k_v , Coeficiente pseudo-estático vertical, en Chile es valor puede ser adoptado como 0 o $2 * k_h / 3$)

Coeficiente de empuje activo estático

$$K_a = 0.380$$

Coeficiente de empuje activo sísmico

$$K_{as} = 0.503$$

Empuje Pasivo

Se utiliza en muros no arriostrados en sus extremos que permiten el movimiento (desplazamientos o giros) por lo cual se considera el empuje del suelo en su estado pasivo (K_p) y dinámico total (K_{ps}) según la siguiente formulación:

Coefficiente de Empuje Pasivo Estático:

$$K_p = \frac{\cos(\phi + \beta)^2}{\cos(\beta)^2 * \cos(\delta + \beta) * \left[1 - \sqrt{\frac{\sin(\delta + \phi) * \sin(\phi + i)}{\cos(\delta + \beta) * \cos(i - \beta)}} \right]^2}$$

Coefficiente de Empuje Pasivo Sísmico:

$$K_{ps} = \frac{\cos(\phi + \beta - \psi)^2}{\cos(\psi) * \cos(\beta)^2 * \cos(\delta + \beta + \psi) * \left[1 - \sqrt{\frac{\sin(\delta + \phi) * \sin(\phi + i - \psi)}{\cos(\delta + \beta + \psi) * \cos(i - \beta)}} \right]^2}$$

Donde:

- β = Angulo que forma la superficie del suelo con la horizontal en (°)
- ϕ = Angulo de fricción interna del suelo en (°)
- θ = Angulo que forma la pared interior del muro con la vertical en (°)
- δ = Angulo de fricción entre el muro y el suelo en (°)
- y, además, el ángulo ψ está dado por la siguiente expresión:

$$\psi = \frac{k_h}{1 - k_v}$$

Donde:

- k_h , Coeficiente pseudo-estático horizontal, en Chile este valor se encuentra entre los 0.08 a 0.2)
- k_v , Coeficiente pseudo-estático vertical, en Chile este valor puede ser adoptado como 0 o $2 * k_h / 3$)

A continuación, se entrega los coeficientes de empuje pasivo, por compatibilidad de deformaciones se considera el uso de un Factor de seguridad FS=3.

Coeficiente de empuje pasivo estático

- $K_p = 6.954/(FS=3)=2.32$

Coeficiente de empuje pasivo dinámico

- $K_{ps} = 5.408/(FS=3)=1.80$

2.5.6 Tipo de suelo de fundación según MC vol 3 versión 2019.

Para definir el tipo de suelo de fundación de la estructura proyectada, se basa en la normativa chilena estipulada en el Manual de Carreteras Volumen 3 versión 2019, específicamente en la tabla 3.1004.308.B de dicho manual (la cual es mostrada en la Tabla 2.45).

Para efectos de aplicar la norma sísmica, se tiene que el proyecto se emplaza en la zona sísmica 2 (ver Figura 2.27).

Así, de la exploración de suelos realizada en terreno, considerando resultados de los ensayos de laboratorio realizados a muestras extraídas a suelos proyecto. Se cumple para clasificar el suelo de fundación de proyecto como **suelo de fundación tipo IV** para las zonas de proyecto Tramo 1 (BCS-2), Tramo 2 (BCS-3), Tramo 3 (BCS-1) y Tramo 4 (BCS-4), según lo estipulado en la normativa vigente.

Nota: según lo estipulado en el decreto supremo D.S. 61-2011 del MINVU, para la clasificación sísmica del tipo de suelo de fundación para estructuras destinadas al uso habitacional cuyo perfil de suelo indica potencial de licuación: Se exige estudios geotécnicos especiales del tipo “estudio de microzonificación sísmica”.

Figura 2.28 Ubicación de proyecto en la zonificación sísmica de Chile MC-Vol3-2019.



Tabla 2.45 Definición de los tipos de suelos de fundación, MC-Vol3- 2019 tabla 3.1004.308.B

TABLA 3.1004.308.B
DEFINICION DE LOS TIPOS DE SUELOS DE FUNDACION
(SOLO PARA SER USADA CON LA TABLA 3.1004.308.A)

Tipo de Suelo	Descripción
I	Roca: Material natural, con velocidad de propagación de onda de corte v_c in-situ igual o mayor que 800m/s, o bien resistencia de la compresión uniaxial de probetas intactas (sin fisuras) igual o mayor que 10 MPa y RQD igual o mayor que 50%. Si el espesor de la roca es inferior a 20 m, el suelo se clasificará como del tipo del suelo subyacente a la roca.
II	Suelo con velocidad de propagación de onda de corte v_c in situ igual o mayor que 400 m/s en los 10m superiores, y creciente con la profundidad; o bien, Grava densa, con peso unitario seco γ_d igual o mayor que 20 kN/m ³ o índice de densidad ID(DR) (densidad relativa) igual o mayor que 75%, o grado de compactación mayor que 95% del valor Proctor Modificado, o bien: Arena densa, con ID(DR) mayor que 75%, o índice de Penetración Estándar N mayor que 40 (normalizado a la presión efectiva de sobrecarga de 0,10 MPa), o grado de compactación superior a 95% del valor Proctor Modificado; o bien, Suelo cohesivo duro, con resistencia al corte no drenado S_u igual o mayor que 0.10 MPa (resistencia a la compresión simple q_u igual o mayor que 0,20 MPa) en probetas sin fisuras. En todo los casos, las condiciones indicadas deberán cumplirse independientemente de la posición del nivel freático y el espesor mínimo del estrato debe ser de 20 m. Si el espesor sobre la roca es menor que 20 m, el suelo se clasificará como tipo I. Si el espesor del suelo tipo II sobre suelo tipo III o IV es inferior a 20 m, el suelo se clasificará como del tipo del suelo subyacente, esto es tipo III o tipo IV, según corresponda.
III	Arena permanentemente no saturada, con ID(DR) entre 55% y 75%, o N mayor que 20 (sin normalizar a la presión efectiva de sobrecarga de 0,10 MPa; o bien, Grava o arena no saturada, con grado de compactación menor que 95% del valor Proctor Modificado; o bien, Suelo cohesivo con S_u comprendido entre 0,025 y 0,10 MPa (q_u entre 0,05 y 0,20 MPa) independientemente del nivel freático; o bien, Arena saturada con N comprendido entre 20 y 40 (normalizado a la presión efectiva de sobrecarga de 0,10 MPa). Espesor mínimo del estrato: 10 m. Si el espesor del estrato sobre la roca o sobre suelo correspondiente al tipo II es menor que 10 m, el suelo se clasificará como tipo II. Si el espesor del suelo III sobre suelo IV es inferior a 25 m, se clasificará como tipo IV.
IV	Suelo cohesivo saturado con S_u igual o menor que 0,025 MPa (q_u igual o menor que 0,050 MPa). Espesor mínimo del estrato: 10 m. Si el espesor del estrato sobre el suelo correspondiente a algunos de los tipos I, II o III es menor que 10 m, el suelo se clasificará como tipo III.

2.6 Especificaciones y Recomendaciones Técnicas y Constructivas

2.6.1 Excavaciones para fundaciones

1. Las faenas de excavación para las fundaciones se efectuarán en forma manual o mecanizada tratando en lo posible de evitar la sobre excavación, los últimos 10 cm se deberán excavar manualmente con el objeto de no romper la estructura natural del suelo. Las excavaciones se deben efectuar de acuerdo a las dimensiones y emplazamiento indicado en los planos de proyecto. Antes de su inicio se debe contar con la visación de la Inspección Fiscal de Obras (IFO).
2. Los procedimientos de excavación deberán planificarse de manera que se excaven superficies horizontales, recurriendo a escalonamiento si fuese necesario; y que provoquen la menor alteración al terreno natural y a estructuras existentes, se debe evitar la sobre excavación.
3. Al efectuar las excavaciones se deberá acopiar el material para su uso de acuerdo a lo indicado en el presente informe ya que no será adecuado para su utilización en rellenos no autorizados.
4. El Contratista deberá velar por la conservación de los puntos de referencia (P.R.), debiendo proceder a su reemplazo y nivelación cuando resulten dañados o desplazados, informando a la IFO al respecto.
5. Tratamiento del sello.
En este caso no es necesaria la re-compactación del suelo a nivel de fundación, debiendo eso sí, corresponder a suelo completamente inalterado y sin presencia de agua (eventual napas deben permanecer deprimida).
6. La verificación de sellos de excavación tiene particular importancia ante la heterogeneidad natural del suelo.
7. Los sellos de excavación deberán ser recibidos por un profesional especialista en Mecánica de Suelos, quien deberá verificar el tipo de suelo de fundación supuesto en el presente informe, y verificar que no existe suelo removido o inadecuado a nivel de fundación; y que dichos sellos son completamente horizontales y competentes con la estructura a fundar.
En caso de que las fundaciones proyectadas intercepten las calicatas excavadas, estas últimas deberán ser re excavadas y rellenadas con Relleno estructural compactado hasta obtener el nivel de compactación exigido al sello de fundación, en forma alternativa podrá utilizarse hormigón pobre tipo G-5.

8. Como material para rellenos estructurales bajo fundaciones, se podrá utilizar material granular cuya curva granulométrica deberá estar dentro del siguiente rango.

TAMIZ O CRIBA	% PESO QUE PASA
3"	100
1"	55 -85
3/4"	45 - 75
3/8"	35 - 65
# 4	35 - 55
# 10	15 – 45
# 20	---
# 40	5 – 25
# 200	0 - 5

Cumplirán, además, con los siguientes requisitos:

- Límite líquido menor que 25% bajo malla N°40 según Método NCh 1517/1 Of. 1979.
 - Índice de plasticidad entre 0 y 6 según Método NCh1517/2 Of. 1979.
 - Gravedad específica mayor que 2.6 T/m³.
9. Este material deberá estar libre de materia orgánica, terrones de arcilla y productos de desecho.
10. El material a utilizar deberá ser esparcido en capas horizontales de espesor suelto no mayor que 0,30 m y se deberá humedecer hasta la humedad óptima del ensayo Proctor Modificado +/- 2%, para luego compactarse hasta alcanzar un grado de compactación mínimo equivalente a 95 % de la D.M.C.S o 85% de la Densidad Relativa.
11. El espesor de las capas será establecido de forma tal, que pueda lograrse la densidad especificada en todo su espesor con el equipo de compactación que se utilizará, en todo caso éste no podrá ser superior a 30 cm suelto.
12. El avance de los rellenos deberá ser parejo, de modo tal que no se produzcan desniveles superiores a 0.60 m entre sectores de rellenos contiguos.
13. Se recomienda el uso de placa vibratoria de peso estático mínimo 100 kg. o rodillo donde el espacio lo permita.
14. Cada capa no podrá ser recubierta antes que la IFO de por aceptado los niveles de compactación alcanzados.
15. Los controles de compactación de rellenos estructurales bajo fundaciones, se deberán efectuar al menos uno por cada 15-20 m³ de material compactado, con un mínimo de 1 control de compactación por relleno bajo fundaciones. Se deberá contar con un laboratorio especializado de reconocida calidad, que cuente con la aprobación previa de la IFO. El uso de densímetro nuclear,

se aceptará siempre y cuando se realicen las correcciones para trabajo en zanja; método Cono de Arena no tiene restricción.

16. A nivel de sello de fundación, se deberá cumplir con los siguientes CBR mínimos:

Tipo Fundación	CBR mínimo al 90% DMCS y 0.2" de penetración
Tipo 1	30%
Tipo 2	30%
Tipo 3	30%
Tipo 4	30%
Tipo 6	30%

2.6.2 Especificaciones Técnicas para rellenos masivos

17. Previo al inicio de las obras se deberá realizar un escarpe de todos los sectores de cobertura vegetal, rellenos de basuras, escombros, suelo vegetal etc. Todo el material obtenido de esta faena deberá ser llevado a botadero autorizado, no se permitirá su uso como material de relleno en otros sectores distintos a los especificados.

Para el inicio de los rellenos masivos se deberá escarificar, regar y compactar hasta alcanzar la densidad requerida en los 0.20 m superiores, conjuntamente se perfilará superficialmente de manera de obtener una superficie relativamente plana con una pendiente mínima del 2% de tal forma de evitar la acumulación de aguas lluvias.

18. Una vez realizada la extracción del escarpe, compactación y perfilado del terreno de fundación de los rellenos proyectados, se irá depositando los materiales de relleno en los sectores preparados para recibir el material según lo indicado en el punto anterior.

Las faenas de relleno deberán coordinarse de tal forma que permitan realizar las compactaciones por capas, dichas capas tendrán un espesor máximo de 30 cm y deberán alcanzar un nivel de compactación no inferior al 90% de la DMCS. No se aceptará la colocación de capas superiores sobre capas no controladas ni que no hayan alcanzado la densidad especificada.

Los equipos de compactación a utilizar serán acordes con el tipo de suelo a compactar, en este caso el proceso de compactación será el siguiente:

Suelos finos: mediante rodillos pata de cabra tras el cual se pasará un rodillo liso en un número de pasadas suficiente que logre la compactación especificada, todo lo cual se definirá mediante la cancha de prueba respectiva.

Suelos granulares: mediante rodillos lisos vibratorios o placas vibratorias.

- Durante la compactación los materiales deberán estar homogéneamente húmedos y su contenido ser cercano al óptimo para lograr los niveles de compactación especificados.
19. El trabajo de colocación de los rellenos comenzará desde las zonas interiores avanzando hacia afuera con pasadas paralelas de rodillo traslapadas en por lo menos la mitad del ancho del tambor compactador, en todo caso siempre la compactación comenzará por las partes más bajas avanzando hacia las más altas. Toda la superficie deberá recibir el número suficiente de pasadas de tal forma de obtener una compactación uniforme.
 20. El escarpe y sobre excavación en terrenos inadecuados, deberá abarcar toda la zona a rellenar independiente del espesor del relleno.
 21. Para los materiales de rellenos bajo patios de circulación vehicular, la compactación deberá alcanzar como mínimo el 90% de la D.M.C.S. en caso de utilizar suelos finos y 95% de la DMCS en caso de suelos granulares
 22. El espesor de las capas de relleno podrá aumentarse si se verifica que es posible alcanzar la densidad especificada en todo el espesor de la capa con el equipo a utilizar, para lo cual se deberán realizar los ensayos de densidad in situ respectivos.
 23. Para todos los rellenos masivos, los controles de densidad serán cada 1000-2000 m² en la primera capa y luego cada 3000-4000 m² en la segunda capa, posteriormente podrán distanciarse aún más en caso que no se observen deficiencias de compactación lo cual deberá ser evaluado por la IFO. Se deberá contar con un laboratorio especializado de reconocida calidad, que cuente con la aprobación previa del mandante.
 24. En la última capa de los rellenos se realizará control de ahuellamiento, este consistirá en que una vez pasado el rodillo de compactación no queden huellas a simple vista.
 25. El contratista será responsable por la estabilidad de los rellenos y deberá efectuar, a su cargo, los trabajos que sean necesarios para reponer total o parcialmente aquellos que hubiesen quedado mal construidos o que resultaren dañados por descuido, negligencia o por no haberse tomado las debidas precauciones. La reparación de daños producidos por aguas lluvias, será de exclusivo cargo del contratista.
 26. Los taludes que se generen producto de rellenos masivos deberán protegerse de la erosión por lluvia mediante alguna alternativa propuesta por el contratista y aceptada por la IFO. Dentro de las alternativas a analizar están: muro de contención, hidrosiembra, manta vegetal, saneamiento adecuado, cobertura vegetal, etc.
 27. Los rellenos masivos podrán ser divididos en 2 tipos
TIPO 1: Rellenos bajo calles o estructuras: Deberán utilizarse suelos de empréstitos que cumplan lo indicado a continuación:

CBR a 0.2" de penetración al 95% de la DMCS del P.M.	30% mínimo
Compactación mínima	95% de la D.M.C.S del P.M. o 85% de la D.R.

Tamaño máximo	6" (*)
Fino bajo malla #200 (0.08 mm)	15% máximo
LL	25% máximo
IP	6% máximo

TIPO 2: Rellenos en áreas verdes, patios y similares: Podrán utilizarse suelos provenientes de la excavación en obra o de empréstitos que cumplan lo indicado a continuación:

CBR a 0.2" de penetración al 90% de la DMCS del P.M.	5.0% mínimo
Compactación mínima	90% de la D.M.C.S. del P.M. o 75% de la D.R.
Tamaño máximo	6"
Fino bajo malla 0.08 mm	--
LL	50% máximo
IP	15% máximo.

Nota: podrán analizarse materiales alternativos los cuales serán propuestos por el contratista para su aprobación por parte del suscrito lo que dependerá, en definitiva, entre otras variables, de:

- Su uso en los diversos sectores del proyecto.
- Épocas del año en que se materializarán.
- Espesores de dichos rellenos.
- Tiempo que permanecerán estos rellenos para lograr consolidaciones naturales homogéneas.

El Contratista antes de comenzar la ejecución de los rellenos, deberá presentar a la Inspección el resultado de los siguientes ensayos del material que utilizará:

- Clasificación completa.
- Densidad Máxima y Densidad Mínima si corresponde.
- Proctor Modificado con Curva Proctor, Densidad Máxima y Humedad Óptima.
- CBR a 0.2" de penetración al 90% y 95% de la D.M.C.S. del P.M.

Se debe sacar un mínimo de 1 muestra cada 500m³ o fracción menor del material acopiado. A cada muestra se le deberá realizar los ensayos antes indicados.

28. En la formación de las diferentes capas de rellenos se podrán aceptar bolones de tamaño máximo igual a los 1/3 del espesor compactado de la capa y en una proporción tal que quede uniformemente distribuida, sin formar nidos ni zonas inestables.
29. Deberá considerarse un endentado en la interface relleno-suelo natural de tal forma de eliminar potenciales líneas de deslizamiento.

2.7 Especificaciones Generales

- Los sellos de las excavaciones para las fundaciones deberán ser recibidos por personal de esta oficina o de la inspección técnica de la obra. En caso que la recepción de sello de fundación, no sea realizada por la presente oficina, se libera de toda responsabilidad al profesional que suscribe el presente informe.
- Esta oficina se reserva el derecho de solicitar la profundización local o total del sello de fundación, si lo estimase necesario, durante la recepción de sellos.
- Los rellenos estructurales deberán ser controlados por un laboratorio especializado en mecánica de suelos.
- Las consultas sobre lo desarrollado en este informe deberán hacerse directamente con el profesional que suscribe.

2.8 ANEXO A: RESUMEN ENSAYOS DE LABORATORIO

Tabla 2.46 Resumen ensayos de densidad natural a muestras de calicatas.

Prospección	Cota [m]	Densidad natural húmeda [kg/m ³]	Humedad natural [%]	Densidad natural seca [kg/m ³]
P1	1.00	1756	6.8	1644
P2	2.20	1672	35.3	1236
P3	0.60	1627	7.8	1509
P5	1.50	1803	7.5	1677
P7	0.70	1602	12.3	1427
P8	1.00	2306	9.3	2110
P9	0.90	2290	8.2	2116
P10	0.70	2050	4.6	1960
P11	0.80	1836	3.6	1772
P12	0.70	1736	15.2	1507

Tabla 2.47 Resumen ensayos de laboratorio a muestras de calicatas.

Prospección	Tipo Suelo (USCS)	Tipo Suelo (AASHTO)	Cota [m]	Humedad natural [%]	LL [%]	LP [%]	IP [%]	Finos bajo malla #200. [%]	Densidad partículas sólidas [g/cm ³]	Densidad Seca Máxima [g/cm ³]	Humedad Óptima [%]	CBR al 95% D.M.C.S. y penetración 0.2" [%]	Índice de densidad Mínima [g/cm ³]	Índice de densidad Máxima [g/cm ³]
P1	SW	A-1b (0)	0.80-2.80	7.5	NP	NP	NP	1	2.830	1.910	9.1	22	1.551	1.848
P2	SM	A-2-4(0)	2.20-3.50	36.0	NP	NP	NP	26	2.720	1.770	13.0	17	-	-
P3	SM	A-2-4(0)	0.50-2.20	7.5	NP	NP	NP	13	2.800	1.790	10.2	31	1.366	1.684
P4	SP-SM	A-1b(0)	0.00-3.00	12.4	NP	NP	NP	9	2.720	2.010	10.5	38	1.519	1.920
P5	SP-SM	A-2-4(0)	1.40-2.80	6.5	NP	NP	NP	5	2.740	1.930	10.0	43	1.451	1.735
P6	SP-SM	A-1b(0)	2.30-3.40	7.0	NP	NP	NP	6	2.760	2.010	9.7	42	1.545	1.808
P6	CL	A-6(9)	3.40-3.60	24.9	31	15	16	71	2.740	1.920	13.1	2	-	-
P7	CL-ML	A-4(0)	0.40-3.30	10.8	20	15	5	51	2.730	2.100	7.2	11	-	-
P8	CL-ML	A-4(0)	0.70-3.20	13.4	18	14	4	46	2.770	2.060	7.3	12	-	-
P9	CL	A-6(5)	0.70-3.20	8.7	26	12	14	62	2.710	2.130	6.8	15	-	-
P10	SP	A-1b(0)	0.00-300	3.4	NP	NP	NP	1	2.780	2.030	6.8	33	1.500	1.776
P11	GW	A-1a(0)	0.00-3.00	2.9	NP	NP	NP	1	2.730	2.180	6.6	84	1.980	2.336
P12	ML	A-4(0)	0.70-1.00	8.7	NP	NP	NP	84	2.710	1.860	11.8	7	-	-
P12	SW-SM	A-1b(0)	1.00-2.90	21.0	NP	NP	NP	9	2.770	2.190	6.5	62	1523	1.909

Tabla 2.48 Resultados ensayos de corte directo a muestras de calicatas.

Prospección	Cota [m]	Tipo muestra	Densidad húmeda [kg/m ³]	Humedad [%]	Cohesión peak [kg/cm ²]	Ángulo de fricción peak [°]
P1	0.80-2.80	alterada	1.752	6.8	0.048	31.76
P2	2.20-3.50	alterada	1.673	35.3	0.049	31.74
P3	0.50-2.20	alterada	1.627	7.8	0.034	32.11
P5	1.40-2.80	alterada	1.803	7.5	0.079	31.52
P6	3.40-3.60	alterada	2.053	24.9	0.063	34.14
P7	0.40-3.30	alterada	1.602	12.3	0.002	33.25
P8	0.70-3.20	alterada	2.306	9.3	0.124	29.88
P10	0.00-3.00	alterada	2.050	4.6	0.191	37.61
P11	0.00-3.00	alterada	1.836	3.6	0.134	33.50
P12	0.70-1.00	alterada	1.736	15.2	0.086	27.46

Tabla 2.49 Resultados ensayos de corte directo a muestras de sondajes terrestres y marítimos

Prospección	Cota [m]	Preparación muestra	Densidad seca [g/cm3]	Densidad húmeda [g/cm3]	Humedad [%]	Cohesión peak [kg/cm2]	Ángulo de fricción peak [°]
ST-1	7.00-7.45	NI (*)	1.30	1.80	36.4	0.356	24.28°
ST-1	15.00-15.45	NI (*)	1.38	1.85	34.7	0.007	31.17°
ST-2	5.00-5.45	NI (*)	1.51	1.97	30.19	0.000	33.42
ST-7	2.00-2.45	NI (*)	1.94	2.19	12.9	0.000	33.46°
ST-8	13.00-13.45	NI (*)	2.05	2.28	11.06	0.391	19.65°
ST-9	2.00-2.45	NI (*)	1.93	2.18	13.0	0.114	34.61°
ST-10	18.00-18.45	NI (*)	1.47	1.57	7.22	0.051	28.77°
SM-1-2	5.00-5.45	NI (*)	1.66	1.97	18.97	0.092	26.84°
SM-1-2	17.00-17.45	NI (*)	1.17	1.71	45.73	0.011	21.70°
SM-1-2	24.00-24.45	NI (*)	1.59	1.89	18.97	0.001	29.03°
SM-3	10.00-10.11	NI (*)	1.68	1.96	16.30	0.040	29.12°
SM-4	16.00-16.45	NI (*)	1.88	2.17	15.12	0.056	24.28°
SM-5	3.00-3.45	NI (*)	2.01	2.23	11.20	0.424	22.68°
SM-6	3.00-3.45	NI (*)	1.76	2.12	20.68	0.177	22.94°
SM-7	4.00-4.45	NI (*)	1.75	1.86	6.15	0.216	33.06°
SM-7	16.00-16.45	NI (*)	1.60	2.02	26.14	0.027	31.51°
SM-8	4.00-4.45	NI (*)	1.54	1.63	6.19	0.05	30.58°

(*) NI: No Informado

Tabla 2.50 Resultados ensayos triaxial a muestras de sondajes terrestres y marítimos.

Prospección	Cota [m]	Cohesión c' [kg/cm ²]	Ángulo fricción ϕ' [°]
ST-2	11.00-11.45	0.072	30.91
ST-3	6.00-6.45	0.000	30.74
ST-3	10.00-10.45	0.000	35.03
ST-4	4.00-4.45	0.023	30.26
ST-4	8.00-8.45	0.000	33.55
ST-5	8.00-8.45	0.000	41.68
ST-5	10.00-10.45	0.000	31.89
ST-6	8.00-8.45	0.000	30.95
ST-7	15.00-15.45	0.000	32.56
ST-8	10.00-10.45	0.324	33.14
ST-9	15.00-15.45	0.000	39.22
ST-10	5.00-5.45	0.132	29.10
SM1-2	36.00-36.28	0.000	37.47
SM-3	5.00-5.45	0.035	26.00
SM-4	5.00-5.45	0.253	28.53
SM-5	11.00-11.45	0.000	33.17
SM-6	16.00-16.45	0.093	26.80
SM-8	15.00-15.45	0.059	34.79

Tabla 2.51 Resultados de ensayos de laboratorio a muestras de roca de sondajes terrestres y marítimos

Prospección	Cota [m]	Descripción tipo de roca	Densidad Seca [g/cm ³]	Densidad Húmeda [g/cm ³]	Humedad [%]	Resistencia a la compresión simple σ'_c [kg/cm ²]	Resistencia a la tracción indirecta (método brasileño) [kg/cm ²]	Índice de resistencia Is (50mm) [kg/cm ²]	Clasificación de resistencia según D 5731-08
ST-3	14.00-15.50	Arenisca	2.01	2.22	10.27%	90.2	5.3	7.6	Muy Alta
ST-4	18.50-20.00	Arenisca	1.92	2.17	12.82%	66.7	7.0	3.8	Muy Alta
ST-5	14.00-14.45	Arenisca	2.00	2.22	11.31%	55.4	4.0	5.7	Muy Alta
ST-6	12.00-12.45	Arenisca	1.97	2.19	11.62%	58.9	4.4	5.6	Muy Alta
SM-3	11.00-12.50	Arenisca	1.85	1.97	6.00%	69.1	11.7	5.9	Muy Alta

Tabla 2.52 Resumen ensayos de laboratorio a muestras de sondaje terrestre ST-1.

Prospección	Cota [m]	Tipo Suelo (USCS)	Tipo Suelo (AASHTO)	Humedad natural [%]	LL [%]	LP [%]	IP [%]	Finos bajo malla #200. [%]	Densidad partículas sólidas [g/cm ³]	Densidad húmeda [g/cm ³]	Densidad seca [g/cm ³]	Humedad natural [%]
ST-1	0.00-0.45	SW-SM	A-1b(0)	19.9	NP	-	NP	7	-	-	-	-
ST-1	3.00-3.45	SP-SM	A-1b(0)	12.5	NP	-	NP	11	2.624	-	-	-
ST-1	7.00-7.45	SM	A-2-4(0)	12.4	NP	-	NP	21	-	-	-	-
ST-1	11.00-11.45	SW-SM	A-1b(0)	23.1	NP	-	NP	11	-	-	-	-
ST-1	15.00-15.45	SM	A-4(0)	43.9	27	22	5	48	2.505	1.766	1.227	43.9
ST-1	19.00-19.45	SP-SM	A-1b(0)	20.5	NP	-	NP	7	-	-	-	-

Tabla 2.53 Resumen ensayos de laboratorio a muestras de sondaje terrestre ST-2.

Prospección	Cota [m]	Tipo Suelo (USCS)	Tipo Suelo (AASHTO)	Humedad natural [%]	LL [%]	LP [%]	IP [%]	Finos bajo malla #200. [%]	Densidad partículas sólidas [g/cm ³]
ST-2	1.00-1.45	SW-SM	A-1b(0)	17.2	NP	-	NP	7	2.577
ST-2	3.00-3.45	GP-GM	A-1a(0)	12.0	NP	-	NP	5	-
ST-2	5.00-5.45	SM	A-2-4(0)	29.3	NP	-	NP	22	2.588
ST-2	8.00-8.45	SM	A-2-4(0)	33.0	NP	-	NP	32	-
ST-2	11.00-11.45	SM	A-2-4(0)	38.7	NP	-	NP	24	2.542
ST-2	15.00-15.45	SM	A-1b(0)	11.0	NP	-	NP	15	2.581
ST-2	18.00-18.45	GP-GM	A-1a(0)	3.5	NP	-	NP	6	2.601
ST-2	19.00-19.45	CL	A-4(3)	52.0	30	20	10	52	-

Tabla 2.54 Resumen ensayos de laboratorio a muestras de sondaje terrestre ST-3.

Prospección	Cota [m]	Tipo Suelo (USCS)	Tipo Suelo (AASHTO)	Humedad natural [%]	LL [%]	LP [%]	IP [%]	Finos bajo malla #200. [%]	Densidad partículas sólidas [g/cm ³]	Densidad húmeda [g/cm ³]	Densidad seca [g/cm ³]	Humedad natural [%]
ST-3	0.00-0.45	SM	A-2-4(0)	10.6	NP	-	NP	34	2.653	-	-	-
ST-3	3.00-3.45	SP-SM	A-3(0)	26.7	NP	-	NP	8	-	-	-	-
ST-3	5.00-5.45	SM	A-2-4(0)	21.2	NP	-	NP	21	-	-	-	-
ST-3	6.00-6.45	CL	A-4(6)	9.7	27	17	10	80	2.693	-	-	-
ST-3	8.00-8.45	CL-ML	A-4(3)	20.9	25	18	7	77	-	-	-	-
ST-3	10.00-10.45	CL	A-7-6(16)	22.9	42	24	18	84	-	1.939	1.629	19.0
ST-3	12.00-12.45	SC	A-6(2)	12.9	39	24	15	38	2.561	2.159	1.965	9.8

Tabla 2.55 Resumen ensayos de laboratorio a muestras de sondaje terrestre ST-4.

Prospección	Cota [m]	Tipo Suelo (USCS)	Tipo Suelo (AASHTO)	Humedad natural [%]	LL [%]	LP [%]	IP [%]	Finos bajo malla #200. [%]	Densidad partículas sólidas [g/cm ³]	Densidad húmeda [g/cm ³]	Densidad seca [g/cm ³]	Humedad natural [%]
ST-4	2.00-2.45	SP-SM	A-1b(0)	12.5	NP	-	NP	5	2.632	-	-	-
ST-4	4.00-4.45	CL	A-6(15)	36.6	39	23	16	88	-	-	-	-
ST-4	8.00-8.45	CL	A-6(12)	23.7	38	24	14	82	-	2.061	1.666	23.7
ST-4	12.00-12.45	SC	A-6(2)	-	35	24	11	45	2.566	-	-	-
ST-4	18.50-20.00	-	-	-	-	-	-	-	-	2.156	1.927	11.9

Tabla 2.56 Resumen ensayos de laboratorio a muestras de sondaje terrestre ST-5.

Prospección	Cota [m]	Tipo Suelo (USCS)	Tipo Suelo (AASHTO)	Humedad natural [%]	LL [%]	LP [%]	IP [%]	Finos bajo malla #200. [%]	Densidad partículas sólidas [g/cm ³]	Densidad húmeda [g/cm ³]	Densidad seca [g/cm ³]	Humedad natural [%]
ST-5	0.00-0.45	SC	A-4(1)	18.8	27	19	8	48	-	-	-	-
ST-5	2.00-2.45	CL	A-4(7)	38.5	30	22	8	92	-	-	-	-
ST-5	4.00-4.45	CL	A-4(9)	38.7	31	21	10	93	-	-	-	-
ST-5	8.00-8.45	CL-ML	A-4(2)	16.7	21	16	5	83	-	2.140	1.842	16.1
ST-5	10.00-10.45	CL-ML	A-4(4)	16.2	24	17	7	82	-	-	-	-
ST-5	12.00-12.45	-	-	-	-	-	-	-	2.632	-	-	-
ST-5	14.00-14.45	-	-	-	-	-	-	-	-	2.258	2.083	8.4

Tabla 2.57 Resumen ensayos de laboratorio a muestras de sondaje terrestre ST-6.

Prospección	Cota [m]	Tipo Suelo (USCS)	Tipo Suelo (AASHTO)	Humedad natural [%]	LL [%]	LP [%]	IP [%]	Finos bajo malla #200. [%]	Densidad partículas sólidas [g/cm ³]	Densidad húmeda [g/cm ³]	Densidad seca [g/cm ³]	Humedad natural [%]
ST-6	8.00-8.45	CL-ML	A-4(2)	0.4	22	16	6	72	2.555	2.087	1.819	14.7
ST-6	9.00-9.45	SM	A-2-4(0)	2.7	NP	-	NP	29	2.684	-	-	-
ST-6	12.00-12.45	-	-	-	-	-	-	-	-	2.223	1.982	12.1

Tabla 2.58 Resumen ensayos de laboratorio a muestras de sondaje terrestre ST-7.

Prospección	Cota [m]	Tipo Suelo (USCS)	Tipo Suelo (AASHTO)	Humedad natural [%]	LL [%]	LP [%]	IP [%]	Finos bajo malla #200. [%]	Densidad partículas sólidas [g/cm ³]	Densidad húmeda [g/cm ³]	Densidad seca [g/cm ³]	Humedad natural [%]
ST-7	0.00-0.45	SP-SM	A-1b(0)	13.1	NP	-	NP	5	2.654	-	-	-
ST-7	2.00-2.45	CL-ML	A-4(0)	24.2	19	15	4	64	2.561	2.195	1.941	13.1
ST-7	4.00-4.45	CL	A-4(7)	16.8	29	19	10	85	2.564	2.049	1.755	16.8
ST-7	5.00-5.45	CL-ML	A-4(1)	6.5	21	15	6	65	2.624	2.173	1.955	11.2
ST-7	9.00-9.45	CL	A-4(5)	22.1	27	18	9	73	2.623	2.085	1.708	22.1
ST-7	15.00-15.45	CL	A-6(16)	13.8	39	23	16	95	2.543	1.882	1.617	16.4
ST-7	19.00-19.45	ML	A-7-6(20)	14.1	45	28	17	99	2.506	-	-	-

Tabla 2.59 Resumen ensayos de laboratorio a muestras de sondaje terrestre ST-8.

Prospección	Cota [m]	Tipo Suelo (USCS)	Tipo Suelo (AASHTO)	Humedad natural [%]	LL [%]	LP [%]	IP [%]	Finos bajo malla #200. [%]	Densidad partículas sólidas [g/cm ³]	Densidad húmeda [g/cm ³]	Densidad seca [g/cm ³]	Humedad natural [%]
ST-8	0.00-0.45	SW-SM	A-1a(0)	2.9	ND	-	NP	7	2.557	1.712	1.645	4.1
ST-8	2.00-2.45	SM	A-4(0)	12.8	ND	-	NP	46	2.665	-	-	-
ST-8	6.00-6.45	ML	A-4(0)	15.8	ND	-	NP	76	2.681	-	-	-
ST-8	10.00-10.45	CL	A-6(5)	12.3	29	18	11	63	2.594	2.270	2.021	12.3
ST-8	13.00-13.45	CL	A-4(3)	11.1	25	16	9	66	2.661	2.266	2.039	11.1
ST-8	15.00-15.45	CL	A-6(7)	15.6	28	16	12	77	2.733	-	-	-
ST-8	16.00-16.45	CL	A-6(11)	17.4	32	17	15	81	2.606	2.068	1.761	17.4
ST-8	19.00-19.45	ML	A-4(0)	14.7	ND	-	NP	81	2.657	2.093	1.737	20.5

Tabla 2.60 Resumen ensayos de laboratorio a muestras de sondaje terrestre ST-9.

Prospección	Cota [m]	Tipo Suelo (USCS)	Tipo Suelo (AASHTO)	Humedad natural [%]	LL [%]	LP [%]	IP [%]	Finos bajo malla #200. [%]	Densidad partículas sólidas [g/cm ³]	Densidad húmeda [g/cm ³]	Densidad seca [g/cm ³]	Humedad natural [%]
ST-9	2.00-2.45	SM	A-2-4(0)	0.1	NP	-	NP	21	2.600	-	-	-
ST-9	4.00-4.50	SW	A-1b(0)	13.8	NP	-	NP	3	-	-	-	-
ST-9	5.00-5.45	CL-ML	A-4(2)	22.7	22	17	5	82	-	-	-	-
ST-9	7.00-7.45	CL	A-4(7)	16.7	26	17	9	98	-	-	-	-
ST-9	8.00-8.45	CL	A-4(6)	14.2	26	17	9	85	2.614	-	-	-
ST-9	10.00-10.45	CL-ML	A-4(1)	7.4	18	13	5	78	-	-	-	-
ST-9	11.00-11.45	ML	A-4(0)	17.7	NP	-	NP	64	-	-	-	-
ST-9	12.00-12.45	ML	A-4(0)	13.7	NP	-	NP	82	-	2.112	1.743	21.2
ST-9	15.00-15.45	CL-ML	A-4(0)	2.0	17	11	6	63	2.556	-	-	-
ST-9	19.00-19.45	SM	A-2-4(0)	4.9	NP	-	NP	27	2.672	-	-	-

Tabla 2.61 Resumen ensayos de laboratorio a muestras de sondaje terrestre ST-10.

Prospección	Cota [m]	Tipo Suelo (USCS)	Tipo Suelo (AASHTO)	Humedad natural [%]	LL [%]	LP [%]	IP [%]	Finos bajo malla #200. [%]	Densidad partículas sólidas [g/cm ³]
ST-10	1.00-1.45	SM	A-1b(0)	5.0	NP	-	NP	23	-
ST-10	5.00-5.45	CL	A-4-(4)	18.8	26	18	8	71	2.596
ST-10	9.00-9.45	CL	A-4(6)	16.3	24	15	9	91	-
ST-10	12.00-12.45	GW	A-1a(0)	14.6	NP	-	NP	1	-
ST-10	14.00-14.45	CL-ML	A-4(4)	21.2	27	20	7	78	2.586
ST-10	16.00-16.45	CL	A-6(12)	22.8	33	20	13	95	-
ST-10	18.00-18.45	SM	A-2-4(0)	4.6	NP	-	NP	18	-
ST-10	20.00-20.45	CL-ML	A-4(4)	21.7	28	21	7	81	-

Tabla 2.62 Resumen ensayos de laboratorio a muestras de sondaje marítimo SM-1-2.

Prospección	Cota [m]	Tipo Suelo (USCS)	Tipo Suelo (AASHTO)	Humedad natural [%]	LL [%]	LP [%]	IP [%]	Finos bajo malla #200. [%]	Densidad partículas sólidas [g/cm ³]
SM1-2	1.00-1.45	SP-SM	A-2-4(0)	32.0	NP	-	NP	11	-
SM1-2	5.00-5.45	SM	A-4(0)	30.4	NP	-	NP	36	2.631
SM1-2	8.00-8.45	SM	A-2-4(0)	34.8	NP	-	NP	31	2.511
SM1-2	11.00-11.45	CL	A-6(12)	49.9	37	24	13	88	2.618
SM1-2	14.00-14.45	CL	A-4(6)	49.1	30	22	8	82	-
SM1-2	17.00-17.45	CL	A-6(14)	45.6	40	25	15	89	2.489
SM1-2	18.45-19.00	ML	A-4(3)	31.6	34	24	10	53	2.541
SM1-2	22.00-22.45	SW-SM	A-1a(0)	10.3	NP	-	NP	9	2.696
SM1-2	24.00-24.45	SP-SM	A-1b(0)	18.0	NP	-	NP	9	2.784
SM1-2	28.00-28.45	SP-SM	A-3(0)	22.9	NP	-	NP	5	2.570
SM1-2	32.00-32.45	SP	A-1b(0)	19.3	NP	-	NP	4	-
SM1-2	36.00-36.28	GM	A-2-4(0)	14.5	NP	-	NP	18	2.706

Tabla 2.63 Resumen ensayos de laboratorio a muestras de sondaje marítimo SM-3.

Prospección	Cota [m]	Tipo Suelo (USCS)	Tipo Suelo (AASHTO)	Humedad natural [%]	LL [%]	LP [%]	IP [%]	Finos bajo malla #200. [%]	Densidad partículas sólidas [g/cm ³]	Densidad húmeda [g/cm ³]	Densidad seca [g/cm ³]	Humedad natural [%]
SM3	1.00-1.45	SP-SM	A-2-4(0)	38.6	NP	-	NP	11	-	-	-	-
SM3	2.00-2.45	CL-ML	A-4(0)	11.6	21	17	4	56	-	-	-	-
SM3	4.00-4.45	CL	A-4(5)	29.2	27	19	8	80	-	-	-	-
SM3	5.00-5.45	CL	A-6(6)	21.9	28	17	11	77	-	2.154	1.767	21.9
SM3	10.00-10.11	SM	A-2-4(0)	13.8	NP	-	NP	25	2.666	-	-	-
SM3	11.00-12.50	-	-	-	-	-	-	-	-	1.994	1.913	4.2

Tabla 2.64 Resumen ensayos de laboratorio a muestras de sondaje marítimo SM-4.

Prospección	Cota [m]	Tipo Suelo (USCS)	Tipo Suelo (AASHTO)	Humedad natural [%]	LL [%]	LP [%]	IP [%]	Finos bajo malla #200. [%]	Densidad partículas sólidas [g/cm ³]	Densidad húmeda [g/cm ³]	Densidad seca [g/cm ³]	Humedad natural [%]
SM-4	1.00-1.45	SC	A-4(0)	24.8	25	16	9	40	-	2.009	1.628	23.4
SM-4	5.00-5.45	CL-ML	A-4(2)	19.0	21	15	6	79	-	2.004	1.674	19.7
SM-4	9.00-9.45	CL-ML	A-4(1)	19.3	20	15	5	80	-	1.943	1.632	19.0
SM-4	13.00-13.45	SM	A-2-4(0)	13.8	NP	-	NP	15	-	-	-	-
SM-4	16.00-16.45	SM	A-2-4(0)	0.7	NP	-	NP	29	2.612	-	-	-
SM-4	19.00-19.45	SM	A-4(0)	13.7	NP	-	NP	40	-	-	-	-
										-	-	-

Tabla 2.65 Resumen ensayos de laboratorio a muestras de sondaje marítimo SM-5.

Prospección	Cota [m]	Tipo Suelo (USCS)	Tipo Suelo (AASHTO)	Humedad natural [%]	LL [%]	LP [%]	IP [%]	Finos bajo malla #200. [%]	Densidad partículas sólidas [g/cm ³]	Densidad húmeda [g/cm ³]	Densidad seca [g/cm ³]	Humedad natural [%]
SM-5	2.00-2.45	-	-	-	-	-	-	-	2.633	-	-	-
SM-5	3.00-3.45	SM	A-2-4(0)	1.4	NP	-	NP	31	-	-	-	-
SM-5	4.00-4.45	SM	A-2-4(0)	4.6	NP	-	NP	31	-	-	-	-
SM-5	6.00-6.45	CL	A-6(13)	11.8	36	21	15	86	-	2.036	1.708	19.2
SM-5	7.00-7.45	GP	A-1a(0)	9.9	NP	-	NP	2	-	-	-	-
SM-5	9.00-9.45	GP-GM	A-1a(0)	3.0	NP	-	NP	5	2.688	-	-	-
SM-5	10.00-10.45	SP-SM	A-1a(0)	7.9	NP	-	NP	8	-	-	-	-
SM-5	13.00-13.45	-	-	-	-	-	-	-	-	2.254	2.002	12.6
SM-5	14.00-14.45	GP-GM	A-1a(0)	2.5	NP	-	NP	11	-	-	-	-
SM-5	17.00-17.45	GP-GM	A-1a(0)	10.5	NP	-	NP	10	-	-	-	-
SM-5	19.00-19.45	-	-	-	-	-	-	-	2.646	-	-	-
SM-5	20.00-20.45	GW-GM	A-1a(0)	27.5	NP	-	NP	5	-	-	-	-

Tabla 2.66 Resumen ensayos de laboratorio a muestras de sondaje marítimo SM-6.

Prospección	Cota [m]	Tipo Suelo (USCS)	Tipo Suelo (AASHTO)	Humedad natural [%]	LL [%]	LP [%]	IP [%]	Finos bajo malla #200. [%]	Densidad partículas sólidas [g/cm ³]	Densidad húmeda [g/cm ³]	Densidad seca [g/cm ³]	Humedad natural [%]
SM-6	3.00-3.45	ML	A-4(0)	17.3	18	-	NP	75	2.620	-	-	-
SM-6	7.00-7.45	SP-SM	A-1b(0)	18.6	-	-	NP	5	2.634	-	-	-
SM-6	10.00-10.45	SM	A-4(0)	25.6	-	-	NP	49	-	-	-	-
SM-6	14.00-14.45	SW-SM	A-1b(0)	10.2	-	-	NP	7	2.654	-	-	-
SM-6	16.00-16.45	CL-ML	A-4(5)	18.5	27	20	7	85	-	-	-	-
SM-6	19.00-19.45	CL-ML	A-4(2)	27.2	24	17	7	59	-	2.067	1.689	22.4

Tabla 2.67 Resumen ensayos de laboratorio a muestras de sondaje marítimo SM-7.

Prospección	Cota [m]	Tipo Suelo (USCS)	Tipo Suelo (AASHTO)	Humedad natural [%]	LL [%]	LP [%]	IP [%]	Finos bajo malla #200. [%]	Densidad partículas sólidas [g/cm ³]	Densidad húmeda [g/cm ³]	Densidad seca [g/cm ³]	Humedad natural [%]
SM-7	1.00-1.45	CL	A-6(13)	21.5	35	20	15	87	-	-	-	-
SM-7	4.00-4.45	GW-GM	A-1a(0)	1.6	NP	-	NP	8	2.618	-	-	-
SM-7	5.00-5.45	GP-GM	A-1a(0)	11.2	NP	-	NP	12	-	-	-	-
SM-7	8.00-8.45	CL-ML	A-4-(3)	21.7	26	20	6	76	2.568	-	-	-
SM-7	9.00-9.45	CL-ML	A-4(6)	19.6	29	22	7	91	-	2.049	1.701	20.5
SM-7	11.00-11.45	-	-	-	-	-	-	-	2.669	-	-	-
SM-7	12.00-12.45	GC	A-2-4(0)	9.6	26	17	9	14	-	-	-	-
SM-7	16.00-16.45	ML	A-4(3)	9.2	26	22	4	90	-	-	-	-
SM-7	19.00-19.45	-	-	-	-	-	-	-	2.690	-	-	-
SM-7	20.00-20.45	SW-SM	A-1b(0)	12.8	NP	-	NP	10	-	-	-	-

Tabla 2.68 Resumen ensayos de laboratorio a muestras de sondaje marítimo SM-8.

Prospección	Cota [m]	Tipo Suelo (USCS)	Tipo Suelo (AASHTO)	Humedad natural [%]	LL [%]	LP [%]	IP [%]	Finos bajo malla #200. [%]	Densidad partículas sólidas [g/cm ³]	Densidad húmeda [g/cm ³]	Densidad seca [g/cm ³]	Humedad natural [%]
SM-8	1.00-1.45	-	-	-	-	-	-	-	2.613	-	-	-
SM-8	4.00-4.45	GP-GM	A-1a(0)	1.2	NP	-	NP	8	-	-	-	-
SM-8	5.00-5.45	-	-	-	-	-	-	-	2.685	-	-	-
SM-8	8.00-8.45	SM	A-2-4(0)	10.1	NP	-	NP	29	-	-	-	-
SM-8	9.00-9.45	-	-	-	-	-	-	-	2.588	-	-	-
SM-8	12.00-12.45	SM	A-1b(0)	9.8	NP	-	NP	23	-	-	-	-
SM-8	14.00-14.45	SM	A-2-4(0)	27.8	NP	-	NP	16	-	-	-	-
SM-8	15.00-15.45	CL-ML	A-4(4)	27.4	23	16	7	90	-	2.000	1.570	27.4
SM-8	17.00-17.45	CL-ML	A-4(6)	28.1	28	21	7	96	-	-	-	-
SM-8	18.00-18.45	SM	A-2-4(0)	19.5	NP	-	NP	33	2.626	-	-	-
SM-8	20.00-20.45	SM	A-2-4(0)	13.5	NP	-	NP	29	2.655	-	-	-
SM-8	13.00-13.45	-	-	-	-	-	-	-	2.647	-	-	-

2.9 ANEXO B: PERFIL DE SUELOS SONDAJES Y PERFIL DE PARÁMETROS

Figura 2.29 Esquema estratigráfico, resultados de ensayo SPT y ensayos de laboratorio del suelo sondaje ST-1.

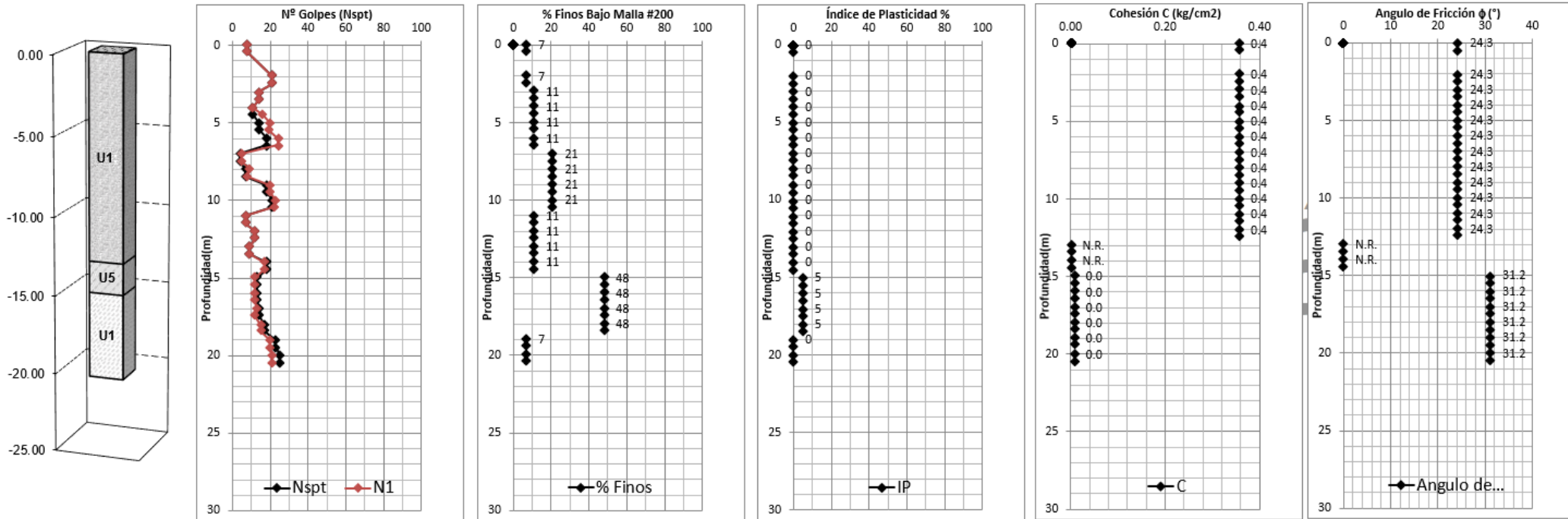


Figura 2.30 Esquema estratigráfico, resultados de ensayo SPT y ensayos de laboratorio del suelo sondaje ST-2.

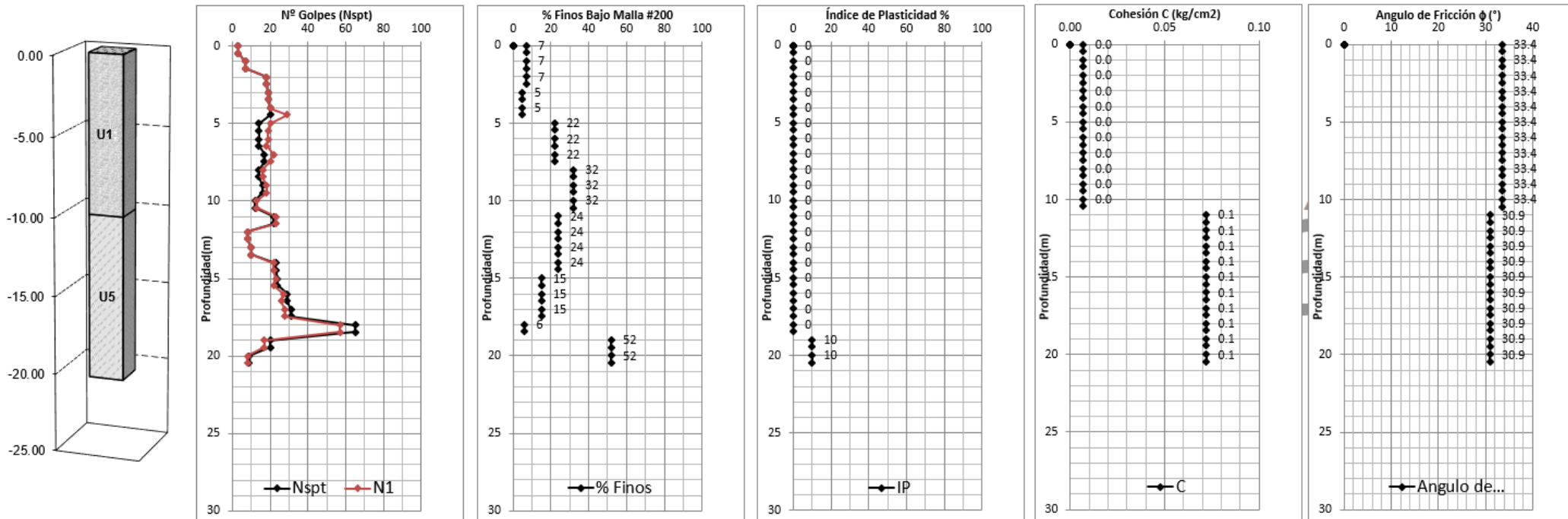


Figura 2.31 Esquema estratigráfico, resultados de ensayo SPT y ensayos de laboratorio del suelo sondaje ST-3.

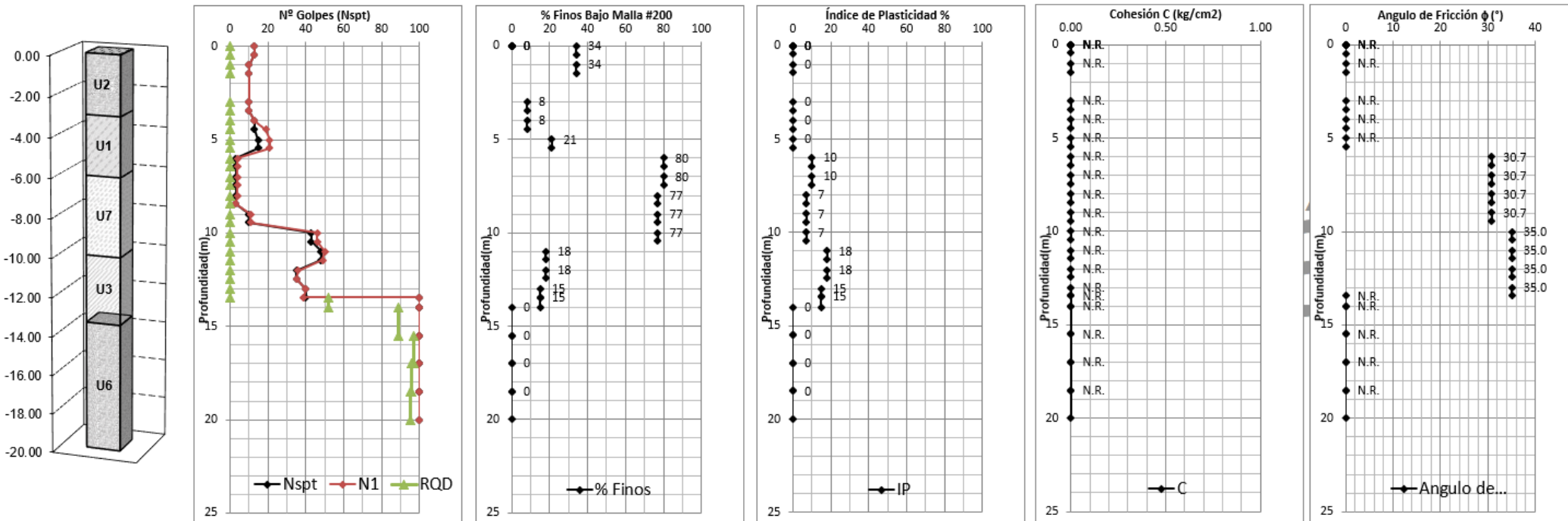


Figura 2.32 Esquema estratigráfico, resultados de ensayo SPT y ensayos de laboratorio del suelo sondaje ST-4.

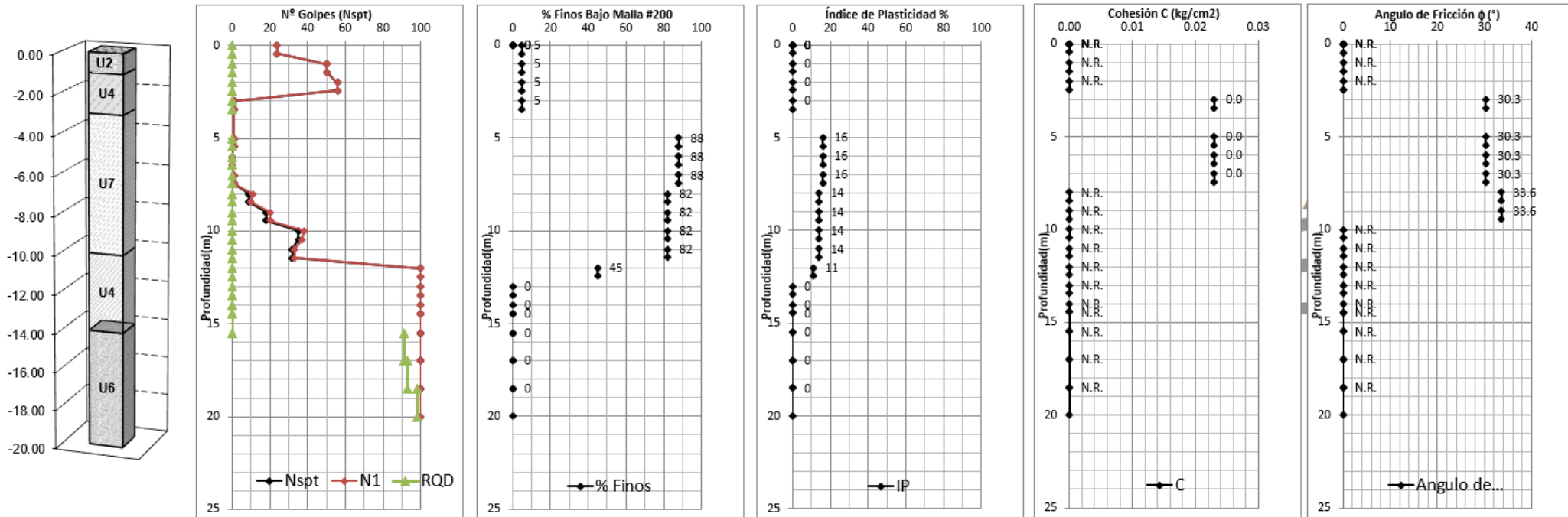


Figura 2.33 Esquema estratigráfico, resultados de ensayo SPT y ensayos de laboratorio del suelo sondaje ST-5.

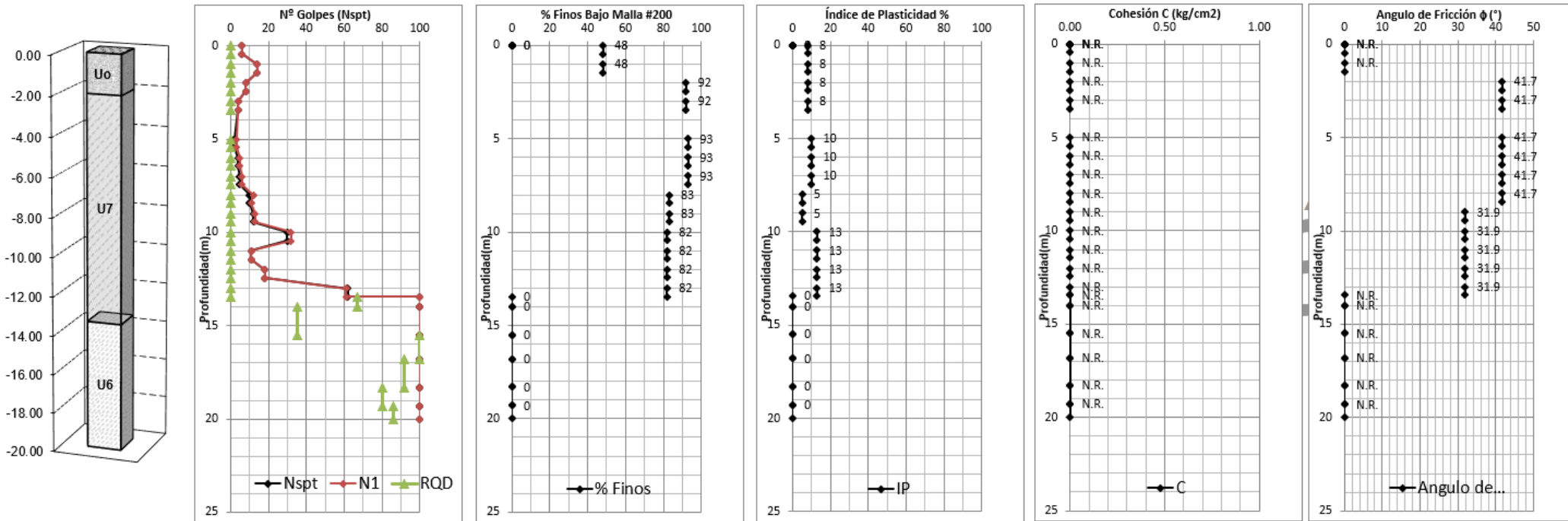


Figura 2.34 Esquema estratigráfico, resultados de ensayo SPT y ensayos de laboratorio del suelo sondaje ST-6.

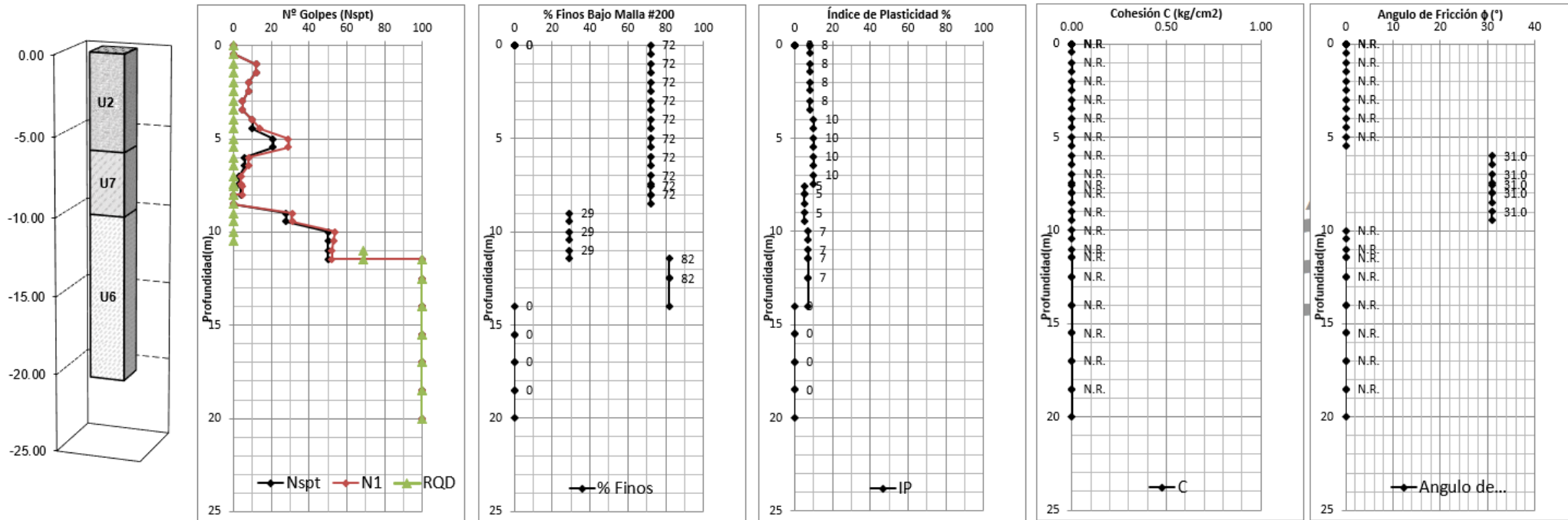


Figura 2.35 Esquema estratigráfico, resultados de ensayo SPT y ensayos de laboratorio del suelo sondaje ST-7.

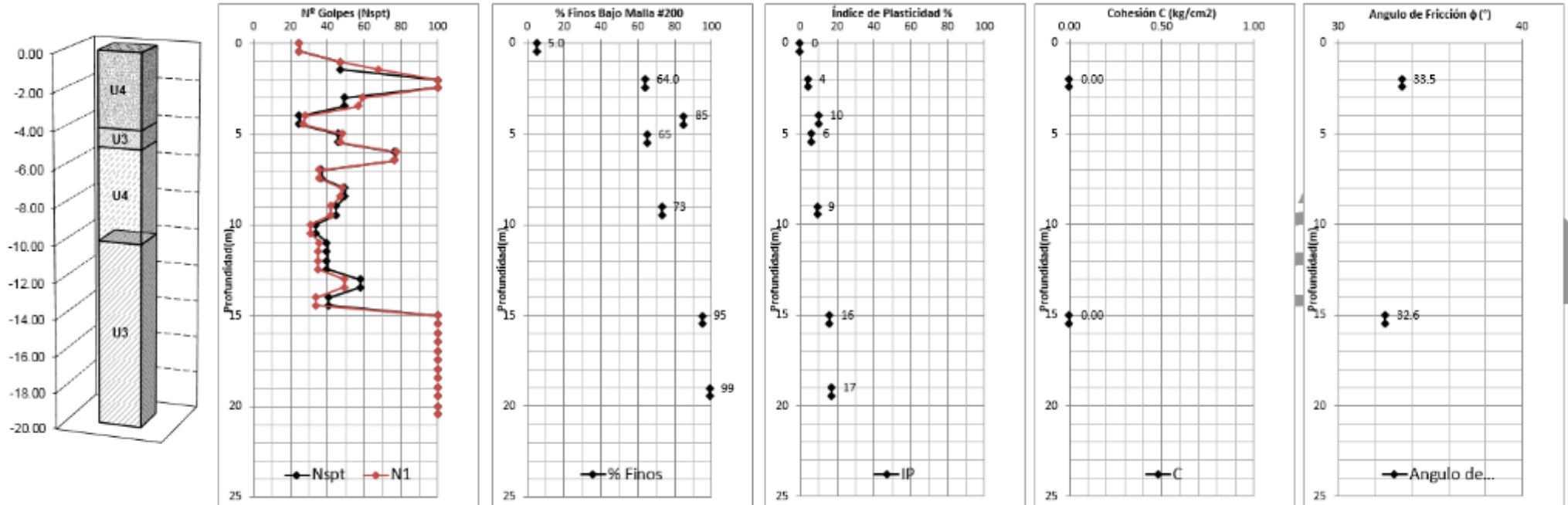


Figura 2.36 Esquema estratigrafía, resultados de ensayo SPT y ensayos de laboratorio del sondaje ST-8.

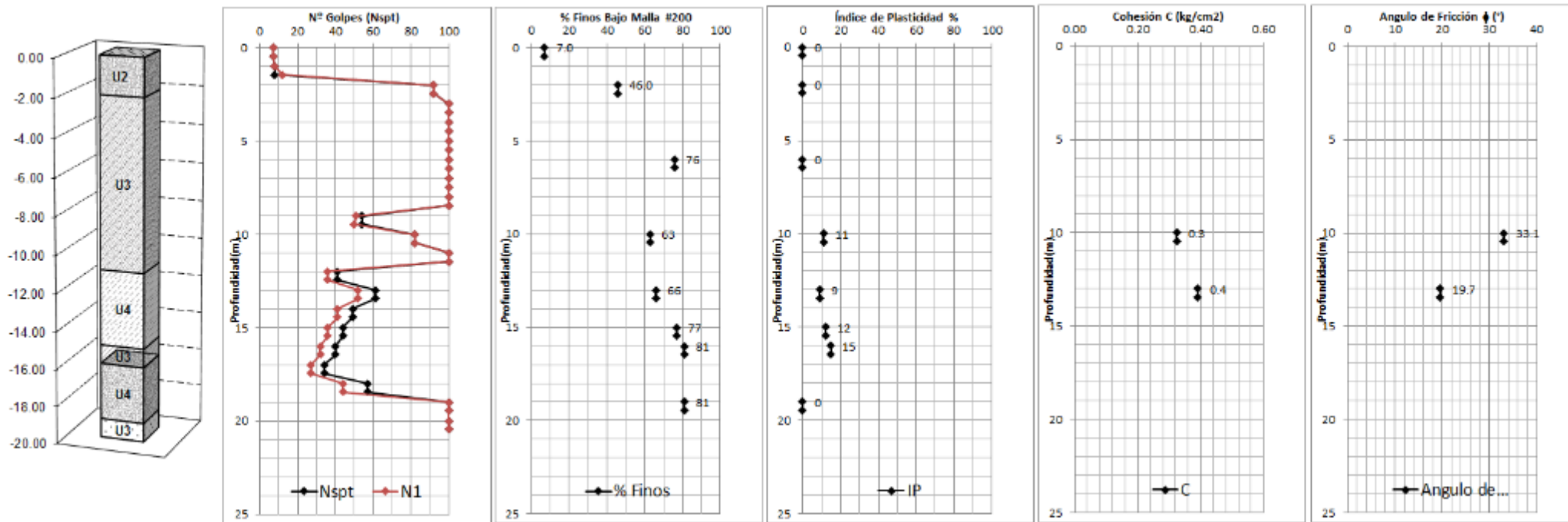


Figura 2.37 Esquema estratigrafía, resultados de ensayo SPT y ensayos de laboratorio del sondaje ST-9.

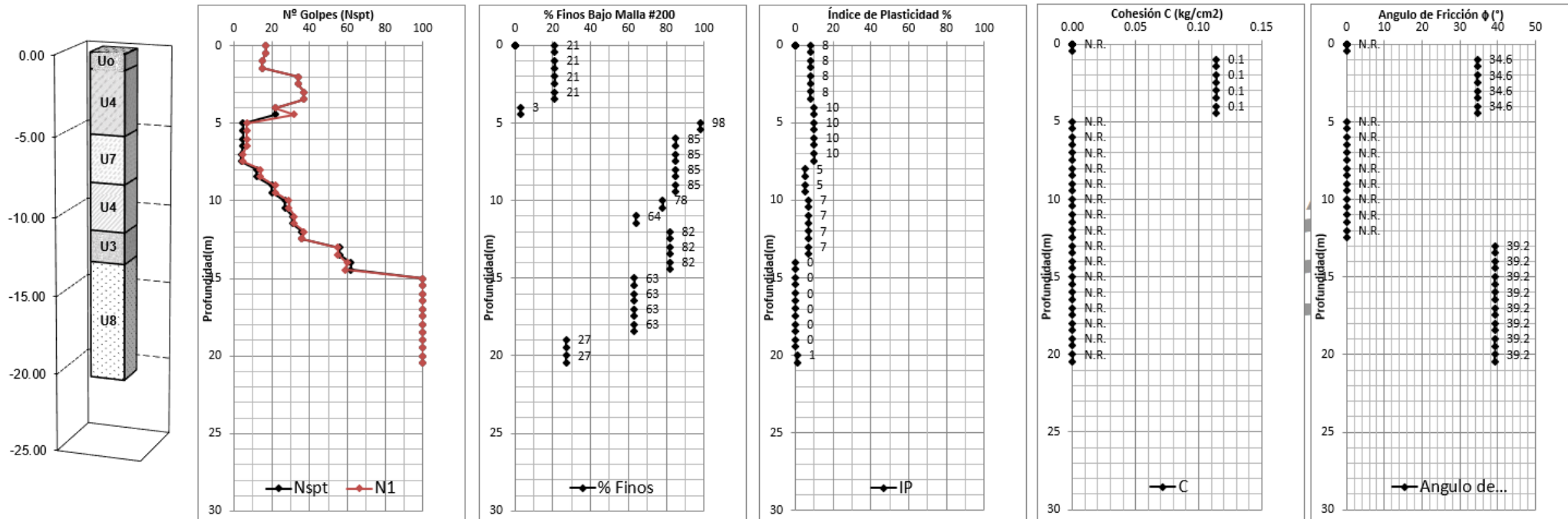


Figura 2.38 Esquema estratigráfico, resultados de ensayo SPT y ensayos de laboratorio del sondaje ST-10.

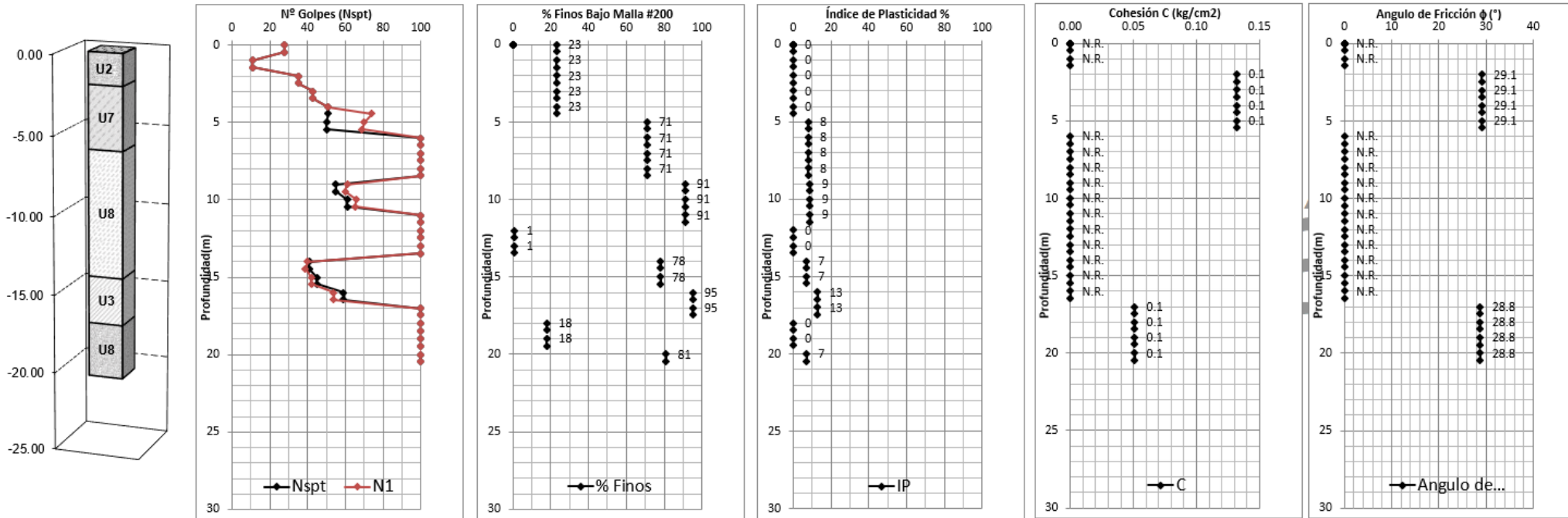


Figura 2.39 Esquema estratigráfico, resultados de ensayo SPT y ensayos de laboratorio del sondaje SM 1-2.

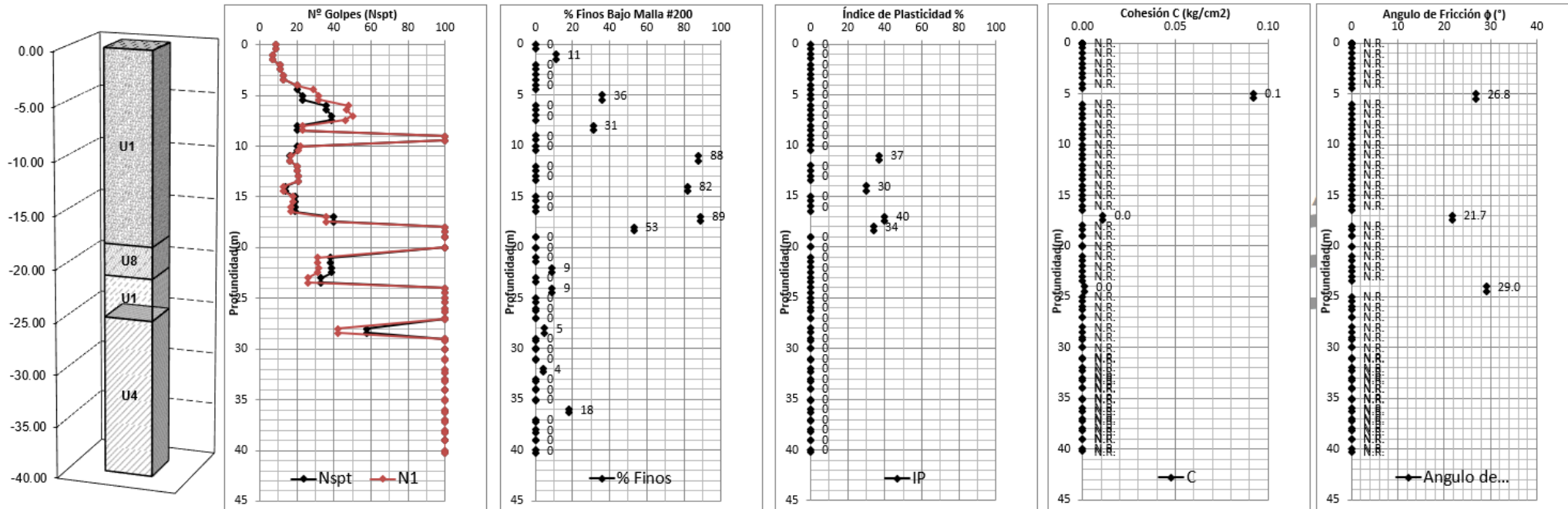


Figura 2.40 Esquema estratigrafía, resultados de ensayo SPT y ensayos de laboratorio del sondaje SM-3.

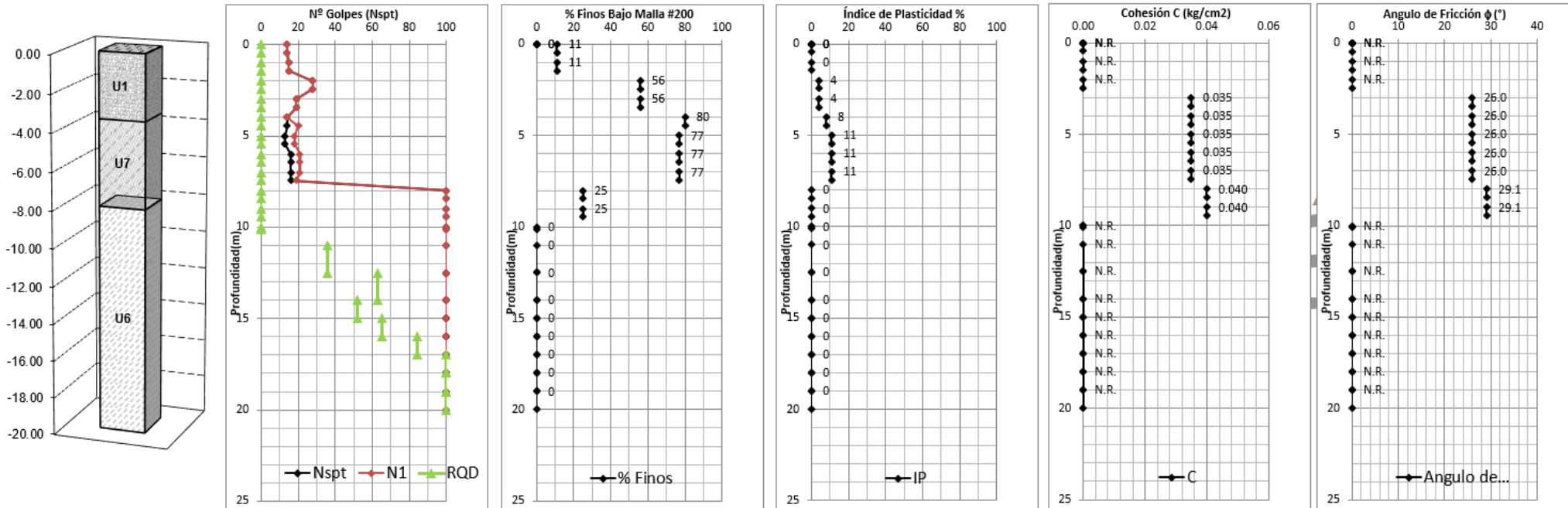


Figura 2.41 Esquema estratigrafía, resultados de ensayo SPT y ensayos de laboratorio del sondaje SM-4.

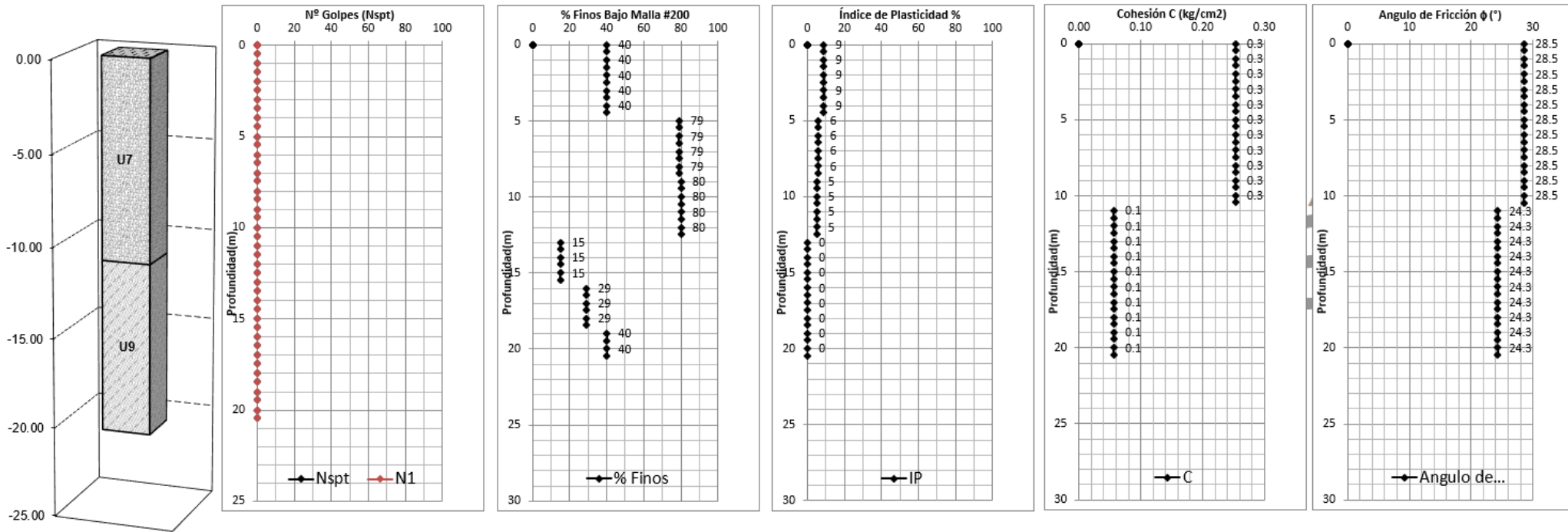


Figura 2.42 Esquema estratigráfico, resultados de ensayo SPT y ensayos de laboratorio del sondaje SM-5.

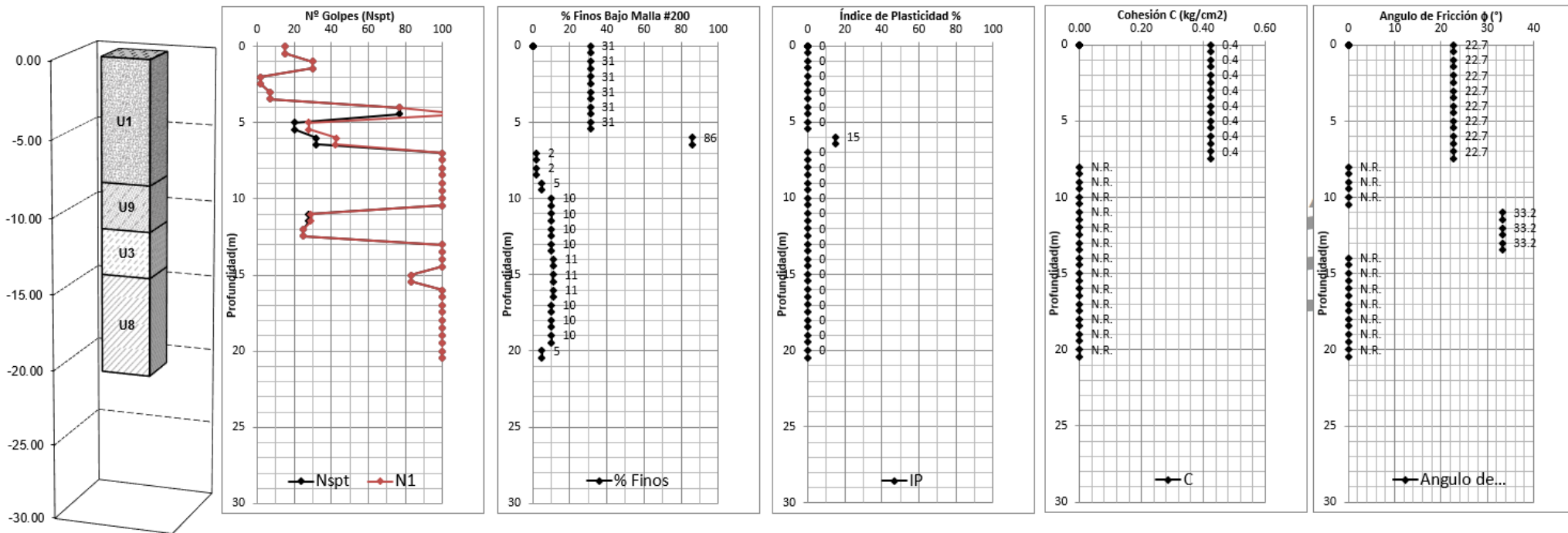


Figura 2.44 Esquema estratigráfico, resultados de ensayo SPT y ensayos de laboratorio del sondaje SM-7.

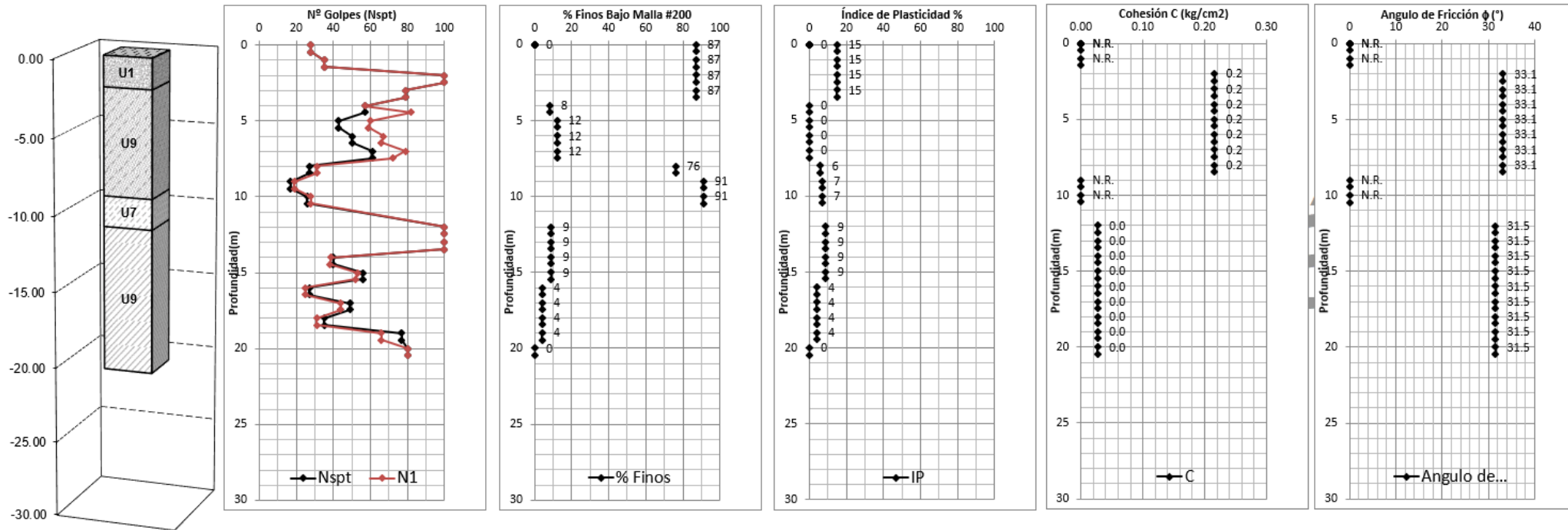
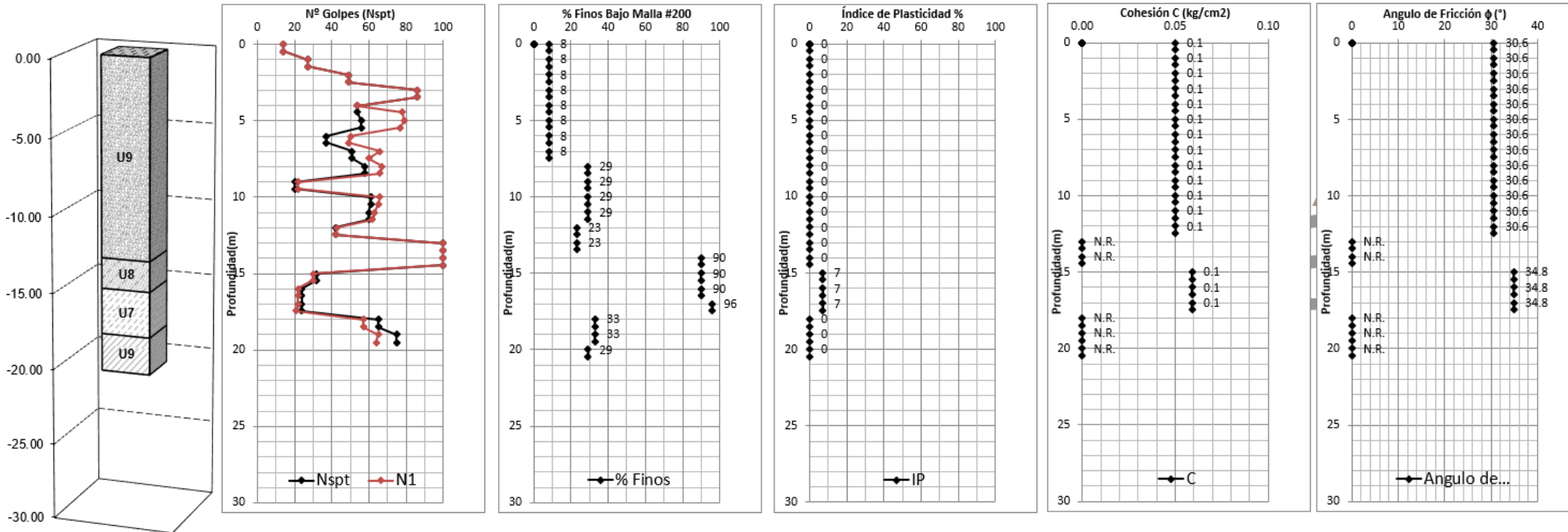


Figura 2.45 Esquema estratigráfico, resultados de ensayo SPT y ensayos de laboratorio del sondaje SM-8.



2.10 ANEXO C: ESTUDIO DE LICUACIÓN DE SUELOS.

Tabla 2.69 Estudio de licuación de suelos para sondaje ST-1.

Prof (m)	Nº golpes	(%) Finos	IP	σ_{vc} (Kpa)	σ'_{vc} (Kpa)	CN	CE	CR	CB	CS	N1	(N)60	(N1)60	$\Delta(N1)60$	(N1)60-CS	a	b	rd	MSF	CSR	C_{σ}	K_{σ}	CRR7,5	CRR	FS	Posibilidad Licuacion final
0.3	8	7	0	4.75	2.25	1.70	1.00	0.75	1.00	1.00	14	8	10	0	10	0.01	0.00	1.00	1.00	0.41	0.09	1.10	0.12	0.13	0.32	Licuable, Fs<1.0
2.0	21	7	0	38	18	1.70	1.00	0.75	1.00	1.00	36	21	27	0	27	-0.08	0.01	0.99	1.00	0.41	0.18	1.10	0.34	0.38	0.93	Licuable, Fs<1.0
3.0	14	11	0	57	27	1.70	1.00	0.75	1.00	1.00	24	14	18	2	19	-0.13	0.02	0.98	1.00	0.40	0.13	1.10	0.20	0.22	0.54	Licuable, Fs<1.0
4.0	11	11	0	76	36	1.67	1.00	0.80	1.00	1.00	18	11	15	2	16	-0.20	0.02	0.97	1.00	0.40	0.12	1.10	0.17	0.18	0.46	Licuable, Fs<1.0
5.0	14	11	0	95	45	1.50	1.00	0.85	1.00	1.00	21	14	18	2	19	-0.27	0.03	0.96	1.00	0.40	0.13	1.10	0.20	0.22	0.55	Licuable, Fs<1.0
6.0	18	11	0	114	54	1.37	1.00	0.85	1.00	1.00	25	18	21	2	23	-0.34	0.04	0.95	1.00	0.39	0.15	1.09	0.24	0.26	0.68	Licuable, Fs<1.0
7.0	4	21	0	133	63	1.27	1.00	0.95	1.00	1.00	5	4	5	5	9	-0.42	0.05	0.94	1.00	0.39	0.09	1.04	0.11	0.12	0.31	Licuable, Fs<1.0
8.0	7	21	0	152	72	1.18	1.00	0.95	1.00	1.00	8	7	8	5	13	-0.50	0.06	0.92	1.00	0.38	0.10	1.03	0.14	0.14	0.37	Licuable, Fs<1.0
9.0	18	21	0	171	81	1.12	1.00	0.95	1.00	1.00	20	18	19	5	24	-0.59	0.07	0.91	1.00	0.37	0.15	1.03	0.26	0.27	0.73	Licuable, Fs<1.0
10.0	21	21	0	190	90	1.06	1.00	0.95	1.00	1.00	22	21	21	5	26	-0.68	0.08	0.90	1.00	0.37	0.17	1.02	0.31	0.32	0.86	Licuable, Fs<1.0
11.0	7	11	0	209	99	1.01	1.00	1.00	1.00	1.00	7	7	7	2	9	-0.77	0.09	0.88	1.00	0.36	0.09	1.00	0.11	0.11	0.30	Licuable, Fs<1.0
12.0	12	11	0	228	108	0.97	1.00	1.00	1.00	1.00	12	12	12	2	13	-0.87	0.10	0.87	1.00	0.36	0.10	0.99	0.14	0.14	0.39	Licuable, Fs<1.0
13.0	9	11	0	247	117	0.93	1.00	1.00	1.00	1.00	8	9	8	2	10	-0.96	0.11	0.85	1.00	0.35	0.09	0.99	0.12	0.12	0.33	Licuable, Fs<1.0
14.0	18	11	0	266	126	0.90	1.00	1.00	1.00	1.00	16	18	16	2	18	-1.06	0.12	0.84	1.00	0.34	0.12	0.97	0.18	0.18	0.51	Licuable, Fs<1.0
15.0	13	48	5	285	135	0.86	1.00	1.00	1.00	1.00	11	13	11	6	17	-1.16	0.13	0.82	1.00	0.34	0.12	0.97	0.17	0.17	0.49	No Licúa CF>35%
16.0	13	48	5	304	144	0.84	1.00	1.00	1.00	1.00	11	13	11	6	17	-1.25	0.14	0.81	1.00	0.33	0.12	0.96	0.17	0.16	0.49	No Licúa CF>35%
17.0	14	48	5	323	153	0.81	1.00	1.00	1.00	1.00	11	14	11	6	17	-1.34	0.15	0.79	1.00	0.33	0.12	0.95	0.17	0.17	0.51	No Licúa CF>35%
18.0	17	48	5	342	162	0.79	1.00	1.00	1.00	1.00	13	17	13	6	19	-1.43	0.16	0.78	1.00	0.32	0.13	0.94	0.19	0.18	0.57	No Licúa CF>35%
19.0	23	7	0	361	171	0.77	1.00	1.00	1.00	1.00	18	23	18	0	18	-1.52	0.17	0.76	1.00	0.31	0.12	0.94	0.18	0.17	0.54	Licuable, Fs<1.0
20.0	25	7	0	380	180	0.75	1.00	1.00	1.00	1.00	19	25	19	0	19	-1.61	0.18	0.75	1.00	0.31	0.13	0.93	0.19	0.18	0.58	No Licuable, Hi>20m

Tabla 2.70 Estudio de licuación de suelos para sondaje ST-2.

Prof (m)	Nº golpes	(%) Finos	IP	σ_{vc} (Kpa)	σ'_{vc} (Kpa)	CN	CE	CR	CB	CS	N1	(N)60	(N1)60	$\Delta(N1)60$	(N1)60-CS	a	b	rd	MSF	CSR	C_σ	K_σ	CRR7,5	CRR	FS	Posibilidad Licuacion final
0.5	3	7	0	8.55	4.05	1.70	1.00	0.75	1.00	1.00	5	3	4	0	4	0.00	0.00	1.00	1.00	0.41	0.07	1.10	0.08	0.09	0.21	Licuable, Fs<1.0
1.0	7	7	0	19	9	1.70	1.00	0.75	1.00	1.00	12	7	9	0	9	-0.03	0.00	1.00	1.00	0.41	0.09	1.10	0.11	0.12	0.30	Licuable, Fs<1.0
2.0	18	7	0	38	18	1.70	1.00	0.75	1.00	1.00	31	18	23	0	23	-0.08	0.01	0.99	1.00	0.41	0.15	1.10	0.25	0.28	0.68	Licuable, Fs<1.0
3.0	19	5	0	57	27	1.70	1.00	0.75	1.00	1.00	32	19	24	0	24	-0.13	0.02	0.98	1.00	0.40	0.16	1.10	0.27	0.30	0.74	Licuable, Fs<1.0
4.0	20	5	0	76	36	1.67	1.00	0.80	1.00	1.00	33	20	27	0	27	-0.20	0.02	0.97	1.00	0.40	0.18	1.10	0.34	0.37	0.93	Licuable, Fs<1.0
5.0	14	22	0	95	45	1.50	1.00	0.85	1.00	1.00	21	14	18	5	23	-0.27	0.03	0.96	1.00	0.40	0.15	1.10	0.24	0.27	0.67	Licuable, Fs<1.0
6.0	14	22	0	114	54	1.37	1.00	0.85	1.00	1.00	19	14	16	5	21	-0.34	0.04	0.95	1.00	0.39	0.14	1.09	0.22	0.24	0.61	Licuable, Fs<1.0
7.0	17	22	0	133	63	1.27	1.00	0.95	1.00	1.00	22	17	20	5	25	-0.42	0.05	0.94	1.00	0.39	0.16	1.08	0.30	0.32	0.83	Licuable, Fs<1.0
8.0	14	32	0	152	72	1.18	1.00	0.95	1.00	1.00	17	14	16	5	21	-0.50	0.06	0.92	1.00	0.38	0.14	1.05	0.22	0.23	0.61	Licuable, Fs<1.0
9.0	16	32	0	171	81	1.12	1.00	0.95	1.00	1.00	18	16	17	5	22	-0.59	0.07	0.91	1.00	0.37	0.15	1.03	0.24	0.25	0.66	Licuable, Fs<1.0
10.0	12	32	0	190	90	1.06	1.00	0.95	1.00	1.00	13	12	12	5	18	-0.68	0.08	0.90	1.00	0.37	0.12	1.01	0.18	0.18	0.49	Licuable, Fs<1.0
11.0	22	24	0	209	99	1.01	1.00	1.00	1.00	1.00	22	22	22	5	27	-0.77	0.09	0.88	1.00	0.36	0.18	1.00	0.35	0.35	0.98	Licuable, Fs<1.0
12.0	8	24	0	228	108	0.97	1.00	1.00	1.00	1.00	8	8	8	5	13	-0.87	0.10	0.87	1.00	0.36	0.10	0.99	0.14	0.14	0.38	Licuable, Fs<1.0
13.0	10	24	0	247	117	0.93	1.00	1.00	1.00	1.00	9	10	9	5	14	-0.96	0.11	0.85	1.00	0.35	0.11	0.98	0.15	0.15	0.42	Licuable, Fs<1.0
14.0	23	24	0	266	126	0.90	1.00	1.00	1.00	1.00	21	23	21	5	26	-1.06	0.12	0.84	1.00	0.34	0.17	0.96	0.30	0.29	0.85	Licuable, Fs<1.0
15.0	24	15	0	285	135	0.86	1.00	1.00	1.00	1.00	21	24	21	3	24	-1.16	0.13	0.82	1.00	0.34	0.16	0.95	0.27	0.26	0.76	Licuable, Fs<1.0
16.0	29	15	0	304	144	0.84	1.00	1.00	1.00	1.00	24	29	24	3	28	-1.25	0.14	0.81	1.00	0.33	0.18	0.94	0.37	0.34	1.03	No Licuable, Fs>1.0
17.0	31	15	0	323	153	0.81	1.00	1.00	1.00	1.00	25	31	25	3	28	-1.34	0.15	0.79	1.00	0.33	0.19	0.92	0.40	0.37	1.14	No Licuable, Fs>1.0
18.0	65	6	0	342	162	0.79	1.00	1.00	1.00	1.00	51	65	51	0	51	-1.43	0.16	0.78	1.00	0.32	0.30	0.86	2.00	1.00	2.00	No Licuable, Fs>1.0
19.0	20	52	10	361	171	0.77	1.00	1.00	1.00	1.00	15	20	15	6	21	-1.52	0.17	0.76	1.00	0.31	0.14	0.93	0.22	0.20	0.64	No Licúa CF>35%
20.0	9	52	10	380	180	0.75	2.00	1.00	1.00	1.00	7	18	13	6	19	-1.61	0.18	0.75	1.00	0.31	0.13	0.93	0.20	0.18	0.59	No Licúa CF>35%

Tabla 2.71 Estudio de licuación de suelos para sondaje ST-3.

Prof (m)	Nº golpes	(%) Finos	IP	σ_{vc} (Kpa)	σ'_{vc} (Kpa)	CN	CE	CR	CB	CS	N1	(N)60	(N1)60	$\Delta(N1)60$	(N1)60-CS	a	b	rd	MSF	CSR	C_σ	K_σ	CRR7,5	CRR	FS	Posibilidad Licuacion final
0.5	21	34	0	8.55	4.05	1.70	1.00	0.75	1.00	1.00	36	21	27	5	32	0.00	0.00	1.00	1.00	0.41	0.23	1.10	0.67	0.74	1.79	No Licuable, $F_s > 1.0$
1.0	22	34	0	19	9	1.70	1.00	0.75	1.00	1.00	37	22	28	5	34	-0.03	0.00	1.00	1.00	0.41	0.24	1.10	0.83	0.92	2.00	No Licuable, $F_s > 1.0$
2.0	100	34	0	38	18	1.70	1.00	0.75	1.00	1.00	80	100	128	5	100	-0.08	0.01	0.99	1.00	0.41	0.15	1.10	2.00	1.00	2.00	No Licuable, $F_s > 1.0$
3.0	25	8	0	57	27	1.70	1.00	0.75	1.00	1.00	43	25	32	0	32	-0.13	0.02	0.98	1.00	0.40	0.23	1.10	0.67	0.74	1.82	No Licuable, $F_s > 1.0$
4.0	25	8	0	76	36	1.67	1.00	0.80	1.00	1.00	42	25	33	0	34	-0.20	0.02	0.97	1.00	0.40	0.25	1.10	0.89	0.98	2.00	No Licuable, $F_s > 1.0$
5.0	26	21	0	95	45	1.50	1.00	0.85	1.00	1.00	39	26	33	5	38	-0.27	0.03	0.96	1.00	0.40	0.30	1.10	2.00	1.00	2.00	No Licuable, $F_s > 1.0$
6.0	6	80	10	114	54	1.37	1.00	0.85	1.00	1.00	8	6	7	6	13	-0.34	0.04	0.95	1.00	0.39	0.10	1.06	0.14	0.15	0.37	No Licúa CF>35%
7.0	7	80	10	133	63	1.27	1.00	0.95	1.00	1.00	9	7	8	6	14	-0.42	0.05	0.94	1.00	0.39	0.11	1.05	0.15	0.16	0.40	No Licúa CF>35%
8.0	5	77	7	152	72	1.18	1.00	0.95	1.00	1.00	6	5	6	6	11	-0.50	0.06	0.92	1.00	0.38	0.10	1.03	0.13	0.13	0.34	No Licúa CF>35%
9.0	6	77	7	171	81	1.12	1.00	0.95	1.00	1.00	7	6	6	6	12	-0.59	0.07	0.91	1.00	0.37	0.10	1.02	0.13	0.13	0.36	No Licúa CF>35%
10.0	14	77	7	190	90	1.06	1.00	0.95	1.00	1.00	15	14	14	6	20	-0.68	0.08	0.90	1.00	0.37	0.13	1.02	0.20	0.20	0.55	No Licúa CF>35%
11.0	79	84	18	209	99	1.01	1.00	1.00	1.00	1.00	80	79	80	6	85	-0.77	0.09	0.88	1.00	0.36	0.21	1.00	2.00	1.00	2.00	No Licúa CF>35%
12.0	81	84	18	228	108	0.97	1.00	1.00	1.00	1.00	80	81	78	6	84	-0.87	0.10	0.87	1.00	0.36	0.22	0.98	2.00	1.00	2.00	No Licúa CF>35%
13.0	56	38	15	247	117	0.93	1.00	1.00	1.00	1.00	52	56	52	6	58	-0.96	0.11	0.85	1.00	0.35	0.30	0.96	2.00	1.00	2.00	No Licúa CF>35%
13.5	72	38	15	256	121	0.91	1.00	1.00	1.00	1.00	66	72	66	6	71	-1.01	0.11	0.85	1.00	0.35	0.30	0.95	2.00	1.00	2.00	No Licúa CF>35%
14.0	100	0	0	266	126	0.90	1.00	1.00	1.00	1.00	80	100	90	0	90	-1.06	0.12	0.84	1.00	0.34	0.19	0.96	2.00	1.00	2.00	No Licuable, $F_s > 1.0$
15.5	100	0	0	295	140	0.85	1.00	1.00	1.00	1.00	80	100	85	0	85	-1.20	0.13	0.82	1.00	0.34	0.22	0.93	2.00	1.00	2.00	No Licuable, $F_s > 1.0$
17.0	100	0	0	323	153	0.81	1.00	1.00	1.00	1.00	80	100	81	0	81	-1.34	0.15	0.79	1.00	0.33	0.24	0.90	2.00	1.00	2.00	No Licuable, $F_s > 1.0$
18.5	100	0	0	352	167	0.78	1.00	1.00	1.00	1.00	80	100	78	0	78	-1.48	0.16	0.77	1.00	0.32	0.28	0.86	2.00	1.00	2.00	No Licuable, $F_s > 1.0$

Tabla 2.72 Estudio de licuación de suelos para sondaje ST-4.

Prof (m)	Nº golpes	(%) Finos	IP	σ_{vc} (Kpa)	σ'_{vc} (Kpa)	CN	CE	CR	CB	CS	N1	(N)60	(N1)60	$\Delta(N1)60$	(N1)60-CS	a	b	rd	MSF	CSR	C_σ	K_σ	CRR7,5	CRR	FS	Posibilidad Licuacion final
0.5	24	5	0	8.55	4.05	1.70	1.00	0.75	1.00	1.00	41	24	31	0	31	0.00	0.00	1.00	1.00	0.41	0.21	1.10	0.53	0.58	1.40	No Licuable, Fs>1.0
1.0	50	5	0	19	9	1.70	1.00	0.75	1.00	1.00	85	50	64	0	64	-0.03	0.00	1.00	1.00	0.41	0.30	1.10	2.00	1.00	2.00	No Licuable, Fs>1.0
2.0	56	5	0	38	18	1.70	1.00	0.75	1.00	1.00	95	56	71	0	71	-0.08	0.01	0.99	1.00	0.41	0.30	1.10	2.00	1.00	2.00	No Licuable, Fs>1.0
3.0	1	5	0	57	27	1.70	1.00	0.75	1.00	1.00	2	1	1	0	1	-0.13	0.02	0.98	1.00	0.40	0.06	1.08	0.07	0.07	0.18	Licuable, Fs<1.0
4.0	0	88	16	76	36	1.67	1.00	0.80	1.00	1.00	0	0	0	6	6	-0.20	0.02	0.97	1.00	0.40	0.08	1.08	0.09	0.10	0.24	No Licúa CF>35%
5.0	1	88	16	95	45	1.50	1.00	0.85	1.00	1.00	1	1	1	6	7	-0.27	0.03	0.96	1.00	0.40	0.08	1.07	0.10	0.10	0.26	No Licúa CF>35%
6.0	0	88	16	114	54	1.37	1.00	0.85	1.00	1.00	0	0	0	6	6	-0.34	0.04	0.95	1.00	0.39	0.08	1.05	0.09	0.09	0.24	No Licúa CF>35%
7.0	1	88	16	133	63	1.27	1.00	0.95	1.00	1.00	1	1	1	6	7	-0.42	0.05	0.94	1.00	0.39	0.08	1.04	0.10	0.10	0.26	No Licúa CF>35%
8.0	9	82	14	152	72	1.18	1.00	0.95	1.00	1.00	11	9	10	6	16	-0.50	0.06	0.92	1.00	0.38	0.11	1.04	0.16	0.17	0.44	No Licúa CF>35%
9.0	18	82	14	171	81	1.12	1.00	0.95	1.00	1.00	20	18	19	6	25	-0.59	0.07	0.91	1.00	0.37	0.16	1.04	0.28	0.29	0.78	No Licúa CF>35%
10.0	35	82	14	190	90	1.06	1.00	0.95	1.00	1.00	37	35	35	6	41	-0.68	0.08	0.90	1.00	0.37	0.30	1.03	2.00	1.00	2.00	No Licúa CF>35%
11.0	32	82	14	209	99	1.01	1.00	1.00	1.00	1.00	32	32	32	6	38	-0.77	0.09	0.88	1.00	0.36	0.30	1.01	2.00	1.00	2.00	No Licúa CF>35%
12.0	100	45	11	228	108	0.97	1.00	1.00	1.00	1.00	80	100	97	6	100	-0.87	0.10	0.87	1.00	0.36	0.15	0.99	2.00	1.00	2.00	No Licúa CF>35%
13.0	100	0	0	247	117	0.93	1.00	1.00	1.00	1.00	80	100	93	0	93	-0.96	0.11	0.85	1.00	0.35	0.18	0.97	2.00	1.00	2.00	No Licuable, Fs>1.0
14.0	100	0	0	266	126	0.90	1.00	1.00	1.00	1.00	80	100	90	0	90	-1.06	0.12	0.84	1.00	0.34	0.19	0.96	2.00	1.00	2.00	No Licuable, Fs>1.0
14.5	100	0	0	275	130	0.88	1.00	1.00	1.00	1.00	80	100	88	0	88	-1.10	0.12	0.83	1.00	0.34	0.20	0.95	2.00	1.00	2.00	No Licuable, Fs>1.0
15.5	100	0	0	295	140	0.85	1.00	1.00	1.00	1.00	80	100	85	0	85	-1.20	0.13	0.82	1.00	0.34	0.22	0.93	2.00	1.00	2.00	No Licuable, Fs>1.0
17.0	100	0	0	323	153	0.81	1.00	1.00	1.00	1.00	80	100	81	0	81	-1.34	0.15	0.79	1.00	0.33	0.24	0.90	2.00	1.00	2.00	No Licuable, Fs>1.0
18.5	100	0	0	352	167	0.78	1.00	1.00	1.00	1.00	80	100	78	0	78	-1.48	0.16	0.77	1.00	0.32	0.28	0.86	2.00	1.00	2.00	No Licuable, Fs>1.0

Tabla 2.73 Estudio de licuación de suelos para sondaje ST-5.

Prof (m)	Nº golpes	(%) Finos	IP	σ_{vc} (Kpa)	σ'_{vc} (Kpa)	CN	CE	CR	CB	CS	N1	(N)60	(N1)60	$\Delta(N1)60$	(N1)60-CS	a	b	rd	MSF	CSR	C_σ	K_σ	CRR7,5	CRR	FS	Posibilidad Licuacion final
0.5	6	48	8	8.55	4.05	1.70	1.00	0.75	1.00	1.00	10	6	8	6	13	0.00	0.00	1.00	1.00	0.41	0.10	1.10	0.14	0.16	0.38	No Licúa CF>35%
1.0	14	48	8	19	9	1.70	1.00	0.75	1.00	1.00	24	14	18	6	23	-0.03	0.00	1.00	1.00	0.41	0.15	1.10	0.26	0.28	0.69	No Licúa CF>35%
2.0	8	92	8	38	18	1.70	1.00	0.75	1.00	1.00	14	8	10	6	16	-0.08	0.01	0.99	1.00	0.41	0.11	1.10	0.16	0.18	0.44	No Licúa CF>35%
3.0	4	92	8	57	27	1.70	1.00	0.75	1.00	1.00	7	4	5	6	11	-0.13	0.02	0.98	1.00	0.40	0.09	1.10	0.12	0.13	0.33	No Licúa CF>35%
4.0	4	93	10	76	36	1.67	1.00	0.80	1.00	1.00	7	4	5	6	11	-0.20	0.02	0.97	1.00	0.40	0.10	1.10	0.12	0.14	0.34	No Licúa CF>35%
5.0	2	93	10	95	45	1.50	1.00	0.85	1.00	1.00	3	2	3	6	8	-0.27	0.03	0.96	1.00	0.40	0.09	1.07	0.10	0.11	0.28	No Licúa CF>35%
6.0	4	93	10	114	54	1.37	1.00	0.85	1.00	1.00	5	4	5	6	10	-0.34	0.04	0.95	1.00	0.39	0.09	1.06	0.12	0.13	0.32	No Licúa CF>35%
7.0	5	93	10	133	63	1.27	1.00	0.95	1.00	1.00	6	5	6	6	12	-0.42	0.05	0.94	1.00	0.39	0.10	1.05	0.13	0.13	0.35	No Licúa CF>35%
8.0	10	83	5	152	72	1.18	1.00	0.95	1.00	1.00	12	10	11	6	17	-0.50	0.06	0.92	1.00	0.38	0.12	1.04	0.17	0.18	0.47	No Licúa CF>35%
9.0	12	83	5	171	81	1.12	1.00	0.95	1.00	1.00	13	12	13	6	18	-0.59	0.07	0.91	1.00	0.37	0.12	1.03	0.19	0.19	0.51	No Licúa CF>35%
10.0	30	82	7	190	90	1.06	1.00	0.95	1.00	1.00	32	30	30	6	36	-0.68	0.08	0.90	1.00	0.37	0.27	1.03	1.30	1.00	2.00	No Licúa CF>35%
11.0	11	82	7	209	99	1.01	1.00	1.00	1.00	1.00	11	11	11	6	17	-0.77	0.09	0.88	1.00	0.36	0.12	1.00	0.17	0.17	0.47	No Licúa CF>35%
12.0	18	82	7	228	108	0.97	1.00	1.00	1.00	1.00	17	18	17	6	23	-0.87	0.10	0.87	1.00	0.36	0.15	0.99	0.25	0.25	0.69	No Licúa CF>35%
13.0	62	82	7	247	117	0.93	1.00	1.00	1.00	1.00	58	62	58	6	63	-0.96	0.11	0.85	1.00	0.35	0.30	0.96	2.00	1.00	2.00	No Licúa CF>35%
13.5	100	0	0	256	121	0.91	1.00	1.00	1.00	1.00	80	100	91	0	91	-1.01	0.11	0.85	1.00	0.35	0.18	0.97	2.00	1.00	2.00	No Licuable, Fs>1.0
14.0	100	0	0	266	126	0.90	1.00	1.00	1.00	1.00	80	100	90	0	90	-1.06	0.12	0.84	1.00	0.34	0.19	0.96	2.00	1.00	2.00	No Licuable, Fs>1.0
15.5	100	0	0	295	140	0.85	1.00	1.00	1.00	1.00	80	100	85	0	85	-1.20	0.13	0.82	1.00	0.34	0.22	0.93	2.00	1.00	2.00	No Licuable, Fs>1.0
16.8	100	0	0	319	151	0.82	1.00	1.00	1.00	1.00	80	100	82	0	82	-1.33	0.15	0.80	1.00	0.33	0.24	0.90	2.00	1.00	2.00	No Licuable, Fs>1.0
18.3	100	0	0	348	165	0.78	1.00	1.00	1.00	1.00	80	100	78	0	78	-1.46	0.16	0.77	1.00	0.32	0.27	0.87	2.00	1.00	2.00	No Licuable, Fs>1.0
19.3	100	0	0	367	174	0.76	1.00	1.00	1.00	1.00	80	100	76	0	76	-1.55	0.17	0.76	1.00	0.31	0.30	0.84	2.00	1.00	2.00	No Licuable, Fs>1.0

Tabla 2.74 Estudio de licuación de suelos para sondaje ST-6.

Prof (m)	Nº golpes	(%) Finos	IP	σ_{vc} (Kpa)	σ'_{vc} (Kpa)	CN	CE	CR	CB	CS	N1	(N)60	(N1)60	$\Delta(N1)60$	(N1)60-CS	a	b	rd	MSF	CSR	C_σ	K_σ	CRR7,5	CRR	FS	Possibilidad Licuacion final
0.5	0	72	8	8.55	4.05	1.70	1.00	0.75	1.00	1.00	0	0	0	6	6	0.00	0.00	1.00	1.00	0.41	0.08	1.10	0.09	0.10	0.24	No Licúa CF>35%
1.0	12	72	8	19	9	1.70	1.00	0.75	1.00	1.00	20	12	15	6	21	-0.03	0.00	1.00	1.00	0.41	0.14	1.10	0.22	0.24	0.58	No Licúa CF>35%
2.0	8	72	8	38	18	1.70	1.00	0.75	1.00	1.00	14	8	10	6	16	-0.08	0.01	0.99	1.00	0.41	0.11	1.10	0.16	0.18	0.44	No Licúa CF>35%
3.0	5	72	8	57	27	1.70	1.00	0.75	1.00	1.00	9	5	6	6	12	-0.13	0.02	0.98	1.00	0.40	0.10	1.10	0.13	0.15	0.36	No Licúa CF>35%
4.0	10	72	10	76	36	1.67	1.00	0.80	1.00	1.00	17	10	13	6	19	-0.20	0.02	0.97	1.00	0.40	0.13	1.10	0.19	0.21	0.53	No Licúa CF>35%
5.0	21	72	10	95	45	1.50	1.00	0.85	1.00	1.00	31	21	27	6	32	-0.27	0.03	0.96	1.00	0.40	0.23	1.10	0.68	0.74	1.88	No Licúa CF>35%
6.0	6	72	10	114	54	1.37	1.00	0.85	1.00	1.00	8	6	7	6	13	-0.34	0.04	0.95	1.00	0.39	0.10	1.06	0.14	0.15	0.37	No Licúa CF>35%
7.0	3	72	10	133	63	1.27	1.00	0.95	1.00	1.00	4	3	4	6	9	-0.42	0.05	0.94	1.00	0.39	0.09	1.04	0.11	0.12	0.30	No Licúa CF>35%
8.0	4	72	5	152	72	1.18	1.00	0.95	1.00	1.00	5	4	5	6	10	-0.50	0.06	0.92	1.00	0.38	0.09	1.03	0.12	0.12	0.32	No Licúa CF>35%
9.0	0	29	5	171	81	1.12	1.00	0.95	1.00	1.00	0	0	0	5	5	-0.59	0.07	0.91	1.00	0.37	0.08	1.02	0.09	0.09	0.24	Licuable, Fs<1.0
10.0	28	29	7	190	90	1.06	1.00	0.95	1.00	1.00	30	28	28	5	33	-0.68	0.08	0.90	1.00	0.37	0.24	1.03	0.83	0.85	2.00	No Licuable, Fs>1.0
11.0	50	29	7	209	99	1.01	1.00	1.00	1.00	1.00	51	50	51	5	56	-0.77	0.09	0.88	1.00	0.36	0.30	1.01	2.00	1.00	2.00	No Licuable, Fs>1.0
12.0	50	82	7	228	108	0.97	1.00	1.00	1.00	1.00	48	50	48	6	54	-0.87	0.10	0.87	1.00	0.36	0.30	0.98	2.00	1.00	2.00	No Licúa CF>35%
13.0	100	0	7	247	117	0.93	1.00	1.00	1.00	1.00	80	100	93	0	93	-0.96	0.11	0.85	1.00	0.35	0.18	0.97	2.00	1.00	2.00	No Licuable, Fs>1.0
14.0	100	0	0	266	126	0.90	1.00	1.00	1.00	1.00	80	100	90	0	90	-1.06	0.12	0.84	1.00	0.34	0.19	0.96	2.00	1.00	2.00	No Licuable, Fs>1.0
15.0	100	0	0	285	135	0.86	1.00	1.00	1.00	1.00	80	100	86	0	86	-1.16	0.13	0.82	1.00	0.34	0.21	0.94	2.00	1.00	2.00	No Licuable, Fs>1.0
16.0	100	0	0	304	144	0.84	1.00	1.00	1.00	1.00	80	100	84	0	84	-1.25	0.14	0.81	1.00	0.33	0.23	0.92	2.00	1.00	2.00	No Licuable, Fs>1.0
17.0	100	0	0	323	153	0.81	1.00	1.00	1.00	1.00	80	100	81	0	81	-1.34	0.15	0.79	1.00	0.33	0.24	0.90	2.00	1.00	2.00	No Licuable, Fs>1.0
18.0	100	0	0	342	162	0.79	1.00	1.00	1.00	1.00	80	100	79	0	79	-1.43	0.16	0.78	1.00	0.32	0.27	0.87	2.00	1.00	2.00	No Licuable, Fs>1.0
19.0	100	0	0	361	171	0.77	1.00	1.00	1.00	1.00	80	100	77	0	77	-1.52	0.17	0.76	1.00	0.31	0.29	0.85	2.00	1.00	2.00	No Licuable, Fs>1.0
20.0	100	0	1	380	180	0.75	2.00	1.00	1.00	1.00	80	200	150	0	100	-1.61	0.18	0.75	1.00	0.31	0.15	0.91	2.00	1.00	2.00	No Licuable, Hi>20m

Tabla 2.75 Estudio de licuación de suelos para sondaje ST-7.

Prof (m)	Nº golpes	(%) Finos	IP	σ_{vc} (Kpa)	σ'_{vc} (Kpa)	CN	CE	CR	CB	CS	N1	(N)60	(N1)60	$\Delta(N1)60$	(N1)60-CS	a	b	rd	MSF	CSR	C_σ	K_σ	CRR7,5	CRR	FS	Posibilidad Licuacion final
0.5	25	5	0	8.55	4.05	1.70	1.00	0.75	1.00	1.00	43	25	32	0	32	0.00	0.00	1.00	1.00	0.41	0.22	1.10	0.63	0.70	1.68	No Licuable, $F_s > 1.0$
1.0	47	5	0	19	9	1.70	1.00	0.75	1.00	1.00	80	47	60	0	60	-0.03	0.00	1.00	1.00	0.41	0.30	1.10	2.00	1.00	2.00	No Licuable, $F_s > 1.0$
2.0	100	64	4	38	18	1.70	1.00	0.75	1.00	1.00	80	100	128	6	100	-0.08	0.01	0.99	1.00	0.41	0.15	1.10	2.00	1.00	2.00	No Licúa CF>35%
3.0	49	64	4	57	27	1.70	1.00	0.75	1.00	1.00	83	49	62	6	68	-0.13	0.02	0.98	1.00	0.40	0.30	1.10	2.00	1.00	2.00	No Licúa CF>35%
4.0	25	85	10	76	36	1.67	1.00	0.80	1.00	1.00	42	25	33	6	39	-0.20	0.02	0.97	1.00	0.40	0.30	1.10	2.00	1.00	2.00	No Licúa CF>35%
5.0	46	65	6	95	45	1.50	1.00	0.85	1.00	1.00	69	46	59	6	64	-0.27	0.03	0.96	1.00	0.40	0.30	1.10	2.00	1.00	2.00	No Licúa CF>35%
6.0	77	65	6	114	54	1.37	1.00	0.85	1.00	1.00	100	77	90	6	95	-0.34	0.04	0.95	1.00	0.39	0.17	1.10	2.00	1.00	2.00	No Licúa CF>35%
7.0	37	65	6	133	63	1.27	1.00	0.95	1.00	1.00	47	37	45	6	50	-0.42	0.05	0.94	1.00	0.39	0.30	1.10	2.00	1.00	2.00	No Licúa CF>35%
8.0	50	73	9	152	72	1.18	1.00	0.95	1.00	1.00	59	50	56	6	62	-0.50	0.06	0.92	1.00	0.38	0.30	1.10	2.00	1.00	2.00	No Licúa CF>35%
9.0	45	73	9	171	81	1.12	1.00	0.95	1.00	1.00	50	45	48	6	53	-0.59	0.07	0.91	1.00	0.37	0.30	1.07	2.00	1.00	2.00	No Licúa CF>35%
10.0	34	95	16	190	90	1.06	1.00	0.95	1.00	1.00	36	34	34	6	40	-0.68	0.08	0.90	1.00	0.37	0.30	1.03	2.00	1.00	2.00	No Licúa CF>35%
11.0	40	95	16	209	99	1.01	1.00	1.00	1.00	1.00	40	40	40	6	46	-0.77	0.09	0.88	1.00	0.36	0.30	1.01	2.00	1.00	2.00	No Licúa CF>35%
12.0	40	95	16	228	108	0.97	1.00	1.00	1.00	1.00	39	40	39	6	44	-0.87	0.10	0.87	1.00	0.36	0.30	0.98	2.00	1.00	2.00	No Licúa CF>35%
13.0	58	95	16	247	117	0.93	1.00	1.00	1.00	1.00	54	58	54	6	59	-0.96	0.11	0.85	1.00	0.35	0.30	0.96	2.00	1.00	2.00	No Licúa CF>35%
14.0	41	95	16	266	126	0.90	1.00	1.00	1.00	1.00	37	41	37	6	42	-1.06	0.12	0.84	1.00	0.34	0.30	0.93	2.00	1.00	2.00	No Licúa CF>35%
15.0	100	95	16	285	135	0.86	1.00	1.00	1.00	1.00	80	100	86	6	92	-1.16	0.13	0.82	1.00	0.34	0.18	0.95	2.00	1.00	2.00	No Licúa CF>35%
16.0	100	99	17	304	144	0.84	1.00	1.00	1.00	1.00	80	100	84	5	89	-1.25	0.14	0.81	1.00	0.33	0.19	0.93	2.00	1.00	2.00	No Licúa CF>35%
17.0	100	99	17	323	153	0.81	1.00	1.00	1.00	1.00	80	100	81	5	87	-1.34	0.15	0.79	1.00	0.33	0.21	0.91	2.00	1.00	2.00	No Licúa CF>35%
18.0	100	99	17	342	162	0.79	1.00	1.00	1.00	1.00	80	100	79	5	84	-1.43	0.16	0.78	1.00	0.32	0.22	0.90	2.00	1.00	2.00	No Licúa CF>35%
19.0	100	99	17	361	171	0.77	1.00	1.00	1.00	1.00	80	100	77	5	82	-1.52	0.17	0.76	1.00	0.31	0.24	0.88	2.00	1.00	2.00	No Licúa CF>35%
20.0	100	99	17	380	180	0.75	1.00	1.00	1.00	1.00	80	100	75	5	80	-1.61	0.18	0.75	1.00	0.31	0.25	0.85	2.00	1.00	2.00	No Licúa CF>35%

Tabla 2.76 Estudio de licuación de suelos para sondaje ST-8.

Prof (m)	Nº golpes	(%) Finos	IP	σ_{vc} (Kpa)	σ'_{vc} (Kpa)	CN	CE	CR	CB	CS	N1	(N)60	(N1)60	$\Delta(N1)60$	(N1)60-CS	a	b	rd	MSF	CSR	C_{σ}	K_{σ}	CRR7,5	CRR	FS	Posibilidad Licuacion final
0.5	7	7	0	8.55	4.05	1.70	1.00	0.75	1.00	1.00	12	7	9	0	9	0.00	0.00	1.00	1.00	0.41	0.09	1.10	0.11	0.12	0.30	Licuable, Fs<1.0
1.0	8	7	0	19	9	1.70	1.00	0.75	1.00	1.00	14	8	10	0	10	-0.03	0.00	1.00	1.00	0.41	0.09	1.10	0.12	0.13	0.32	Licuable, Fs<1.0
2.0	92	46	0	38	18	1.70	1.00	0.75	1.00	1.00	80	92	117	6	100	-0.08	0.01	0.99	1.00	0.41	0.15	1.10	2.00	1.00	2.00	No Licúa CF>35%
3.0	100	46	0	57	27	1.70	1.00	0.75	1.00	1.00	80	100	128	6	100	-0.13	0.02	0.98	1.00	0.40	0.15	1.10	2.00	1.00	2.00	No Licúa CF>35%
4.0	100	46	0	76	36	1.67	1.00	0.80	1.00	1.00	80	100	134	6	100	-0.20	0.02	0.97	1.00	0.40	0.15	1.10	2.00	1.00	2.00	No Licúa CF>35%
5.0	100	76	0	95	45	1.50	1.00	0.85	1.00	1.00	80	100	127	6	100	-0.27	0.03	0.96	1.00	0.40	0.15	1.10	2.00	1.00	2.00	No Licúa CF>35%
6.0	100	76	0	114	54	1.37	1.00	0.85	1.00	1.00	80	100	116	6	100	-0.34	0.04	0.95	1.00	0.39	0.15	1.09	2.00	1.00	2.00	No Licúa CF>35%
7.0	100	76	0	133	63	1.27	1.00	0.95	1.00	1.00	80	100	120	6	100	-0.42	0.05	0.94	1.00	0.39	0.15	1.07	2.00	1.00	2.00	No Licúa CF>35%
8.0	100	63	11	152	72	1.18	1.00	0.95	1.00	1.00	80	100	113	6	100	-0.50	0.06	0.92	1.00	0.38	0.15	1.05	2.00	1.00	2.00	No Licúa CF>35%
9.0	54	63	11	171	81	1.12	1.00	0.95	1.00	1.00	60	54	57	6	63	-0.59	0.07	0.91	1.00	0.37	0.30	1.07	2.00	1.00	2.00	No Licúa CF>35%
10.0	82	63	11	190	90	1.06	1.00	0.95	1.00	1.00	80	82	83	6	88	-0.68	0.08	0.90	1.00	0.37	0.20	1.02	2.00	1.00	2.00	No Licúa CF>35%
11.0	100	63	11	209	99	1.01	1.00	1.00	1.00	1.00	80	100	101	6	100	-0.77	0.09	0.88	1.00	0.36	0.15	1.00	2.00	1.00	2.00	No Licúa CF>35%
12.0	41	66	9	228	108	0.97	1.00	1.00	1.00	1.00	40	41	40	6	45	-0.87	0.10	0.87	1.00	0.36	0.30	0.98	2.00	1.00	2.00	No Licúa CF>35%
13.0	61	66	9	247	117	0.93	1.00	1.00	1.00	1.00	57	61	57	6	62	-0.96	0.11	0.85	1.00	0.35	0.30	0.96	2.00	1.00	2.00	No Licúa CF>35%
14.0	49	66	9	266	126	0.90	1.00	1.00	1.00	1.00	44	49	44	6	49	-1.06	0.12	0.84	1.00	0.34	0.30	0.93	2.00	1.00	2.00	No Licúa CF>35%
15.0	44	77	12	285	135	0.86	1.00	1.00	1.00	1.00	38	44	38	6	44	-1.16	0.13	0.82	1.00	0.34	0.30	0.91	2.00	1.00	2.00	No Licúa CF>35%
16.0	40	81	15	304	144	0.84	1.00	1.00	1.00	1.00	33	40	33	6	39	-1.25	0.14	0.81	1.00	0.33	0.30	0.89	2.00	1.00	2.00	No Licúa CF>35%
17.0	34	81	15	323	153	0.81	1.00	1.00	1.00	1.00	28	34	28	6	33	-1.34	0.15	0.79	1.00	0.33	0.24	0.90	0.78	0.70	2.00	No Licúa CF>35%
18.0	57	81	15	342	162	0.79	1.00	1.00	1.00	1.00	45	57	45	6	51	-1.43	0.16	0.78	1.00	0.32	0.30	0.86	2.00	1.00	2.00	No Licúa CF>35%
19.0	100	81	0	361	171	0.77	1.00	1.00	1.00	1.00	80	100	77	6	82	-1.52	0.17	0.76	1.00	0.31	0.24	0.88	2.00	1.00	2.00	No Licúa CF>35%
20.0	100	81	0	380	180	0.75	1.00	1.00	1.00	1.00	80	100	75	6	80	-1.61	0.18	0.75	1.00	0.31	0.25	0.85	2.00	1.00	2.00	No Licúa CF>35%

Tabla 2.77 Estudio de licuación de suelos para sondaje ST-9.

Prof (m)	Nº golpes	(%) Finos	IP	σ_{vc} (Kpa)	σ'_{vc} (Kpa)	CN	CE	CR	CB	CS	N1	(N)60	(N1)60	$\Delta(N1)60$	(N1)60-CS	a	b	rd	MSF	CSR	C_{σ}	K_{σ}	CRR7,5	CRR	FS	Posibilidad Licuacion final
0.5	17	21	8	8.55	4.05	1.70	1.00	0.75	1.00	1.00	29	17	22	5	26	0.00	0.00	1.00	1.00	0.41	0.17	1.10	0.32	0.36	0.86	Licuable, Fs<1.0
1.0	15	21	8	19	9	1.70	1.00	0.75	1.00	1.00	26	15	19	5	24	-0.03	0.00	1.00	1.00	0.41	0.15	1.10	0.26	0.29	0.70	Licuable, Fs<1.0
2.0	34	21	8	38	18	1.70	1.00	0.75	1.00	1.00	58	34	43	5	48	-0.08	0.01	0.99	1.00	0.41	0.30	1.10	2.00	1.00	2.00	No Licuable, Fs>1.0
3.0	37	21	8	57	27	1.70	1.00	0.75	1.00	1.00	63	37	47	5	52	-0.13	0.02	0.98	1.00	0.40	0.30	1.10	2.00	1.00	2.00	No Licuable, Fs>1.0
4.0	22	3	10	76	36	1.67	1.00	0.80	1.00	1.00	37	22	29	0	29	-0.20	0.02	0.97	1.00	0.40	0.20	1.10	0.45	0.50	1.25	No Licuable, Fs>1.0
5.0	5	82	10	95	45	1.50	1.00	0.85	1.00	1.00	7	5	6	6	12	-0.27	0.03	0.96	1.00	0.40	0.10	1.08	0.13	0.14	0.36	No Licúa CF>35%
6.0	5	82	10	114	54	1.37	1.00	0.85	1.00	1.00	7	5	6	6	11	-0.34	0.04	0.95	1.00	0.39	0.10	1.06	0.13	0.14	0.35	No Licúa CF>35%
7.0	4	98	10	133	63	1.27	1.00	0.95	1.00	1.00	5	4	5	5	10	-0.42	0.05	0.94	1.00	0.39	0.09	1.04	0.12	0.13	0.33	No Licúa CF>35%
8.0	12	85	5	152	72	1.18	1.00	0.95	1.00	1.00	14	12	14	6	19	-0.50	0.06	0.92	1.00	0.38	0.13	1.04	0.19	0.20	0.53	No Licúa CF>35%
9.0	20	85	5	171	81	1.12	1.00	0.95	1.00	1.00	22	20	21	6	27	-0.59	0.07	0.91	1.00	0.37	0.18	1.04	0.34	0.35	0.94	No Licúa CF>35%
10.0	27	78	7	190	90	1.06	1.00	0.95	1.00	1.00	29	27	27	6	33	-0.68	0.08	0.90	1.00	0.37	0.23	1.03	0.72	0.74	2.00	No Licúa CF>35%
11.0	31	64	7	209	99	1.01	1.00	1.00	1.00	1.00	31	31	31	6	37	-0.77	0.09	0.88	1.00	0.36	0.29	1.01	1.71	1.00	2.00	No Licúa CF>35%
12.0	36	82	7	228	108	0.97	1.00	1.00	1.00	1.00	35	36	35	6	40	-0.87	0.10	0.87	1.00	0.36	0.30	0.98	2.00	1.00	2.00	No Licúa CF>35%
13.0	56	82	7	247	117	0.93	1.00	1.00	1.00	1.00	52	56	52	6	58	-0.96	0.11	0.85	1.00	0.35	0.30	0.96	2.00	1.00	2.00	No Licúa CF>35%
14.0	62	82	0	266	126	0.90	1.00	1.00	1.00	1.00	56	62	56	6	61	-1.06	0.12	0.84	1.00	0.34	0.30	0.93	2.00	1.00	2.00	No Licúa CF>35%
15.0	50	63	0	285	135	0.86	1.00	1.00	1.00	1.00	43	50	43	6	49	-1.16	0.13	0.82	1.00	0.34	0.30	0.91	2.00	1.00	2.00	No Licúa CF>35%
16.0	50	63	0	304	144	0.84	1.00	1.00	1.00	1.00	42	50	42	6	47	-1.25	0.14	0.81	1.00	0.33	0.30	0.89	2.00	1.00	2.00	No Licúa CF>35%
17.0	50	63	0	323	153	0.81	1.00	1.00	1.00	1.00	41	50	41	6	46	-1.34	0.15	0.79	1.00	0.33	0.30	0.88	2.00	1.00	2.00	No Licúa CF>35%
18.0	50	63	0	342	162	0.79	1.00	1.00	1.00	1.00	39	50	39	6	45	-1.43	0.16	0.78	1.00	0.32	0.30	0.86	2.00	1.00	2.00	No Licúa CF>35%
19.0	50	27	0	361	171	0.77	1.00	1.00	1.00	1.00	38	50	38	5	44	-1.52	0.17	0.76	1.00	0.31	0.30	0.84	2.00	1.00	2.00	No Licuable, Fs>1.0
20.0	50	27	1	380	180	0.75	2.00	1.00	1.00	1.00	37	100	75	5	80	-1.61	0.18	0.75	1.00	0.31	0.25	0.85	2.00	1.00	2.00	No Licuable, Hi>20m

Tabla 2.78 Estudio de licuación de suelos para sondaje ST-10.

Prof (m)	Nº golpes	(%) Finos	IP	σ_{vc} (Kpa)	σ'_{vc} (Kpa)	CN	CE	CR	CB	CS	N1	(N)60	(N1)60	$\Delta(N1)60$	(N1)60-CS	a	b	rd	MSF	CSR	C_σ	K_σ	CRR7,5	CRR	FS	Posibilidad Licuacion final
0.5	28	23	0	8.55	4.05	1.70	1.00	0.75	1.00	1.00	48	28	36	5	41	0.00	0.00	1.00	1.00	0.41	0.30	1.10	2.00	1.00	2.00	No Licuable, Fs>1.0
1.0	11	23	0	19	9	1.70	1.00	0.75	1.00	1.00	19	11	14	5	19	-0.03	0.00	1.00	1.00	0.41	0.13	1.10	0.19	0.21	0.52	Licuable, Fs<1.0
2.0	35	23	0	38	18	1.70	1.00	0.75	1.00	1.00	60	35	45	5	50	-0.08	0.01	0.99	1.00	0.41	0.30	1.10	2.00	1.00	2.00	No Licuable, Fs>1.0
3.0	43	23	0	57	27	1.70	1.00	0.75	1.00	1.00	73	43	55	5	60	-0.13	0.02	0.98	1.00	0.40	0.30	1.10	2.00	1.00	2.00	No Licuable, Fs>1.0
4.0	51	23	0	76	36	1.67	1.00	0.80	1.00	1.00	85	51	68	5	73	-0.20	0.02	0.97	1.00	0.40	0.30	1.10	2.00	1.00	2.00	No Licuable, Fs>1.0
5.0	50	71	8	95	45	1.50	1.00	0.85	1.00	1.00	75	50	64	6	69	-0.27	0.03	0.96	1.00	0.40	0.30	1.10	2.00	1.00	2.00	No Licúa CF>35%
6.0	50	71	8	114	54	1.37	1.00	0.85	1.00	1.00	68	50	58	6	64	-0.34	0.04	0.95	1.00	0.39	0.30	1.10	2.00	1.00	2.00	No Licúa CF>35%
7.0	50	71	8	133	63	1.27	1.00	0.95	1.00	1.00	63	50	60	6	66	-0.42	0.05	0.94	1.00	0.39	0.30	1.10	2.00	1.00	2.00	No Licúa CF>35%
8.0	50	71	8	152	72	1.18	1.00	0.95	1.00	1.00	59	50	56	6	62	-0.50	0.06	0.92	1.00	0.38	0.30	1.10	2.00	1.00	2.00	No Licúa CF>35%
9.0	55	91	9	171	81	1.12	1.00	0.95	1.00	1.00	61	55	58	6	64	-0.59	0.07	0.91	1.00	0.37	0.30	1.07	2.00	1.00	2.00	No Licúa CF>35%
10.0	61	91	9	190	90	1.06	1.00	0.95	1.00	1.00	65	61	61	6	67	-0.68	0.08	0.90	1.00	0.37	0.30	1.03	2.00	1.00	2.00	No Licúa CF>35%
11.0	50	91	9	209	99	1.01	1.00	1.00	1.00	1.00	51	50	51	6	56	-0.77	0.09	0.88	1.00	0.36	0.30	1.01	2.00	1.00	2.00	No Licúa CF>35%
12.0	50	1	0	228	108	0.97	1.00	1.00	1.00	1.00	48	50	48	0	48	-0.87	0.10	0.87	1.00	0.36	0.30	0.98	2.00	1.00	2.00	No Licuable, Fs>1.0
13.0	50	1	0	247	117	0.93	1.00	1.00	1.00	1.00	46	50	46	0	46	-0.96	0.11	0.85	1.00	0.35	0.30	0.96	2.00	1.00	2.00	No Licuable, Fs>1.0
14.0	41	78	7	266	126	0.90	1.00	1.00	1.00	1.00	37	41	37	6	42	-1.06	0.12	0.84	1.00	0.34	0.30	0.93	2.00	1.00	2.00	No Licúa CF>35%
15.0	45	78	7	285	135	0.86	1.00	1.00	1.00	1.00	39	45	39	6	44	-1.16	0.13	0.82	1.00	0.34	0.30	0.91	2.00	1.00	2.00	No Licúa CF>35%
16.0	59	95	13	304	144	0.84	1.00	1.00	1.00	1.00	49	59	49	6	55	-1.25	0.14	0.81	1.00	0.33	0.30	0.89	2.00	1.00	2.00	No Licúa CF>35%
17.0	50	95	13	323	153	0.81	1.00	1.00	1.00	1.00	41	50	41	6	46	-1.34	0.15	0.79	1.00	0.33	0.30	0.88	2.00	1.00	2.00	No Licúa CF>35%
18.0	50	18	0	342	162	0.79	1.00	1.00	1.00	1.00	39	50	39	4	44	-1.43	0.16	0.78	1.00	0.32	0.30	0.86	2.00	1.00	2.00	No Licuable, Fs>1.0
19.0	50	18	0	361	171	0.77	1.00	1.00	1.00	1.00	38	50	38	4	43	-1.52	0.17	0.76	1.00	0.31	0.30	0.84	2.00	1.00	2.00	No Licuable, Fs>1.0
20.0	50	81	7	380	180	0.75	2.00	1.00	1.00	1.00	37	100	75	6	80	-1.61	0.18	0.75	1.00	0.31	0.25	0.85	2.00	1.00	2.00	No Licúa CF>35%

Tabla 2.79 (A) Estudio de licuación de suelos para sondaje SM1-2. Analisis entre 0.00 a 20.00 metros.

Prof (m)	Nº golpes	(%) Finos	IP	σ_{vc} (Kpa)	σ'_{vc} (Kpa)	CN	CE	CR	CB	CS	N1	(N)60	(N1)60	$\Delta(N1)60$	(N1)60-CS	a	b	rd	MSF	CSR	C_σ	K_σ	CRR7,5	CRR	FS	Posibilidad Licuacion final
0.5	9	11	0	8.55	4.05	1.70	1.00	0.75	1.00	1.00	15	9	11	2	13	0.00	0.00	1.00	1.00	0.41	0.10	1.10	0.14	0.15	0.37	Licuable, Fs<1.0
1.0	7	11	0	19	9	1.70	1.00	0.75	1.00	1.00	12	7	9	2	11	-0.03	0.00	1.00	1.00	0.41	0.09	1.10	0.12	0.13	0.33	Licuable, Fs<1.0
2.0	11	11	0	38	18	1.70	1.00	0.75	1.00	1.00	19	11	14	2	16	-0.08	0.01	0.99	1.00	0.41	0.11	1.10	0.16	0.18	0.44	Licuable, Fs<1.0
3.0	13	11	0	57	27	1.70	1.00	0.75	1.00	1.00	22	13	17	2	18	-0.13	0.02	0.98	1.00	0.40	0.12	1.10	0.19	0.20	0.51	Licuable, Fs<1.0
4.0	20	11	0	76	36	1.67	1.00	0.80	1.00	1.00	33	20	27	2	28	-0.20	0.02	0.97	1.00	0.40	0.19	1.10	0.40	0.44	1.10	No Licuable, Fs>1.0
5.0	23	36	0	95	45	1.50	1.00	0.85	1.00	1.00	34	23	29	6	35	-0.27	0.03	0.96	1.00	0.40	0.26	1.10	1.07	1.00	2.00	No Licúa CF>35%
6.0	36	36	0	114	54	1.37	1.00	0.85	1.00	1.00	49	36	42	6	47	-0.34	0.04	0.95	1.00	0.39	0.30	1.10	2.00	1.00	2.00	No Licúa CF>35%
7.0	39	31	0	133	63	1.27	1.00	0.95	1.00	1.00	49	39	47	5	52	-0.42	0.05	0.94	1.00	0.39	0.30	1.10	2.00	1.00	2.00	No Licuable, Fs>1.0
8.0	20	31	0	152	72	1.18	1.00	0.95	1.00	1.00	24	20	23	5	28	-0.50	0.06	0.92	1.00	0.38	0.18	1.06	0.38	0.40	1.06	No Licuable, Fs>1.0
9.0	100	31	0	171	81	1.12	1.00	0.95	1.00	1.00	80	100	106	5	100	-0.59	0.07	0.91	1.00	0.37	0.15	1.03	2.00	1.00	2.00	No Licuable, Fs>1.0
10.0	20	31	0	190	90	1.06	1.00	0.95	1.00	1.00	21	20	20	5	26	-0.68	0.08	0.90	1.00	0.37	0.17	1.02	0.30	0.31	0.84	Licuable, Fs<1.0
11.0	16	88	13	209	99	1.01	1.00	1.00	1.00	1.00	16	16	16	6	22	-0.77	0.09	0.88	1.00	0.36	0.14	1.00	0.23	0.23	0.63	No Licúa CF>35%
12.0	20	88	13	228	108	0.97	1.00	1.00	1.00	1.00	19	20	19	6	25	-0.87	0.10	0.87	1.00	0.36	0.16	0.99	0.29	0.28	0.79	No Licúa CF>35%
13.0	21	82	8	247	117	0.93	1.00	1.00	1.00	1.00	20	21	20	6	25	-0.96	0.11	0.85	1.00	0.35	0.16	0.98	0.29	0.28	0.81	No Licúa CF>35%
14.0	14	82	8	266	126	0.90	1.00	1.00	1.00	1.00	13	14	13	6	18	-1.06	0.12	0.84	1.00	0.34	0.12	0.97	0.18	0.18	0.52	No Licúa CF>35%
15.0	19	82	8	285	135	0.86	1.00	1.00	1.00	1.00	16	19	16	6	22	-1.16	0.13	0.82	1.00	0.34	0.14	0.96	0.23	0.22	0.66	No Licúa CF>35%
16.0	19	82	8	304	144	0.84	1.00	1.00	1.00	1.00	16	19	16	6	21	-1.25	0.14	0.81	1.00	0.33	0.14	0.95	0.22	0.21	0.64	No Licúa CF>35%
17.0	40	89	15	323	153	0.81	1.00	1.00	1.00	1.00	32	40	32	6	38	-1.34	0.15	0.79	1.00	0.33	0.30	0.88	2.00	1.00	2.00	No Licúa CF>35%
18.0	100	53	10	342	162	0.79	1.00	1.00	1.00	1.00	80	100	79	6	85	-1.43	0.16	0.78	1.00	0.32	0.22	0.90	2.00	1.00	2.00	No Licúa CF>35%
19.0	100	53	10	361	171	0.77	1.00	1.00	1.00	1.00	80	100	77	6	82	-1.52	0.17	0.76	1.00	0.31	0.23	0.88	2.00	1.00	2.00	No Licúa CF>35%
20.0	100	53	10	380	180	0.75	1.00	1.00	1.00	1.00	80	100	75	6	81	-1.61	0.18	0.75	1.00	0.31	0.25	0.85	2.00	1.00	2.00	No Licúa CF>35%

Tabla 2.80 (B) Estudio de licuación de suelos para sondaje SM1-2. Analisis entre 20.00 a 40.00 metros

Prof (m)	Nº golpes	(%) Finos	IP	σ_{vc} (Kpa)	σ'_{vc} (Kpa)	CN	CE	CR	CB	CS	N1	(N)60	(N1)60	$\Delta(N1)60$	(N1)60-CS	a	b	rd	MSF	CSR	C_σ	K_σ	CRR7,5	CRR	FS	Posibilidad Licuacion final
21.0	38	53	10	399	189	0.73	1.00	1.00	1.00	1.00	28	38	28	6	33	-1.68	0.18	0.74	1.00	0.30	0.24	0.85	0.81	0.69	2.00	No Licúa CF>35%
22.0	39	9	0	418	198	0.71	1.00	1.00	1.00	1.00	28	39	28	1	29	-1.76	0.19	0.72	1.00	0.30	0.19	0.87	0.41	0.36	1.20	No Licuable, Hi>20m
23.0	33	9	0	437	207	0.70	1.00	1.00	1.00	1.00	23	33	23	1	24	-1.83	0.20	0.71	1.00	0.29	0.15	0.89	0.26	0.23	0.80	No Licuable, Hi>20m
24.0	100	9	0	456	216	0.68	1.00	1.00	1.00	1.00	80	100	68	1	69	-1.89	0.20	0.70	1.00	0.29	0.30	0.77	2.00	1.00	2.00	No Licuable, Hi>20m
25.0	100	9	0	475	225	0.67	1.00	1.00	1.00	1.00	80	100	67	1	68	-1.95	0.21	0.69	1.00	0.28	0.30	0.76	2.00	1.00	2.00	No Licuable, Hi>20m
26.0	100	5	0	494	234	0.66	1.00	1.00	1.00	1.00	80	100	66	0	66	-2.00	0.21	0.68	1.00	0.28	0.30	0.75	2.00	1.00	2.00	No Licuable, Hi>20m
27.0	100	5	0	513	243	0.64	1.00	1.00	1.00	1.00	80	100	64	0	64	-2.04	0.22	0.67	1.00	0.27	0.30	0.74	2.00	1.00	2.00	No Licuable, Hi>20m
28.0	58	5	0	532	252	0.63	1.00	1.00	1.00	1.00	37	58	37	0	37	-2.08	0.22	0.66	1.00	0.27	0.29	0.73	1.63	1.00	2.00	No Licuable, Hi>20m
29.0	100	5	0	551	261	0.62	1.00	1.00	1.00	1.00	80	100	62	0	62	-2.10	0.22	0.65	1.00	0.27	0.30	0.72	2.00	1.00	2.00	No Licuable, Hi>20m
30.0	100	4	0	570	270	0.61	1.00	1.00	1.00	1.00	80	100	61	0	61	-2.12	0.22	0.64	1.00	0.26	0.30	0.71	2.00	1.00	2.00	No Licuable, Hi>20m
31.0	100	4	0	589	279	0.60	1.00	1.00	1.00	1.00	80	100	60	0	60	-2.13	0.22	0.63	1.00	0.26	0.30	0.70	2.00	1.00	2.00	No Licuable, Hi>20m
32.0	100	4	0	608	288	0.59	1.00	1.00	1.00	1.00	80	100	59	0	59	-2.14	0.22	0.63	1.00	0.26	0.30	0.69	2.00	1.00	2.00	No Licuable, Hi>20m
33.0	100	4	0	627	297	0.58	1.00	1.00	1.00	1.00	80	100	58	0	58	-2.13	0.22	0.62	1.00	0.26	0.30	0.68	2.00	1.00	2.00	No Licuable, Hi>20m
34.0	100	18	0	646	306	0.57	1.00	1.00	1.00	1.00	80	100	57	4	62	-2.12	0.22	0.62	1.00	0.25	0.30	0.67	2.00	1.00	2.00	No Licuable, Hi>20m
35.0	100	18	0	665	315	0.57	1.00	1.00	1.00	1.00	80	100	57	4	61	-2.10	0.22	0.62	1.00	0.25	0.30	0.66	2.00	1.00	2.00	No Licuable, Hi>20m
36.0	100	18	0	684	324	0.56	1.00	1.00	1.00	1.00	80	100	56	4	60	-2.07	0.21	0.61	1.00	0.25	0.30	0.65	2.00	1.00	2.00	No Licuable, Hi>20m
37.0	100	18	0	703	333	0.55	1.00	1.00	1.00	1.00	80	100	55	4	59	-2.03	0.21	0.61	1.00	0.25	0.30	0.64	2.00	1.00	2.00	No Licuable, Hi>20m
38.0	100	18	0	722	342	0.54	1.00	1.00	1.00	1.00	80	100	54	4	58	-1.99	0.20	0.61	1.00	0.25	0.30	0.63	2.00	1.00	2.00	No Licuable, Hi>20m
39.0	100	18	0	741	351	0.54	1.00	1.00	1.00	1.00	80	100	54	4	58	-1.94	0.19	0.61	1.00	0.25	0.30	0.63	2.00	1.00	2.00	No Licuable, Hi>20m
40.0	100	18	0	760	360	0.53	1.00	1.00	1.00	1.00	80	100	53	4	57	-1.88	0.19	0.61	1.00	0.25	0.30	0.62	2.00	1.00	2.00	No Licuable, Hi>20m

Tabla 2.81 Estudio de licuación de suelos para sondaje SM-3.

Prof (m)	Nº golpes	(%) Finos	IP	σ_{vc} (Kpa)	σ'_{vc} (Kpa)	CN	CE	CR	CB	CS	N1	(N)60	(N1)60	$\Delta(N1)60$	(N1)60-CS	a	b	rd	MSF	CSR	C_{σ}	K_{σ}	CRR7,5	CRR	FS	Posibilidad Licuacion final
0.1	14	11	0	1.9	0.9	1.70	1.00	0.75	1.00	1.00	24	14	18	2	19	0.01	0.00	1.01	1.00	0.41	0.13	1.10	0.20	0.22	0.53	Licuable, Fs<1.0
1.0	15	11	0	19	9	1.70	1.00	0.75	1.00	1.00	26	15	19	2	21	-0.03	0.00	1.00	1.00	0.41	0.14	1.10	0.22	0.24	0.58	Licuable, Fs<1.0
2.0	28	56	4	38	18	1.70	1.00	0.75	1.00	1.00	48	28	36	6	41	-0.08	0.01	0.99	1.00	0.41	0.30	1.10	2.00	1.00	2.00	No Licúa CF>35%
3.0	19	56	4	57	27	1.70	1.00	0.75	1.00	1.00	32	19	24	6	30	-0.13	0.02	0.98	1.00	0.40	0.20	1.10	0.47	0.52	1.29	No Licúa CF>35%
4.0	14	80	8	76	36	1.67	1.00	0.80	1.00	1.00	23	14	19	6	24	-0.20	0.02	0.97	1.00	0.40	0.16	1.10	0.27	0.30	0.75	No Licúa CF>35%
5.0	13	77	11	95	45	1.50	1.00	0.85	1.00	1.00	19	13	17	6	22	-0.27	0.03	0.96	1.00	0.40	0.14	1.10	0.23	0.26	0.65	No Licúa CF>35%
6.0	16	77	11	114	54	1.37	1.00	0.85	1.00	1.00	22	16	19	6	24	-0.34	0.04	0.95	1.00	0.39	0.16	1.10	0.27	0.30	0.76	No Licúa CF>35%
7.0	16	77	11	133	63	1.27	1.00	0.95	1.00	1.00	20	16	19	6	25	-0.42	0.05	0.94	1.00	0.39	0.16	1.08	0.29	0.31	0.80	No Licúa CF>35%
8.0	100	25	0	152	72	1.18	1.00	0.95	1.00	1.00	80	100	113	5	100	-0.50	0.06	0.92	1.00	0.38	0.15	1.05	2.00	1.00	2.00	No Licuable, Fs>1.0
9.0	100	25	0	171	81	1.12	1.00	0.95	1.00	1.00	80	100	106	5	100	-0.59	0.07	0.91	1.00	0.37	0.15	1.03	2.00	1.00	2.00	No Licuable, Fs>1.0
10.0	100	0	0	190	90	1.06	1.00	0.95	1.00	1.00	80	100	101	0	100	-0.68	0.08	0.90	1.00	0.37	0.15	1.02	2.00	1.00	2.00	No Licuable, Fs>1.0
11.0	100	0	0	209	99	1.01	1.00	1.00	1.00	1.00	80	100	101	0	100	-0.77	0.09	0.88	1.00	0.36	0.15	1.00	2.00	1.00	2.00	No Licuable, Fs>1.0
12.5	100	0	0	238	113	0.95	1.00	1.00	1.00	1.00	80	100	95	0	95	-0.92	0.10	0.86	1.00	0.35	0.17	0.98	2.00	1.00	2.00	No Licuable, Fs>1.0
14.0	100	0	0	266	126	0.90	1.00	1.00	1.00	1.00	80	100	90	0	90	-1.06	0.12	0.84	1.00	0.34	0.19	0.96	2.00	1.00	2.00	No Licuable, Fs>1.0
15.0	100	0	0	285	135	0.86	1.00	1.00	1.00	1.00	80	100	86	0	86	-1.16	0.13	0.82	1.00	0.34	0.21	0.94	2.00	1.00	2.00	No Licuable, Fs>1.0
16.0	100	0	0	304	144	0.84	1.00	1.00	1.00	1.00	80	100	84	0	84	-1.25	0.14	0.81	1.00	0.33	0.23	0.92	2.00	1.00	2.00	No Licuable, Fs>1.0
17.0	100	0	0	323	153	0.81	1.00	1.00	1.00	1.00	80	100	81	0	81	-1.34	0.15	0.79	1.00	0.33	0.24	0.90	2.00	1.00	2.00	No Licuable, Fs>1.0
18.0	100	0	0	342	162	0.79	1.00	1.00	1.00	1.00	80	100	79	0	79	-1.43	0.16	0.78	1.00	0.32	0.27	0.87	2.00	1.00	2.00	No Licuable, Fs>1.0
19.0	100	0	0	361	171	0.77	1.00	1.00	1.00	1.00	80	100	77	0	77	-1.52	0.17	0.76	1.00	0.31	0.29	0.85	2.00	1.00	2.00	No Licuable, Fs>1.0

Tabla 2.82 Estudio de licuación de suelos para sondaje SM-4.

Prof (m)	Nº golpes	(%) Finos	IP	σ_{vc} (Kpa)	σ'_{vc} (Kpa)	CN	CE	CR	CB	CS	N1	(N)60	(N1)60	$\Delta(N1)60$	(N1)60-CS	a	b	rd	MSF	CSR	C_σ	K_σ	CRR7,5	CRR	FS	Posibilidad Licuacion final
0.5	6	40	9	8.55	4.05	1.70	1.00	0.75	1.00	1.00	10	6	8	6	13	0.00	0.00	1.00	1.00	0.41	0.10	1.10	0.14	0.16	0.38	No Licúa CF>35%
1.0	5	40	9	19	9	1.70	1.00	0.75	1.00	1.00	9	5	6	6	12	-0.03	0.00	1.00	1.00	0.41	0.10	1.10	0.13	0.15	0.35	No Licúa CF>35%
2.0	5	40	9	38	18	1.70	1.00	0.75	1.00	1.00	9	5	6	6	12	-0.08	0.01	0.99	1.00	0.41	0.10	1.10	0.13	0.15	0.36	No Licúa CF>35%
3.0	9	40	9	57	27	1.70	1.00	0.75	1.00	1.00	15	9	11	6	17	-0.13	0.02	0.98	1.00	0.40	0.12	1.10	0.17	0.19	0.47	No Licúa CF>35%
4.0	13	40	9	76	36	1.67	1.00	0.80	1.00	1.00	22	13	17	6	23	-0.20	0.02	0.97	1.00	0.40	0.15	1.10	0.25	0.27	0.69	No Licúa CF>35%
5.0	18	79	6	95	45	1.50	1.00	0.85	1.00	1.00	27	18	23	6	28	-0.27	0.03	0.96	1.00	0.40	0.19	1.10	0.40	0.44	1.12	No Licúa CF>35%
6.0	11	79	6	114	54	1.37	1.00	0.85	1.00	1.00	15	11	13	6	18	-0.34	0.04	0.95	1.00	0.39	0.13	1.08	0.19	0.20	0.52	No Licúa CF>35%
7.0	13	79	6	133	63	1.27	1.00	0.95	1.00	1.00	16	13	16	6	21	-0.42	0.05	0.94	1.00	0.39	0.14	1.07	0.22	0.24	0.61	No Licúa CF>35%
8.0	17	79	6	152	72	1.18	1.00	0.95	1.00	1.00	20	17	19	6	25	-0.50	0.06	0.92	1.00	0.38	0.16	1.05	0.28	0.30	0.78	No Licúa CF>35%
9.0	19	80	5	171	81	1.12	1.00	0.95	1.00	1.00	21	19	20	6	26	-0.59	0.07	0.91	1.00	0.37	0.17	1.04	0.31	0.32	0.85	No Licúa CF>35%
10.0	13	80	5	190	90	1.06	1.00	0.95	1.00	1.00	14	13	13	6	19	-0.68	0.08	0.90	1.00	0.37	0.13	1.01	0.19	0.19	0.52	No Licúa CF>35%
11.0	100	80	5	209	99	1.01	1.00	1.00	1.00	1.00	80	100	101	6	100	-0.77	0.09	0.88	1.00	0.36	0.15	1.00	2.00	1.00	2.00	No Licúa CF>35%
12.0	100	80	5	228	108	0.97	1.00	1.00	1.00	1.00	80	100	97	6	100	-0.87	0.10	0.87	1.00	0.36	0.15	0.99	2.00	1.00	2.00	No Licúa CF>35%
13.0	100	15	0	247	117	0.93	1.00	1.00	1.00	1.00	80	100	93	3	96	-0.96	0.11	0.85	1.00	0.35	0.16	0.98	2.00	1.00	2.00	No Licuable, Fs>1.0
14.0	100	15	0	266	126	0.90	1.00	1.00	1.00	1.00	80	100	90	3	93	-1.06	0.12	0.84	1.00	0.34	0.18	0.96	2.00	1.00	2.00	No Licuable, Fs>1.0
15.0	100	15	0	285	135	0.86	1.00	1.00	1.00	1.00	80	100	86	3	90	-1.16	0.13	0.82	1.00	0.34	0.19	0.94	2.00	1.00	2.00	No Licuable, Fs>1.0
16.0	100	29	0	304	144	0.84	1.00	1.00	1.00	1.00	80	100	84	5	89	-1.25	0.14	0.81	1.00	0.33	0.19	0.93	2.00	1.00	2.00	No Licuable, Fs>1.0
17.0	100	29	0	323	153	0.81	1.00	1.00	1.00	1.00	80	100	81	5	87	-1.34	0.15	0.79	1.00	0.33	0.21	0.91	2.00	1.00	2.00	No Licuable, Fs>1.0
18.0	100	29	0	342	162	0.79	1.00	1.00	1.00	1.00	80	100	79	5	84	-1.43	0.16	0.78	1.00	0.32	0.22	0.90	2.00	1.00	2.00	No Licuable, Fs>1.0
19.0	100	40	0	361	171	0.77	1.00	1.00	1.00	1.00	80	100	77	6	82	-1.52	0.17	0.76	1.00	0.31	0.24	0.88	2.00	1.00	2.00	No Licúa CF>35%
20.0	100	40	0	380	180	0.75	2.00	1.00	1.00	1.00	80	200	150	6	100	-1.61	0.18	0.75	1.00	0.31	0.15	0.91	2.00	1.00	2.00	No Licúa CF>35%

Tabla 2.83 Estudio de licuación de suelos para sondaje SM-5.

Prof (m)	Nº golpes	(%) Finos	IP	σ_{vc} (Kpa)	σ'_{vc} (Kpa)	CN	CE	CR	CB	CS	N1	(N)60	(N1)60	$\Delta(N1)60$	(N1)60-CS	a	b	rd	MSF	CSR	C_σ	K_σ	CRR7,5	CRR	FS	Posibilidad Licuacion final
0.5	15	31	0	8.55	4.05	1.70	1.00	0.75	1.00	1.00	26	15	19	5	25	0.00	0.00	1.00	1.00	0.41	0.16	1.10	0.28	0.31	0.74	Licuable, Fs<1.0
1.0	30	31	0	19	9	1.70	1.00	0.75	1.00	1.00	51	30	38	5	44	-0.03	0.00	1.00	1.00	0.41	0.30	1.10	2.00	1.00	2.00	No Licuable, Fs>1.0
2.0	2	31	0	38	18	1.70	1.00	0.75	1.00	1.00	3	2	3	5	8	-0.08	0.01	0.99	1.00	0.41	0.09	1.10	0.10	0.11	0.28	Licuable, Fs<1.0
3.0	7	31	0	57	27	1.70	1.00	0.75	1.00	1.00	12	7	9	5	14	-0.13	0.02	0.98	1.00	0.40	0.11	1.10	0.15	0.17	0.41	Licuable, Fs<1.0
4.0	77	31	0	76	36	1.67	1.00	0.80	1.00	1.00	100	77	103	5	100	-0.20	0.02	0.97	1.00	0.40	0.15	1.10	2.00	1.00	2.00	No Licuable, Fs>1.0
5.0	20	31	0	95	45	1.50	1.00	0.85	1.00	1.00	30	20	25	5	31	-0.27	0.03	0.96	1.00	0.40	0.21	1.10	0.54	0.60	1.52	No Licuable, Fs>1.0
6.0	32	86	15	114	54	1.37	1.00	0.85	1.00	1.00	44	32	37	6	43	-0.34	0.04	0.95	1.00	0.39	0.30	1.10	2.00	1.00	2.00	No Licúa CF>35%
7.0	100	2	0	133	63	1.27	1.00	0.95	1.00	1.00	80	100	120	0	100	-0.42	0.05	0.94	1.00	0.39	0.15	1.07	2.00	1.00	2.00	No Licuable, Fs>1.0
8.0	100	2	0	152	72	1.18	1.00	0.95	1.00	1.00	80	100	113	0	100	-0.50	0.06	0.92	1.00	0.38	0.15	1.05	2.00	1.00	2.00	No Licuable, Fs>1.0
9.0	100	5	0	171	81	1.12	1.00	0.95	1.00	1.00	80	100	106	0	100	-0.59	0.07	0.91	1.00	0.37	0.15	1.03	2.00	1.00	2.00	No Licuable, Fs>1.0
10.0	100	10	0	190	90	1.06	1.00	0.95	1.00	1.00	80	100	101	1	100	-0.68	0.08	0.90	1.00	0.37	0.15	1.02	2.00	1.00	2.00	No Licuable, Fs>1.0
11.0	28	10	0	209	99	1.01	1.00	1.00	1.00	1.00	28	28	28	1	29	-0.77	0.09	0.88	1.00	0.36	0.20	1.00	0.45	0.45	1.25	No Licuable, Fs>1.0
12.0	25	10	0	228	108	0.97	1.00	1.00	1.00	1.00	24	25	24	1	25	-0.87	0.10	0.87	1.00	0.36	0.16	0.99	0.30	0.29	0.83	Licuable, Fs<1.0
13.0	100	10	0	247	117	0.93	1.00	1.00	1.00	1.00	80	100	93	1	94	-0.96	0.11	0.85	1.00	0.35	0.17	0.97	2.00	1.00	2.00	No Licuable, Fs>1.0
14.0	100	11	0	266	126	0.90	1.00	1.00	1.00	1.00	80	100	90	2	91	-1.06	0.12	0.84	1.00	0.34	0.18	0.96	2.00	1.00	2.00	No Licuable, Fs>1.0
15.0	83	11	0	285	135	0.86	1.00	1.00	1.00	1.00	80	83	72	2	73	-1.16	0.13	0.82	1.00	0.34	0.30	0.91	2.00	1.00	2.00	No Licuable, Fs>1.0
16.0	100	11	0	304	144	0.84	1.00	1.00	1.00	1.00	80	100	84	2	85	-1.25	0.14	0.81	1.00	0.33	0.21	0.92	2.00	1.00	2.00	No Licuable, Fs>1.0
17.0	100	10	0	323	153	0.81	1.00	1.00	1.00	1.00	80	100	81	1	82	-1.34	0.15	0.79	1.00	0.33	0.24	0.90	2.00	1.00	2.00	No Licuable, Fs>1.0
18.0	100	10	0	342	162	0.79	1.00	1.00	1.00	1.00	80	100	79	1	80	-1.43	0.16	0.78	1.00	0.32	0.25	0.88	2.00	1.00	2.00	No Licuable, Fs>1.0
19.0	100	10	0	361	171	0.77	1.00	1.00	1.00	1.00	80	100	77	1	78	-1.52	0.17	0.76	1.00	0.31	0.28	0.85	2.00	1.00	2.00	No Licuable, Fs>1.0
20.0	100	5	0	380	180	0.75	2.00	1.00	1.00	1.00	80	200	150	0	100	-1.61	0.18	0.75	1.00	0.31	0.15	0.91	2.00	1.00	2.00	No Licuable, Hi>20m

Tabla 2.84 Estudio de licuación de suelos para sondaje SM-6.

Prof (m)	Nº golpes	(%) Finos	IP	σ_{vc} (Kpa)	σ'_{vc} (Kpa)	CN	CE	CR	CB	CS	N1	(N)60	(N1)60	$\Delta(N1)60$	(N1)60-CS	a	b	rd	MSF	CSR	C_σ	K_σ	CRR7,5	CRR	FS	Posibilidad Licuacion final
0.5	30	75	0	8.55	4.05	1.70	1.00	0.75	1.00	1.00	51	30	38	6	44	0.00	0.00	1.00	1.00	0.41	0.30	1.10	2.00	1.00	2.00	No Licúa CF>35%
1.0	38	75	0	19	9	1.70	1.00	0.75	1.00	1.00	65	38	48	6	54	-0.03	0.00	1.00	1.00	0.41	0.30	1.10	2.00	1.00	2.00	No Licúa CF>35%
2.0	38	75	0	38	18	1.70	1.00	0.75	1.00	1.00	65	38	48	6	54	-0.08	0.01	0.99	1.00	0.41	0.30	1.10	2.00	1.00	2.00	No Licúa CF>35%
3.0	49	75	0	57	27	1.70	1.00	0.75	1.00	1.00	83	49	62	6	68	-0.13	0.02	0.98	1.00	0.40	0.30	1.10	2.00	1.00	2.00	No Licúa CF>35%
4.0	63	75	0	76	36	1.67	1.00	0.80	1.00	1.00	100	63	84	6	90	-0.20	0.02	0.97	1.00	0.40	0.19	1.10	2.00	1.00	2.00	No Licúa CF>35%
5.0	63	75	0	95	45	1.50	1.00	0.85	1.00	1.00	94	63	80	6	86	-0.27	0.03	0.96	1.00	0.40	0.21	1.10	2.00	1.00	2.00	No Licúa CF>35%
6.0	100	75	0	114	54	1.37	1.00	0.85	1.00	1.00	80	100	116	6	100	-0.34	0.04	0.95	1.00	0.39	0.15	1.09	2.00	1.00	2.00	No Licúa CF>35%
7.0	100	5	0	133	63	1.27	1.00	0.95	1.00	1.00	80	100	120	0	100	-0.42	0.05	0.94	1.00	0.39	0.15	1.07	2.00	1.00	2.00	No Licuable, Fs>1.0
8.0	45	5	0	152	72	1.18	1.00	0.95	1.00	1.00	53	45	51	0	51	-0.50	0.06	0.92	1.00	0.38	0.30	1.10	2.00	1.00	2.00	No Licuable, Fs>1.0
9.0	100	5	0	171	81	1.12	1.00	0.95	1.00	1.00	80	100	106	0	100	-0.59	0.07	0.91	1.00	0.37	0.15	1.03	2.00	1.00	2.00	No Licuable, Fs>1.0
10.0	100	49	0	190	90	1.06	1.00	0.95	1.00	1.00	80	100	101	6	100	-0.68	0.08	0.90	1.00	0.37	0.15	1.02	2.00	1.00	2.00	No Licúa CF>35%
11.0	100	49	0	209	99	1.01	1.00	1.00	1.00	1.00	80	100	101	6	100	-0.77	0.09	0.88	1.00	0.36	0.15	1.00	2.00	1.00	2.00	No Licúa CF>35%
12.0	100	49	0	228	108	0.97	1.00	1.00	1.00	1.00	80	100	97	6	100	-0.87	0.10	0.87	1.00	0.36	0.15	0.99	2.00	1.00	2.00	No Licúa CF>35%
13.0	100	49	0	247	117	0.93	1.00	1.00	1.00	1.00	80	100	93	6	99	-0.96	0.11	0.85	1.00	0.35	0.16	0.98	2.00	1.00	2.00	No Licúa CF>35%
14.0	100	7	0	266	126	0.90	1.00	1.00	1.00	1.00	80	100	90	0	90	-1.06	0.12	0.84	1.00	0.34	0.19	0.96	2.00	1.00	2.00	No Licuable, Fs>1.0
15.0	47	7	0	285	135	0.86	1.00	1.00	1.00	1.00	41	47	41	0	41	-1.16	0.13	0.82	1.00	0.34	0.30	0.91	2.00	1.00	2.00	No Licuable, Fs>1.0
16.0	36	85	7	304	144	0.84	1.00	1.00	1.00	1.00	30	36	30	6	36	-1.25	0.14	0.81	1.00	0.33	0.27	0.90	1.28	1.00	2.00	No Licúa CF>35%
17.0	100	85	7	323	153	0.81	1.00	1.00	1.00	1.00	80	100	81	6	87	-1.34	0.15	0.79	1.00	0.33	0.21	0.91	2.00	1.00	2.00	No Licúa CF>35%
18.0	50	85	7	342	162	0.79	1.00	1.00	1.00	1.00	39	50	39	6	45	-1.43	0.16	0.78	1.00	0.32	0.30	0.86	2.00	1.00	2.00	No Licúa CF>35%
19.0	74	59	7	361	171	0.77	1.00	1.00	1.00	1.00	57	74	57	6	62	-1.52	0.17	0.76	1.00	0.31	0.30	0.84	2.00	1.00	2.00	No Licúa CF>35%
20.0	63	59	7	380	180	0.75	2.00	1.00	1.00	1.00	47	126	94	6	100	-1.61	0.18	0.75	1.00	0.31	0.15	0.91	2.00	1.00	2.00	No Licúa CF>35%

Tabla 2.85 Estudio de licuación de suelos para sondaje SM-7.

Prof (m)	Nº golpes	(%) Finos	IP	σ_{vc} (Kpa)	σ'_{vc} (Kpa)	CN	CE	CR	CB	CS	N1	(N)60	(N1)60	$\Delta(N1)60$	(N1)60-CS	a	b	rd	MSF	CSR	C_σ	K_σ	CRR7,5	CRR	FS	Posibilidad Licuacion final
0.5	28	87	15	8.55	4.05	1.70	1.00	0.75	1.00	1.00	48	28	36	6	41	0.00	0.00	1.00	1.00	0.41	0.30	1.10	2.00	1.00	2.00	No Licúa CF>35%
1.0	35	87	15	19	9	1.70	1.00	0.75	1.00	1.00	60	35	45	6	50	-0.03	0.00	1.00	1.00	0.41	0.30	1.10	2.00	1.00	2.00	No Licúa CF>35%
2.0	100	87	15	38	18	1.70	1.00	0.75	1.00	1.00	80	100	128	6	100	-0.08	0.01	0.99	1.00	0.41	0.15	1.10	2.00	1.00	2.00	No Licúa CF>35%
3.0	79	87	15	57	27	1.70	1.00	0.75	1.00	1.00	100	79	101	6	100	-0.13	0.02	0.98	1.00	0.40	0.15	1.10	2.00	1.00	2.00	No Licúa CF>35%
4.0	57	8	0	76	36	1.67	1.00	0.80	1.00	1.00	95	57	76	0	77	-0.20	0.02	0.97	1.00	0.40	0.29	1.10	2.00	1.00	2.00	No Licuable, Fs>1.0
5.0	43	12	0	95	45	1.50	1.00	0.85	1.00	1.00	64	43	55	2	57	-0.27	0.03	0.96	1.00	0.40	0.30	1.10	2.00	1.00	2.00	No Licuable, Fs>1.0
6.0	50	12	0	114	54	1.37	1.00	0.85	1.00	1.00	68	50	58	2	60	-0.34	0.04	0.95	1.00	0.39	0.30	1.10	2.00	1.00	2.00	No Licuable, Fs>1.0
7.0	61	12	0	133	63	1.27	1.00	0.95	1.00	1.00	77	61	73	2	75	-0.42	0.05	0.94	1.00	0.39	0.30	1.10	2.00	1.00	2.00	No Licuable, Fs>1.0
8.0	27	76	6	152	72	1.18	1.00	0.95	1.00	1.00	32	27	30	6	36	-0.50	0.06	0.92	1.00	0.38	0.28	1.09	1.36	1.00	2.00	No Licúa CF>35%
9.0	17	91	7	171	81	1.12	1.00	0.95	1.00	1.00	19	17	18	6	24	-0.59	0.07	0.91	1.00	0.37	0.15	1.03	0.26	0.27	0.72	No Licúa CF>35%
10.0	26	91	7	190	90	1.06	1.00	0.95	1.00	1.00	28	26	26	6	32	-0.68	0.08	0.90	1.00	0.37	0.22	1.03	0.61	0.63	1.70	No Licúa CF>35%
11.0	100	91	7	209	99	1.01	1.00	1.00	1.00	1.00	80	100	101	6	100	-0.77	0.09	0.88	1.00	0.36	0.15	1.00	2.00	1.00	2.00	No Licúa CF>35%
12.0	100	14	9	228	108	0.97	1.00	1.00	1.00	1.00	80	100	97	3	100	-0.87	0.10	0.87	1.00	0.36	0.15	0.99	2.00	1.00	2.00	No Licuable, Fs>1.0
13.0	100	14	9	247	117	0.93	1.00	1.00	1.00	1.00	80	100	93	3	96	-0.96	0.11	0.85	1.00	0.35	0.16	0.98	2.00	1.00	2.00	No Licuable, Fs>1.0
14.0	40	14	9	266	126	0.90	1.00	1.00	1.00	1.00	36	40	36	3	39	-1.06	0.12	0.84	1.00	0.34	0.30	0.93	2.00	1.00	2.00	No Licuable, Fs>1.0
15.0	56	14	9	285	135	0.86	1.00	1.00	1.00	1.00	48	56	48	3	51	-1.16	0.13	0.82	1.00	0.34	0.30	0.91	2.00	1.00	2.00	No Licuable, Fs>1.0
16.0	27	90	4	304	144	0.84	1.00	1.00	1.00	1.00	23	27	23	6	28	-1.25	0.14	0.81	1.00	0.33	0.19	0.93	0.39	0.36	1.09	No Licúa CF>35%
17.0	49	90	4	323	153	0.81	1.00	1.00	1.00	1.00	40	49	40	6	45	-1.34	0.15	0.79	1.00	0.33	0.30	0.88	2.00	1.00	2.00	No Licúa CF>35%
18.0	35	90	4	342	162	0.79	1.00	1.00	1.00	1.00	28	35	28	6	33	-1.43	0.16	0.78	1.00	0.32	0.24	0.89	0.78	0.69	2.00	No Licúa CF>35%
19.0	77	90	4	361	171	0.77	1.00	1.00	1.00	1.00	59	77	59	6	65	-1.52	0.17	0.76	1.00	0.31	0.30	0.84	2.00	1.00	2.00	No Licúa CF>35%
20.0	80	10	0	380	180	0.75	2.00	1.00	1.00	1.00	80	160	120	1	100	-1.61	0.18	0.75	1.00	0.31	0.15	0.91	2.00	1.00	2.00	No Licuable, Hi>20m

Tabla 2.86 Estudio de licuación de suelos para sondaje SM-8.

Prof (m)	Nº golpes	(%) Finos	IP	σ_{vc} (Kpa)	σ'_{vc} (Kpa)	CN	CE	CR	CB	CS	N1	(N)60	(N1)60	$\Delta(N1)60$	(N1)60-CS	a	b	rd	MSF	CSR	C_σ	K_σ	CRR7,5	CRR	FS	Posibilidad Licuacion final
0.5	14	8	0	8.55	4.05	1.70	1.00	0.75	1.00	1.00	24	14	18	0	18	0.00	0.00	1.00	1.00	0.41	0.12	1.10	0.19	0.20	0.50	Licuable, Fs<1.0
1.0	27	8	0	19	9	1.70	1.00	0.75	1.00	1.00	46	27	34	0	35	-0.03	0.00	1.00	1.00	0.41	0.26	1.10	1.06	1.00	2.00	No Licuable, Fs>1.0
2.0	49	8	0	38	18	1.70	1.00	0.75	1.00	1.00	83	49	62	0	63	-0.08	0.01	0.99	1.00	0.41	0.30	1.10	2.00	1.00	2.00	No Licuable, Fs>1.0
3.0	86	8	0	57	27	1.70	1.00	0.75	1.00	1.00	80	86	110	0	100	-0.13	0.02	0.98	1.00	0.40	0.15	1.10	2.00	1.00	2.00	No Licuable, Fs>1.0
4.0	54	8	0	76	36	1.67	1.00	0.80	1.00	1.00	90	54	72	0	73	-0.20	0.02	0.97	1.00	0.40	0.30	1.10	2.00	1.00	2.00	No Licuable, Fs>1.0
5.0	56	8	0	95	45	1.50	1.00	0.85	1.00	1.00	84	56	71	0	72	-0.27	0.03	0.96	1.00	0.40	0.30	1.10	2.00	1.00	2.00	No Licuable, Fs>1.0
6.0	37	8	0	114	54	1.37	1.00	0.85	1.00	1.00	51	37	43	0	43	-0.34	0.04	0.95	1.00	0.39	0.30	1.10	2.00	1.00	2.00	No Licuable, Fs>1.0
7.0	51	8	0	133	63	1.27	1.00	0.95	1.00	1.00	65	51	61	0	62	-0.42	0.05	0.94	1.00	0.39	0.30	1.10	2.00	1.00	2.00	No Licuable, Fs>1.0
8.0	58	29	0	152	72	1.18	1.00	0.95	1.00	1.00	69	58	65	5	71	-0.50	0.06	0.92	1.00	0.38	0.30	1.10	2.00	1.00	2.00	No Licuable, Fs>1.0
9.0	20	29	0	171	81	1.12	1.00	0.95	1.00	1.00	22	20	21	5	27	-0.59	0.07	0.91	1.00	0.37	0.17	1.04	0.33	0.34	0.92	Licuable, Fs<1.0
10.0	61	29	0	190	90	1.06	1.00	0.95	1.00	1.00	65	61	61	5	67	-0.68	0.08	0.90	1.00	0.37	0.30	1.03	2.00	1.00	2.00	No Licuable, Fs>1.0
11.0	60	29	0	209	99	1.01	1.00	1.00	1.00	1.00	61	60	61	5	66	-0.77	0.09	0.88	1.00	0.36	0.30	1.01	2.00	1.00	2.00	No Licuable, Fs>1.0
12.0	42	23	0	228	108	0.97	1.00	1.00	1.00	1.00	41	42	41	5	46	-0.87	0.10	0.87	1.00	0.36	0.30	0.98	2.00	1.00	2.00	No Licuable, Fs>1.0
13.0	100	23	0	247	117	0.93	1.00	1.00	1.00	1.00	80	100	93	5	98	-0.96	0.11	0.85	1.00	0.35	0.16	0.98	2.00	1.00	2.00	No Licuable, Fs>1.0
14.0	100	16	0	266	126	0.90	1.00	1.00	1.00	1.00	80	100	90	4	93	-1.06	0.12	0.84	1.00	0.34	0.18	0.96	2.00	1.00	2.00	No Licuable, Fs>1.0
15.0	32	90	7	285	135	0.86	1.00	1.00	1.00	1.00	28	32	28	6	33	-1.16	0.13	0.82	1.00	0.34	0.24	0.93	0.78	0.73	2.00	No Licúa CF>35%
16.0	24	90	7	304	144	0.84	1.00	1.00	1.00	1.00	20	24	20	6	26	-1.25	0.14	0.81	1.00	0.33	0.17	0.94	0.31	0.29	0.86	No Licúa CF>35%
17.0	24	96	7	323	153	0.81	1.00	1.00	1.00	1.00	19	24	19	5	25	-1.34	0.15	0.79	1.00	0.33	0.16	0.93	0.29	0.27	0.83	No Licúa CF>35%
18.0	65	33	0	342	162	0.79	1.00	1.00	1.00	1.00	51	65	51	5	57	-1.43	0.16	0.78	1.00	0.32	0.30	0.86	2.00	1.00	2.00	No Licuable, Fs>1.0
19.0	75	33	0	361	171	0.77	1.00	1.00	1.00	1.00	58	75	58	5	63	-1.52	0.17	0.76	1.00	0.31	0.30	0.84	2.00	1.00	2.00	No Licuable, Fs>1.0
20.0	81	29	0	380	180	0.75	2.00	1.00	1.00	1.00	80	162	121	5	100	-1.61	0.18	0.75	1.00	0.31	0.15	0.91	2.00	1.00	2.00	No Licuable, Hi>20m

