

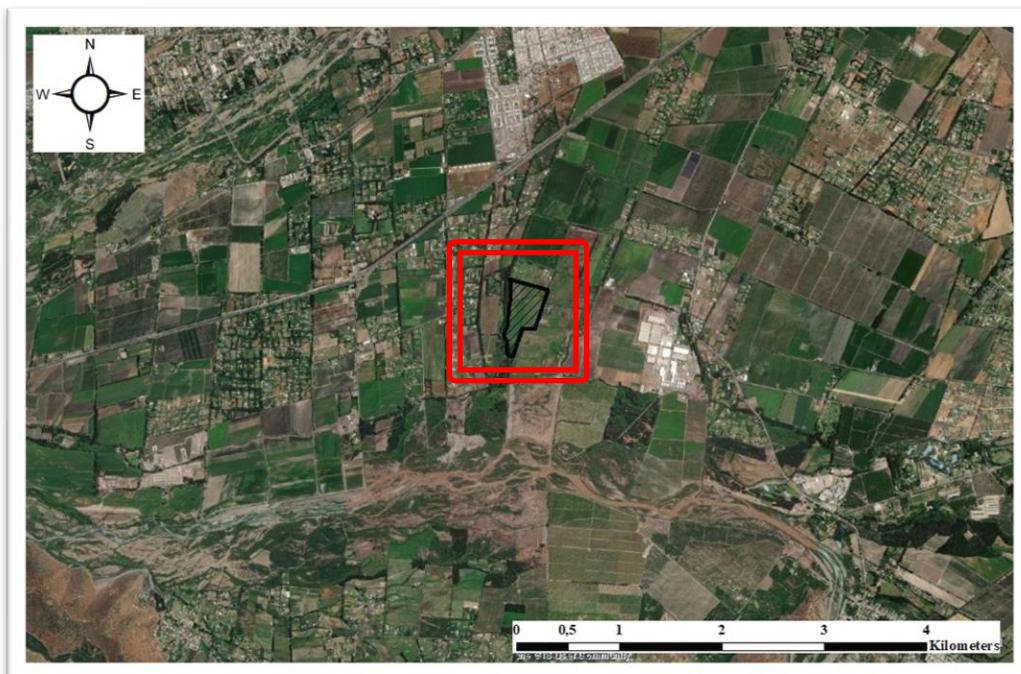


INFORME TÉCNICO

ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS

PARQUE FOTOVOLTAICO PATRICIA

TALAGANTE, REGIÓN METROPOLITANA.



Noviembre 2021

CONTROL DOCUMENTAL

TITULO DEL TRABAJO: **INFORME TÉCNICO, MECANICA DE SUELOS PROYECTO SOLAR PATRICIA, REGIÓN METROPOLITANA.**

TITULO DEL DOCUMENTO: **INFORME TÉCNICO**

Nº Trabajo Ubicación Tipo Estudio Versión

EXPEDIENTE:	348	TALG	INF	MS	00
-------------	------------	-------------	------------	-----------	-----------

Peticionario: **VERANO CAPITAL HOLDING SPA**

Fecha De Edición: **16 de noviembre de 2021**

Sustituye documento de código:

Sustituido por:

Motivo de la sustitución:

	Nombre	Firma	Fecha
Realizado por:	Diego Lozano Sánchez		16-11-2021
Verificado por:	Fabián Santín Lizama		16-11-2021

ÍNDICE

1	INTRODUCCIÓN	9
1.1	DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROYECTO	9
1.2	OBJETO Y ALCANCE	10
1.3	MARCO NORMATIVO.....	11
2	MARCO GENERAL	12
2.1	ANTECEDENTES	12
2.2	UBICACIÓN Y ACCESOS.....	13
2.3	GEOLOGÍA REGIONAL.....	14
2.4	GEOLOGÍA LOCAL.....	16
3	MARCO CLIMÁTICO E HIDROGEOLÓGICO.....	17
3.1	CLIMA.....	17
3.2	HIDROLOGÍA	18
3.3	HIDROGEOLOGÍA	19
4	GEOMORFOLOGIA.....	20
5	CAMPAÑA DE RECONOCIMIENTO DEL TERRENO	23
5.1	CALICATAS	23
5.2	ENSAJOS DE PENETRACIÓN DINÁMICA DPSH.....	24
5.3	SONDEOS ELÉCTRICOS VERTICALES.....	25
5.4	ENSAJOS DE MEDICIÓN DE ONDAS SUPERFICIALES	26
5.5	MEDICIÓN DE RESISTIVIDAD TÉRMICA.....	27
5.6	ENSAJOS DE INFILTRACIÓN PORCHET	28
5.7	ENSAJOS DE LABORATORIO	29
6	ANÁLISIS Y RESULTADOS DE LOS TRABAJOS REALIZADOS.....	30
6.1	PERFIL ESTRATIGRÁFICO DE LAS CALICATAS	30



6.1.1	NIVEL FREÁTICO	31
6.2	RESULTADOS DE LOS ENSAYOS DE PENETRACION DINÁMICA DPSH.....	32
6.2.1	CORRELACIÓN ENTRE EL ENSAYO DPSH Y PARAMETROS RESISTENTES DEL SUELO	
	35	
6.3	RESULTADOS DE LOS SONDEOS ELÉCTRICOS VERTICALES	38
6.4	RESULTADOS DE LOS ENSAYOS DE MEDICIÓN DE ONDAS SUPERFICIALES	42
6.5	RESULTADOS DE MEDICIÓN DE RESISTIVIDAD TÉRMICA.....	45
6.6	RESULTADO DE LOS ENSAYOS DE INFILTRACIÓN PORCHET	46
7	ANALISIS Y RESULTADO DE LOS ENSAYOS DE LABORATORIO	47
7.1	ENSAyOS DE IDENTIFICACIÓN Y CLASIFICACIÓN	47
7.2	ENSAyOS DE CARACTERIZACIÓN QUÍMICA EN SUELOS	48
7.2.1	DETERMINACION DEL CONTENIDO DE SULFATO SOLUBLE EN AGUA	48
7.2.2	DETERMINACION DE CLORUROS SOLUBLE EN AGUA	48
7.2.3	DETERMINACION DE SALES SOLUBLES TOTALES	48
7.3	ENSAyOS DE COMPACTACIÓN.....	49
7.4	ENSAyOS DE RESISTENCIA	50
7.5	ENSAyOS DE EXPANSIBILIDAD Y COLAPSO.....	51
7.5.1	POTENCIAL DE EXPANSIBILIDAD	51
7.5.2	POTENCIAL DE COLAPSO	51
8	RIESGOS GEOLÓGICOS	53
8.1	RIESGO SÍSMICO	53
8.2	RIESGO DE LICUEFACCIÓN.....	55
8.2.1	CONDICIONES LICUACIÓN SUELOS.....	55
8.3	RIESGOS VOLCÁNICOS	57
9	CARACTERÍSTICAS GEOTÉCNICAS DEL TERRENO.....	58



9.1	UNIDADES GEOTÉCNICAS UG.....	58
10	DISEÑO DE FUNDACIONES	62
10.1	AGRUPACIÓN Y PARAMETRIZACIÓN. TIPOS DE SUELOS SEGÚN TTG-A.0.10 MOD.1	62
11	PARÁMETROS GEOTÉCNICOS DE CÁLCULO.....	64
12	RECOMENDACIONES GEOTÉCNICAS	66
12.1	PROFUNDIDAD DEL SELLO DE FUNDACIÓN	66
12.2	TIPOS DE FUNDACION RECOMENDADA.....	67
12.2.1	FUNDACIÓN DIRECTA PARA CENTROS DE TRANSFORMACIÓN.....	68
12.3	PRESIÓN ADMISIBLE POR HUNDIMIENTO	69
12.4	PRESIÓN ADMISIBLE POR LIMITACIÓN DE ASIENTOS	71
12.5	TENSIONES DE CONTACTO ADMISIBLE	72
12.6	FUNDACIÓN PROFUNDA PARA HELIOSTATOS DEL FOTOVOLTAICO	73
12.7	COEFICIENTE DE BALASTO	75
12.8	LEYES DE EMPUJE PENDIENTE DEL ÁNGULO DE FRICCIÓN	77
13	CONDICIONES DE EXCAVABILIDAD	79
13.1	ESCARPES Y EXCAVACIÓN.....	80
13.2	ESTABILIDAD DE LOS TALUDES DE EXCAVACIÓN	80
13.3	RECOMENDACIONES PARA TALUDES DE EXCAVACIÓN DE PLATAFORMAS Y ZANJAS .	80
13.4	RECOMENDACIONES PARA TALUDES DE EXCAVACIONES DE FUNDACIONES	80
13.5	RECOMENDACIONES PARA TALUDES DE RELLENOS ESTRUCTURADOS	81
13.6	RELLENOS PARA RADIERES Y PAVIMENTOS	81
13.7	AGRESIVIDAD DEL TERRENO AL HORMIGÓN	83
13.7.1	RECUBRIMIENTO DE ARMADURA EN LAS FUNDACIONES	84
13.8	CEMENTO A EMPLEAR EN EL HORMIGÓN DE LAS FUNDACIONES	85



13.9 RELACIÓN AGUA CEMENTO A EMPLEAR EN EL HORMIGÓN DE LAS FUNDACIONES	88
13.10 POTENCIAL DE CORROSIÓN DEL TERRENO FRENTE A ESTRUCTURAS METÁLICAS	89
14 CONCLUSIONES.....	92
ANEXOS.....	95
ANEXO 1: REGISTRO FOTOGRÁFICO DE TERRENO	96
ANEXO 2: UBICACIÓN DE LOS ENSAYOS REALIZADOS.....	97
ANEXO 3: ACTAS DE CALICATAS	98
ANEXO 4: ACTAS DE ENSAYOS DE PENETRACION DINAMICA DPSH.....	99
ANEXO 5: ACTAS DE LOS ENSAYOS DE MEDICIÓN DE RESISTIVIDAD ELÉCTRICA	100
ANEXO 6: ACTAS DE LOS ENSAYOS DE MEDICIÓN DE ONDAS SUPERFICIALES	101
ANEXO 7: ACTAS DE LOS ENSAYOS DE MEDICIÓN DE RESISTIVIDAD TÉRMICA	102
ANEXO 8: ACTAS DE LOS ENSAYOS DE INFILTRACIÓN.....	103
ANEXO 9: ACTAS DE LOS ENSAYOS DE LABORATORIO	104
ANEXO 10: ACTAS DE CÁLCULOS Y CORRELACIONES DE ENSAYOS DPSH	105
ANEXO 11: ANÁLISIS SÍSMICO DE LA ZONA DE ESTUDIO.....	106
ANEXO 12: NIVELES ESTÁTICOS EN POZOS	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
ANEXO 13: ACTAS DE CALIBRACIÓN DE EQUIPOS	115



ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 3.1.1. Temperatura local (fuente: climate.org).....	17
Tabla 3.3.1. Análisis de riesgos geológicos	22
Tabla 5.1.1. Ubicación de las calicatas y profundidad alcanzada	23
Tabla 5.2.1. Ubicación de los ensayos de penetración dinámica (DPSH) y profundidad alcanzada.	24
Tabla 5.3.1. Ubicación de los sondeos eléctricos verticales.	25
Tabla 5.4.1. Ubicación de los ensayos de medición de ondas superficiales.	26
Tabla 5.5.1. Ubicación de los ensayos de resistividad térmica.	27
Tabla 5.6.1. Ubicación y profundidad de los ensayos de permeabilidad.	28
Tabla 5.7.1. Ensayos de laboratorio realizados.....	29
Tabla 6.1.1. Resumen de los resultados obtenidos en las calicatas.....	30
Tabla 6.1.2. Ubicación y profundidad del nivel freático detectado.	31
Tabla 6.2.1. Resumen de resultados obtenido en los ensayos de penetración dinámica DPSH.....	32
Tabla 6.2.2. Correlación de valores Ndpsh y Nspt con la compacidad y consistencia de los suelos según (A.G.I).34	
Tabla 6.2.3. Correlaciones de los parámetros geotécnicos a partir de los valores Nspt procedentes de los ensayos DPSH.	37
Tabla 6.3.1. Valores de resistividades aparentes.	38
Tabla 6.3.2. Interpretación de las resistividades aparentes.	39
Tabla 6.4.1. Espesores y valores de Vs medidos en los ensayos de prospección sísmica.	42
Tabla 6.4.2. Interpretación de los resultados obtenidos en el ensayo MASW-01.....	43
Tabla 6.4.3. Interpretación de los resultados obtenidos en el ensayo MASW-02.....	43
Tabla 6.4.4. Tipos de suelos en función de su Vs (DS 61).	44
Tabla 6.5.1. Valores de resistividades térmicas medios.....	45
Tabla 6.6.1. Ensayo de permeabilidad realizado y resultados obtenidos.....	46
Tabla 6.6.2. Clasificación de permeabilidad de Terzaghi & Peck (1996).	46



Tabla 7.1.1. Resumen ensayos de identificación y clasificación de suelos.	47
Tabla 7.2.1. Ensayos químicos en muestras de suelo.	48
Tabla 7.3.1. Ensayos de compactación.	49
Tabla 7.5.1. Grados de expansividad y valores medios de parámetros geotécnicos. González Vallejo et al. (2002).	51
Tabla 7.5.2. Clasifican a los suelos colapsables o desmoronables según Uriel y Serrano (1973,1974)	52
Tabla 8.1.1. Zona sísmica y sus valores de aceleración efectiva y máxima asociados.	53
Tabla 8.1.2. Parámetros sísmicos de la parcela NCh 2369 Of.2003.	53
Tabla 8.1.3. Parámetros sísmicos de la parcela NCh 433 Of.96, modificada por el DS61	53
Tabla 9.1.1. Características y parámetros de la Unidad Geotécnica 01 (UG1)	58
Tabla 9.1.2. Características y parámetros de la Unidad Geotécnica 02 (UG2)	59
Tabla 9.1.3. Parámetros geotécnicos	61
Tabla 10.1.1. Tipos de suelos según TTG-A.0.10 MOD.1	62
Tabla 10.1.2. Parámetros comúnmente utilizados en el diseño de fundaciones	63
Tabla 10.1.3. Clasificación de tipo de suelo según Transelec ETG-A.0.10 mod.1	63
Tabla 10.1.1. Coeficiente de Poisson para diferentes tipos de suelos	64
Tabla 10.1.2. Correlaciones propuestas para cálculo de Modulo de deformación	65
Tabla 10.1.3. Valores orientativos de N_{sp} , resistencia a compresión simple y módulo de Young en suelos	65
Tabla 10.1.4. Parámetros geotécnicos recomendados para los cálculos	65
Tabla 12.2.1. Parámetros geotécnicos recomendados para los cálculos (Modificadas de U.S Departamento f Navy, 1982)	67
Tabla 12.5.1. Resumen de cálculos de la carga admisible estática y dinámica	72
Tabla 12.6.1. Resistencia por fuste para micropilotes	74
Tabla 12.7.1. Coeficiente de Balasto según Jiménez Salas et al. (tomo III)	75
Tabla 12.7.2. Valores de coeficiente de balasto para dimensiones de cimentaciones propuestas	76



Tabla 12.8.1. Coeficientes de empujes.	78
Tabla 12.8.1. Rendimientos equipo excavación para cada UG.....	79
Tabla 13.6.1. Granulometría de material para relleno bajo pavimentos y radier	81
Tabla 13.7.1. Requisitos para hormigón expuesto a soluciones que contienen sulfatos	83
Tabla 13.7.2. Requisitos del cemento y hormigón según el grado de exposición, Nch170.....	84
Tabla 13.7.3. Recubrimiento libre mínimo para el hormigón.....	85
Tabla 13.8.1. Categoría y clase de exposición para los sulfatos	86
Tabla 13.8.2. En la tabla 19.3.2.1 viene reflejada una resistencia mínima del hormigón de valor 17 MPa.	87
Tabla 13.9.1. Diferentes exposiciones al sulfato	88
Tabla 13.10.1. Clasificación ANSI / AWWA C-105 para la determinación de corrosividad.....	89
Tabla 13.10.2. Clasificación ANSI/AWWA según valores más desfavorables.....	89
Tabla 13.10.3. Clasificación DVGW GW9 para la determinación de la corrosividad.	90
Tabla 13.10.4. Clasificación DVGW GW9 con valores más desfavorables.....	90
Tabla 13.10.5. Clasificación DVGW GW9.....	90
Tabla 13.10.6. Velocidad de corrosión de perfiles de acero de acuerdo a DIN 50 929.	91
Tabla 13.10.7. Potencial de corrosión según la resistividad eléctrica del suelo.	91
Tabla 13.10.8. Grado de corrosividad según ensayos químicos.	91



ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1.1. Distribución espacial y dimensiones del área de estudio.....	9
Figura 2.2.1. Ubicación del área de estudio y acceso.	13
Figura 2.3.1. Mapa geológico del área de estudio.	15
Figura 2.4.1. Litología prospectada en el área de estudio.	16
Figura 3.1.1. Grafica de precipitación promedio anual (fuente: climate.org)	17
Figura 3.2.1. Perfil longitudinal de la parcela (fuente: Google Earth)	18
Figura 3.3.1. Mapa de pendientes del área de influencia del proyecto.	20
Figura 3.3.2. Punto de observación 01.....	21
Figura 3.3.3. Punto de observación 02.....	21
Figura 5.6.1. Geometría para la realización del ensayo de infiltración Porchet	28
Figura 6.2.1. Ensayos de penetración dinámica DPSH realizados en el terreno.....	33
Figura 6.2.2. Mapa de isolíneas de numero de golpes Ndpsh entre los 1.8 a 2.0 metros de profundidad.	34
Figura 6.3.1. Modelos geoeléctricos de los ensayos SEV realizados.	39
Figura 6.3.2. Rangos de resistividad eléctrica.	40
Figura 6.3.3. Pseudo sección geoeléctrica del subsuelo.....	40
Figura 6.3.4. Resistividades más frecuentes según tipo de suelo.....	41
Figura 6.4.1. Modelo unidimensional de ondas de corte en ensayos MASW 01 y 02.....	43
Figura 8.2.1. Granulometrías de suelos que han licuado. Henríquez Pantaleón, 2013	56
Figura 8.3.1. Mapa sísmico de la zona.....	57
Figura 9.1.1. Características y parámetros de la Unidad Geotécnica 03 (UG3).	60
Figura 12.3.1. Modelo geotécnico del terreno a efectos de cálculo de la capacidad portante.	70
Figura 12.8.1. Tipos de empujes horizontales en suelos.....	78



1 INTRODUCCIÓN

1.1 DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROYECTO

A petición de la empresa VERANO CAPITAL el Departamento de Geotecnia de GEOMEC CHILE, ha realizado el presente informe técnico. El cual contempla las principales características geológico-geotécnicas del terreno donde se emplazará la planta solar fotovoltaica PFV Patricia ubicada en la comuna de Talagante, Región Metropolitana, Chile.

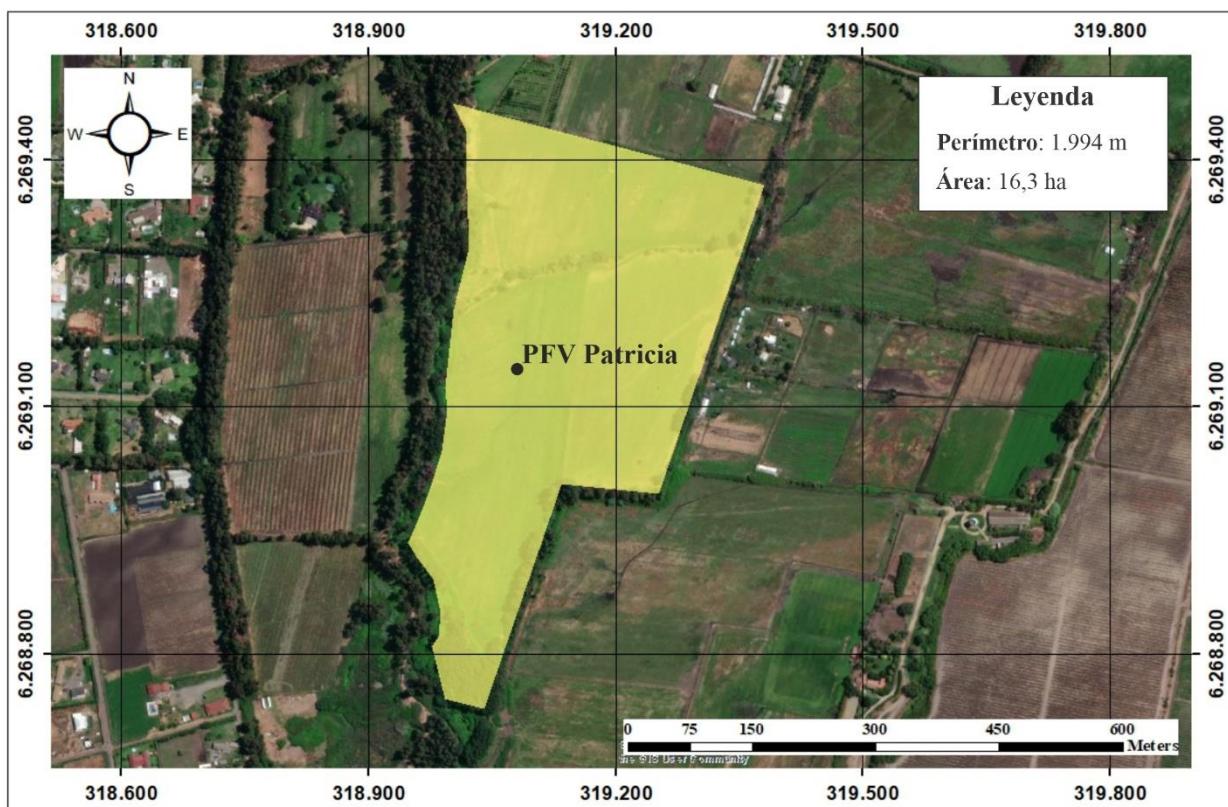


Figura 1.1.1. Distribución espacial y dimensiones del área de estudio.

Para tal fin, se realizaron (8) calicatas, (6) ensayos de penetración dinámica tipo DPSH, (3) ensayos de resistividad eléctrica SEV, (2) ensayos sísmicos MASW, (4) ensayos de resistividad térmica y (2) ensayos de infiltración Porchet. Además, se ha reconocido el área de estudio y sus inmediaciones.

La suma de estos trabajos ha permitido obtener una información precisa sobre la conformación y caracterización geotécnica del terreno en el área de estudio.



1.2 OBJETO Y ALCANCE

El estudio geotécnico realizado ha tenido por objeto definir la naturaleza de los materiales del terreno y sus características, todo esto con el fin de que las obras proyectadas, puedan ser ejecutadas a través de actividades constructivas que estén dentro de los alcances del Ejecutor de las mismas. Para tal fin, se establecieron los siguientes objetivos:

- Zonificar los distintos tipos de terreno en función de la geología con el fin de definir la cimentación adecuada en cada zona del proyecto.
- Analizar el potencial de corrosión del suelo a los aceros y hormigones hasta la profundidad máxima alcanzada en la ejecución de las excavaciones.
- Determinar los valores de resistividad eléctrica del terreno para el diseño de la red puesta a tierra.
- Determinar los parámetros geotécnicos de las distintas unidades litológicas reconocidas en el proyecto y analizar las diferentes soluciones de cimentación de acuerdo a los requerimientos solicitados por el cliente.
- Determinar las tensiones admisibles para las diferentes soluciones de cimentación recomendadas.
- Detectar rellenos antrópicos o posibles contaminaciones del terreno.
- Detectar la posición del nivel freático y definir los principales aspectos hidrogeológicos del terreno.
- Identificar y definir los riesgos geológicos activos que puedan afectar el área donde se emplaza el proyecto.
- verificar el cumplimiento del estado límite último de servicio de desplazamientos horizontales y verticales admisibles por la estructura soporte de los paneles fotovoltaicos, según los criterios de aceptación propuestos por la empresa mandante.



1.3 MARCO NORMATIVO

La metodología empleada para la realización del presente estudio ha seguido los criterios establecidos por:

- UNE – ENV 1997-1:1999. Eurocódigo 7. Proyecto geotécnico. Parte 1: Reglas generales.
- UNE – ENV 1997-1:1999. Eurocódigo 7. Proyecto geotécnico. Parte 2: Proyecto asistido por ensayos de laboratorio.
- UNE – ENV 1997-1:1999. Eurocódigo 7. Proyecto geotécnico. Parte 3: Proyecto asistido por ensayos de campo.
- NCh1508, of. 2.014. Geotecnia, Mecánica de suelos. Ministerio de Vivienda y Urbanismo, SERVIU. Sociedad Chilena de Geotecnia.
- Norma Chilena Oficial NCh 433 Of.96, Diseño Sísmico de edificios, Instituto Nacional de Normalización, 1996, modificada por el decreto Supremo N°61, publicado en diciembre de 2011.
- Norma Chilena Oficial NCh 2369 Of.2009, Diseño Sísmico de estructuras e Instalaciones, Instituto Nacional de Normalización, 2009.
- ISO/TV 14688-1-2002. Geotechnical investigation and testing. Identification and classification of soil. Part 1 and 2: Identification and description.
- ISO 22476-3:2005 Geotechnical investigation and testing. Part 3: Standard penetration test
- ASTM D5334 – 05: Standard Test Method for Determination of Thermal Conductivity of Soil and Soft Rock by Thermal Needle Probe Procedure.
- SO/TV 14689-1-2003. Geotechnical investigation and testing. Identification and classification of rock. Part 12: Identification and description.
- ASTM D3966-07 (Standard test methods for deep foundations under lateral load).
- ASTM D3689-07 (Standard test methods for deep foundations under static axial tensile load).



2 MARCO GENERAL

2.1 ANTECEDENTES

Para la realización del presente informe se ha dispuesto de la información publicada por diferentes instituciones públicas de divulgación científica tales como el Sistema Nacional de Geología y Minería (SERNAGEOMIN) y la Dirección General de Aguas (DGA), donde se han consultado datos entorno a la geología, geomorfología, riesgos naturales y recursos hídricos.

Por otra parte, el cliente ha suministrado a GEOMECHILE los siguientes archivos:

- Patricia Solar 2021.07.06.kmz

Por otra parte, la ubicación de los ensayos ha sido propuesta por GEOMECHILE considerando los antecedentes bibliográficos del proyecto y la experiencia del equipo técnico.



2.2 UBICACIÓN Y ACCESOS

La zona estudiada se encuentra ubicada al sureste de la comuna de Talagante, región metropolitana. El área posee buenos accesos. Para llegar al área de estudio desde la comuna de Santiago, se toma la ruta 78 (Autopista del sol) hacia la comuna de Padre Hurtado, para posteriormente tomar la salida hacia Talagante/I. de Maipo, en dirección a dirección a Av. Senador Jaime Guzmán, y por último dirigirse hacia el suroeste, por la calle San Ignacio durante 1.0 km aproximadamente.

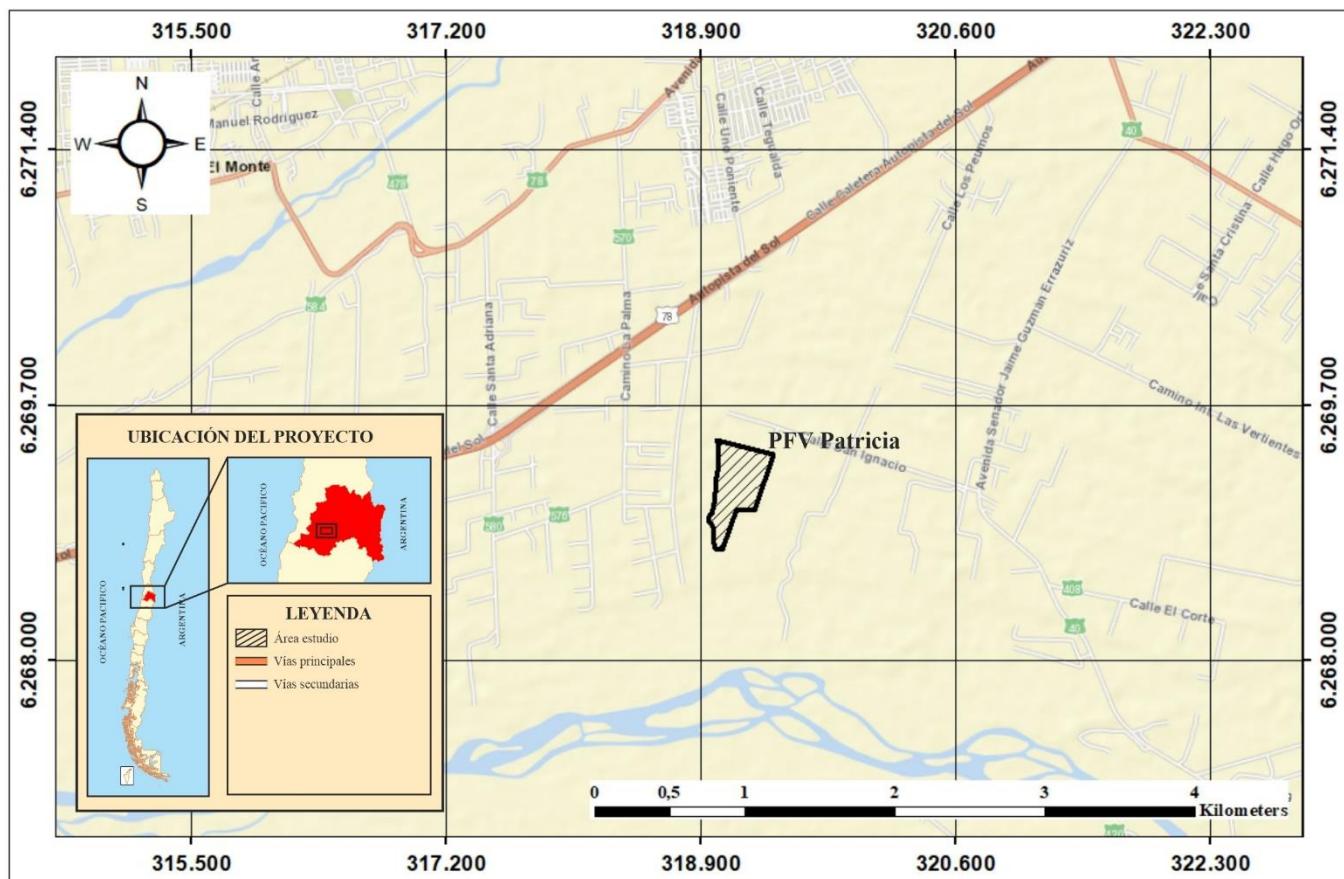


Figura 2.2.1. Ubicación del área de estudio y acceso.



2.3 GEOLOGÍA REGIONAL

Siguiendo a Sellés et al. 2001, la geología del área de estudio se compone principalmente por sedimentos estratificados, moderadamente consolidados, que constituyen abanicos aluviales coalescentes de 2-10 km de radio, que rellenan la mayor parte de la Depresión Intermedia, y cuyas hoyas hidrográficas se encuentran en la cordillera de los Andes. Hacia las cabeceras, estos depósitos están cubiertos por depósitos coluviales (Qc) y aluviales de piedemonte (Qap). En las zonas proximales a la salida de las quebradas, predominan asociaciones de barras fluviales compuestas por una alternancia de gravas clastosportadas y gravas arenosas con menor proporción de limos, estratificadas en capas de espesor variable entre 0,3 y 2 m. En las zonas distales, en tanto, predominan sedimentos de grano fino: arenas, limos y arcillas con esporádicos lentes de conglomerados correspondientes a facies canalizadas y depósitos de barra. Los depósitos aluviales del río Maipo (Qamp) constituyen los depósitos más extensos de la zona (abanico de 10 km de radio), cubiertos parcialmente por el desarrollo urbano de la ciudad de Santiago, contienen fauna vertebrada fósil de Hippidion saldiasi, del Pleistoceno Superior (Alberdi y Frassinetti, 2000; localidad F4).

Regionalmente estos depósitos se encuentran en cubriendo las laderas de las de cerros y montañas compuestas por rocas de la formación abanico, la cual corresponde a una secuencia principalmente volcánica andesítica a basáltica, con frecuentes intercalaciones piroclásticas y sedimentarias continentales.

Ahora bien, de acuerdo a la carta geológica de Chile, elaborada por el SERNAGEOMIN la comuna presenta las siguientes unidades geológicas:

- **Cuaternario Pleistoceno-Holoceno (Q1):** Depósitos aluviales, coluviales y de remoción en masa; en menor proporción fluvioglaciares, deltaicos, litorales o indiferenciados. En la Depresión Central, regiones Metropolitana a IX: abanicos mixtos de depósitos aluviales y fluvioglaciares con intercalación de depósitos volcanoclásticos.
- **Cuaternario Pleistoceno-Holoceno (Qf):** Depósitos fluviales: gravas, arenas y limos del curso actual de los ríos mayores o de sus terrazas subactuales y llanuras de inundación.



Según la exploración geológica y los antecedentes bibliográficos consultados, se concluye que el área de estudio se encuentra ubicada sobre los depósitos fluviales-aluviales (Q1), como se observa en la Figura 2.3.1.

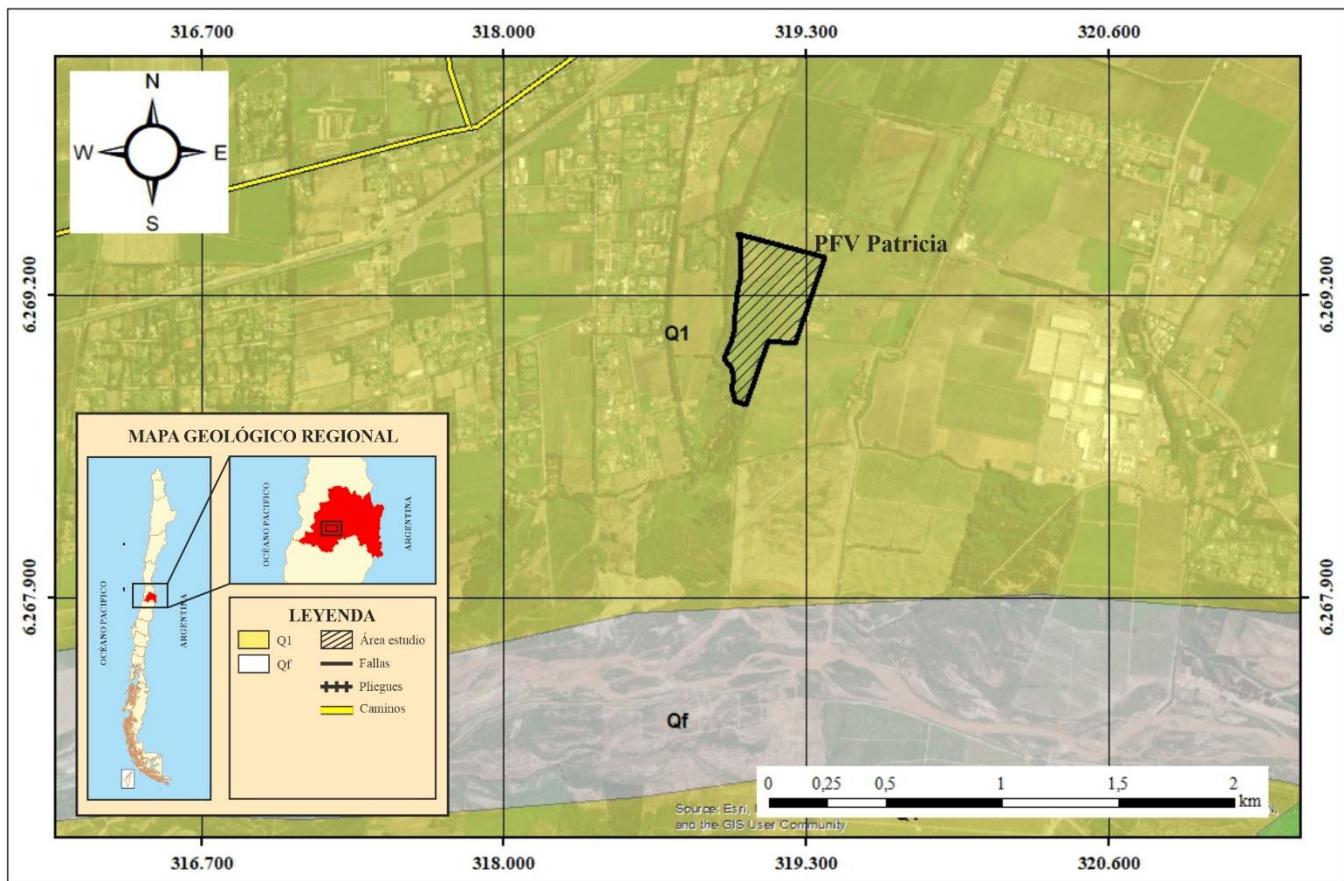


Figura 2.3.1. Mapa geológico del área de estudio.



2.4 GEOLOGÍA LOCAL

Localmente el área de estudio está compuesta por suelos desarrollados a partir de depósitos con facies fluviales y aluviales de material con granulometría heterogénea (denominada por el SERNAGEOMIN como la unidad Q1), constituidos por mezclas de gravas y arena con limo de densidad media a alta. (ver Figura 2.4.1.).

GEOLOGÍA LOCAL	
	Coordenadas: 319.074 E 6.269.396 N
	Proceso: Sedimentario
	Situación: -
	Descripción: Deposito sedimentario con facies fluvial y aluviales (Q1), compuesto por una mezcla de gravas y arenas con bolones mayores a 25 cm, de color pardo a rojizo en estado seco y de compacidad media a alta.

Figura 2.4.1. Litología prospectada en el área de estudio.



3 MARCO CLIMÁTICO E HIDROGEOLÓGICO

3.1 CLIMA

El clima en Talagante es suave, y generalmente cálido y templado. Este clima es considerado Csa según la clasificación climática de Köppen-Geiger. La temperatura promedio es de 15.5 °C. En un año, la precipitación aproximada es de 572 mm.

	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Temperatura media (°C)	22.1	21.6	19.9	16.1	12.3	9.3	8.6	10.1	12.2	15	18.2	20.6
Temperatura min. (°C)	15.9	15.6	13.9	10	6.4	3.5	2.9	4.2	6	8.9	11.7	14.2
Temperatura máx. (°C)	29.3	28.8	27.1	23	18.8	15.9	15.2	16.6	18.4	21.2	24.9	27.7
Precipitación (mm)	3	5	12	40	84	139	100	85	55	32	12	5
Humedad(%)	52%	53%	55%	60%	68%	73%	73%	72%	71%	65%	56%	52%
Días lluviosos (días)	1	1	1	3	5	6	5	5	5	3	2	1
Horas de sol (horas)	12.2	11.4	10.4	8.6	6.9	6.4	6.6	7.0	7.6	9.4	11.3	12.3

Tabla 3.1.1. Temperatura local (fuente: climate.org)

Enero es el mes de más baja precipitación, con un promedio de 3 mm, por el contrario, el mes con mayor precipitación es junio con un promedio de 139 mm.

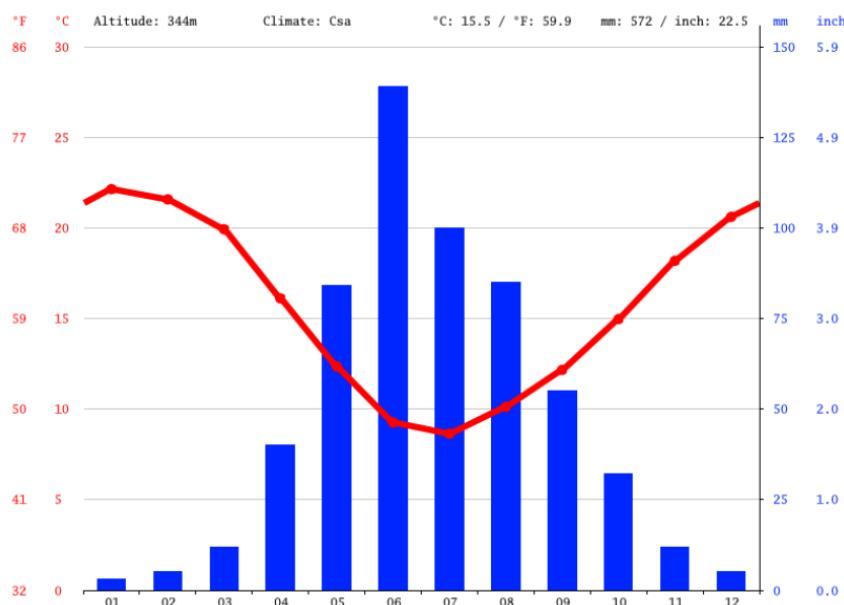


Figura 3.1.1. Grafica de precipitación promedio anual (fuente: climate.org)



3.2 HIDROLOGÍA

De forma local, según La Dirección General de Aguas (DGA). La zona de estudio se encuentra ubicada en la cuenca hidrográfica del Río Rapel, específicamente en la subsubcuenca río Maipo entre estero Angostura y río Mapocho, perteneciente a la subcuenca río Maipo Medio. La morfología es suave, presenta una pequeña quebrada en la lindante oeste de la parcela y una ligera pendiente que escurre hacia el sur. La microcuenca donde se ubica el área de interés del proyecto presenta una estructura sub paralela a sub dendrítica y es de 4to orden según la clasificación de Strahler. Igualmente, se observa que el área del proyecto es interceptada por un drenaje de 2do orden y que actualmente no posee un caudal apreciable. Por otra parte, el drenaje de 4to orden y mayor longitud, corresponde al río Maipo, el cual muestra un régimen de escurrimiento mixto y discurre en sentido este a oeste hasta su desembocadura al sur de la comuna de San Antonio. Sus máximos caudales ocurren en verano como producto de los deshielos cordilleranos, pero los afluentes menores de la parte bajan y media de la cuenca, aumentan su caudal en invierno como efecto de las precipitaciones.

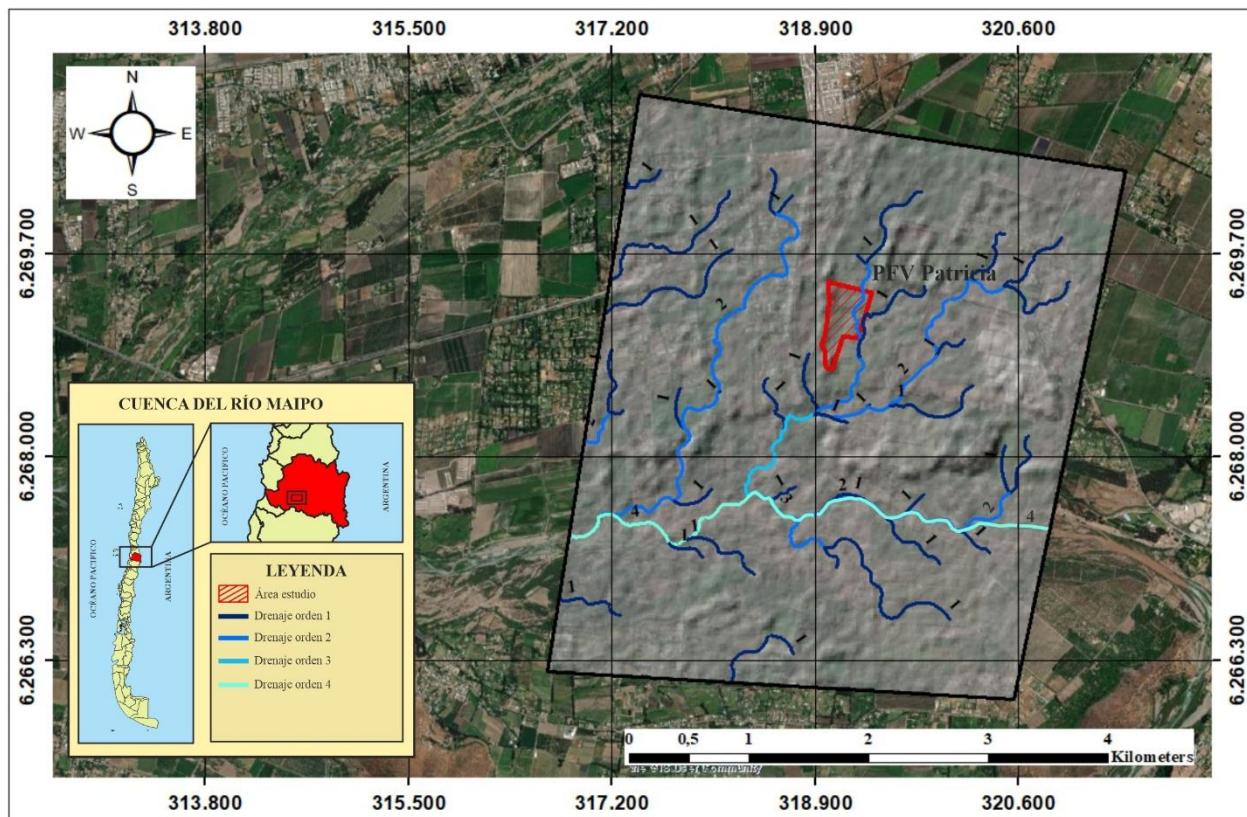
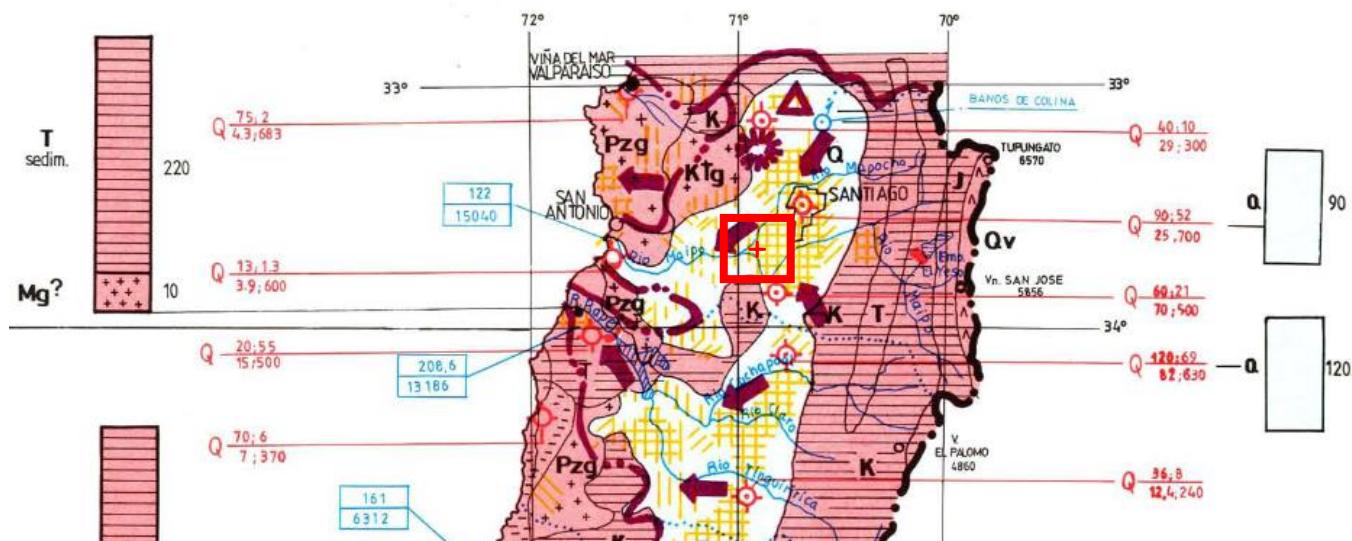


Figura 3.2.1. Perfil longitudinal de la parcela (fuente: Google Earth)



3.3 HIDROGEOLOGÍA

Tomando como antecedente el Mapa Hidrogeológico de Chile (1:1.000.000) del DGA. Esta área se ubica en la subprovincia hidrogeológica central, donde la ocurrencia principal de acuíferos está ligada al desarrollo de la unidad fisiográfica de la depresión intermedia. Las napas subterráneas están alimentadas mayormente por los cauces superficiales, derretimiento e infiltración directa de la lluvia, ocupando amplios sectores del relleno cuaternario no consolidado de la depresión. Dicho relleno es heterogéneo (gravas, arenas y limos) y está constituido esencialmente por material de transporte fluvial. El escurrimiento de estas napas se produce paralelo al escurrimiento superficial en dirección cordillera-mar, siendo dichos acuíferos de naturaleza libre a semiconfinada.



TIPO DE PERMEABILIDAD	SÍMBOLO	IMPORTANCIA HIDROLÓGICA RELATIVA	PRINCIPALES FORMACIONES INTERESADAS	CARACTERÍSTICAS GENERALES
PRIMARIA (En formación porosa)		ALTA A MEDIA	Q Qv T	DEPÓSITOS NO CONSOLIDADOS. RELLENO. Sedimentos fluviales, glaciales, aluviales, lacustres y eólicos. Acuíferos de extensión muy variable, generalmente estratificados. Napas libres a semiconfinadas. Permeabilidad variable, calidad química variable. Son los acuíferos más conocidos de Chile. LAVAS POROSAS, en Isla de Pascua.
		BAJA	T	DEPÓSITOS CONSOLIDADOS O ROCAS SEDIMENTARIAS. Areniscas, lutitas, limolitas y arcillolitas de deposición lacustre o marina. En pampa del Tamarugal y en el acuífero confinado del borde Oriental del Salar de Atacama; deficiente calidad química. Pampa Magallánica surgiante, buena calidad química.

A escala local y a la fecha de la exploración, se ha detectado la presencia del nivel freático en el subsuelo. Los detalles se discuten en el [apartado 6.1.1](#).



4 GEOMORFOLOGIA

Geomorfológicamente la parcela está ubicada en valle aluvial (fluvial) dentro de la depresión intermedia, con pendientes que no superan el 8.0% en promedio, dichas geoformas están controladas por un régimen hídrico, donde se pueden distinguir desde gravas hasta arenas y arcillas de variados tamaños, de origen principalmente volcánico, perteneciente las rocas que componen la cordillera principal.

Por otra parte, la parcela presenta un grado erosión ligero a nulo. En el cual, se pueden evidenciar pequeños daños en los horizontes superficiales del suelo, mediante la formación de surquillos productos de la actividad agrícola.

Cabe destacar que el área de interés para el proyecto solar, no está destinada actualmente a ningún uso agrícola.

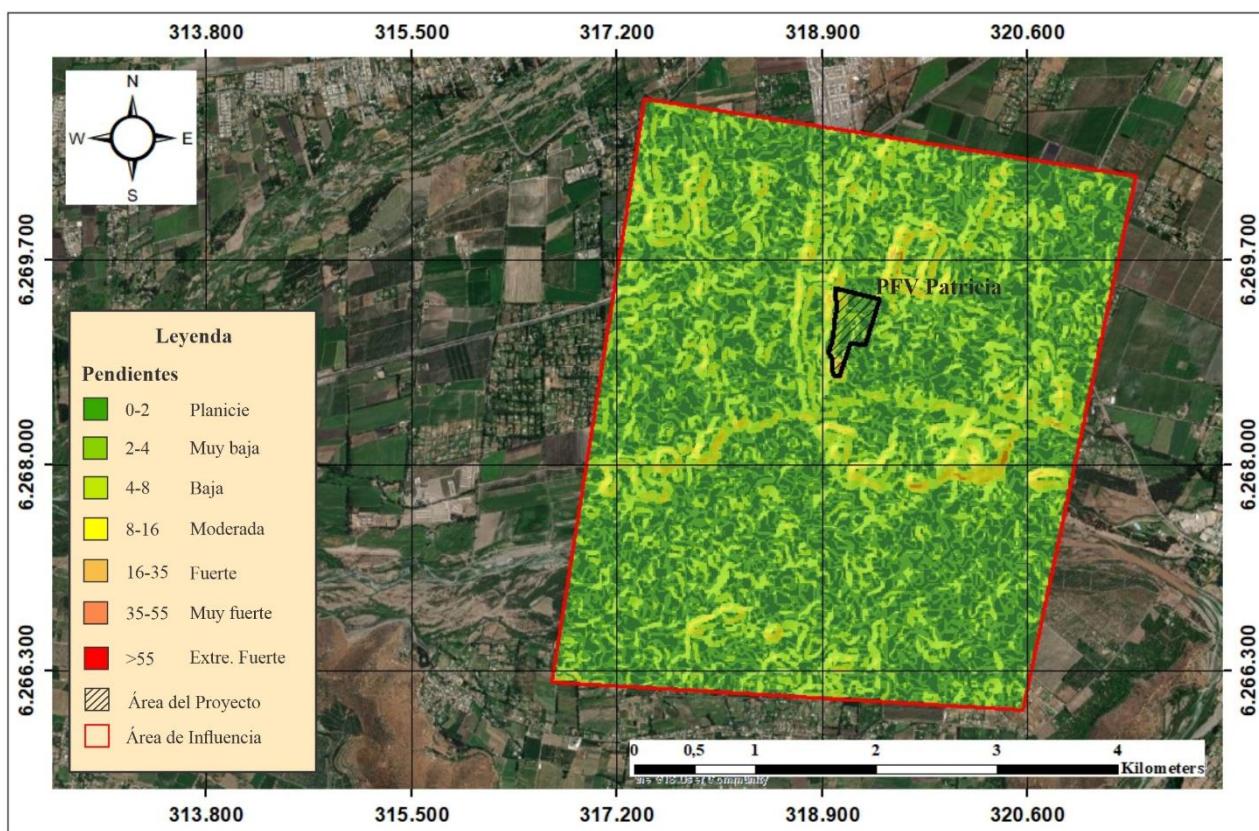


Figura 3.3.1. Mapa de pendientes del área de influencia del proyecto.

Para determinar el área de influencia del proyecto se utilizó la guía sobre el área de influencia del sistema de evaluación de impacto ambiental (SEA, 2017).



PUNTO DE OBSERVACIÓN 01



Coordenadas:	319.169 E 6.269.319 N
Proceso:	-
Situación:	-
Descripción:	Vista general de la parcela, donde se evidencia la morfología llana de la parcela. Fotografía tomada en dirección este.

Figura 3.3.2. Punto de observación 01.

PUNTO DE OBSERVACIÓN 02



Coordenadas:	- -
Proceso:	Sedimentación
Situación:	Activo
Descripción:	Vista satelital del área de estudio donde se aprecia la cercanía del mismo con el curso del río Maipo.

Figura 3.3.3. Punto de observación 02.



A continuación, se presenta una tabla con el análisis de riesgos identificados.

ANÁLISIS GEOMORFOLÓGICO	
Estabilidad de ladera	Se considera estable. No existe riesgo atendiendo a la geomorfología de la parcela, así como a la baja pendiente de la misma y de las zonas colindantes (<8%).
Inundabilidad	No se considera.
Erosionabilidad	Se considera muy bajo a nulo.
Riesgo sísmico	Riesgo medio (Zona 2). Ver capítulo 8.1 Riesgo sísmico.
Riesgo Licuefacción	No se considera.
Riesgo volcánico	No se considera.

Tabla 3.3.1. Análisis de riesgos geológicos.



5 CAMPAÑA DE RECONOCIMIENTO DEL TERRENO

De acuerdo con el correspondiente programa de reconocimiento geotécnico se han ejecutado los siguientes trabajos de campo para la elaboración del presente informe. Mencionar que la ubicación de los ensayos ha sido establecida tomando como referencia un plano en formato “kmz” facilitado por el Peticionario. En el [Anexo 2](#) se adjunta imagen con la ubicación de los ensayos realizados y en el [Anexo 1](#) se adjunta el registro fotográfico completo de dichos ensayos.

5.1 CALICATAS

Para el presente estudio se han realizado un total de **ocho (8)** calicatas distribuidas en el área según los criterios del equipo técnico de GEOMEc CHILE, con el fin de adquirir un conocimiento directo de la excavabilidad y características geológico-geotécnicas de los niveles más superficiales del subsuelo, así como para la obtención de muestras para su posterior ensayo en laboratorio.

Las calicatas se han realizado el día **11 de noviembre de 2021**, utilizando una retroexcavadora Caterpillar 416 con una potencia de 95 kw y capacidad de excavación hasta los 3.0 m.

Indicar que la ubicación de los puntos se realizó con GPS que puede presentar una precisión de +/- 5.0 m. En el [apartado 6.1](#) se discuten los resultados obtenidos en los ensayos y en el [Anexo 3](#) se adjuntan las actas de las calicatas con la descripción estratigráfica y su correspondiente registro fotográfico. A continuación, la Tabla 5.1.1 detalla la ubicación, profundidad alcanzada, profundidad de muestreo y la profundidad de ocurrencia del nivel freático en las calicatas.

CALICATA	COORDENADAS UTM 19 H		Profundidad Alcanzada (m)	Profundidad Muestra (m)		Nivel Freático (m)
	ESTE	SUR		Desde	Hasta	
C-01	319.074	6.269.396	1,9	-	-	1,6
C-02	319.259	6.269.306	1,9	0,7	0,9	1,8
C-03	319.128	6.269.244	2,4	0,5	0,7	0,9
C-04	319.233	6.269.172	1,7	1,5	1,7	1,6
C-05	319.052	6.269.156	2,7	0,5	0,7	2,1
C-06	319.137	6.269.061	1,9	-	-	1,5
C-07	319.030	6.269.000	2,3	1,0	1,2	2,2
C-08	319.032	6.268.855	2,1	1,5	1,7	2,1

Tabla 5.1.1. Ubicación de las calicatas y profundidad alcanzada.



5.2 ENSAYOS DE PENETRACIÓN DINÁMICA DPSH

El ensayo de penetración dinámica superpesada (DPSH) está encaminado a conocer la resistencia del terreno a la penetración de una puntaza cónica de 20 cm² de sección y de 90° de ángulo.

La puntaza se introduce en el terreno, debido a la caída libre de una maza de golpeo automático de 63,5 kg de peso, desde una altura de 76 cm, anotándose el número de golpes necesarios para introducirla 20 cm. El ensayo se da por finalizado cuando se superen 150 golpes en un tramo de 20 cm o cuando tres valores consecutivos sean iguales o superiores a 75 golpes.

Los resultados obtenidos proporcionan una medida indirecta de la resistencia del terreno, determinándose estas propiedades mediante correlaciones empíricas. Este ensayo está especialmente indicado en terrenos granulares finos (arenas), mientras que para otros tipos de terreno (limos, arcillas o gravas) deberá efectuarse con las reservas y precauciones debidas.

Se realizaron un total de **seis (6)** ensayos el día **11 de noviembre de 2021**. La Tabla 5.2.1 muestra las coordenadas de los ensayos realizados. En el [apartado 6.2](#) se discuten los resultados obtenidos en los ensayos y en el [Anexo 4](#) se recogen las actas con la interpretación y la tabla de ubicación de éstos.

DPSH	CALICATA	Profundidad Alcanzada (m)	COORDENADAS UTM 19 H	
			ESTE	SUR
DPSH-01	C-01	4,0	319.074	6.269.396
DPSH-02	C-03	3,2	319.128	6.269.244
DPSH-03	C-05	4,0	319.052	6.269.156
DPSH-04	C-06	4,0	319.137	6.269.061
DPSH-05	C-07	3,4	319.030	6.269.000
DPSH-06	C-08	3,4	319.032	6.268.855

Tabla 5.2.1. Ubicación de los ensayos de penetración dinámica (DPSH) y profundidad alcanzada.



5.3 SONDEOS ELÉCTRICOS VERTICALES

La finalidad del método de tomografía eléctrica es la de detectar y localizar estructuras geológicas o de otro tipo (cavernas, cuerpos enterrados, etcétera) basado en el contraste resistivo en el subsuelo. Ésta consiste en la inyección de corriente al terreno mediante electrodos de cobre o acero, con estas mediciones se puede determinar la resistividad verdadera del subsuelo. Los datos recabados son sometidos a un proceso de inversión con un software para después interpretarlos.

La toma de datos en campo se llevó acabó el día **11 de noviembre de 2021**, realizando un total de **tres (3)** ensayos SEV mediante el método Schlumberger. Igualmente, con el fin de obtener información que soporte la interpretación cuantitativa de las mediciones, dichos ensayos se han efectuado junto a calicatas con litologías y estado de humedades conocidas en el momento de la medición.

Para los ensayos se ha utilizado un equipo WDDS-2 Digital DC Resistivity Meter No. 200702 de la casa Chongqing Gold Mechanical & Electrical equipment co., ltd, que efectúa compensación automática del potencial espontáneo, de su deriva y de la polarización de electrodos mediante la emisión de una onda cuadrada con cambio de polaridad durante un tiempo de inyección de la corriente de 1 o 2 s. Por otra parte, la ubicación de los ensayos se ha determinado mediante GPS con un error de +/- 5.0 m.

La Tabla 5.3.1 muestra las coordenadas centrales de los puntos de medición. En el [apartado 6.3](#) se discuten los resultados obtenidos en los ensayos y en el [Anexo 5](#) se recogen las actas con la interpretación y la tabla de ubicación de éstos.

ENSAYO	PUNTO CENTRAL UTM 19 H		Longitud (m)	ORIENTACIÓN
	UTM ESTE	UTM SUR		
SEV-01	319.169	6.269.319	50	E-W
SEV-02	319.123	6.269.132	50	E-W
SEV-03	319.068	6.268.944	50	E-W

Tabla 5.3.1. Ubicación de los sondeos eléctricos verticales.



5.4 ENSAYOS DE MEDICIÓN DE ONDAS SUPERFICIALES

El método de medición de ondas superficiales (MASW) se emplea para determinar espesores de recubrimiento, análisis de la excavabilidad de los materiales, identificación de litologías, presencia de agua y oquedades, reconocimiento de las estructuras tectónicas y el comportamiento sísmico del subsuelo.

El equipo empleado para las mediciones fue un GEA24 de la casa comercial italiana PASI.

Este procedimiento consiste en registrar las ondas superficiales generadas por el impacto en el terreno con un martillo, por ejemplo, para luego extraerse la curva de dispersión del modo fundamental y los modos superiores en caso de presentarse, finalmente se invierte esta curva en una sección vertical de cizalla. Todo esto es posible debido a que por lo general las ondas superficiales, producidas en este caso por un martillo, toman alrededor del 70 % de la energía sísmica total. Estas ondas se atenúan con la profundidad y se propagan dispersivamente cuando hay variación de la velocidad en los medios de propagación, es por esto que las grandes longitudes de onda penetran grandes profundidades y las pequeñas longitudes de onda muestran las profundidades superficiales.

Se realizó un total de **dos (2)** ensayos con fecha **11 de noviembre de 2021**. La Tabla 5.4.1 muestra las coordenadas del ensayo realizado. En el [apartado 6.4](#) se discuten los resultados obtenidos en los ensayos y en el [Anexo 6](#) se recogen las actas con la interpretación y la tabla de ubicación de éstos.

ENSAYO MASW	COORDENADAS UTM 19 H		ORIENTACIÓN	Longitud del Ensayo (m)
	ESTE	SUR		
MASW-01	319.146	6.269.123	E-W	90
MASW-02	319.146	6.269.123	N-S	90

Tabla 5.4.1. Ubicación de los ensayos de medición de ondas superficiales.



5.5 MEDICIÓN DE RESISTIVIDAD TÉRMICA

Este método consiste en medir la resistividad térmica de los materiales mediante una sonda metálica en forma de aguja que se calienta por medio de la aplicación de una corriente eléctrica durante un periodo de tiempo. Con un termopar se mide la variación de temperaturas que experimenta a lo largo del tiempo y por medio de unas expresiones matemáticas se obtiene la resistividad térmica en pocos minutos

Para la determinación de las propiedades térmicas se utilizaron sensores tipo KS-1 de aguja simple y un lector-Thermtest TLS-100, con posibilidad de obtener un registro en continuo. Para la calibración de los sensores térmicos se utilizó un componente con base de glicerol suministrado por el fabricante.

Se realizaron un total de **cuatro (4)** ensayos de resistividad térmica in situ, en el interior de **cuatro (4)** calicatas a profundidades de 0.5 m y 1.0 m.

Dichos trabajos se realizaron el día **11 de noviembre de 2021**. La Tabla 5.5.1 muestra las coordenadas de los ensayos realizados y la profundidad de las muestras ensayadas. En el [apartado 6.5](#) se discuten los resultados obtenidos en los ensayos y en el [Anexo 7](#) se recogen las actas con la interpretación y la tabla de ubicación de éstos.

RT	CALICATA	COORDENADAS UTM 19 H		Profundidad Ensayo 1 (m)	Profundidad Ensayo 2 (m)
		ESTE	SUR		
RT-01	C-02	319.259	6.269.306	0,5	1,0
RT-02	C-03	319.128	6.269.244	0,5	1,0
RT-03	C-06	319.137	6.269.061	0,5	1,0
RT-04	C-08	319.032	6.268.855	0,5	1,0

Tabla 5.5.1. Ubicación de los ensayos de resistividad térmica.



5.6 ENSAYOS DE INFILTRACIÓN PORCHET

El ensayo consiste en perforar un cilindro con radio R y profundidad de 30-50 cm., luego se llena con agua hasta una altura h determinada y se registra el descenso del agua cada cierto intervalo de tiempo fijo (ver Figura 5.6.1).

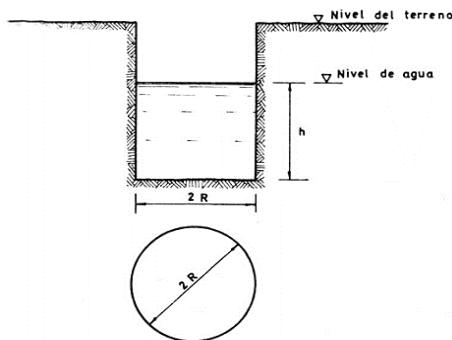


Figura 5.6.1. Geometría para la realización del ensayo de infiltración Porchet

Para el desarrollo del ensayo de infiltración Porchet se realizan las siguientes pautas:

- Se realiza una perforación de forma circular con radio de 30 cm, y profundidad de 30-50 cm.
- Inmediatamente después se coloca un plástico (nylon) y se llena de agua hasta una altura de 25–35 cm, para posteriormente quitar cuidadosamente el nylón y marcar inmediatamente el nivel de agua en el cilindro que ha de servir de referencia a las lecturas.
- Por último, se realizan mediciones con el cronómetro, registrando el descenso del agua cada 10 mm, hasta completar un tiempo de 60 minutos, o en todo caso hasta llegar a la permeabilidad estabilizada.

Se realizaron un total de **dos (2)** ensayos con fecha **11 de noviembre de 2021**. La siguiente Tabla 5.6.1 muestra las coordenadas de los ensayos realizados. En el [apartado 6.6](#) se discuten los resultados obtenidos en los ensayos y en el [Anexo 8](#) se recogen las actas con la interpretación y la tabla de ubicación de éstos.

PORCHET	COORDENADAS UTM 19 H		Profundidad del Ensayo (m)	
	ESTE	SUR	Desde	Hasta
PRM-01	319.174	6.269.350	0,0	0,3
PRM-02	319.082	6.269.038	0,0	0,3

Tabla 5.6.1. Ubicación y profundidad de los ensayos de permeabilidad.



5.7 ENSAYOS DE LABORATORIO

Las muestras obtenidas fueron almacenadas en bolsas y sacos plásticos debidamente identificadas y selladas para evitar su pérdida de humedad. Los ensayos fueron ejecutados siguiendo la normativa chilena (NCh) y las normas del Manual de Carreteras de Chile (MC). Además, en ausencia de normativa nacional se han utilizado normas de la ASTM International.

A continuación, en la Tabla 5.7.1 se indican los ensayos realizados a las muestras y su norma de aplicación.

Ensayos de Identificación y Clasificación	Normativa de Ensayo	Cantidad
Clasificación USCS	ASTM D2487:2011	6
Clasificación AASHTO	ASTM D3282	6
Análisis Granulométrico	MCV8_88.102.1_2017	6
Límites de Atterberg	NCh 1517/1-2 Of.79	6
Humedad	NCh 1515 Of.79	6
Ensayos de compactación	Normativa de Ensayo	
Ensayo de apisonado por el método de Proctor Modificado	NCh 1534/2 Of1979	2
Razón de soporte con hinchamiento. CBR	NCh 1852/2 Of81	2
Ensayos de densidad	Normativa de Ensayo	
Densidad de las partículas sólidas en suelos	NCh 1532. Of80	2
Ensayos Químicos	Normativa de Ensayo	Cantidad
Determinación del contenido de cloruros	NCh 1444. Of80	2
Determinación del contenido de sales solubles totales	NCh 1444. Of80	2
Determinación del contenido de sulfatos	NCh 1444. Of80	2
Potencial Oxido-Reducción. Redox	ASTM D 1498/2000	2
Determinación de Carbonatos	NCh 1444 M.C Vol 8-8.202.14	2
Determinación del pH.	ASTM D4972/95	2

Tabla 5.7.1. Ensayos de laboratorio realizados.

La discusión de los resultados obtenidos se recoge en el [Capítulo 7](#) y las actas de resultados en el [Anexo 9](#).



6 ANÁLISIS Y RESULTADOS DE LOS TRABAJOS REALIZADOS

6.1 PERFIL ESTRATIGRÁFICO DE LAS CALICATAS

De los resultados obtenidos a partir de las calicatas prospectadas se lograron reconocer tres (3) unidades estratigráficas (U.E) claramente diferenciadas pertenecientes a la unidad geológica (U.GEO) Q1. En la tabla se recoge la descripción de las unidades estratigráficas reconocidas y las profundidades alcanzadas. Las actas con los perfiles estratigráficos detallados y fotografías de las calicatas se adjuntan en el [Anexo 3](#).

Perfil Estratigráfico	U.GEO	U.E	Cota ocurrencia media (m)		Espesor medio (m)	Calicata	Descripción Estratigráfica
			Desde	Hasta			
	T.V	UE1	0,0	0,5	0,5	Todas	Tierra vegetal compuesta por un suelo arcillo limoso con contenido de humedad medio. Suelo de origen edafológico.
	Q1	UE2*	0,5	1,0	0,5	C-01 C-05 C-07 C-08	Suelo compuesto por una mezcla de arena con limo y arcilla, color pardo en estado seco. Presenta alta humedad y compacidad media. Paredes algo inestables.
	Q1	UE3	0,5-1,0	3,0	>3,0	Todas	Suelo gravoso con arena y limo, color marrón a grisáceo en estado seco. Presenta alta humedad y compacidad alta. Paredes inestables.

Tabla 6.1.1. Resumen de los resultados obtenidos en las calicatas.

* La unidad UE2 solo se reconoció en las calicatas 1, 5, 7 y 8, por lo que su continuidad en el área no es constante.



6.1.1 NIVEL FREÁTICO

La determinación de la posición del nivel freático resulta importante para el estudio de las condiciones de excavación y estabilidad, por lo cual durante la ejecución de los ensayos se presta una especial atención en acotar la profundidad de este nivel.

Durante la campaña geotécnica se ha detectado la presencia del nivel freático a una profundidad media de 1.7 m.

A continuación, en la tabla se detalla las calicatas y la profundidad en las que se detectó dicho nivel.

CALICATA	COORDENADAS UTM 18 H		Profundidad N.F (m)
	ESTE	SUR	
C-01	319.074	6.269.396	1,6
C-02	319.259	6.269.306	1,8
C-03	319.128	6.269.244	0,9
C-04	319.233	6.269.172	1,6
C-05	319.052	6.269.156	2,1
C-06	319.137	6.269.061	1,5
C-07	319.030	6.269.000	2,2
C-08	319.032	6.268.855	2,1

Tabla 6.1.2. Ubicación y profundidad del nivel freático detectado.

En las calicatas donde se detectó el nivel freático se recogieron muestras para ser llevadas al laboratorio de análisis químicos.

Mencionar que la profundidad de este nivel experimenta variaciones en el tiempo, derivadas del régimen hídrico de precipitaciones, las condiciones hidrogeológicas, aportes artificiales (riegos), extracciones próximas (bombeos), etc.



6.2 RESULTADOS DE LOS ENSAYOS DE PENETRACION DINÁMICA DPSH

A continuación, en la Tabla 6.2.1 se presentan los resultados obtenidos en los ensayos de penetración dinámica DPSH.

Las actas con los resultados obtenidos en los ensayos se adjuntan en el [Anexo 4](#).

Profundidad		DPSH-1	DPSH-2	DPSH-3	DPSH-4	DPSH-5
Desde (m)	Hasta (m)	N _{DPSH}				
0,0	0,2	3	2	2	3	2
0,2	0,4	3	3	2	3	3
0,4	0,6	5	6	5	5	7
0,6	0,8	5	3	6	4	8
0,8	1,0	7	3	8	4	8
1,0	1,2	5	6	7	4	5
1,2	1,4	6	5	6	5	6
1,4	1,6	7	6	7	9	7
1,6	1,8	7	8	10	10	9
1,8	2,0	9	15	15	12	22
2,0	2,2	8	11	12	16	30
2,2	2,4	15	21	20	30	38
2,4	2,6	22	25	18	32	32
2,6	2,8	25	54	25	39	48
2,8	3,0	31	39	36	36	57
3,0	3,2	40	150	38	38	52
3,2	3,4	28	-	31	32	150
3,4	3,6	30	-	28	42	-
3,6	3,8	29	-	27	38	-
3,8	4,0	35	-	36	36	-

Tabla 6.2.1. Resumen de resultados obtenido en los ensayos de penetración dinámica DPSH



La Figura 6.2.1 presenta los resultados obtenidos en los diferentes ensayos de penetración dinámica DPSH realizados en el terreno.

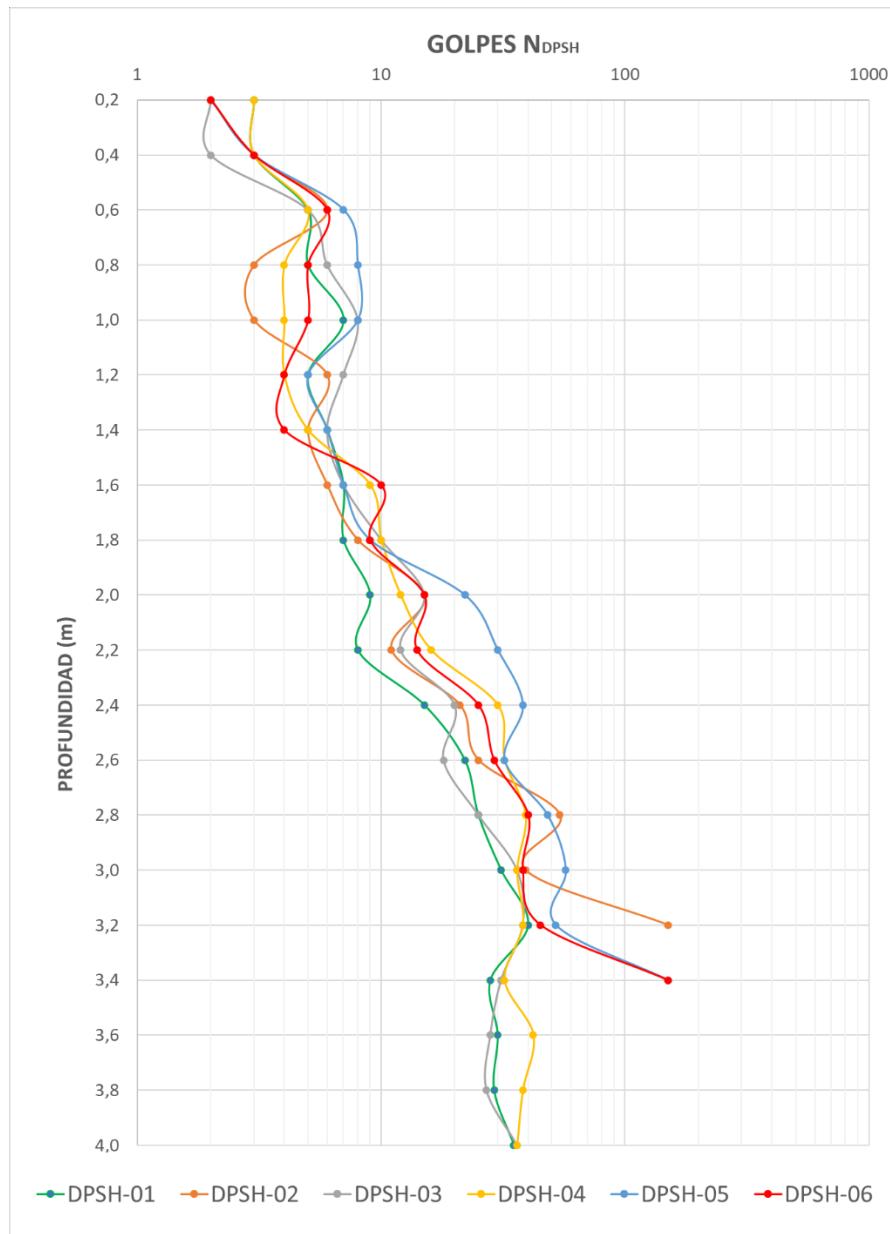


Figura 6.2.1. Ensayos de penetración dinámica DPSH realizados en el terreno.

A continuación, la Tabla 6.2.2 presenta la correlación de los valores N_{dpsh} y N_{spt} con la compacidad y consistencia de los suelos según la Asociación Italiana de Geología (A.G.I). En la cual, de manera general se puede apreciar que al tratarse de suelos granulares el terreno en promedio presenta una compacidad media a densa.



SUELOS COHESIVOS			SUELOS GRANULARES		
DPSH Nº golpes/20 cm	Consistencia	SPT Nº golpes/30 cm	DPSH Nº golpes/20 cm	Compacidad	SPT Nº golpes/30 cm
0-2	Muy blanda	0-2	0-3	Muy suelta	0-4
2-5.	Blanda	3-5.	3-6.	Suelta	4-10.
5-12.	Firme	6-15.	6-18.	Media	10-30.
12-18.	Rígida	16-25.	18-30.	densa	30-50.
>18	Muy rígida	>18	>30	Muy densa	>50

Tabla 6.2.2. Correlación de valores Ndpsh y Nspt con la compacidad y consistencia de los suelos según (A.G.I)

De acuerdo a lo anterior, la siguiente figura presenta el mapa de isolíneas con el número de golpes Ndpsh registrados entre los 1.8 m y 2.0 m de profundidad, donde se evidencia que la compacidad del área de estudio a dicha profundidad es medianamente densa ($Nº$ golpes/20 >30).

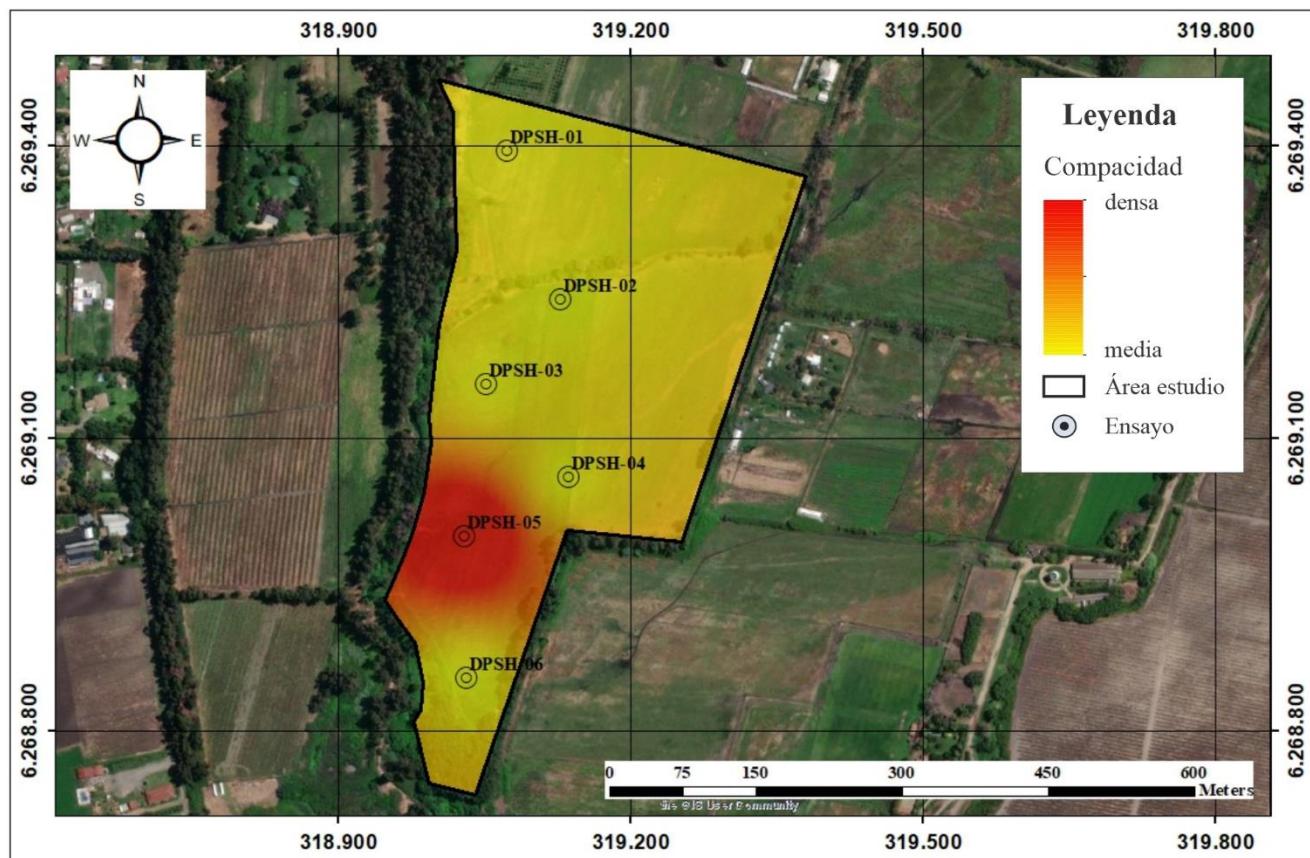


Figura 6.2.2. Mapa de isolíneas de numero de golpes Ndpsh entre los 1.8 a 2.0 metros de profundidad.



6.2.1 CORRELACIÓN ENTRE EL ENSAYO DPSH Y PARAMETROS RESISTENTES DEL SUELO

6.2.1.1 Correlación Nspt

Ya que el ensayo de penetración estándar (SPT) representa hoy en día uno de los medios más conocidos y económicos para adquirir información sobre el subsuelo, la mayor parte de las correlaciones existentes tienen que ver con los valores del número de golpes N_{SPT} obtenido con dicha prueba, por lo tanto, se presenta la necesidad de relacionar el número de golpes de un ensayo dinámico con N_{SPT} . El pasaje se da por:

$$N_{SPT} = \beta t^* N$$

Donde:

$$\beta = \frac{Q}{Q_{SPT}}$$

en donde Q es la energía específica por golpe y Q_{SPT} es la referida a la prueba SPT.

La energía específica por golpe se calcula como sigue:

$$Q = \frac{M^2 \cdot H}{A \cdot \delta \cdot (M + M')}$$

Donde:

M = peso masa de golpeo

M' = peso varillaje

H = altura de caída

A = área base punta cónica

δ = intervalo de avance



6.2.1.2 Resistencia Dinámica a la Punta (Qd)

A partir de los valores de golpeo N20, se puede estimar la resistencia dinámica del terreno frente a la penetración utilizando la denominada fórmula de los holandeses, recogida en la norma UNE-EN ISO 22476-2/05, cuya expresión es la siguiente:

$$Qd = \frac{M^2 * H}{[A * e * (M + P)]} = \frac{M^2 * H * N}{[A * \delta * (M + P)]}$$

Donde:

Qd = resistencia dinámica punta (área A)

e = hinca promedio por golpe δ / N

M = peso masa de golpeo (altura caída H)

P = peso total varillaje sistema golpeo

6.2.1.3 Tensión Admisible

Para el cálculo de la Tensión Admisible se han empleado los valores de golpeo medios de SPT obtenidos a partir de los ensayos DPSH, y se han introducido en las ecuaciones de Terzaghi y Peck. Aplicando el valor mínimo de 1.0 m para la profundidad de la cimentación, 1 m el ancho de la zapata, y de 1 pulgada (= 25 mm) como asiento total admisible, se obtienen el siguiente valor para la tensión admisible:

$$Q_{adm} = \frac{N * s}{8}$$

Donde:

Q_{adm} : Tensión admisible (kg/cm^2)

N: Número de golpes en el ensayo SPT.

S: Asiento admisible (1 pulgada).



6.2.1.4 Correlacion de los Parametros Geotecnicos

A continuación, en la Tabla 6.2.3 se presenta las correlaciones mencionadas anteriormente y otras, basadas sobre los resultados de los golpeteos Ndpsh medios obtenidos e interpretados para cada unidad estratigráfica reconocida a partir de las calcitas realizadas, aclarando que en los suelos cohesivos dichas correlaciones sólo deben considerarse orientativas y sujetas a comprobación local, ya que la dispersión de las correlaciones de los resultados obtenidos de ensayos dinámicos en suelos cohesivos es mucho mayor que en los terrenos granulares. Las presiones intersticiales que se generan en el momento del golpeo y los rozamientos parásitos afectan substancialmente a los resultados.

Unidad Estrati.	Espesor medio (m)	Ndpsh medio	Nspt	Coef. De correlación Nspt	Qd (Mpa)	$\gamma^{(1)}$ (KN/m ³)	Dr ⁽²⁾ (%)	$\Phi^{(3)}$	E ⁽⁴⁾ (Mpa)	V ⁽⁵⁾	Q _{adm}
UE1	0,3	4	6	1,5	6,0	16,0	26,4	28,0	7,0	0,41	0,8
UE2	1,0	12	19	1,5	11,5	18,0	50,8	31,0	21,8	0,34	2,4
UE3	>3,0	30	42	1,5	26,0	20,0	61,5	34,0	57,8	0,34	5,25

Tabla 6.2.3. Correlaciones de los parámetros geotécnicos a partir de los valores Nspt procedentes de los ensayos DPSH.

⁽¹⁾ γ Peso específico aparente según Meyerhof

⁽²⁾ Dr Densidad relativa según Gibbs & Holtz (1957)

⁽³⁾ Φ Angulo de fricción interna según Shioi-Fukuni (1982)

⁽⁴⁾ E Modulo de Young en suelos sin cohesión según Terzaghi

⁽⁴⁾ E Modulo de Young en suelos con cohesión D'Appollonia ed altri 1970 (Sabbia)

⁽⁵⁾ V Coeficiente de Poisson según clasificación A.G.I.

En el [Anexo 10](#) se adjunta las tablas y la bibliografía con las correlaciones de los parámetros geotécnicos obtenidos.



6.3 RESULTADOS DE LOS SONDEOS ELÉCTRICOS VERTICALES

Por medio del ajuste manual de interpretación semi-automática, empleando el programa IPI2Win 3.0.1 de la Universidad de Moscú se obtuvo un modelo aproximado del subsuelo para cada una de las curvas de campo. Cada uno de estos modelos tomó la forma más cercana a la curva de campo, resultando porcentaje de error que van desde los 0.7% hasta los 4.4%, estas variaciones de porcentajes, depende de que tan ajustadas se encuentran ambas curvas.

Los ensayos SEV se realizaron mediante el método Schlumberger con un arreglo de longitud “AB/2” máximo de 25 m, obteniendo una longitud total por cada ensayo de 50 m.

Los datos de campo y la curva de resistividad aparente obtenida en terreno se adjuntan en el [anexo 5](#).

N (medida)	AB/2 (m)	MN/2 (m)	SEV-01 (ohm-m)	SEV-02 (ohm-m)	SEV-03 (ohm-m)
1	1	0.5	12	14	16
2	2	0.5	14	22	16
3	3	0.5	18	32	20
4	4	0.5	24	40	25
5	5	0.5	26	48	26
6	6	0.5	30	56	31
7	8	0.5	36	67	37
8	10	0.5	50	75	48
9	13	0.5	52	84	53
10	16	0.5	58	91	58
11	20	0.5	62	97	62
12	25	0.5	69	105	70

Tabla 6.3.1. Valores de resistividades aparentes.

De las mediciones realizadas y mediante la interpretación de los resultados, se reconoce una homogeneidad en el comportamiento geoeléctrico, sin embargo, a fin de realizar una mejor interpretación cuantitativa de los resultados y de acuerdo a las calicatas prospectadas, se desprenden 3 modelos simplificados a cuatro capas.



SEV	Capa	ρ (Ohm*m)	Desde (m)	Hasta (m)	Interpretación	Error (%)
1	1	12	0,0	-0,8	Mezclas de arena, limos y arcillas	4,4
	2	9	-0,8	-1,5	Gravas saturadas (Nivel freático)	
	3	127	-1,5	-9,0	Grava con arena húmeda	
	4	76	-9,0	$-\infty$	Grava con arena húmeda	
2	1	12	0,0	-1,0	Mezclas de arena, limos y arcillas	0,7
	2	1.196	-1,0	-1,8	Grava con arena	
	3	43	-1,8	-10,5	Gravas saturadas (Nivel freático)	
	4	1.024	-10,5	$-\infty$	Grava con arena	
3	1	21	0,0	-0,3	Mezclas de arena, limos y arcillas	3,6
	2	12	-0,3	-1,6	Gravas saturadas (Nivel freático)	
	3	51	-1,6	-3,1	Gravas saturadas (Nivel freático)	
	4	102	-3,1	$-\infty$	Grava con arena húmeda	

Tabla 6.3.2. Interpretación de las resistividades aparentes.

Los modelos geoeléctrico del subsuelo obtenido en la interpretación de estos SEV se representa en la Figura 6.3.1.

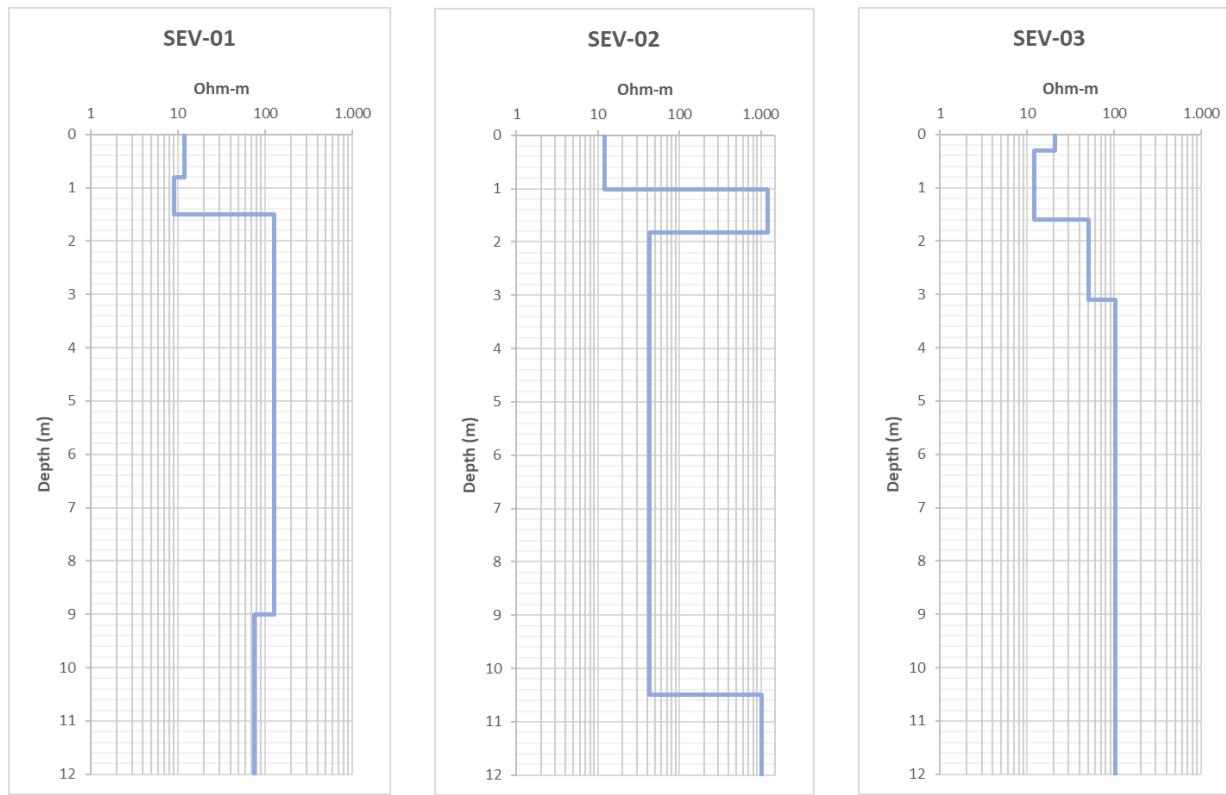


Figura 6.3.1. Modelos geoeléctricos de los ensayos SEV realizados.



Rango de resistividad (Ohm.m)	Grado de resistividad
< 10	Muy baja
10 - 23	Baja
23-50	media a baja
50 - 100	Media
100 - 1000	Media a alta
1000 - 10000	Alta
> 10000	Muy alta

Figura 6.3.2. Rangos de resistividad eléctrica.

En la figura anterior se puede evidenciar un primer estrato con un espesor medio de 0,7 m y resistividades eléctricas entre 12-21 Ohm.m, posterior a dicho nivel se observa un estrato con resistividades bajas a muy bajas (>23 Ohm.m) y que corresponden a un paquete de gravas con arena saturado con una potencia media entorno a los 7.0 m. Finalmente, y más profundo se encuentran estratos con resistividades moderadas a altas, lo que supone una baja en la humedad y que según las prospecciones sísmicas obedezcan a paquetes de gravas con arenas densas.

Para una mejor visualización de los cambios de resistividad eléctrica presentes en el subsuelo. A continuación, en la Figura 6.3.3 se presenta una pseudo sección geoeléctrica con los valores de resistividad aparentes obtenidos de la interpretación de los SEV realizados.

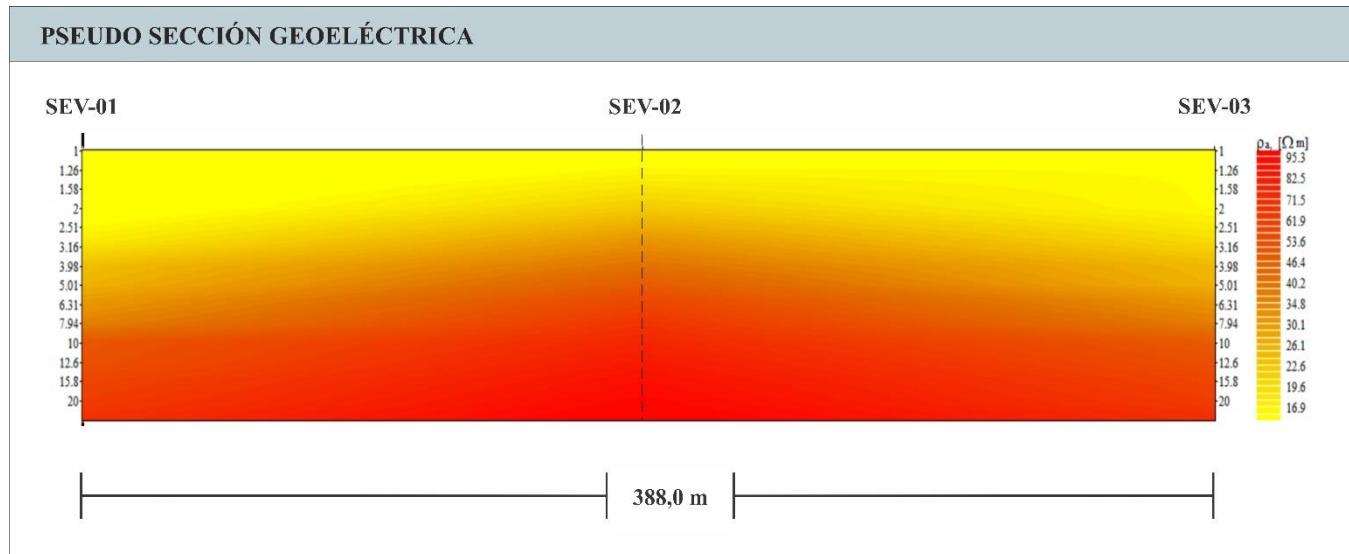


Figura 6.3.3. Pseudo sección geoeléctrica del subsuelo



Las interpretaciones se concluyen de acuerdo a la experiencia del equipo redactor y a la siguiente clasificación, la cual es orientativa pero ampliamente aceptada por la comunidad científica.

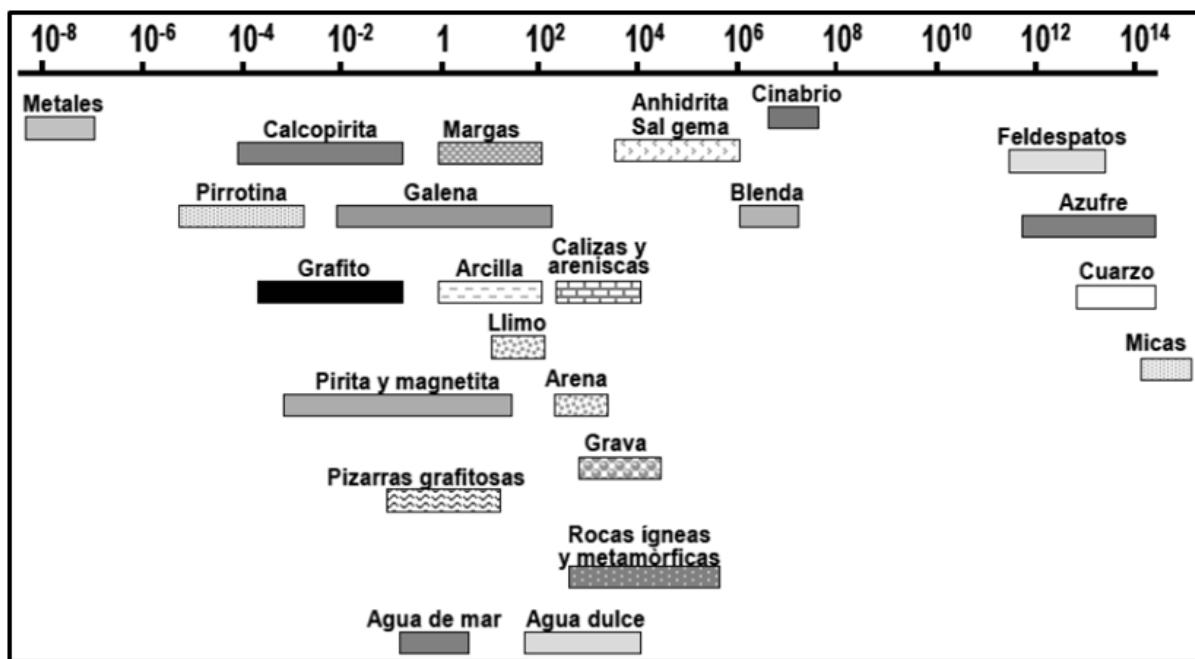


Figura 6.3.4. Resistividades más frecuentes según tipo de suelo.

Cabe mencionar que las resistividades pueden variar cerca de un 20% dependiendo si el suelo está en condición seco o saturado. Por consiguiente, en época estival se estima que las resistividades de la primera y segunda capa aumentarían de acuerdo a este porcentaje.



6.4 RESULTADOS DE LOS ENSAYOS DE MEDICIÓN DE ONDAS SUPERFICIALES

Los resultados obtenidos se procesaron mediante los módulos Surface Wave y WaveEq del software SeisImager, con un modelo de catorce (14) capas para simplificar la comparación entre éstos.

Del análisis de los tiempos de llegada se interpretan las velocidades de las ondas. Para todos los ensayos realizados se obtuvieron valores de Vs30 dentro del mismo rango, lo que indica un terreno relativamente homogéneo.

Las actas con los resultados obtenidos en los ensayos se adjuntan en el [Anexo 6](#).

Como se presentó en los análisis de los afloramientos, se aprecia un perfil de suelo predominantemente granular, en donde, las velocidades de onda de corte menores a 400 m/s corresponden a paquetes gravosos saturados o en presencia del nivel freático, mientras que las velocidades de onda de corte entre 400-700 m/s en promedio, corresponden a suelos gravosos con arena densos a muy densos. Dicha teoría que deberá de ser corroborada mediante un ensayo de perforación geotécnica (sondaje).

En la Tabla 6.4.1 se resume de forma sintética el número de capas detectadas, sus espesores y la velocidad Vs media. Por otra parte, en la Figura 6.4.1 se presenta unidimensional del comportamiento de las ondas de corte en el subsuelo registrado en los ensayos MASW 01 y 02.

CAPA	Espesor (m)	Desde (m)	Hasta (m)	MASW-1 Vs (m/s)	MASW-2 Vs (m/s)	Vs30 (m/s)
1	1,07	0,00	1,07	427,1	402,0	
2	1,24	1,07	2,31	421,3	395,8	
3	1,40	2,31	3,71	354,8	325,1	
4	1,57	3,71	5,27	324,6	307,3	
5	1,73	5,27	7,01	291,8	301,2	
6	1,90	7,01	8,90	327,0	360,0	
7	2,06	8,90	10,96	411,5	418,8	
8	2,23	10,96	13,19	485,7	467,4	
9	2,39	13,19	15,58	553,3	526,3	
10	2,55	15,58	18,13	586,4	561,7	
11	2,72	18,13	20,85	614,8	580,3	
12	2,88	20,85	23,74	614,9	624,3	
13	3,05	23,74	26,79	619,7	691,9	
14	3,21	26,79	30,00	679,8	742,3	

476

Tabla 6.4.1. Espesores y valores de Vs medidas en los ensayos de prospección sísmica.



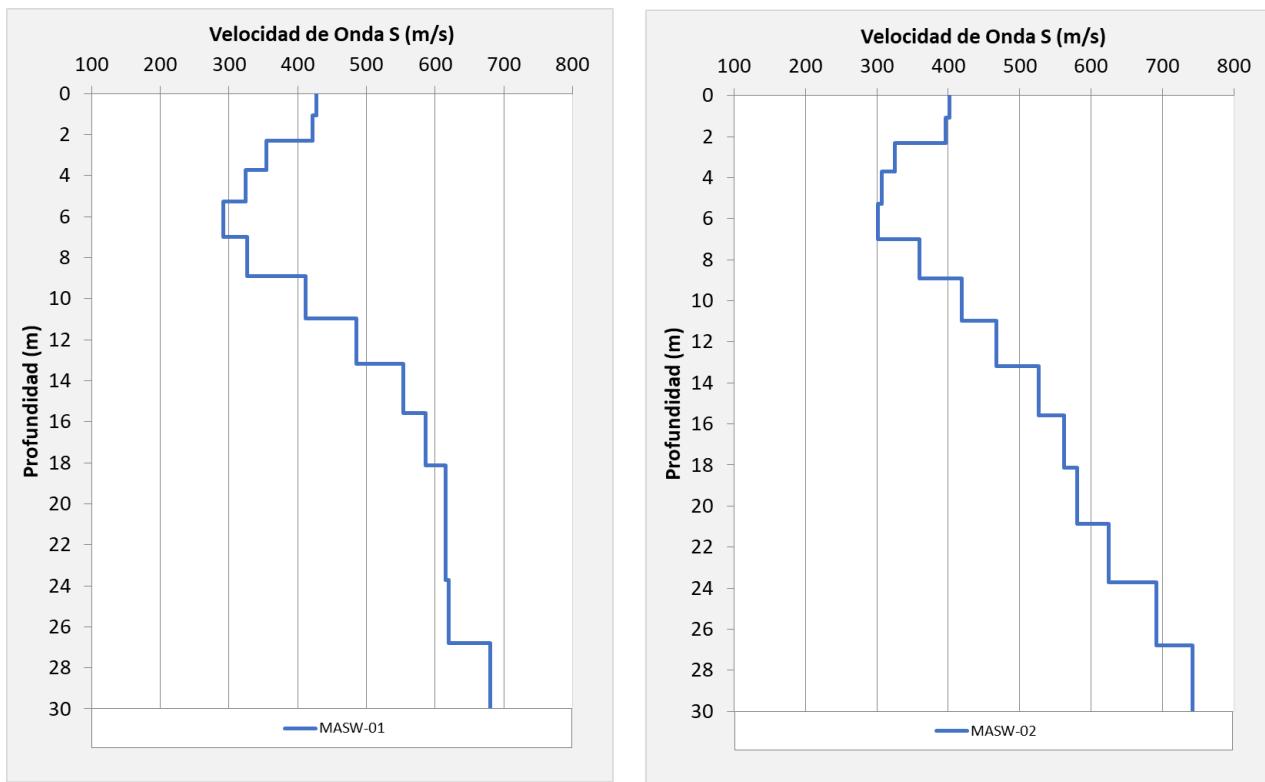


Figura 6.4.1. Modelo unidimensional de ondas de corte en ensayos MASW 01 y 02.

La Tabla 6.4.2 y Tabla 6.4.3 presentan la interpretación del perfil de terreno para cada ensayo sísmico realizado con las profundidades y velocidades de onda de corte medias de cada registro.

CAPA	U.G	Desde (M)	Hasta (M)	Vs (M/S)	INTERPRETACIÓN MASW-01
1	Q1	0,0	2,3	424,2	Mezcla de arenas, limos y gravas
2	Q1	2,3	13,2	365,9	Gravas saturadas (nivel freático)
3	Q1	13,2	30,0	611,5	Gravas con arena muy densas

Tabla 6.4.2. Interpretación de los resultados obtenidos en el ensayo MASW-01.

CAPA	U.G	Desde (M)	Hasta (M)	Vs (M/S)	INTERPRETACIÓN MASW-02
1	Q1	0,0	2,3	398,9	Mezcla de arenas, limos y gravas
2	Q1	2,3	8,9	323,4	Gravas saturadas (nivel freático)
3	Q1	8,9	30,0	576,6	Gravas con arena muy densas

Tabla 6.4.3. Interpretación de los resultados obtenidos en el ensayo MASW-02.



Las interpretaciones se concluyen de acuerdo a la experiencia del equipo redactor y a la siguiente clasificación propuesta en el código supremo 61.

Suelo Tipo		V_{s30} [m/s]	RQD	q_u [MPa]	N_1 [golpes/pie]	S_u [MPa]
A	Roca, suelo cementado	≥ 900	$\geq 50\%$	≥ 10 ($\epsilon_{qu} \leq 2\%$)		
B	Roca blanda o fracturada, suelo muy denso o muy firme	≥ 500		$\geq 0,40$ ($\epsilon_{qu} \leq 2\%$)	≥ 50	
C	Suelo denso o firme	≥ 350		$\geq 0,30$ ($\epsilon_{qu} \leq 2\%$)	≥ 40	
D	Suelo medianamente denso o firme	≥ 180			≥ 30	$\geq 0,05$
E	Suelo de compacidad, o consistencia mediana	< 180			≥ 20	$< 0,05$
F	Suelos Especiales	*	*		*	*

Tabla 6.4.4. Tipos de suelos en función de su Vs (DS 61).



6.5 RESULTADOS DE MEDICIÓN DE RESISTIVIDAD TÉRMICA

Los resultados presentados a continuación corresponden datos obtenidos en forma global. La Resistividad Térmica tiene una media que varía en profundidad que se presenta en la siguiente tabla:

ENSAYO	CALICATA	CONDUCTIVIDAD (W/mk)		RESISTIVIDAD (mk/W)	
		0,5 (m)	1,0 (m)	0,5 (m)	1,0 (m)
RT-01	C-02	0,852	1,591	1,174	0,629
RT-02	C-03	1,308	1,753	0,765	0,570
RT-03	C-06	0,348	0,749	2,876	1,336
RT-04	C-08	0,671	0,782	1,490	1,279

Tabla 6.5.1. Valores de resistividades térmicas medios.

Los datos de campo y la curva de resistividad térmica obtenida en terreno se adjuntan en el [anexo 7](#).



6.6 RESULTADO DE LOS ENSAYOS DE INFILTRACIÓN PORCHET

Para la estimación de la tasa de infiltración se utilizó la siguiente formula, en donde se considera que el flujo es definido por el potencial gravitacional.

$$F = \frac{R}{2 * (t_2 - t_1)} * \ln \left(\frac{2 * H_1 + R}{2 * H_2 + R} \right)$$

Donde:

F: Permeabilidad

R: Radio de la excavación.

t: Tiempo en minutos

H: altura del nivel del agua

Los datos de las lecturas y resultados se adjuntan de forma detallada en el [Anexo 8](#). En la Tabla 6.6.1 se resume los ensayos realizados y los resultados obtenidos.

Ensayo Tipo Porchet	Profundidad m	Permeabilidad (mm/h)	Permeabilidad (cm/s)
PRM-1	0,3	137	3,82E-03
PRM-2	0,3	113	3,13E-03

Tabla 6.6.1. Ensayo de permeabilidad realizado y resultados obtenidos.

Suelos Típicos	Grado de Permeabilidad	Conductividad Hidráulica cm/s
Gravas gruesas	Alta	> 10 ⁻¹
Arena gruesa a fina	Media	10 ⁻¹ a 10 ⁻³
Arena limosa, Arena arcillosa	Baja	10 ⁻³ a 10 ⁻⁵
Limo, Arena arcillosa	Muy baja	10 ⁻⁵ a 10 ⁻⁷
Arcilla	Prácticamente impermeable	< 10 ⁻⁷

Tabla 6.6.2. Clasificación de permeabilidad de Terzaghi & Peck (1996).

Los suelos analizados presentan una permeabilidad media típica en suelos compuestos por arenas finas a limosas sueltas, según la clasificación de Terzaghi & Peck (1996), y que corresponde al tipo de suelos encontrados durante la prospección geotécnica.



7 ANALISIS Y RESULTADO DE LOS ENSAYOS DE LABORATORIO

7.1 ENSAYOS DE IDENTIFICACIÓN Y CLASIFICACIÓN

A continuación, la Tabla 7.1.1 presenta los resultados obtenidos de los ensayos de identificación y clasificación realizados en las muestras obtenidas.

Unidad estratigráfica	Calicata	Desde (m)	Hasta (m)	Clasificación USCS	CARACTERÍSTICAS DE LAS CURVAS GRANULOMÉTRICAS			PLASTICIDAD LÍMITES DE ATTERBERG			PARÁMETROS DE ESTADO NATURAL	
					Gravas	Arena	Finos	LL	LP	IP	Humedad	
											W	(%)
UE3	C-02	0,7	0,9	GP	58,6	30,1	11,4	N.P	-	N.P		14,3
UE1	C-03	0,5	0,7	SC SM	13,6	34,6	51,8	34,0	18,0	17,0		43,8
UE3	C-04	1,5	1,7	SC	62,0	33,0	5,0	N.P	-	N.P		16,1
UE2	C-05	0,5	0,7	GP	29,1	62,5	8,4	N.P	-	N.P		25,0
UE2	C-07	1,0	1,2	GP	4,1	51,7	44,2	29,0	20,0	9,0		28,7
UE3	C-08	1,5	1,7	GW GM	64,1	30,3	5,6	N.P	-	N.P		16,1

Tabla 7.1.1. Resumen ensayos de identificación y clasificación de suelos.



7.2 ENSAYOS DE CARACTERIZACIÓN QUÍMICA EN SUELOS

7.2.1 DETERMINACION DEL CONTENIDO DE SULFATO SOLUBLE EN AGUA

La presencia de sulfatos en los suelos en contacto con el cemento del hormigón, puede generar una reacción adversa dañando la estructura del hormigón y provocando una disminución de sus propiedades resistentes. En este sentido, la determinación del contenido en sulfatos de los suelos es de vital importancia a la hora de decidir el tipo de hormigón a utilizar en obra.

Se ha analizado el contenido en sulfatos solubles en agua en dos (2) muestras de suelo, correspondientes a las calicatas C-01 y C-07, obteniendo en todos los casos un contenido medio en sulfatos inferior a 100 ppm (<0.1% en peso).

7.2.2 DETERMINACION DE CLORUROS SOLUBLE EN AGUA

La presencia de cloruros solubles en agua en los suelos tiene la capacidad de iniciar o acelerar la corrosión de los metales, pudiendo disminuir su resistencia e incluso provocar fallas de las barras de acero de refuerzo del hormigón armado. En el presente estudio se ha determinado la presencia y cantidad de cloruros presentes en dos (2) muestras de suelo, correspondientes a las calicatas C-01 y C-07. Los valores obtenidos indican un contenido máximo en cloruros de 48 mg/kg.

7.2.3 DETERMINACION DE SALES SOLUBLES TOTALES

La presencia de sales solubles en un suelo es un indicador de potenciales asentamientos bruscos debidos a la disolución de las estructuras cristalinas de dichas sales presentes en la estructura de los suelos. Los valores de sales solubles determinados en los suelos de estudio indican un contenido máximo de 0,092 %.

En la Tabla 7.2.1 se recogen los resultados obtenidos para estos ensayos.

Unidad estratigráfica	Calicata	Desde (m)	Hasta (m)	ANÁLISIS QUÍMICO						
				Sulfatos (SO ₄)	Cloruros (Cl)	pH	Potencial Redox	Carbonatos (%)	Sales Totales (%)	
				(mg/Kg)	(mg/Kg)					
UE1	C-03	0,5	0,7	31	48	6,96	267	0,30	0,092	
UE2	C-07	1,0	1,2	15	24	7,11	249	0,20	0,067	

Tabla 7.2.1. Ensayos químicos en muestras de suelo.



7.3 ENSAYOS DE COMPACTACIÓN

A continuación, la Tabla 7.3.1 presenta los resultados de los ensayos de compactación realizados en las muestras obtenidas con el fin de conocer la aptitud del terreno para su uso en rellenos estructurales.

Unidad estratigráfica	Calicata	Desde (m)	Hasta (m)	PROCTOR MODIFICADO		CBR (Al 95% de la D.M.S.) Para 0,20"
				D.M.S.	W% optima	
				(g/cm ³)	(%)	
UE1	C-03	0,8	1,0	1,49	20,90	3,24
UE2	C-07	0,5	0,7	1,51	23,80	4,01

Tabla 7.3.1. Ensayos de compactación.



7.4 ENSAYOS DE RESISTENCIA

En cuanto a los parámetros resistentes, no se han realizado en esta unidad ensayos encaminados a la obtención de valores experimentales de ángulo de rozamiento y cohesión, por lo que, a efectos de cálculo, se estiman unos parámetros obtenidos a partir de correlaciones empíricas deducibles de materiales con características y consistencias similares, comúnmente aceptadas por la comunidad científica (Terzaghi y Peck, Grundbrau-Taschenbunch, González de Vallejo y otros.).



7.5 ENSAYOS DE EXPANSIBILIDAD Y COLAPSO

7.5.1 POTENCIAL DE EXPANSIBILIDAD

La expansibilidad es un fenómeno que se produce por la configuración estructural de algunos tipos de arcillas, por lo que nunca se producirá en suelos predominantemente granulares (arenosos, limosos, basamentos rocos, etc...).

Para el caso de estudio, de acuerdo a las características y a la propia naturaleza del suelo prospectado, al tratarse de materiales predominantemente granulares, según Gonzales vallejo (2002), es posible estimar el colapso en dichos suelos en función de su granulometría y plasticidad, como se indica en la siguiente tabla.

Expansividad	Finos (%)	Límite Líquido	Índice hinchamiento Lambe (kPa)	Presión de hinchamiento (kPa)	Hinchamiento libre (%)
Baja	<30	<35	<80	<25	<1
Baja a Media	30-60	35-50	80-150	25-125	1-4
Media a Alta	60-95	50-65	150-230	125-300	4-10
Muy Alta	>95	>65	>230	>300	>10

Tabla 7.5.1. Grados de expansividad y valores medios de parámetros geotécnicos. González Vallejo et al. (2002).

En conclusión, podemos indicar que nos encontramos ante suelos con un **nulo potencial expansivo**.

7.5.2 POTENCIAL DE COLAPSO

Según Zur y Wisemam (1973) definen como colapso a cualquier disminución rápida de volumen del suelo, producida por el aumento de cualquiera de los siguientes factores:

- Contenido de humedad (w)
- Grado de saturación (Sr)
- Tensión media actuante (τ)
- Tensión de corte (σ)
- Presión de poros (u)

A efectos de definir y diferenciar los distintos tipos de colapso Uriel y Serrano (1973,1974) clasifican a los suelos colapsables o desmoronables en dos grupos como se indica en la siguiente tabla.



Grupo	Descripción
I	Suelos en los que tiene lugar un rápido cambio de la relación entre presiones efectivas y las deformaciones sin que se alcance la resistencia última del material. De acuerdo con esto la causa del colapso es únicamente el cambio de las presiones efectivas. A este grupo pertenecen los limos o arcillas cementadas y las rocas de gran porosidad. Cuando se ensaya a humedad constante, se detecta una notable modificación de su módulo de compresibilidad al alcanzar un cierto valor las presiones efectivas.
II	Suelos en los que, sin la presencia o cambio de las condiciones que producen el colapso, no hay cambio abrupto en la relación presión-deformación. Tal es el caso de los loess y algunas arcillas que contienen sulfatos.

Tabla 7.5.2. clasifican a los suelos colapsables o desmoronables según Uriel y Serrano (1973,1974)

Parece por tanto claro que los materiales potencialmente colapsables son suelos finos (limos, limos arenosos), o suelos con altos contenidos en sales solubles, los cuales ante la entrada de agua pueden manifestarse en forma de asientos bruscos del terreno de carácter centimétrico hasta decimétricos.

En el caso que nos ocupa, no se han realizado ensayos específicos para determinar el potencial de expansión y la susceptibilidad al colapso. No obstante, en función de las características de los materiales (se trata de materiales mixtos, predominantemente gravas con arena, sin altos contenidos en sales y sin plasticidad), **consideramos que se puede descartar la posibilidad de que presenten potencial de colapso.**



8 RIESGOS GEOLÓGICOS

8.1 RIESGO SÍSMICO

La Norma Técnica Diseños Sísmico de edificios NCh433, aprobada mediante el decreto supremo Nº 172, y la norma NCh2369 Of. 2003, clasifican el suelo para el análisis sísmico de las distintas estructuras. Ambas marcan unos valores tipo en función del tipo de edificación, ubicación de la misma y tipo de terreno.

Según lo anterior, la zona de estudio se encuentra en la Zona Sísmica detallada en la tabla con los siguientes valores de aceleración efectiva Ao y aceleración máxima del suelo (ao). Mencionar que los parámetros para el cálculo sísmico dependientes de la localización geográfica y tipo de terreno pueden ser revisados en el [Anexo 10](#).

Zonificación Sísmica	ao	Ao
2	0,4g	0,3g

Tabla 8.1.1. Zona sísmica y sus valores de aceleración efectiva y máxima asociados.

Los parámetros sísmicos para la zona donde se emplazará el proyecto se adjuntan en las siguientes tablas.

Tipo Suelo	T'(s)	n
II	0,35	1,33

Tabla 8.1.2. Parámetros sísmicos de la parcela NCh 2369 Of.2003.

Tipo Suelo	Descripción	S	To (s)	T'(s)	n	p
D	Suelo medianamente denso o firme	1,20	0,75	0,85	1,80	1,00

Tabla 8.1.3. Parámetros sísmicos de la parcela NCh 433 Of.96, modificada por el DS61.

S: Parámetro relativo al tipo de suelo, empleado para el cálculo del coeficiente sísmico máximo C_{max} .

Te, p: Parámetros relativos al tipo de suelo, empleados para el cálculo del coeficiente sísmico C_{max} .

T', n: Parámetros relativos a al tipo de suelo, empleados para el cálculo del factor de amplificación $\alpha_{(SEP)}^{T'}$.

Destacar que la clasificación según DS61 es una estimación conservadora, dado que no se cuentan con sondeos por lo que los valores expresados deberán de ser adoptados por el técnico competente con cautela y bajo su criterio.

Se deberán considerar las siguientes especiaciones generales para el diseño de cimentaciones directas superficiales, incluidas en la norma sísmica NCh433 y que citan textualmente:



“Se debe comprobar que las fundaciones tengan un comportamiento satisfactorio tanto ante la acción de cargas estáticas como ante la acción de cargas sísmicas, velicando que la presión de contacto entre el suelo y la fundación sea tal que las deformaciones inducidas sean aceptadas para la estructura.

Por lo menos el 80% del área bajo cada fundación aislada debe quedar sometida a compresión. Porcentajes menores del área en compresión se deben justiciar de modo que se asegure la estabilidad global y que las deformaciones inducidas sean aceptables para la estructura. Las disposiciones anteriores no rigen si se usan anclajes entre la fundación y el suelo.

Para calcular las fuerzas sísmicas que se desarrollan en la base de fundaciones enterradas en terreno plano, se pueden despreciar las fuerzas de inercia de las masas de la estructura que queden bajo el nivel de suelo natural y los empujes sísmicos del terreno, siempre que exista la restricción lateral de acuerdo a lo dispuesto en el párrafo anterior.

Las fundaciones sobre zapatas aisladas que no cuenten con restricción adecuada al movimiento lateral, se deben unir mediante cadenas de amarre diseñadas para absorber una compresión o tracción no inferior a un 10% de la solicitación vertical sobre la zapata.

Se puede considerar la restricción lateral del suelo que rodea la fundación siempre que las características de rigidez y resistencia de dicho suelo garanticen su colaboración y que la fundación se haya hormigonado contra suelo natural no removido. En caso de colocar rellenos en torno a las fundaciones, la restricción lateral que se considere se debe justiciar adecuadamente y la colocación de dichos rellenos se debe hacer siguiendo procedimientos de compactación y de control claramente especificados.

El nivel basal del edificio se debe considerar en la base de sus fundaciones. La consideración de otra posición del nivel basal se debe justificar mediante un análisis.

La presión de contacto admisible se debe definir en el nivel de contacto entre el terreno y la base del elemento de fundación utilizado. En el caso de rellenos de hormigón pobre bajo las fundaciones, la presión de contacto se debe definir en la base de dicho relleno; se deben comprobar las presiones de contacto y las deformaciones, tanto en la base del hormigón pobre como en el contacto entre fundación y hormigón pobre”.



8.2 RIESGO DE LICUEFACCIÓN

La licuefacción de suelo describe el comportamiento de suelos que, estando sujetos a la acción de una fuerza externa, pasan de un estado sólido a un estado líquido, o adquieren la consistencia de un líquido pesado. Es uno de los fenómenos más dramáticos y destructivos.

Durante un sismo se generan cargas horizontales, las cuales se representan como cargas cíclicas en un elemento de suelo. Cuando los suelos no cohesivos saturados se ven expuestos a estas cargas cíclicas, en condiciones no drenadas, se genera exceso de presión de poros lo que reduce los esfuerzos efectivos, que a su vez hace que disminuya la resistencia al corte del suelo. Generalmente los suelos potencialmente más licuables son materiales con elevada relación de vacíos tales como arenas finas y poco densas y los limos y arenas mal gradados, aunque también se han dado casos en arenas gruesas y gravas y en turbas o suelos altamente orgánicos.

8.2.1 CONDICIONES LICUACIÓN SUELOS

Además del tipo de terreno, para que se produzca este fenómeno, el nivel freático debe encontrarse cerca de la superficie, la compacidad de los materiales suele ser baja ($NSPT < 20$) y la intensidad del terremoto alta.

De acuerdo a Luis I. González de Vallejo (2002), el fenómeno de licuefacción se da en las siguientes circunstancias:

- Sismos de magnitud igual o superior a 5,5 con aceleraciones superiores o iguales a $0,2 \cdot g$.
- A partir de los 15 m de profundidad no se han conocido fenómenos de licuefacción en suelos. (Si bien otros autores indican que a partir de 10-12 m. el fenómeno de licuación deja de ser importante).
- En la mayoría de los casos el nivel freático se encontraba a una profundidad inferior a 3,0 m, si el nivel se encuentra a 5,0 m o más la susceptibilidad a la licuefacción es muy baja.

Las propiedades que caracterizan a los suelos licuefactables (González de Vallejo, 2002) son las siguientes:

- Grado de saturación del 100%.
- Diámetro medio D_{50} entre 0,05 y 1,0 mm.
- Coeficiente de uniformidad $C_u = D_{60}/D_{10} < 15$.
- Contenido en finos $< 10\%$.
- Bajo grado de compactación, es decir $N < 10$ para profundidades < 10 m y $N < 20$ para profundidades > 10 m.

O según Wang, 1979, los suelos con las siguientes propiedades:

- Tamiz $0.005 \text{ mm} \leq 15\%$
- Límite líquido $LL \leq 35\%$



- Humedad natural $w \geq 0.9 LL$
- Índice líquido $IL \leq 0.75$

Igualmente se representan, a continuación, las granulometrías de suelo por tamizado en los que la licuación es más probable.

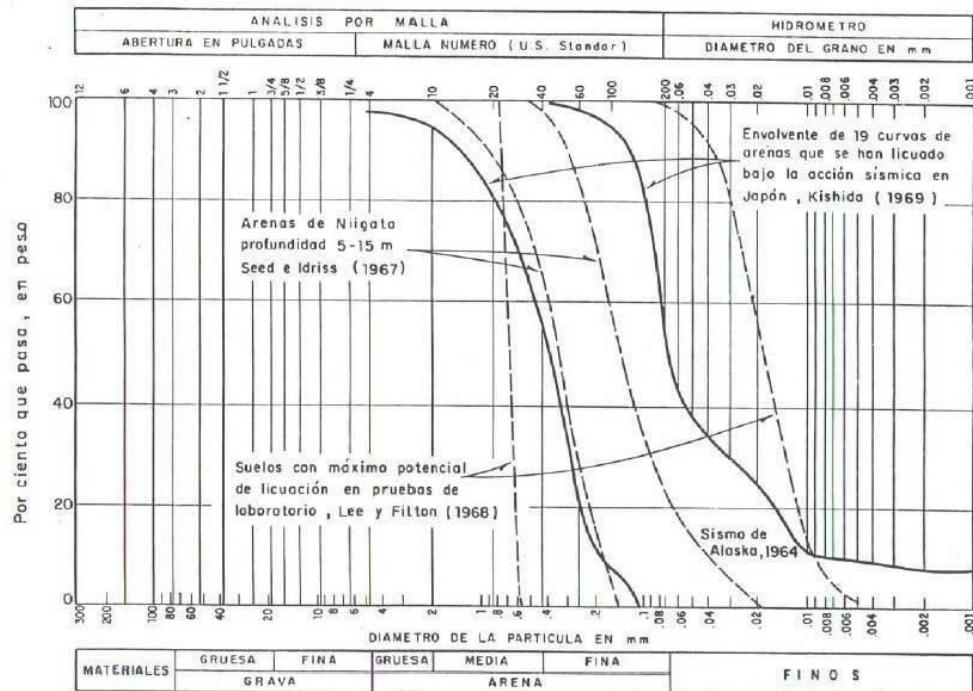


Figura 8.2.1. Granulometrías de suelos que han licuado. Henríquez Pantaleón, 2013.

Tras analizar las características del terreno y de la zona de acuerdo a Luis I. González de Vallejo (2002), **no se dan las condiciones para que el terreno sufra licuefacción.**



8.3 RIESGOS VOLCÁNICOS

De acuerdo al mapa de Peligros Volcánicos de Chile, obtenido del Ministerio de Minería del Gobierno de Chile (SERNAGEOMIN) a Escala 1:2.000.000, la zona de Talagante donde se ubica la parcela objeto de estudio, se considera una zona sin peligro volcánico.

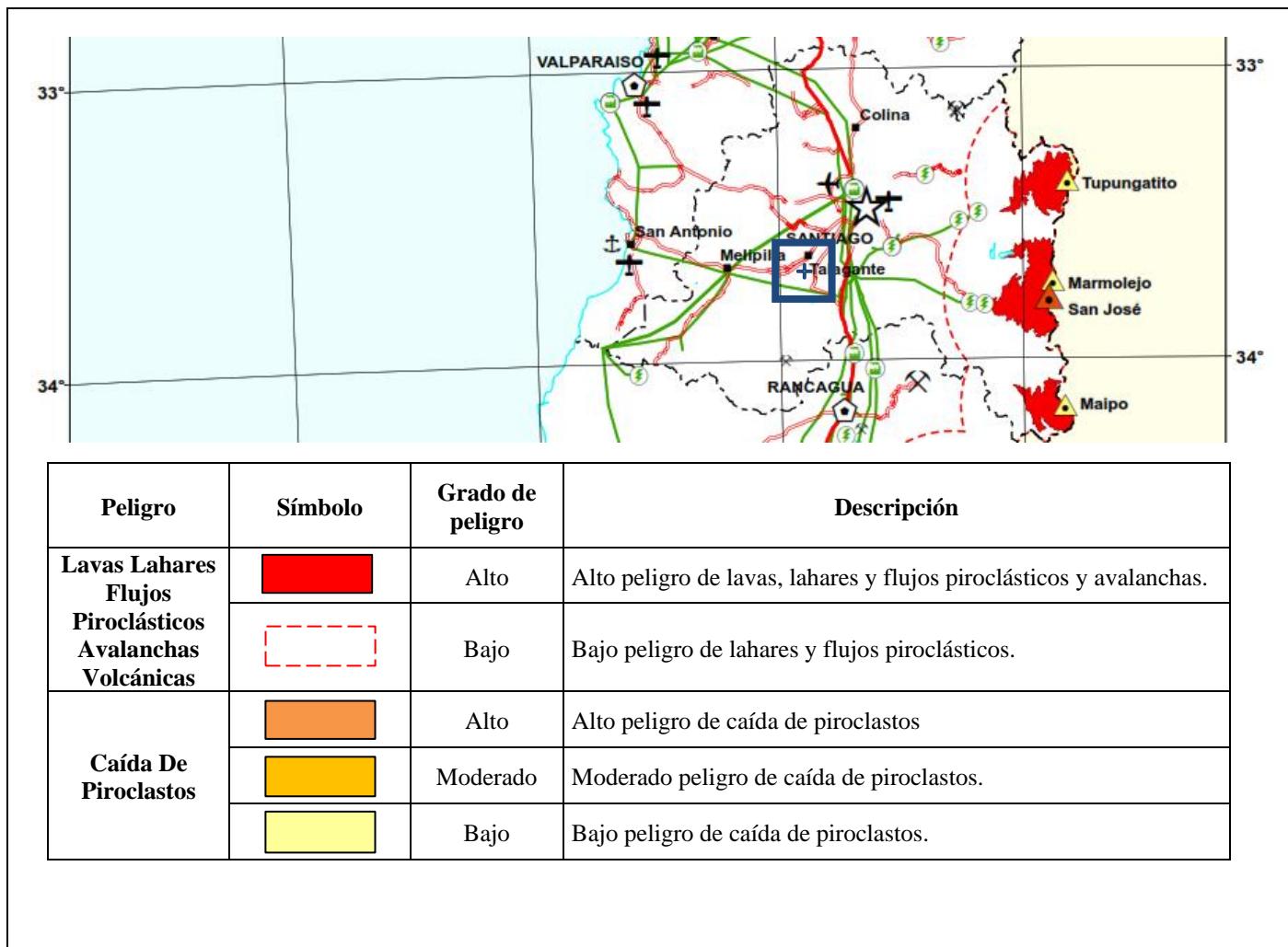


Figura 8.3.1. Mapa sísmico de la zona.



9 CARACTERÍSTICAS GEOTÉCNICAS DEL TERRENO

9.1 UNIDADES GEOTÉCNICAS UG

En función de las unidades estratigráficas reconocidas y los ensayos de laboratorio pasaremos a diferenciar las Unidades Geotécnicas (UG), presentes en la zona de estudio y sus parámetros geotécnicos.

Se han reconocido **TRES (3)** Unidades Estratigráficas con distintas propiedades geotécnicas por lo que, a efectos de cálculos y modelización del terreno, se considerarán **TRES (3)** Unidades Geotécnicas.

UNIDAD GEOTECNICA - TIERRA VEGETAL: (UG1)							
 Tierra vegetal compuesta por un suelo arcillo limoso con contenido de humedad medio. Suelo de origen edafológico perteneciente a la unidad geológica Q1.							
Parametros Geotecnicos							
γ kN/m³	Qd	N spt	ϕ'	C' kN/m²	E Mpa	V	K₃₀ Kg/cm³
16,0	6,0	6,0	28,0	25,0	7,0	0,41	1-2

Tabla 9.1.1. Características y parámetros de la Unidad Geotécnica 01 (UG1).



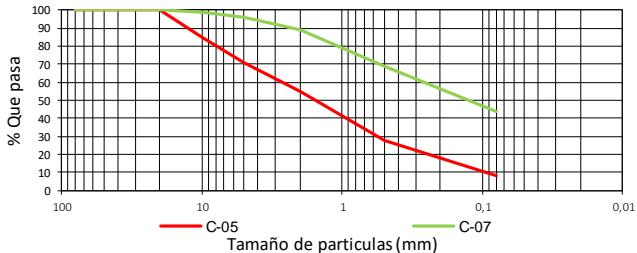
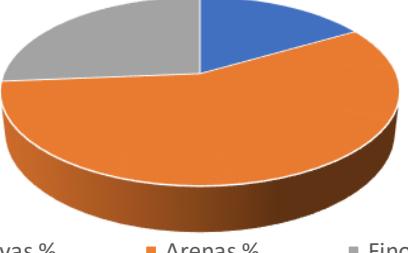
UNIDAD GEOTÉCNICA - 02 (UG2)							
				Curva Granulométrica 			
Descripción: Suelo arenoso limoso con arcilla, de color pardo con contenido de humedad alto. En general el estrato presenta una estructura homogénea formada por granos de arena finos a medios, sin características plásticas. Su estado de consistencia es blando y no presenta cementación. Suelo de origen fluvial perteneciente a la unidad geológica Q1.				 <ul style="list-style-type: none"> ■ Gravas % ■ Arenas % ■ Fines % 			
Espesor medio: 0,5 metros				Analisis Químicos			
Nº de Muestras: 2				Granulometria			
Sulfatos (mg/kg) (mín-máx)	23,00 (15-31)	Potencial Redox (min-máx)	258 (249-267)	Gravas (mín-máx)	Arenas (mín-máx)	Finos (mín-máx)	
Cloruros (mg/kg) (mín-máx)	36,00 (24-48)	Carbonatos (%) (mín-máx)	0,25 (0,2-0,3)	%	%	%	
pH (mín-máx)	7,04 (6,96-7,11)	Sales Totales (mín-máx)	0,08 (0,07-0,09)	Límites de Atterberg:			
Nº de Muestras: 2				Nº de Muestras 2			
Ensayos de Compactación				LL (mín-máx)	LP (mín-máx)	IP (mín-máx)	
Nº de Muestras: 2				29,0 (0-29)	20,0 (0-20)	9,0 (0-9)	
Proctor Modificado		CBR		Densidad Natural			
D.M.C.S.	W% optima	Al 95% de la D.M.C.S.		Nº de Muestras 2			
3,6	22,4	1,5		Clasificación			
USCS		ASHTO		Humedad (%) (mínimo-máximo)	Densidad seca (g/cm³) (mínimo-máximo)	Densidad húmeda (g/cm³): (mínimo-máximo)	
SP SM/SC/		A-1-b/A-4/		26,8 (25-28,7)			
Parametros Geotecnicos							
γ kN/m³	Qd	N spt	ϕ'	C' kN/m²	E Mpa	V	K30 Kg/cm³
18,0	11,5	19	31,0	10,00	21,8	0,34	6-7
Expansividad del terreno:						Baja a Nula	

Tabla 9.1.2. Características y parámetros de la Unidad Geotécnica 02 (UG2).



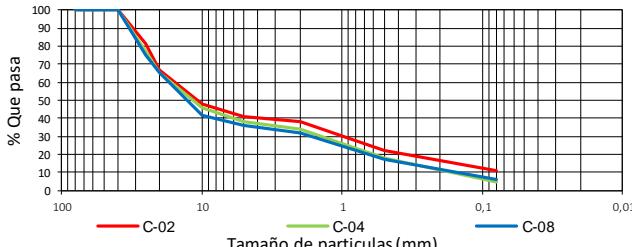
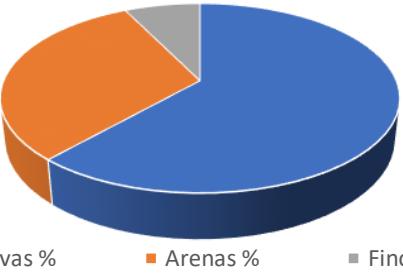
UNIDAD GEOTÉCNICA - 03 (UG3)																								
					Curva Granulométrica 																			
Descripción: Suelo gravoso con limo y arena de color marrón a grisáceo con contenido de humedad alto. En general el estrato presenta una estructura heterogénea, la fracción gruesa encontrada posee forma redondeada y un tamaño máximo de 25 cm, sin características plásticas. Su estado de compacidad es denso y no presenta cementación. Suelo de origen fluvial perteneciente a la unidad geológica Q1.																								
Espesor medio: >3,0 metros					■ Gravas % ■ Arenas % ■ Fines %																			
Analisis Químicos N° de Muestras: 0					Granulometria N° de Muestras 3																			
Sulfatos (mg/kg) (mín-máx)		Potencial Redox (min-máx)			Gravas (mín-máx)	Arenas (mín-máx)	Finos (mín-máx)																	
Cloruros (mg/kg) (mín-máx)		Carbonatos (%) (mín-máx)			61,6 (58,6-64,1)	31,1 (30,1-33)	7,3 (5-11,4)																	
pH (mín-máx)		Sales Totales (mín-máx)			Límites de Atterberg: N° de Muestras 3																			
Ensayos de Compactación N° de Muestras: 0					LL (mín-máx)	LP (mín-máx)	IP (mín-máx)																	
Proctor Modificado D.M.C.S.		CBR W% optima			N.P	-	N.P																	
Densidad Natural N° de Muestras 3																								
Clasificación USCS					Humedad (%) (mínimo-máximo)	Densidad seca (g/cm³) (mínimo-máximo)	Densidad húmeda (g/cm³): (mínimo-máximo)																	
Parametros Geotecnicos <table border="1"> <tr> <th>γ kN/m³</th><th>Qd</th><th>N spt</th><th>ϕ'</th><th>C' kN/m²</th><th>E Mpa</th><th>V</th><th>K30 Kg/cm³</th></tr> <tr> <td>20,0</td><td>26,0</td><td>42</td><td>34,0</td><td>0,50</td><td>57,8</td><td>0,34</td><td>12-13</td></tr> </table>					γ kN/m³	Qd	N spt	ϕ'	C' kN/m²	E Mpa	V	K30 Kg/cm³	20,0	26,0	42	34,0	0,50	57,8	0,34	12-13	15,5 (14,3-16,1)			
γ kN/m³	Qd	N spt	ϕ'	C' kN/m²	E Mpa	V	K30 Kg/cm³																	
20,0	26,0	42	34,0	0,50	57,8	0,34	12-13																	
Expansividad del terreno:								Nula																

Figura 9.1.1. Características y parámetros de la Unidad Geotécnica 03 (UG3).



UG	TRAMAS	DESCRIPCIÓN	γ kN/m ³	Qd	N spt	φ'	C' kN/m ²	E Mpa	V	K30
UG1		Tierra vegetal compuesta por un suelo arcillo limoso con contenido de humedad medio. Suelo de origen edafológico.	16,0	6,0	6,0	28,0	25,0	7,0	0,4	1-2
UG2		Suelo compuesto por una mezcla de arena con limo y arcilla, color pardo en estado seco. Presenta alta humedad y compacidad media. Paredes algo inestables.	18,0	11,5	19,0	31,0	10,0	21,8	0,3	6-7
UG3		Suelo gravoso con arena y limo, color marrón a grisáceo en estado seco. Presenta alta humedad y compacidad alta. Paredes inestables.	20,0	26,0	42,0	34,0	0,5	57,8	0,3	12-13

Tabla 9.1.3. Parámetros geotécnicos.

Qd: Resistencia a la penetración dinámica
 γ : Peso específico aparente
 φ' : Angulo de rozamiento efectivo
 c': Cohesión efectiva
 E: Módulo de Young

V: Coeficiente de Poisson
 K30: Coeficiente de Balasto

De acuerdo con la exploración realizada, para efectos de cálculo se han definido el siguiente escenario geotécnico.

Escenario geotécnico: Se reconoció toda el área. Se caracteriza por presentar una topografía suave a ligeramente ondulada. El perfil estratigráfico se compone en superficie por un suelo arcillo limoso de color marrón y compacidad baja. Dicho estrato presenta evidencias de procesos edafológicos y se describió como unidad geotécnica 01 (UG1), con un espesor medio de 0.5 m, subyaciendo a dicho nivel se encuentra un suelo compuesto por una mezcla de arena con limo y arcilla, descrito como unidad geotécnica 2 (UG2) y detectado puntualmente en las excavaciones C-1, 5, 7 y 8, presenta color pardo en estado seco, con una compacidad media y un espesor medio de 0.5 m. Por último y más profundo, se encuentra un nivel de suelo gravoso con arena y limo de color marrón a grisáceo, de compacidad media a alta, descrito como la unidad geotécnica 3 (UG3), asociada a los depósitos fluviales del río Maipo.



10 DISEÑO DE FUNDACIONES

10.1 AGRUPACIÓN Y PARAMETRIZACIÓN. TIPOS DE SUELOS SEGÚN TTG-A.0.10 MOD.1

En base a la clasificación establecida en esta especificación técnica (a continuación, se muestra la tabla donde se relacionan los diferentes tipos de suelo), los suelos que aparecen en la zona estudiada la cual clasificaremos en:

- Escenario 1, Clasificamos el suelo tipo 4

Suelo tipo 1:	Roca sana moderadamente agrietada.
Suelo tipo 2:	Roca sana agrietada, roca parcialmente descompuesta firme, gravas o arenas densas cementadas. Nivel estático máximo de la napa de agua bajo el nivel inferior de la fundación.
Suelo tipo 3:	Roca completamente descompuesta de consistencia firme, gravas limpias de compacidad media y alta, gravas gruesas arcillosas o limosas firmes. Nivel estático máximo de la napa de agua bajo sello de la fundación.
Suelo tipo 4:	Gravas limpias sueltas, arenas, gravas finas y arenas arcillosas o limosas, limos o arcillas de consistencia media o firme. Nivel estático Máximo de la napa de agua bajo el sello de la fundación.
Suelo tipo 5:	Suelo tipo 2 con nivel estático máximo de la napa de agua a cota de sello de la fundación o sobre ella.
Suelo tipo 6:	Suelo tipo 3 ó 4 con nivel estático máximo de la napa de agua a cota de sello de la fundación o sobre ella.
Suelo tipo 7:	Arenas arcillosas o limosas, limos o arcillas de consistencia media a blanda, nivel estático máximo de la napa de agua a cota de sello de la fundación o sobre ella.

Tabla 10.1.1. Tipos de suelos según TTG-A.0.10 MOD.1



Igualmente, y según esta misma ETG y según la Tabla 10.1.2, se pueden obtener para este tipo de suelos valores de referencia para algunos parámetros relevantes en el diseño de fundaciones. Como hemos indicado, enfatizamos en que se trata únicamente de valores de referencia, no válidos para el diseño.

Tipo de suelos	Forma de Trabajo	Cohesion de Fricción	Angulo de Fricción	Angulo del Cono de Arrancamiento	Peso Unitario del Suelo al Arrancamiento	Peso Unitario del Suelo al Aplastamiento	Peso Unitario del Hormigón al Arrancamiento	Peso Unitario del Hormigón al Aplastamiento	Presión Admisible Neta Vertical	Presión Admisible Neta Horizontal
		(t/m ²)	(t/m ²)	(t/m ²)	(t/m ²)	(t/m ²)	(t/m ²)	(t/m ²)	(t/m ²)	(t/m ²)
1	Anclaje	-	-	30	2	2,3	2,3	2,4	200	150
2	C y F	6	35	40	2	2	2,3	2,4	60	50
3	F	0	35	30	2	2	2,3	2,4	40	30
4	F	0	30	30	1,6	2	2,3	2,4	20	15
	C	7	0	30	1,6	2	2,3	2,4	20	15
5	F	0	35	40	1	2	1,3	2,4	30	25
	C	4	30	40	1	2	1,3	2,4	30	25
6	F	0	30	30	1	2	1,3	2,4	15	-
	C	5	0	30	1	2	1,3	2,4	15	-
7	C	2,5	0	20	1	1,6	1,3	2,4	5	-

Tabla 10.1.2. Parámetros comúnmente utilizados en el diseño de fundaciones

Establecemos el único escenario comprendiendo la UG3 por las condiciones similares del suelo, este escenario es el más aproximado al tipo de suelo 4.

A continuación, la siguiente tabla muestra el resumen con la determinación del ángulo del cono de arrancamiento para las unidades implicadas en este estudio, según la clasificación establecida a partir del tipo de suelo, en base a la especificación técnica Transelec ETG-A.0.10 mod.1

Unidad Geotécnica	Tipo de suelo	ángulo del cono de arrancamiento (°)
UG3	4	35

Tabla 10.1.3. Clasificación de tipo de suelo según Transelec ETG-A.0.10 mod.1



11 PARÁMETROS GEOTÉCNICOS DE CÁLCULO

A continuación, se presentan los parámetros geotécnicos recomendados para las unidades descritas. Dichos parámetros se han determinado bien empíricamente (en laboratorio y terreno), o bien a través de correlaciones ampliamente reconocidas por la comunidad científica (Geotecnia y Cimientos, vol. III Jiménez Salas, 1980).

Como norma general, a efectos de cálculo adoptamos una posición conservadora, tomando para ello los valores medios de los parámetros calculados, siempre que se disponga de un número de valores suficiente para establecer una media representativa. En el caso de disponer de poca información como es el caso que nos ocupa, optamos por escoger los parámetros más desfavorables.

A continuación, se especifica el origen de cada uno de los valores asignados a cada parámetro:

Densidad aparente: para la unidad UG3 se trata de un valor experimental obtenido de correlaciones de los ensayos realizados en campo, ajustadas a las consideraciones de varias fuentes bibliográficas tales como el “cuadro de Jiménez Salas, 1980”, junto con otras fuentes consultadas.

Ángulo de rozamiento interno y cohesión: para la unidad geotécnica UG3 se trata de un valor experimental obtenido de correlaciones de los ensayos realizados en campo, ajustadas a las consideraciones de varias fuentes bibliográficas tales como el “cuadro de Jiménez Salas, 1980”.

Coeficiente de Poisson: Este parámetro se estima a partir de tablas publicadas y aceptadas por la comunidad científica. A continuación, se muestran algunas de estas tablas donde se establecen valores de coeficiente de Poisson para diferentes tipos de suelo.

Tipo de Suelo	Coeficiente de Poisson (v)
Arcilla saturada	0,4-0,5
Arcilla no saturada	0,1-0,3
Arcilla arenosa	0,2-0,3
Limo	0,3-0,35
Arena, arena gravosa	0,1-10 ^a
Roca	0,1-10 ^b
Loess	0,1-0,3
Hielo	0,36
Concreto	0,15

Tabla 10.1.1. Coeficiente de Poisson para diferentes tipos de suelos.

a: Valor comúnmente usado 0,3-0,4

b: Es dependiente del tipo de roca



Módulo de deformación: Se obtiene a partir de correlaciones con los valores SPT y se coteja con “cuadro de Jiménez Salas, 1980” entre otras fuentes. el Código Técnico de la Edificación de España, y otras correlaciones propuestas por distintos autores como las que se muestran a continuación:

Autor	Correlación	Tipo de suelos
Meigh y Nixon (1961)	E (MPa) = 5 N	Para limos y limos arenosos
	E (MPa) = 8 N	Para arenas finas
D'Apolonia et al. (1970)	E (Kg/cm ²) = 215 + (10.6 NSPT)	Arenas normalmente consolidadas
	E (Kg/cm ²) = 540 + (13.5 NSPT)	Arenas preconsolidadas
Begemann (1974)	Si NSPT > 15: E (Kg/cm ²) = 40 + [12 (NSPT -6)]	Gravas y arenas
	Si NSPT < 15: E (Kg/cm ²) = 12 (NSPT +6)	Gravas y arenas
Bowles (1988)	E (Kg/cm ²) = 10 [7.5 + (0.5 NSPT)]	Arenas

Tabla 10.1.2. correlaciones propuestas para cálculo de Modulo de deformación.

Por último, se muestra la siguiente tabla obtenida del Código Técnico de Edificación de España, con valores de E para distintos tipos de suelos.

Tipo de suelo	Nspt	Qu (KN/m ²)	E(MN/m ²)
Suelos muy flojos o muy blandos	<10	0 - 80	<8
Suelos flojos o blandos	10 - 25	80 - 150	8 - 40
Suelos medios	25 - 50	150 - 300	40 - 100
Suelos compactos o duros	50 - Rechazo	300 - 500	100 - 500
Rocas blandas	Rechazo	500 - 5.000	500 - 8000
Rocas duras	Rechazo	5.000 - 40.000	8.000 - 15.000
Rocas muy duras	Rechazo	>40.000	>15.000

Tabla 10.1.3. Valores orientativos de Nspt, resistencia a compresión simple y módulo de Young en suelos.

Para efectos de cálculos las unidades geotécnicas, se trabajarán con los siguientes parámetros geotécnicos.

Unidad Geotécnica	Descripción	Espesor de la unidad (m)	Densidad aparente (kg/cm ³)	Ángulo de rozamiento (°)	Cohesión C (Kpa)	Coef. Poisson	Módulo de deformación E (Mpa)
UG1	Tierra Vegetal	0,50	16,0	28,0	25,0	0,41	7,0
UG2	Arena limosa con arcilla	0,50	18,0	31,0	10,0	0,34	21,8
UG3	Grava con limo y arena	>3.00	20,0	34,0	0,5	0,34	57,8

Tabla 10.1.4. Parámetros geotécnicos recomendados para los cálculos.



12 RECOMENDACIONES GEOTÉCNICAS

En función de los datos aportados por los trabajos de campo realizados, y los ensayos de laboratorio, se proponen las siguientes recomendaciones.

12.1 PROFUNDIDAD DEL SELLO DE FUNDACIÓN

Como se ha indicado con anterioridad, se descarta el apoyo en la unidad UG1 y UG2. debido a sus deficientes características geomecánicas y su baja potencia.

Se recomienda la unidad geotécnica UG3 como base de apoyo resistente de las fundaciones que se proyecten realizar, planteando una profundidad mínima de apoyo $P_f = 1.0m$. respecto de la cota de realización de los ensayos.

Las excavaciones de fundación deberán ser horizontales. Además, antes de proceder al emplantillado, se deberá limpiar el sello extrayendo el material suelto producto de las excavaciones y todo material extraño que se encuentre ubicado en el sello de fundación.

Resultará de especial importancia que la dirección de obra verifique, mediante personal técnico cualificado que se alcanza en todos los puntos la profundidad de apoyo establecida, con el fin de minimizar la posible existencia de asientos diferenciales. En el caso de no coincidir el modelo planteado en este informe con el material encontrado deberá ponerse inmediatamente en conocimiento de los autores del mismo.

Todas las profundidades dadas en el presente informe, se refieren a la rasante actual del terreno, en la fecha de ejecución de los trabajos de campo.



12.2 TIPOS DE FUNDACION RECOMENDADA

En base a todo lo expuesto hasta ahora, a raíz de los resultados obtenidos mediante los ensayos realizados y las solicitudes de las estructuras que se prevén realizar, se establecen las distintas opciones de fundación:

- Fundación mediante ZAPATAS O LOSAS de cimentación apoyadas o ligeramente empotradas en la UNIDAD UG3. Esta solución de fundación se recomienda para los Centros de Transformación (TC).
- Fundación profunda mediante ANCLAJES/MICROPILOTES, como solución para la fundación de los heliostatos de Campo solar.

A continuación, en la Tabla 12.2.1 mostramos las recomendaciones de la AASHTO para fundaciones en suelos.

TIPO DE MATERIAL DE APOYO	CONSISTENCIA EN SITU	PRESIÓN DE CONTACTO (Mpa)	
		Rango normal	Valor de uso recomendado
Roca cristalina ígnea y metamórfica maciza: grafito, diorita, basalto, gneis, conglomerado bien cementado (la condición "sana" permite fisuras menores)	Roca muy dura sana	5,7 a 9,6	7,7
Roca metamórfica foliada: lutita, esquisto (la condición "sana" permite fisuras menores)	Roca dura sana	2,9 a 3,8	3,4
Roca sedimentaria: lutitas duras cementadas, limolitas, areniscas, caliza sin cavidades	Roca dura sana	1,4 a 2,4	1,9
Lecho rocoso meteorizado o fisurado de cualquier tipo, excepto rocas fuertemente arcillosas (lutita)	Roca de dureza media	0,77 a 1,1	0,96
Lutita compactada u otra roca fuertemente arcillosa sana	Roca de dureza media	0,77 a 1,1	0,96
Mezcla bien graduada de suelos granulares finos y gruesos: till glacial, tosca, morena (GW-GC, GC, SC)	Muy densa	0,77 a 1,1	0,96
Grava, mezcla de grava y arena, mezcla de grava y canto rodado (GW, GP, SW, SP)	Muy densa	0,57 a 0,96	0,67
	Medianamente densa a densa	0,38 a 0,67	0,48
	Suelta	0,19 a 0,57	0,29
Arena gruesa a media y con poca grava (SW, SP)	Muy densa	0,38 a 0,57	0,38
	Medianamente densa a densa	0,19 a 0,38	0,29
	Suelta	0,096 a 0,29	0,14
Arena fina a media, arena media a gruesa limosa o arcillosa (SW, SM, SC)	Muy densa	0,29 a 0,48	0,29
	Medianamente densa a densa	0,19 a 0,38	0,24
	Suelta	0,096 a 0,19	0,22
Arena fina, arena media a fina limosa o arcillosa (SP, SM, SC)	Muy densa	0,29 a 0,48	0,29
	Medianamente densa a densa	0,19 a 0,38	0,24
	Suelta	0,096 a 0,19	0,22
Arcilla inorgánica homogénea, arcilla arenosa o limosa (CL, CH)	Muy rígida a dura	0,29 a 0,57	0,38
	Medianamente rígida a rígida	0,096 a 0,29	0,19
	Blanda	0,048 a 0,096	0,048
Limo inorgánico, limo arenoso o arcilloso, limo-arcilla-arena fina estratificados (ML-MH)	Muy rígida a dura	0,19 a 0,38	0,29
	Medianamente rígida a rígida	0,096 a 0,029	0,14
	Blanda	0,048 a 0,096	0,048

Tabla 12.2.1. Parámetros geotécnicos recomendados para los cálculos (Modificadas de U.S Departamento f Navy, 1982).



12.2.1 FUNDACIÓN DIRECTA PARA CENTROS DE TRANSFORMACIÓN

En base a todo lo expuesto hasta ahora, a raíz de los resultados obtenidos mediante los ensayos realizados y las solicitudes de la estructura que se prevé realizar, se recomienda resolver el apoyo de la edificación proyectada mediante:

FUNDACIÓN DIRECTA mediante ZAPATAS O LOSA CONTINUA, con una profundidad mínima de apoyo (P_f) y un empotramiento mínimo (D_f) de:

$$P_f = D_f = 1.0 \text{ m.}$$

Respecto a la cota del Terreno Natural.

Bajo la losa de fundación se puede disponer una subbase granular de unos 20-30 cm de espesor compactada con el fin de homogeneizar el apoyo y permitir el drenaje bajo la fundación. En caso de aparición puntual de algún bolón a macrolbolón a nivel de sello de excavación, éste deberá ser retirado, para luego llenar la sobreexcavación con material arenoso limpio compactado u hormigón pobre calidad H5.

A continuación, si la dirección de obra lo estima oportuno, se puede colocar en su base una capa de “geotextil” que cumpla una función aislante.

Resultará de especial importancia que la dirección de obra verifique, mediante personal técnico cualificado, la profundidad de apoyo de las fundaciones con el fin de minimizar la posible existencia de asientos diferenciales. En el caso de no coincidir el modelo planteado en este informe con el material encontrado deberá ponerse inmediatamente en conocimiento de los autores del presente informe.



12.3 PRESIÓN ADMISIBLE POR HUNDIMIENTO

Siguiendo las recomendaciones de la AASHTO para fundaciones en suelos, la presión admisible a efectos de hundimiento se determinará mediante el trinomio de Terzaghi-Peck modificado en 1968 por Brinch-Hansen mediante la inclusión de los factores de forma (S):

$$Q_{ADM}(h) = \frac{1}{F} \times [(C \times N_C \times S_C) + (D_{SUP} \times D_f \times N_q \times S_q) + (0,5 \times D_{INF} \times B \times N_\gamma \times S_\gamma)]$$

$$S_c = 1 + \left(0,2 \times \frac{B}{L} \right)$$

$$S_q = 1 \times \left(\tan \varphi \times \frac{B}{L} \right)$$

$$S_\gamma = \frac{1 + \left(0,2 \times \left(\frac{B}{L} \right) \right)}{1 + \left(\frac{B}{L} \right)}$$

Considerando los parámetros de cálculo de la unidad UG3:

C (cohesión; kN/m²) = 0.5

Φ (ángulo de rozamiento interno; grados) = 34

D_{SUP} (densidad aparente del terreno sobre nivel de fundación; T/m³) = 1.90

D_{INF} (densidad aparente del terreno bajo nivel de fundación; T/m³) = 2.00

D_f (empotramiento efectivo; m) = 1.0

N_F (nivel freático; m) = 1.7

F (coeficiente de seguridad) = 3

B (ancho en m) para zapatas = de 1 a 2

B (ancho en m) para losas = de 5 a 15

L (largo en m) para zapatas= de 1 a 3

L (largo en m) para losas= de 10 a 25



Se pueden obtener las siguientes presiones admisibles frente a hundimiento para zapatas de acuerdo con el polinomio de Brinch-Hansen:

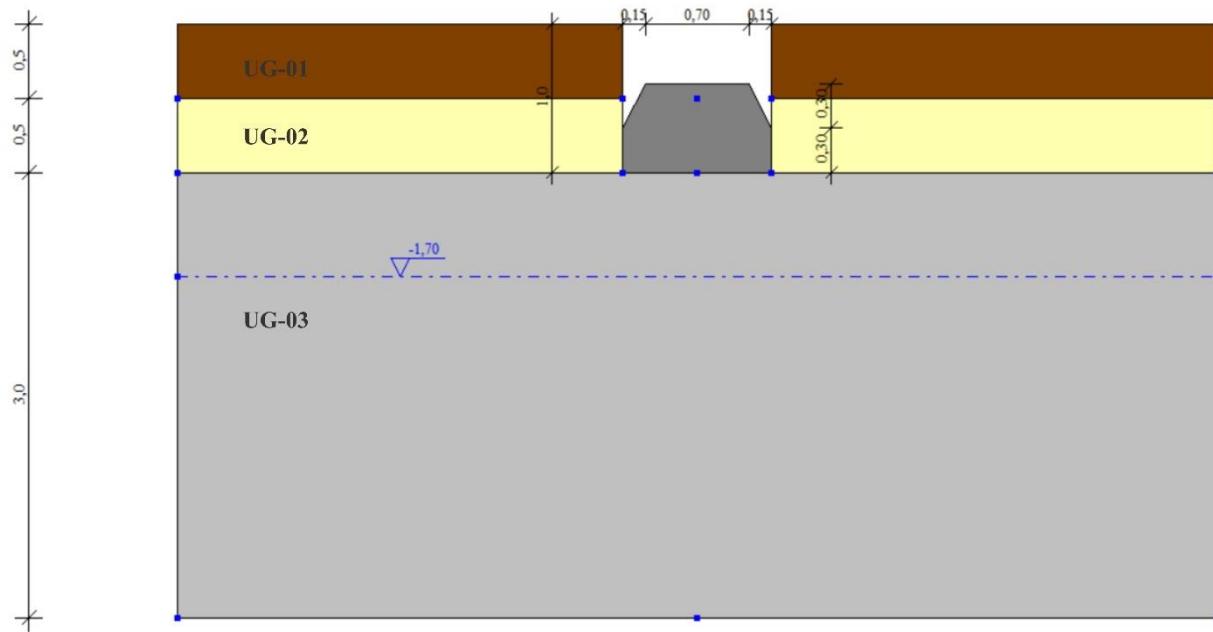


Figura 12.3.1. Modelo geotécnico del terreno a efectos de cálculo de la capacidad portante.

PRESIÓN ADMISIBLE POR HUNDIMIENTO (Kg/cm ²)				
Ancho "B" (m)	Largo "L" (m)			
	1	1,5	2	3
1	3.5	3.3	3.2	3.1
1,5		3.7	3,6	3,5
2			3,9	3,9

Tabla 12.3.2. Presión admisible por hundimiento para zapatas.

PRESIÓN ADMISIBLE POR HUNDIMIENTO (Kg/cm ²)				
Ancho "B" (m)	Largo "L" (m)			
	10	15	20	25
5	5,6	5,7	5,7	5,7
10	7,8	8,2	8,4	8,5
15		10,1	10,6	10,9

Tabla 12.3.3. Tabla 12.3.2. Presión admisible por hundimiento para losas.



12.4 presión admisible por limitación de asientos

Con el fin de evitar posibles patologías en las edificaciones a construir se contempla, en general, una limitación de la carga admisible a transmitir al terreno en función de los asientos esperados para evitar distorsiones angulares (β) superiores a $\beta = 1/500$. Como norma general, se aceptan asientos diferenciales de 1,5 a 2,5 cm para luces medias de pórticos entre 5 y 7 m dependiendo del tipo de terreno y del tipo de fundación superficial. Todas estas consideraciones se establecen para apoyos situados a la misma cota. En caso de existir diferencia de cota entre apoyos habría que tener en cuenta a la hora de establecer el asiento máximo admisible, su incidencia en la distorsión angular con el fin de no superar $\beta = 1/500$.

En el presente Informe Geotécnico se ha utilizado la expresión propuesta por Steinbrenner basada en el método elástico que de muestra a continuación:

$$s_z = \frac{pb}{2E} [A\phi_1(a, b, z) - B\phi_2(a, b, z)]$$

Donde:

p: Carga

a y b: dimensiones de la cimentación

E: Modulo de Young o de elasticidad

A: $1-n^2$

B: $1-n-2n^2$

n: Coeficiente de Poisson

z: Profundidad.

F₁ y F₂: Funciones de a, b y z



12.5 TENSIONES DE CONTACTO ADMISIBLE

A continuación, se muestra una tabla donde se recogen los valores de carga admisible para hundimiento y para asientos, calculados para zapatas y para losa de cimentación.

El factor de seguridad aplicado es $F_s=3$, y la carga admisible por asientos se ha limitado a 1 pulgada para el caso de losa, y a $\frac{1}{2}$ pulgada para zapatas.

A raíz de los resultados obtenidos no se recomienda superar la carga inferior obtenida entre las calculadas por hundimiento y asientos para las dimensiones de fundación previstas.

Tipo de Cimentación	Profundidad Apoyo (P_f) (m)	Carga por limitación por hundimiento (Kp/cm ²)	Carga por limitación por asientos (Kp/cm ²)	Carga admisible Estática final (Kp/cm ²)	Carga admisible Dinámica final (Kp/cm ²)
Zapatas	1.0	3.3	2.7	2.7	4.1
Losa	1.0	6.5	3.0	3.0	4.5

Tabla 12.5.1. Resumen de cálculos de la carga admisible estática y dinámica



12.6 FUNDACIÓN PROFUNDA PARA HELIOSTATOS DEL FOTOVOLTAICO

Como ya se ha indicado, el perfil de estudio modelizado se ha definido mediante 2 niveles:

- Una unidad superficial UG1 y UG2 de aproximadamente 0.5- 08 m., que queda descartada como nivel de fundación. En la parte superior de dicha unidad se encuentra una capa vegetal de unos 30 a 50 cm de vegetal.
- Una unidad UG3 formada por una arena limosa con gravas arcilla de al menos 8 metros.
- A continuación, se desarrolla una posible solución de fundación alternativa mediante el uso de micropilotes, seguidamente se ofrecen los parámetros resistentes para la fundación mediante micropilotes. Se menciona que la fórmula indicada para el cálculo de los micropilotes a compresión es análoga a la usada en el cálculo de pilotes:

$$Qu = Qf + Qp = Af * FSu + Ap * qult$$

Donde:

Qu: Carga límite en la cabeza del micropilote

Qp: Carga máxima por punta del micropilote

Qf: Carga máxima por fuste del micropilote

Af: Área lateral del micropilote

Ap: Área de la punta del micropilote

FSu: Resistencia unitaria por fuste

Qult: Resistencia unitaria por la punta

Para proceder a dar las recomendaciones de dimensionamiento de estos micropilotes es necesario realizar el cálculo de las resistencias por punta y fuste de estos estratos. Se propone el criterio establecido por Bustamante (1986), y su corrección (2003), por el cual:

$$Q_L = Q_P + Q_S$$

Donde:

QL: Carga límite en cabeza del micropilote.

QP: Resistencia por punta límite.

QS: Resistencia límite por fuste.



Del mismo modo, la resistencia límite por fuste vendrá definida como la suma de las resistencias de cada capa.

$$Q_s = \sum \pi D_i L_i q_{si}$$

Donde:

D_{si}: Diámetro medio real ($D_{si}=\alpha D_{ni}$)

L_i: Espesor de cada capa

Q_{si}: Resistencia unitaria por fuste de cada capa

El diámetro real puede estimarse multiplicando el diámetro nominal de perforación por un coeficiente (α).

En el cálculo de micropilotes algunos autores sugieren considerar la resistencia por punta límite como el 15% de la resistencia por fuste, no obstante, usualmente y adquiriendo una postura conservadora, se opta por despreciar esta resistencia por punta, atendiendo a que el área de la punta es muy pequeña, con lo que su contribución a la resistencia total es muy baja y que cualquier irregularidad en el terreno de apoyo puede derivar en una mala transmisión de la carga por punta y por lo tanto en un sobredimensionado de la carga por micropilote. Además, la nula colaboración de la punta de los micropilotes en la resistencia contribuye a que los asientos que este tipo de fundaciones generen sean mínimos.

Considerando los ábacos de Bustamante, podemos establecer una resistencia unitaria por fuste para la unidad UG3 de entre 10 y 20 t/m². Estos valores están sin minorar. Puede aplicarse el factor de seguridad propuesto por Bustamante que es F=2 en todos los casos.

PARÁMETROS	UG3	
	N ₃₀ =15 a 30	
	IGU	IRS
Resistencia por fuste (t/m ²)	6,0 a 15,0	7,0 a 16,0

Tabla 12.6.1. Resistencia por fuste para micropilotes



12.7 COEFICIENTE DE BALASTO

Se propone un intervalo de valores de coeficiente de balasto estimado (K_{30}) para la unidad geotécnica UG3 según Jiménez Salas et al. (tomo III) de:

COEFICIENTE DE BALASTO (kgf/cm ³)	
	UG3
K_{30} (Jiménez Salas)	12-13

Tabla 12.7.1. Coeficiente de Balasto según Jiménez Salas et al. (tomo III)

Para solicitudes sísmicas multiplicar por 3 el valor de la constante de Balasto, mientras que para estimar la constante de balasto al giro se debe multiplicar este valor por 2,5.

Para zapatas o losas cuadradas de ancho real (B), se utiliza la extrapolación de los valores K_{30} propuesta por Terzagui (1955) mediante la siguiente expresión para losas cuadradas:

- Terrenos Cohesivos

$$K = \frac{K_{30} * 0,3}{B}$$

- Terrenos Granulares

$$K = K_{30} \left(\frac{B + 0,3}{2B} \right)^2$$

- Para lozas rectangulares

$$K_{rectangular} = \frac{2}{3} K_{cuadrado} \left(1 + \frac{B}{2L} \right)$$



Teniendo en consideración que la unidad geotécnica UG3 presenta características predominantemente granulares. Según Terzaghi (1955), se ocupará la ecuación K_{30} , cuadrada para terrenos granulares expuesta anteriormente considerando un coeficiente de balasto $K_{30} = 13$.

COEFICIENTE BALASTO VERTICAL			
Dimensiones (m)	Coef. Balasto (Kv) (kg/cm ³)	Dimensiones (m)	Coef. Balasto (Kv) (kg/cm ³)
1,5 x 1,5	4,68	5,0 x 5,0	3,65
2,0 x 2,0	4,30	6,0 x 6,0	3,58
2,5 x 2,5	4,08	7,0 x 7,0	3,53
3,0 x 3,0	3,93	8,0 x 8,0	3,50
3,5 x 3,5	3,83	9,0 x 9,0	3,47
4,0 x 4,0	3,76	10,0 x 10,0	3,45

Tabla 12.7.2. Valores de coeficiente de balasto para dimensiones de cimentaciones propuestas



12.8 LEYES DE EMPUJE PENDIENTE DEL ÁNGULO DE FRICCIÓN

Se desarrolla en este punto la estimación de los empujes horizontales del terreno sobre las estructuras. La presión del terreno sobre la estructura está fuertemente condicionada por la deformabilidad de la estructura (muro), de modo que se distinguen los siguientes tipos de empujes:

Empuje al reposo: hablamos de este empuje cuando la deformabilidad de la estructura es prácticamente nula.

Empuje activo: este empuje se desarrolla cuando la estructura se desplaza (deforma), permitiendo la expansión lateral del suelo y se produce un fallo por corte del suelo y la cuña de rotura avanza hacia la estructura y desciende. El empuje se reduce desde el valor del empuje al reposo hasta el denominado valor de empuje activo, que es el mínimo valor posible del empuje.

Empuje pasivo: si se aplican fuerzas al muro de forma que éste empuje al terreno, el fallo se produce mediante una cuña mucho más amplia, que experimenta un ascenso. Este valor recibe el nombre de empuje pasivo.

El empuje pasivo es el mayor valor que puede alcanzar el terreno. El empuje al reposo es por tanto de valor intermedio entre el empuje activo y el empuje pasivo.

A continuación, se ofrece en la siguiente tabla los parámetros necesarios para el diseño de la fundación y muros. Los cálculos se basan en la hipótesis de Coulomb. La formulación se ha tomado de Geotecnia y Cimientos II, (cap. 10).

$$K_A = \left[\frac{\operatorname{cosec}\beta * \operatorname{sen}(\beta - \phi')}{\operatorname{sen}(\beta + \delta) + \sqrt{\frac{\operatorname{sen}(\delta + \phi') * \operatorname{sen}(\phi' - i)}{\operatorname{sen}(\beta - i)}}} \right]^2$$

$$K_P = \left[\frac{\operatorname{cosec}\beta * \operatorname{sen}(\beta - \phi')}{\operatorname{sen}(\beta + \delta) + \sqrt{\frac{\operatorname{sen}(\delta + \phi') * \operatorname{sen}(\phi' - i)}{\operatorname{sen}(\beta - i)}}} \right]^2$$

$$K_O = (1 - \operatorname{sen}\phi') * (R_{OC})^{1/2}$$



Donde:

- K_A:** Coeficiente de empuje activo
- K_P:** Coeficiente de empuje pasivo
- K₀:** Coeficiente de empuje en reposo
- ϕ':** Ángulo de rozamiento interno efectivo del terreno
- δ:** Ángulo de rozamiento muro-terreno
- β:** Ángulo del muro con la horizontal
- i:** Ángulo del terreno con la horizontal
- Roc:** Razón de sobreconsolidación

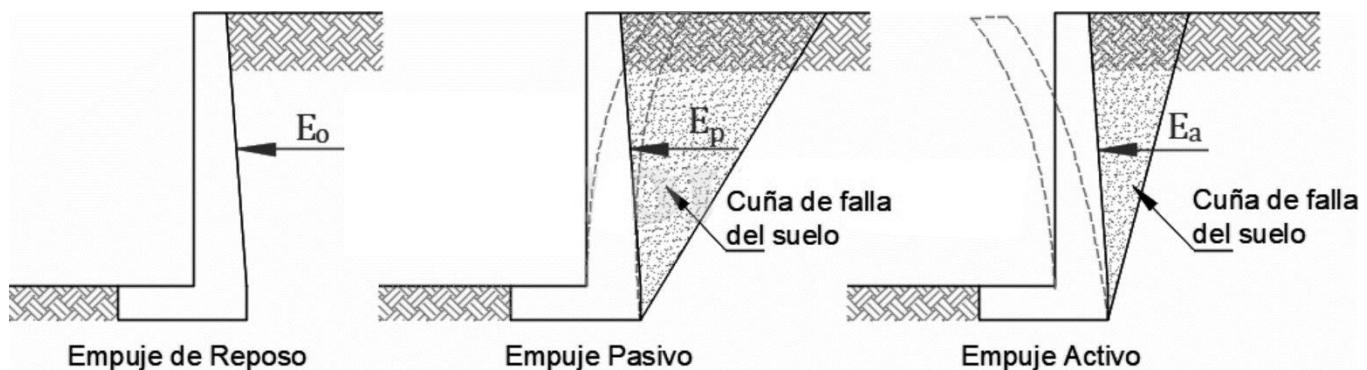


Figura 12.8.1. Tipos de empujes horizontales en suelos.

A continuación, se presentan los coeficientes según las hipótesis propuestas por Coulomb anteriormente descrita, y además se presentan los coeficientes según las hipótesis propuestas por Rankine y el Código Técnico de Edificación de España (CTE).

COEFICIENTE	CTE	COULOMB	RANKINE
K_a	UG3	UG3	UG3
K_p	0,25	0,33	0,28
K₀	5,32	3,06	3,54
		0,43	

Tabla 12.8.1. Coeficientes de empujes.



13 CONDICIONES DE EXCAVABILIDAD

A continuación, se detalla la excavabilidad esperada mediante medios mecánicos convencionales en los materiales definidos en el presente estudio:

UNIDAD GEOTÉCNICA	EXCAVABILIDAD	TIPO DE EXCAVACIÓN
UG1	Alta	Retro excavadora
UG2	Alta	Retro excavadora
UG3	baja	Excavadora

Tabla 12.8.1. Rendimientos equipo excavación para cada UG.

En el caso de fundaciones en suelos, se aconseja que los últimos 20 cm de la excavación, sean realizados a mano y en el mismo momento de proceder a su hormigonado, con el fin de evitar cambios de humedad, descompresión y caída de material extraño al fondo de la excavación.

Las excavaciones deberán llegar hasta los niveles indicados en los planos o hasta encontrar el suelo de fundación de la calidad establecida en el Proyecto.

Los procedimientos de excavación deberán planificarse de manera que aseguren la estabilidad de los taludes abiertos. Especial consideración tendrán aquellas áreas donde se produzcan interferencias con otros trabajos o instalaciones existentes.

El método de excavación no deberá debilitar las áreas circundantes ni dañar estructuras que se encuentren en construcción o existentes. Para evitar esto, se deberá proteger las estructuras y servicios adyacentes a la excavación.



13.1 ESCARPES Y EXCAVACIÓN

El escarpe consiste en la remoción del estrato superficial de suelo y/o de suelos de todas las áreas donde deben ejecutarse excavaciones y rellenos.

Dada la naturaleza del terreno identificado y de las características del proyecto a ejecutar se hace necesario retirar por completo unos 50 cm de la unidad UG1 y UG2 que corresponde a material vegetal, en la periferia de las fundaciones y en todas las zonas donde se pretenda hacer rellenos estructurales. Los pavimentos si podrán apoyar sobre la UG3.

Además de lo anterior será obligatorio, antes de empezar el proyecto de construcción, eliminar por completo del área del proyecto todo tipo de rellenos artificiales y suelos sueltos o previamente alterados por faenas agrícolas u otra actividad.

13.2 ESTABILIDAD DE LOS TALUDES DE EXCAVACIÓN

Como se ha indicado anteriormente, los materiales que componen la unidad UG2 y UG3 presentan una baja estabilidad de sus paredes durante la ejecución de las calicatas. A continuación, se proponen una serie de medidas encaminadas a garantizar la seguridad de la obra durante las posibles excavaciones y generación de taludes que se realice.

13.3 RECOMENDACIONES PARA TALUDES DE EXCAVACIÓN DE PLATAFORMAS Y ZANJAS

Teniendo en cuenta las propiedades y características geotécnicas del perfil de estudio, se establecen las siguientes recomendaciones para la realización de excavaciones:

- Eliminar el nivel definido de 30 - 80 cm correspondiente a la parte más superficial de la UG1 y UG2, que corresponde a material vegetal (espesor medio de 30 - 80 cm) en un metro de anchura desde la coronación del talud.
- En función de la estabilidad que presentan las paredes excavadas en esta unidad, se recomienda ejecutar el talud en la unidad UG3 con una pendiente 2H/3V.

Estas condiciones se plantean para taludes de hasta 5 m. de altura. Para casos de taludes de mayor altura, será necesario efectuar un estudio específico de estabilidad mediante software específico.

13.4 RECOMENDACIONES PARA TALUDES DE EXCAVACIONES DE FUNDACIONES

Las excavaciones para zapatas de fundación en las que se utilice una excavadora, al tratarse de una excavación que permanecerá abierta un corto periodo de tiempo, se aconseja que durante el tiempo de ejecución de la excavación



se acote la zona de trabajo un perímetro de seguridad equivalente al menos a 2 veces la profundidad de la excavación, quedando limitado el acceso al interior del perímetro a la maquinaria que realice la excavación.

En el caso de recurrir a pilas preexcavadas, éstas se ejecutan con un equipo de perforación que permite perforar un pozo vertical de diámetro previamente definido, de forma que a priori, no debería presentar riesgos de deslizamientos que puedan afectar a la construcción.

Los taludes anteriormente señalados no aplican a excavaciones para fundaciones.

13.5 RECOMENDACIONES PARA TALUDES DE RELLENOS ESTRUCTURADOS

En el supuesto que el proyecto contemple la ejecución de rellenos estructurados (terraplenes) sin contención lateral, se recomienda que los taludes de inclinación a adoptar para los derrames de los rellenos sea 3H:2V, para alturas máximas de 3 m, lo que ofrece suficientes garantías frente al deslizamiento. En caso de alturas superiores (hasta 5-6 m.) se podrá mantener la misma inclinación, si bien se deberá realizar la consiguiente modelización para su confirmación una vez se conozcan las alturas máximas esperadas para los terraplenes.

13.6 RELLENOS PARA RADIERES Y PAVIMENTOS

En la ejecución de rellenos bajo radieres y pavimentos podrá emplearse un material granular grueso, limpio, del tipo "estabilizado", cuya curva granulométrica deberá estar dentro del siguiente rango:

Malla ASTM	%, en peso pasando
2"	100
1"	55-100
3/8"	40-70
Nº 4	35-65
Nº 10	20-50
Nº 40	11232
Nº 200	0-15

Tabla 13.6.1. Granulometría de material para relleno bajo pavimentos y radier

También es posible emplear material integral de río o estero limitando el tamaño máximo a 4" y que el contenido de finos bajo la malla Nº 200 sea inferior a 10%.



El material seleccionado deberá ser aprobado previamente por la inspección técnica y mecánico de suelos, y deberá ser respaldado con ensayos de pertinentes, emitidos por un laboratorio certificado INN.

Los ensayos mínimos a realizar deberán ser los siguientes:

- Granulometría
- Límites de consistencia
- Clasificación de suelos
- Densidad de partículas sólidas
- Humedad natural
- Proctor modificado o Densidad Relativa

El material deberá ser esparcido en capas horizontales de espesor uniforme y según el contenido de fino se tendrá que proceder de la siguiente forma:

- En caso de que el material que pasa la malla N° 200 sea mayor al 12%, deberá humedecerse homogéneamente hasta lograr el valor óptimo del ensayo Proctor Modificado con una variación máxima de ±2% y luego compactarlo hasta alcanzar una densidad no inferior al 95% de la D.M.C.S. del ensayo de Proctor Modificado.
- En caso de que el material que pasa la malla N° 200 sea menor al 12%, el material tendrá que ser compactado hasta lograr una Densidad Relativa del 80%.

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 25cm.

El avance deberá ser parejo, de modo tal que no se produzcan desniveles superiores a 0.50 m entre sectores contiguos.

Cada capa deberá ser aprobada por la ITO y no podrá ser recubierta antes que se dé por aceptada la densidad

Inicialmente, los controles de densidad se realizarán por lo menos cada 50m² por capa, comprobada la eficacia del operador y el procedimiento, podrán extenderse a 100m² por capa y, finalmente hasta 300m² por capa.

Los controles de densidades se deberán efectuar por un laboratorio especializado de reconocida calidad, que cuente con la aprobación previa de la ITO.



Una vez terminada la compactación y perfilado de la base, según perfiles longitudinales y transversales del proyecto de topografía o de arquitectura, la superficie deberá presentar un aspecto uniforme y sin variaciones de cota mayores que +0,0 cm y -1,0 cm para el material de relleno. Si se detectan a un nivel inferior a la tolerancia, estas deberán escarificarse en un espesor mínimo de 10 (cm) para a continuación agregar material, regar, recompactar y dar terminación a la superficie.

De los valores definidos se debe esperar el cumplimiento de los siguientes parámetros geotécnicos definidos para el material de relleno estructural controlado.

13.7 AGRESIVIDAD DEL TERRENO AL HORMIGÓN

Los ensayos realizados sobre las muestras de los materiales de la zona evidencian unos contenidos medios en sulfatos inferiores a 0,1%. En la tabla 28 de la NCh170, se indica que, para estos valores, la exposición al sulfato es despreciable.

Tabla 28 - Requisitos para hormigón expuesto a soluciones que contienen sulfatos			
Exposición al sulfato	Sulfato soluble en agua (SO_4) en el suelo, porcentaje por peso	Sulfato (SO_4) en agua mg/l	Hormigón con áridos de peso normal
		Razón máxima de agua-cemento, por peso *)	
Despreciable	0,00 - 0,10	0 - 150	-
Moderada †	0,10 - 0,20	150 - 1 500	0,50
Severa	0,20 - 2,00	1 500 - 10 000	0,45
Muy severa	Más de 2,00	Más de 10 000	0,40

Tabla 13.7.1. Requisitos para hormigón expuesto a soluciones que contienen sulfatos



REQUISITOS DEL CEMENTO*		REQUISITOS DEL HORMIGÓN			
GRADO DE EXPOSICIÓN	% de expansión según ASTM C 1012	Contenido en C ₃ A en el cemento, %	Mínimo de grado de resistencia especificada	Dosis mínima de cemento, Kg/m ³	Profundidad de penetración de agua según Nch2262, mm
Despreciable	Sin restricción	Sin restricción	G17	-	-
Moderada	0,1 a 6 meses	≤ 8	G25	320	≤ 40
Severa	0,05 a 6 meses**	≤ 6	G30	340	≤ 30
Muy Severa	0,05 a 6 meses**	≤ 5	G35	360	≤ 20

Tabla 13.7.2. Requisitos del cemento y hormigón según el grado de exposición, Nch170

*el cemento utilizado debe cumplir con al menos uno de los dos requisitos indicados según el grado de exposición

** En caso de que el cemento no cumpla el requisito de expansión de 6 meses, se puede utilizar siempre que la expansión no sea mayor que 0,10% en un año.

13.7.1 RECURBIMIENTO DE ARMADURA EN LAS FUNDACIONES

La norma “NCh430 Hormigón armado – Requisitos de diseño y cálculo” forma la parte principal de la descripción de los criterios de diseño y cálculo, pero debe ser usada en conjunto con el Código ACI 318-14.

En primer lugar, en la NCh430 se recomienda un recubrimiento libre mínimo de hormigón de 50 mm según se muestra en la siguiente tabla, para hormigones colocados contra el suelo, expuestos a él y en condiciones normales.



	Recubrimiento libre mínimo mm	
	Condiciones normales	Condiciones severas
a) Hormigón colocado contra el suelo y permanentemente expuesto a él	50	70
b) Hormigón expuesto al suelo o al aire libre: Barras ø18 a ø56 Barras ø16 y diámetros menores	40 30	50 40
c) Hormigón no expuesto al aire libre ni en contacto con el suelo: Losas, muros, nervaduras: Barras ø44 y ø56 Barras ø16 a ø36 Barras ø12 y menores Vigas, columnas: Armadura principal Amarillas, estribos, zunchos Cáscaras y placas plegadas: Barras ø18 y mayores Barras ø16, alambres de 16 mm de diámetro y menores	40 20 15 30 20 20 15	40 20 20 40 30 20 15
d) Elementos de confinamiento en albañilería: Armadura principal ø10 y menores Amarillas, estribos, zunchos ø8 y menores	20 15	30 20

Tabla 13.7.3. Recubrimiento libre mínimo para el hormigón

13.8 CEMENTO A EMPLEAR EN EL HORMIGÓN DE LAS FUNDACIONES

En el Código ACI 318-14, de aplicación en Chile y usada solidariamente con la “NCh430 Hormigón armado – Requisitos de diseño y cálculo” se realizan una serie de recomendaciones para el uso de cementos en función de las categorías y clases de exposición al sulfato.

En la tabla 19.3.1.1 que se muestra a continuación, se recoge una clasificación de los hormigones según la categoría y la severidad de esta teniendo en cuenta una serie de condiciones.

En nuestro caso tenemos $\text{SO}_4 < 0.05\%$ por lo que nos encontramos en una categoría S (sulfatos) y con una severidad No aplicable y una clase de exposición S0. Con la clase de exposición obtenida del código ACI 318-14 se hacen unas recomendaciones de cemento a utilizar en la tabla 19.3.2.1.



A continuación, se muestran las tablas citadas.

Tabla 19.3.1.1 — Categorías y clases de exposición

Categoría	Clase	Condición	
Congelamiento y deshielo (F)	F0	Concreto no expuesto a ciclos de congelamiento y deshielo	
	F1	Concreto expuesto a ciclos de congelamiento y deshielo y exposición ocasional a la humedad	
	F2	Concreto expuesto a ciclos de congelamiento y deshielo y en contacto frecuente con la humedad	
	F3	Concreto expuesto a ciclos de congelamiento y deshielo que estará en contacto frecuente con la humedad y expuesto a productos químicos descongelantes	
Sulfato (S)		Sulfatos solubles en agua (SO_4^{2-}) en el suelo, % en masa ^[1]	Sulfato (SO_4^{2-}) disuelto en agua, ppm ^[2]
	S0	$\text{SO}_4^{2-} < 0.10$	$\text{SO}_4^{2-} < 150$
	S1	$0.10 \leq \text{SO}_4^{2-} < 0.20$	$150 \leq \text{SO}_4^{2-} < 1500$ o agua marina
	S2	$0.20 \leq \text{SO}_4^{2-} \leq 2.00$	$1500 \leq \text{SO}_4^{2-} \leq 10000$
	S3	$\text{SO}_4^{2-} > 2.00$	$\text{SO}_4^{2-} > 10000$
En contacto con el agua (W)	W0	Concreto seco en servicio Concreto en contacto con el agua donde no se requiere baja permeabilidad	
	W1	En contacto con el agua donde se requiera baja permeabilidad	
Protección del refuerzo para la corrosión (C)	C0	Concreto seco o protegido contra la humedad	
	C1	Concreto expuesto a la humedad, pero no a una fuente externa de cloruros	
	C2	Concreto expuesto a la humedad y a una fuente externa de cloruros provenientes de productos químicos descongelantes, sal, agua salobre, agua de mar o salpicaduras del mismo origen	

^[1]El porcentaje en masa de sulfato en el suelo debe determinarse por medio de la norma ASTM C1580.

^[2]La concentración de sulfatos disueltos en agua en partes por millón debe determinarse por medio de la norma ASTM D516 ó la norma ASTM D4130.

Tabla 13.8.1. Categoría y clase de exposición para los sulfatos



Tabla 19.3.2.1 — Requisitos para el concreto según la clase de exposición

Clase de Exposición	Relación a/mc máx. ^[1]	f'_c Mínimo MPa	Requisitos mínimos adicionales			Límites en los Materiales cementantes
			Contenido de aire			
F0	N/A	17	N/A			N/A
F1	0.55	24	Tabla 19.3.3.1			N/A
F2	0.45	31	Tabla 19.3.3.1			N/A
F3	0.40 ^[2]	35 ^[2]	Tabla 19.3.3.1			26.4.2.2(b)
			Tipos de material cementante ^[3]			Aditivo cloruro de calcio
S0	N/A	17	Sin restricción en el tipo	Sin restricción en el tipo	Sin restricción en el tipo	Sin restricción
S1	0.50	28	II ^{[4][5]}	Tipos IP, IS o IT con designación (MS)	MS	Sin restricción
S2	0.45	31	V ^[1]	Tipos IP, IS o IT con designación (HS)	HS	No se permite
S3	0.45	31	V más puzolanas o cemento de escoria ^[6]	Tipos IP, IS o IT con designación (HS) más puzolanas o escoria ^[6]	HS más puzolanas o escoria ^[6] TM	No se permite
W0	N/A	17	Ninguna			
W1	0.50	28	Ninguna			
			Contenido máximo de iones de cloruro (Cl^-) soluble en agua en el concreto, porcentaje por peso de cemento ^[7]		Requisitos adicionales	
C0	N/A	17	Concreto no preesforzado	Concreto preesforzado	Ninguno	
C1	N/A	17	1.00	0.06	Ninguno	
C2	0.40	35	0.30	0.06	Recubrimiento de concreto ^[8]	
			0.15	0.06		

^[1] Los límites para la máxima relación a/mc en la Tabla 19.3.2.1 no aplican a concreto liviano.

^[2] Para concreto simple, la máxima a/mc debe ser 0.45 y el mínimo f'_c debe ser 31 MPa.

^[3] Las combinaciones alternativas de materiales cementantes de la Tabla 19.3.2.1 se permiten cuando se ensayan para resistencia a los sulfatos y en el cumplimiento de 26.4.2.2(c).

^[4] Para exposición a agua marina, se permiten otros tipos de cemento pótland con aluminato tricálcico (C_3A) hasta de 10 por ciento si la relación a/mc no excede 0.40.

^[5] Se permiten otros tipos disponibles de cemento tales como Tipo I o Tipo III en las Clases Exposición S1 ó S2 si el contenido de C_3A es menos del 8 por ciento en la Clase de Exposición S1 o menos de 5 por ciento en la Clase de Exposición S2.

^[6] La cantidad a usar de la fuente específica de puzolanas o cemento de escoria debe ser al menos la cantidad que se haya determinado por medio del registro de servicio para mejorar la resistencia a los sulfatos cuando se utilice en concreto que contenga cemento Tipo V. Alternativamente, la cantidad a usar de la fuente específica de puzolanas o cemento de escoria debe ser al menos la cantidad que se haya determinado por medio del ensayos de la mezcla hechos cumpliendo la norma ASTM C1012M y de acuerdo con el criterio dado en 26.4.2.2(c).

^[7] El contenido de ion cloruro soluble en agua que contribuyen los ingredientes incluyendo el agua, agregados, materiales cementantes y aditivos debe determinarse en la mezcla de concreto por medio de la norma ASTM C1218M a una edad entre 28 y 42 días.

^[8] El recubrimiento de concreto debe cumplir con 20.6.

Tabla 13.8.2. En la tabla 19.3.2.1 viene reflejada una resistencia mínima del hormigón de valor 17 MPa.

Por tanto, con todo expuesto anteriormente, el diseño estructural de la fundación deberá de tener las siguientes consideraciones a la hora de la elección del tipo de hormigón:

- Recubrimiento libre de las armaduras mínimo 50 mm.
- Resistencia a compresión mínima del hormigón f'_c min=17 MPa.



Estos parámetros son valores máximos o mínimos por lo que la elección del tipo de hormigón podrá tener un recubrimiento mayor o una resistencia del hormigón mayor. Esta elección se realizará únicamente desde el punto de vista estructural y de durabilidad teniendo en cuenta lo indicado en el punto siguiente.

13.9 RELACIÓN AGUA CEMENTO A EMPLEAR EN EL HORMIGÓN DE LAS FUNDACIONES

Se considera adecuado realizar una dosificación agua/cemento que garantice que se alcanza la resistencia necesaria para el hormigón de diseño de proyecto además de controlar el número, separación y abertura de fisuras para así garantizar la durabilidad de las armaduras de la estructura.

En la siguiente tabla vienen reflejados para las diferentes exposiciones al sulfato, los valores establecidos por la Especificación Técnica General de Hormigón.

Tabla 28 - Requisitos para hormigón expuesto a soluciones que contienen sulfatos			
Exposición al sulfato	Sulfato soluble en agua (SO_4) en el suelo, porcentaje por peso	Sulfato (SO_4) en agua mg/l	Hormigón con áridos de peso normal
			Razón máxima de agua-cemento, por peso ^{*)}
Despreciable	0,00 - 0,10	0 - 150	-
Moderada †	0,10 - 0,20	150 - 1 500	0,50
Severa	0,20 - 2,00	1 500 - 10 000	0,45
Muy severa	Más de 2,00	Más de 10 000	0,40

Tabla 13.9.1. Diferentes exposiciones al sulfato



13.10 POTENCIAL DE CORROSIÓN DEL TERRENO FRENTE A ESTRUCTURAS METÁLICAS

Con las muestras de suelo obtenidas en los pozos de prueba, se llevan a cabo diferentes tipos de pruebas químicas de diferentes componentes clave en los procesos de corrosión.

Con los resultados obtenidos, se aplican diferentes códigos internacionales para clasificar el suelo según su potencial de corrosión.

La corrosividad del suelo frente al acero galvanizado se evaluará en función de las clasificaciones BGSI ANSI / AWWA C-105 BGW y la resistividad eléctrica medida en el suelo.

Los valores para su clasificación se pueden encontrar en las siguientes tablas:

Características del suelo		Puntos	Potencial Redox			SUMA DE PUNTOS		GRADO DE CORROSIÓN
Resistividad ($\Omega \cdot \text{cm}$)			>100 mV	0				
< 700		10	50-100 mV	3.5				
700 - 1000		8	0-50 mV	4				
1000 - 1200		5	Negativo	5				
1200 - 1500		2	Sulfitos					
1500 - 2000		1	Positivo	3.5				
> 2000		0	Trazas	2				
pH			Negativo	0				
0 - 2		5	Humedad					
2 - 4		3	Drenaje pobre, humedad continua	2				
4 - 6.5		0	Drenaje justo, generalmente húmedo	1				
6.5 - 7.5		0	Buen drenaje, generalmente seco	0				
7.5 - 8.5		0						
> 8.5		3						

Tabla 13.10.1. Clasificación ANSI / AWWA C-105 para la determinación de corrosividad.

Resistividad Ohm - m	pH	Potencial Redox	Sulfitos	Humedad	Suma de puntos	Grado de Corrosividad
0	0	0	0	0	0	Muy poco corrosivo

Tabla 13.10.2. Clasificación ANSI/AWWA según valores más desfavorables.



<i>Item</i>	<i>Measured Value</i>	<i>Marks</i>
Soil composition	Calcareous, marly limestone Sandy marl, not stratified sand	+2
	Loam, sandy loam (loam content 75% or less) marly loam, sandy claysoil (silt content 75% or less)	0
	Clay, marly clay, humus,	-2
	Peat, thick loam, marshy soil	-4
Ground-water level at buried position	None	0
	Exist	-1
	Vary	-2
Resistivity	10,000 ohm. cm or more	0
	10,000-5,000	-1
	5,000-2,300	-2
	2,300-1,000	-3
	1,000 or less	-4
Moisture content	20% or less	0
	20% or more	-1
pH	6 or more	0
	6 or less	-2
Sulphide and hydrogen sulphide	None	0
	Trace	-2
	Exist	-4
Carbonate	5% or more	+2
	5-1	+1
	1 or less	0
Chloride	100 mg/kg or less	0
	100 mg/kg more	-1
Sulphate	200 mg/kg or less	0
	200-500	-1
	500-1,000	-2
	1,000 or more	-3
Cinder and coke	None	0
	Exist	-4

Soil is regarded as non-corrosive if the total of the above is 0 or higher; Slightly corrosive if 0 to -4; corrosive if -5 to -10 and very corrosive if -10 or less.

Tabla 13.10.3. Clasificación DVGW GW9 para la determinación de la corrosividad.

Composición suelo	Presencia de agua	Resistividad	Contenido de agua	pH	Sulfuro	Carbonatos	Cloruros	Sulfatos	Ceniza volcánica	Puntuación
0	0	0	0	0	0	+1	-1	0	0	0

Tabla 13.10.4. Clasificación DVGW GW9 con valores más desfavorables.

CLASIFICACIÓN	CORROSIVIDAD ESPERADA
>0	No corrosivo
<0 a -4	Ligeramente Corrosivo
-5 a -10	Corrosivo
Menor a -10	Muy Corrosivo

Tabla 13.10.5. Clasificación DVGW GW9.



Puntuación según DVGW GW9	Ambiente	Velocidad de corrosión general	Rango	Velocidad de corrosión puntual	Rango
		$\mu\text{m/año}$	$\mu\text{m/año}$		
>0	Ia	5	2,5 – 10	30	15 - 60
-1 a -4	Ib	10	5 – 20	60	30 – 120
-5 a -10	II	20	10 – 40	200	100 – 400
>-10	III	60	30 - 120	400	200 - 800

Tabla 13.10.6. Velocidad de corrosión de perfiles de acero de acuerdo a DIN 50 929.

Clasificación	Resistividad (Ohm*cm)	Corrosividad esperada
Baja Resistividad	0 - 2.000	Severa
Media Resistividad	2.000 – 10.000	Moderada
Alta Resistividad	10.000 – 30.000	Leve
Muy alta Resistividad	>30.000	Insignificante

Tabla 13.10.7. Potencial de corrosión según la resistividad eléctrica del suelo.

Se concluyen en función de los resultados de laboratorio que el suelo presenta:

Clasificación	Grado de Corrosividad
ANSI/AWWA C-105	Muy poco corrosivo
DVGW GW9	No Corrosivo
Resistividad Eléctrica	Leve/Insignificante

Tabla 13.10.8. Grado de corrosividad según ensayos químicos.



14 CONCLUSIONES

Mediante las prospecciones realizadas se llegó a las siguientes conclusiones:

El terreno donde se ejecutarán las obras se puede resumir en tres unidades principales.

- El nivel más superficial denominado unidad UG1, de escasa entidad (0.50 m.) no reúne las características geotécnicas suficientes como para realizar apoyo de fundaciones sobre ellos, por lo que queda desestimado.
- La unidad UG2 está situada a muro de la unidad UG1, presentando una potencia media 0.5 m. Está formada por una mezcla de arenas con limo y arcilla, de compacidad media. Dicha unidad se reconoció puntualmente en las calicatas 01, 05, 07 y 08 a partir de una profundidad de 0.5 m. Esta unidad no es apta para el apoyo de las cimentaciones superficiales.
- La unidad UG3 situada a muro de la unidad UG1 y UG2, presentando una potencia media >3.0 m. Está formada por suelo gravoso con arena y limo, de compacidad media a alta. Dicha unidad se reconoció en toda el área a partir de profundidades medias entre 0.3 y 1.2 m. Esta unidad es apta para el apoyo de las cimentaciones superficiales y zapatas, se recomienda eliminar los estratos anteriores para mejorar la capacidad portante.
- Se recomienda uso pre-perforacion y posterior hincado para el empotramiento de los perfiles metálicos que se utilizaran como estructuras de soporte de los paneles fotovoltaicos

El informe facilita al proyectista los parámetros necesarios para el diseño de fundaciones mediante distintas tipologías de fundación: zapatas/pozos y losas como fundaciones superficiales y semiprofundas, y micropilotes para fundaciones profundas.

Los ensayos que se han llevado a cabo para la caracterización del suelo indican que:

- La fundación de los elementos auxiliares podrá ser mediante zapatas o losas. Las fundaciones deberán ser apoyadas a una profundidad mínima de un 1.0 m respecto a la rasante actual del terreno y siempre apoyadas en la UG3.
- En cuanto las fundaciones serán viables el empleo de fundaciones superficiales, estas pueden tener base cuadrada, rectangular o circular.
- Si existieran localmente rellenos artificiales en los sellos de fundaciones, éstos deberán extraerse totalmente y penetrar 20 cm en suelo natural. El exceso de excavación producida por la extracción de rellenos artificiales o por otros motivos, deberá ser llenado con hormigón pobre.



- Los sellos de fundaciones serán recibidos conformes por ingenieros de GEOMECHILE., para verificar que el tipo de suelo de fundación es de una resistencia y rigidez igual o superior al supuesto en el presente informe.
- En el caso de que se detecte que las fundaciones tengan apoyo mixto se debe utilizar vigas cadena para evitar asientos diferenciales.
- Según los registros de las calicatas realizadas, se reconoció un nivel saturado en el área de estudio a profundidades superficiales entre 0.9 y 2.2 metros con geometría de nivel hipodérmico (interflujo) alimentado por recientes precipitaciones en la zona y que circula en modo somero atreves de litologías más sueltas en dirección a cauces superficiales y hacia acuíferos más profundos, observándose en todas las excavaciones prospectadas. Por otra parte, los registros analizados en los ensayos geofísicos indican que dicho nivel freático se concentra entre los 2.3 y 13.2 metros de profundidad. Dicha teoría que deberá de ser corroborada mediante un ensayo de perforación geotécnica (sondaje).
- Los materiales no presentan riesgo potencial de hinchamiento.
- Los materiales presentan un contenido en sulfatos y sales totales que los clasifica como no agresivos.
- La excavabilidad es alta para las unidades UG1, UG2 y baja para la UG3.
- La estabilidad de las paredes de excavación para las unidades geotécnicas UG1, UG2 y la UG3 es baja.
- Se debe considerar un sistema de evacuación de aguas que canalice y evacúe las aguas fuera de las estructuras y pavimentos. Las técnicas más comunes son la realización de una cuneta perimetral drenante, así como el uso de sistemas de drenaje en taludes, caminos y fundaciones.

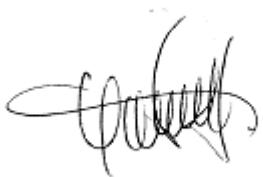
Los trabajos efectuados para caracterizar desde el punto de vista geotécnico la zona de estudio, son reconocimientos puntuales. La extrapolación de estos datos entre estos puntos para cubrir las zonas intermedias sin investigación plantea un cierto grado de extrapolación, valido si durante la ejecución de las obras, se confirma que se mantienen las características descritas, sobre las que se han basado los cálculos.

Por último, el presente estudio se realizó bajo la exhaustiva investigación y análisis del equipo técnico especialista de GEOMEC CHILE SPA, acorde con la práctica común de la ingeniería de suelos y la experiencia suficiente para definir las condiciones del subsuelo en el área del proyecto. Si embargo, si se presentan condiciones no contempladas en este informe, como variación en el proyecto o diferencias en el subsuelo, se nos deberá comunicar oportunamente para establecer los ajustes necesarios a las recomendaciones formuladas.

En el [anexo 12](#) se adjunta las hojas actualizadas de la calibración de los equipos utilizados en la campaña.



El presente informe se compone de 94 páginas numeradas consecutivamente y 12 anexos sin numerar



Fabián Santín Lizama
Ingeniero Civil Minas
Msc. Geotecnia y Cimentaciones
Especialista Mecánica De Suelos



Diego Lozano Sanchez
Geólogo
Dipl. Ingeniería Geotécnica
Especialista Mecánica De Suelos



ANEXOS



ANEXO 1: REGISTRO FOTOGRÁFICO DE TERRENO

[Volver al texto](#)

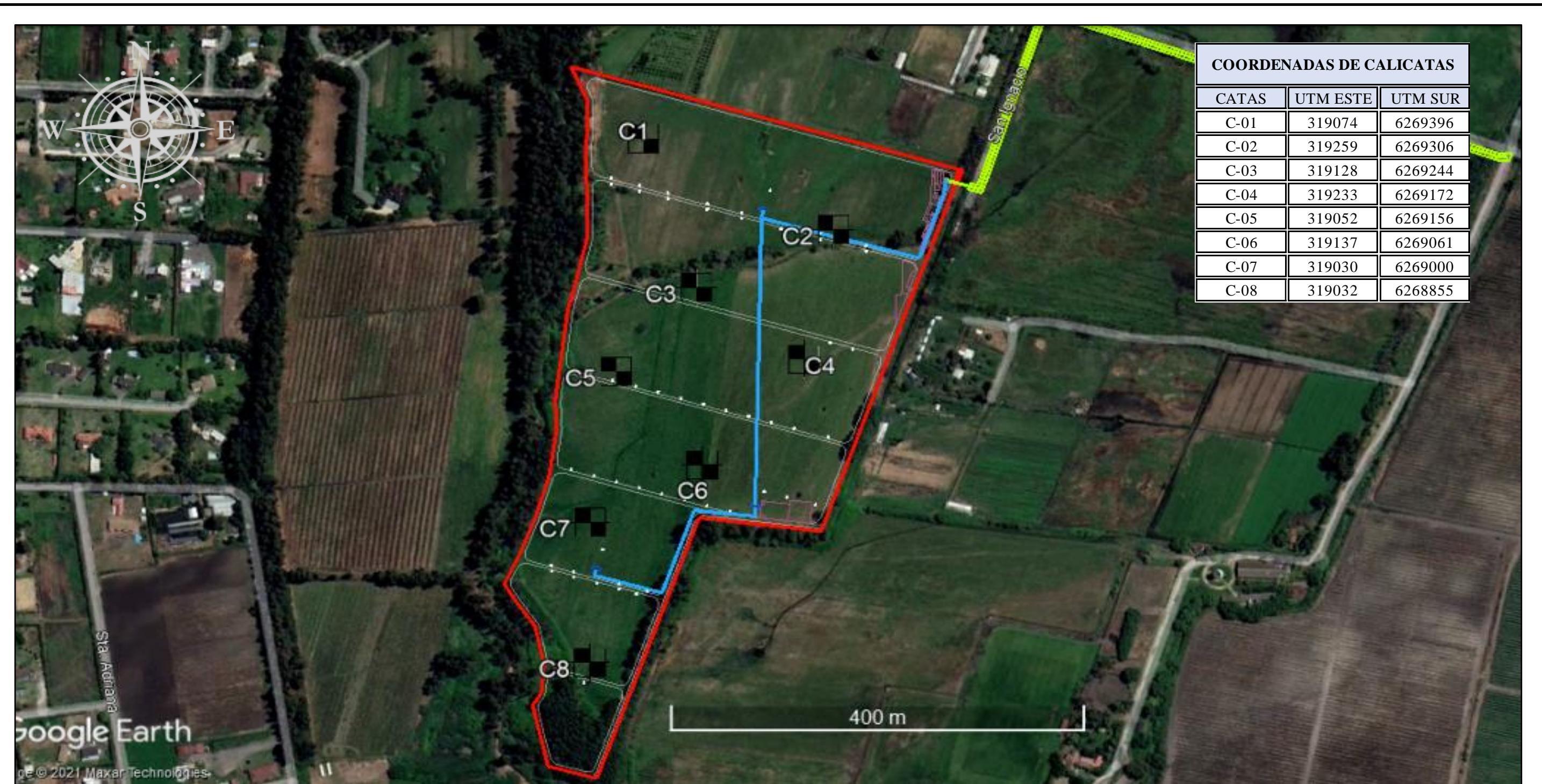
Link de descarga: <https://geomecchile.netexplora.com/nextcloud/index.php/s/JWGJtXXWRjtbQyw>



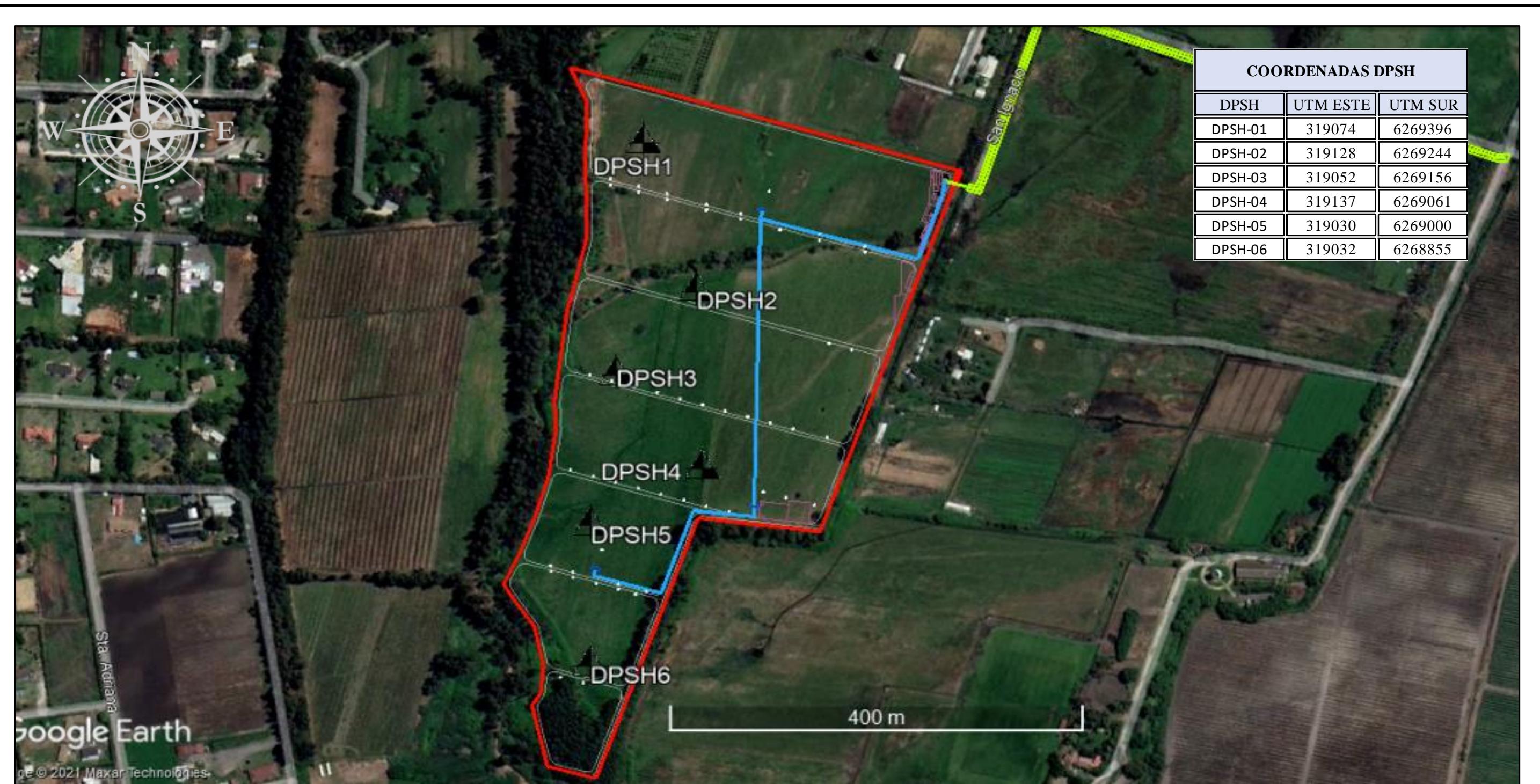
ANEXO 2: UBICACIÓN DE LOS ENSAYOS REALIZADOS.

[Volver al texto](#)

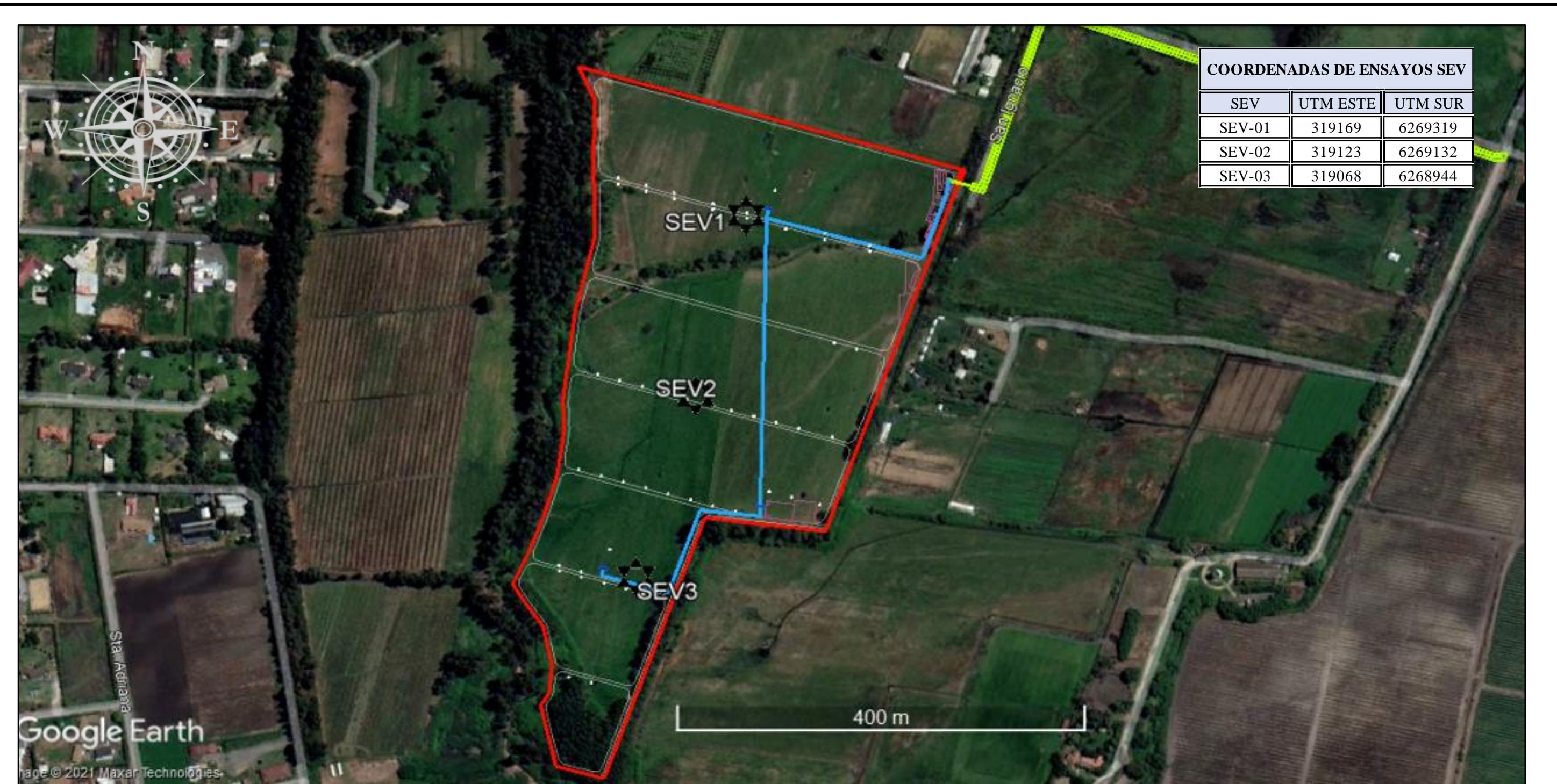




<p>GEOTECNIA GEOMEC</p>	<p>Fabián Santín Lizama Ingeniero Civil en Minas. Especialista Geotécnico. MSc. Geotecnia y Cimentaciones.</p> <p>Geotecnia Geomecchile p: +56 9 97636977 d: Echeverría, Melipilla. e: gerencia@geomecchile.cl</p>	<p>PROYECTO: PFV PATRICIA</p> <p>UBICACIÓN: TALAGANTE, REGIÓN MT</p> <p>EXP: 348-TALG-INF-MS.00</p>	<p>PETICIONARIO:</p> <p>SOLEK</p> <p>VERANO CAPITAL</p>
			<p>MAPA DE UBICACIÓN DE CALICATAS</p>



 GEOTECNIA GEOMEC	Fabián Santín Lizama <i>Ingeniero Civil en Minas. Especialista Geotécnico. MSc. Geotecnia y Cimentaciones.</i>	PROYECTO: PFV PATRICIA <hr/> UBICACIÓN: TALAGANTE, REGIÓN MT <hr/> EXP: 348-TALG-INF-MS.00	PETICIONARIO: SOLEK VERANO CAPITAL
	Geotecnia Geomecchile <i>p: +56 9 97636977 d: Echeverría, Melipilla. e: gerencia@geomecchile.cl</i>		



Fabián Santín Lizama Ingeniero Civil en Minas. Especialista Geotécnico. MSc. Geotecnia y Cimentaciones. Geotecnia Geomecchile p: +56 9 97636977 d: Echeverría, Melipilla. e: gerencia@geomecchile.cl	PROYECTO: PFV PATRICIA <hr/> UBICACIÓN: TALAGANTE, REGIÓN MT <hr/> EXP: 348-TALG-INF-MS.00	PETICIONARIO: VERANO CAPITAL



GEOTECNIA GEOMEC 	Fabián Santín Lizama <i>Ingeniero Civil en Minas.</i> <i>Especialista Geotécnico.</i> <i>MSc. Geotecnia y Cimentaciones.</i> Geotecnia Geomecchile <i>p:</i> +56 9 97636977 <i>d:</i> Echeverría, Melipilla. <i>e:</i> gerencia@geomecchile.cl	PROYECTO: PFV PATRICIA UBICACIÓN: TALAGANTE, REGIÓN MT EXP: 348-TALG-INF-MS.00	PETICIONARIO: SOLEK VERANO CAPITAL



GEOTECNIA GEOMEC 	Fabián Santín Lizama <i>Ingeniero Civil en Minas. Especialista Geotécnico. MSc. Geotecnia y Cimentaciones.</i> Geotecnia Geomecchile <i>p: +56 9 97636977 d: Echeverría, Melipilla. e: gerencia@geomecchile.cl</i>	PROYECTO: PFV PATRICIA UBICACIÓN: TALAGANTE, REGIÓN MT EXP: 348-TALG-INF-MS.00	PETICIONARIO: SOLEK VERANO CAPITAL
-----------------------------	---	---	---



<p>GEOTECNIA GEOMEC</p>	<p>Fabián Santín Lizama Ingeniero Civil en Minas. Especialista Geotécnico. MSc. Geotecnia y Cimentaciones.</p> <p>Geotecnia Geomecchile p: +56 9 97636977 d: Echeverría, Melipilla. e: gerencia@geomecchile.cl</p>	<p>PROYECTO: PFV PATRICIA</p> <p>UBICACIÓN: TALAGANTE, REGIÓN MT</p> <p>EXP: 348-TALG-INF-MS.00</p>	<p>PETICIONARIO:</p> <p>SOLEK VERANO CAPITAL</p>
------------------------------------	---	--	--

ANEXO 3: ACTAS DE CALICATAS

[Volver al texto CALICATAS](#)

[Volver al texto PERFIL ESTRATIGRÁFICO DE LAS CALICATAS](#)



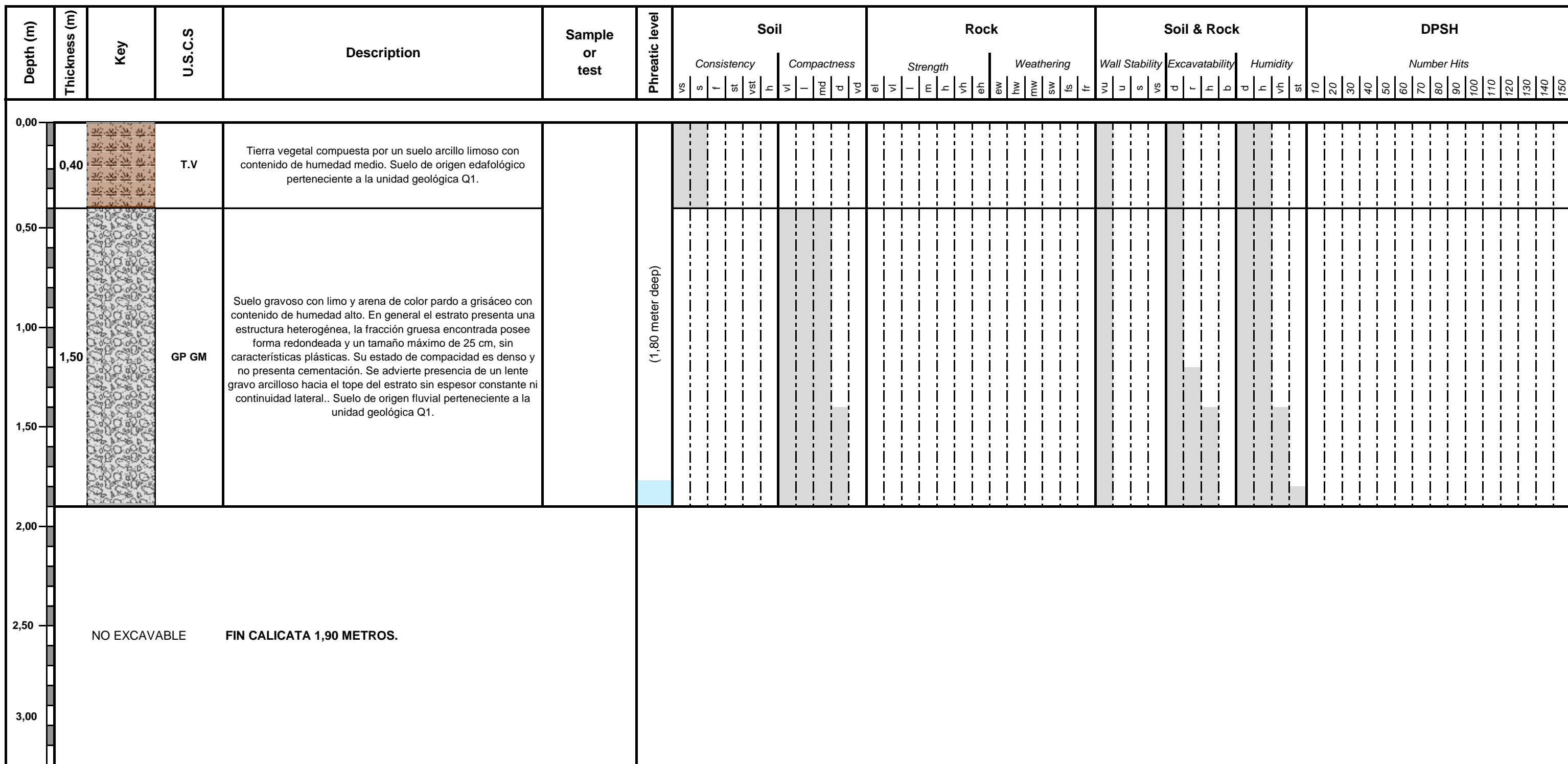
CALICATA Nº: 1	UTM COORDINATES:	E: 319.074	TECHNICAL : FABIÁN SANTÍN	RIG TYPE :
		N: 6.269.396	START DATE : 11-11-2021	MODEL : CATERPILLARD 416
PROJECT: PFV PATRICIA LOCATION: Talagante, Región Metropolitana FILE: 348-TALG-INF-MS.00	VERANO CAPITAL Av. Andrés Bello 2687, Las Condes. Phone: + 56 (2) 2723 9441	COMMENTS: Presencia del nivel freático.		



Consistency	Strength	Weathering	Wall Stability	Excavatability
vs: Very Soft	el: Ext. low	e: Extremely	vu: Very unstable	b: Blasting
s: Soft	vl: Very low	h: Highly	u: Unstable	hb: Hammer bl.
f: Firm	l: Low	m: Moderately	s: Stable	r: Ripping
s: Stiff	m: Medium	s: Slightly	vs: Very stable	d: Digging
vs: Very Stiff	h: High	fs: Fresh stained		
	vh: Very high	f: Fresh		
	eh: Ext. high			
Compactness	Humidity	Sample or test		
vl: Very Loose	d: Dry	M.I: Unaltered sample		
l: Loose	h: Humid	M.A: Altered sample		
md: Med. Dense	vh: Very humid			
d: Dense	s: Saturated			



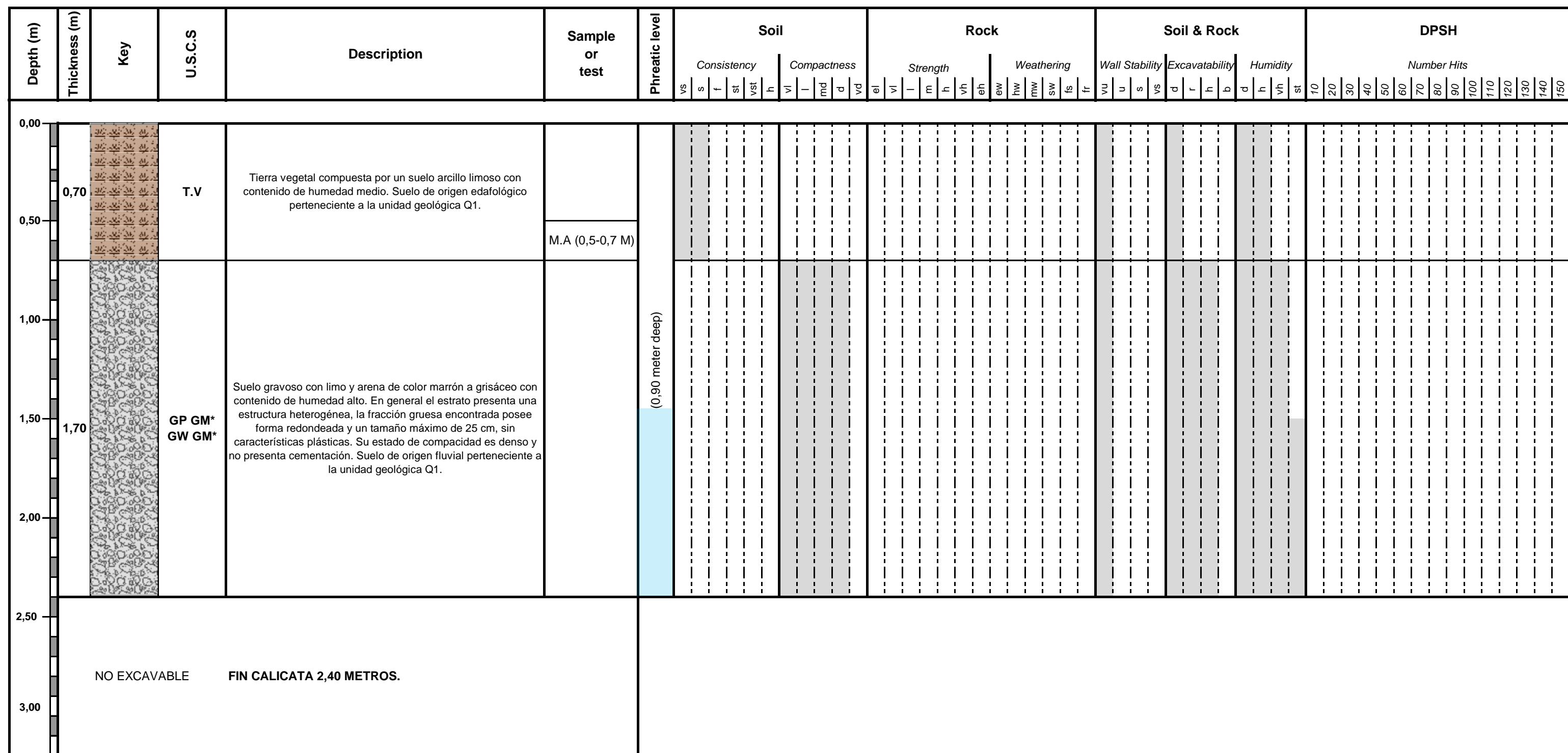
CALICATA N°: 2	UTM COORDINATES: E: 319.259 N: 6.269.306	TECHNICAL : FABIÁN SANTÍN START DATE : 11-11-2021	RIG TYPE : MODEL : CATERPILLARD 416
PROJECT: PFV PATRICIA LOCATION: Talagante, Región Metropolitana FILE: 348-TALG-INF-MS.00	VERANO CAPITAL Av. Andrés Bello 2687, Las Condes. Phone: + 56 (2) 2723 9441	COMMENTS: Presencia del nivel freático.	 GEOMECH Geomecánica, Mecánica de suelos, Geotecnia, Geofísica. www.geomechchile.cl



Consistency	Strength	Weathering	Wall Stability	Excavability
vs: Very Soft	el: Ext. low	e: Extremly	vu: Very unstable	b: Blasting
s: Soft	vl: Very low	h: Highly	u: Unstable	hb: Hammer b.
f: Firm	l: Low	m: Moderately	s: Stable	r: Ripping
s: Stiff	m: Medium	s: Slightly	vs: Very stable	d: Digging
vs: Very Stiff	h: High	fs: Fresh stained		
	vh: Very high	f: Fresh		
	eh: Ext. high			
Compactness	Humidity	Sample or test		
vl: Very Loose	d: Dry	M.I: Unaltered sample		
l: Loose	h: Humid	M.A: Altered sample		
md: Med. Dense	vh: Very humid			
d: Dense	s: Saturated			



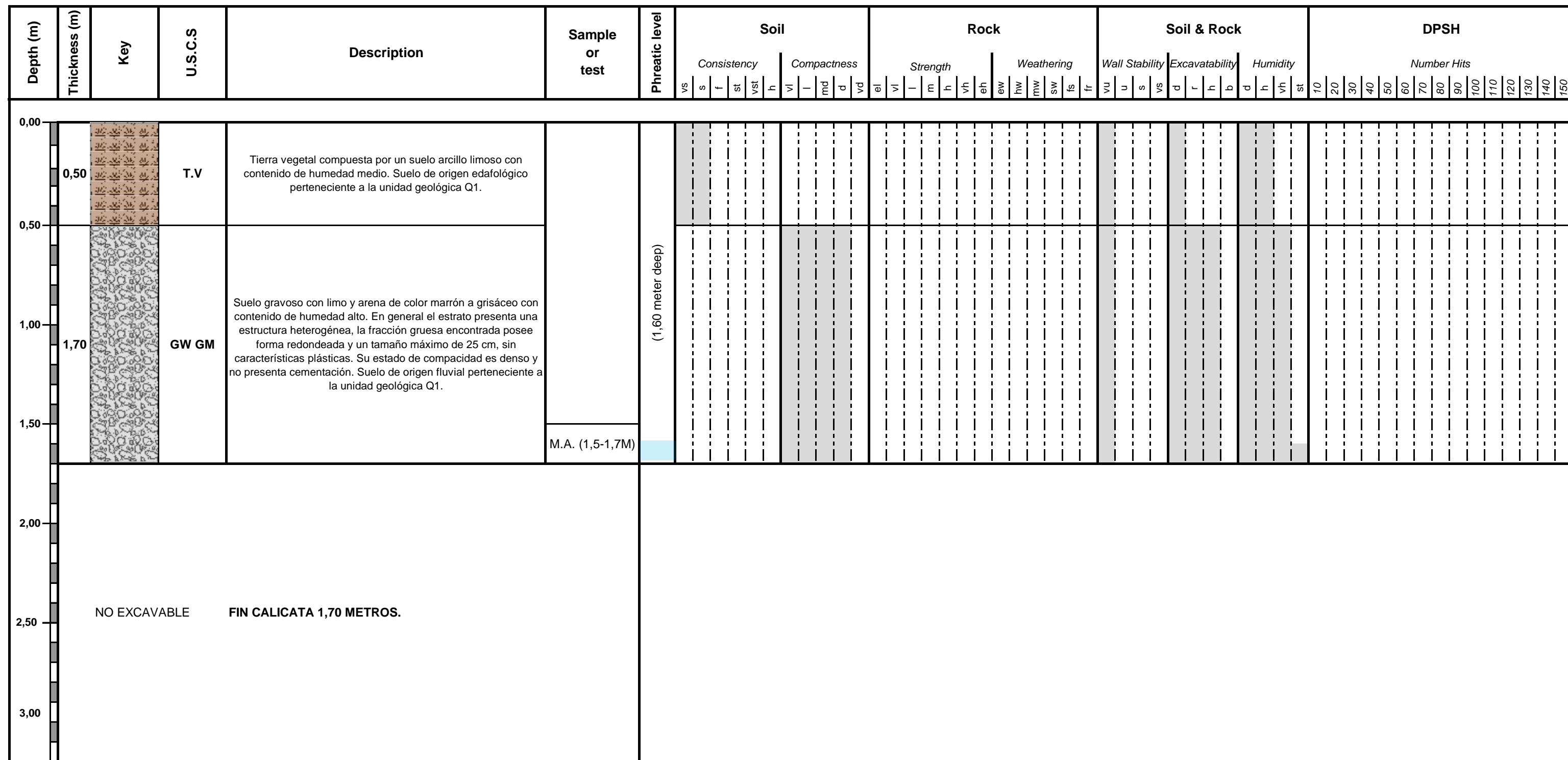
CALICATA Nº: 3	UTM COORDINATES:	E: 319.128	TECHNICAL : FABIÁN SANTÍN	RIG TYPE :
		N: 6.269.244	START DATE : 11-11-2021	MODEL : CATERPILLARD 416
PROJECT: PFV PATRICIA LOCATION: Talagante, Región Metropolitana FILE: 348-TALG-INF-MS.00	VERANO CAPITAL Av. Andrés Bello 2687, Las Condes. Phone: + 56 (2) 2723 9441	COMMENTS: Presencia del nivel freático.		



Consistency	Strength	Weathering	Wall Stability	Excavability
vs: Very Soft	el: Ext. low	e: Extremly	vu: Very unstable	b: Blasting
s: Soft	vl: Very low	h: Highly	u: Unstable	hb: Hammer bl
f: Firm	l: Low	m: Moderately	s: Stable	r: Ripping
s: Stiff	m: Medium	s: Slightly	vs: Very stable	d: Digging
vs: Very Stiff	h: High	fs: Fresh stained		
	vh: Very high	f: Fresh		
	eh: Ext. high			
Compactness	Humidity	Sample or test		
vl: Very Loose	d: Dry	M.I: Unaltered sample		
l: Loose	h: Humid	M.A: Altered sample		
md: Med. Dense	vh: Very humid			
d: Dense	s: Saturated			



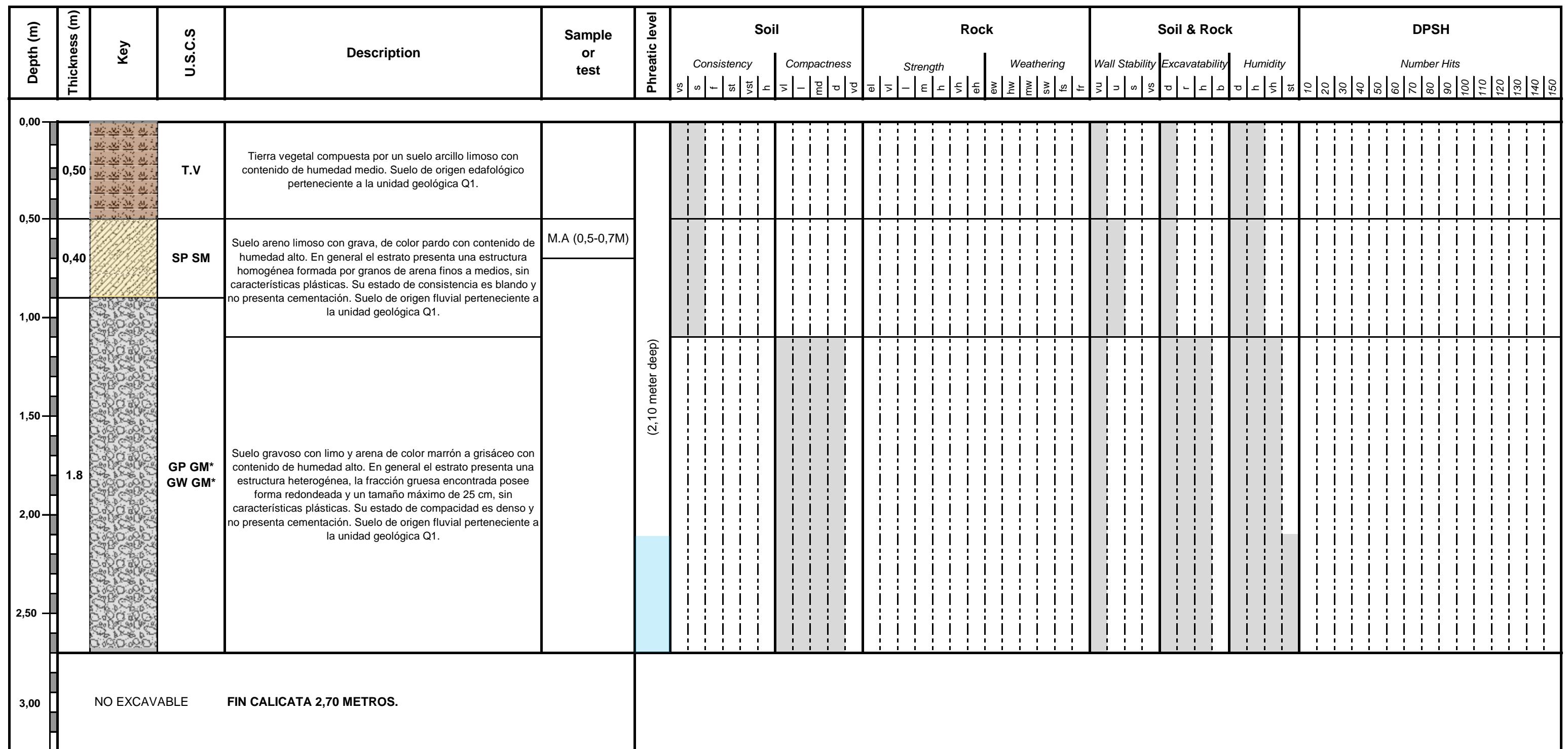
CALICATA Nº: 4	UTM COORDINATES:	E: 319.233	TECHNICAL : FABIÁN SANTÍN	RIG TYPE :	
		N: 6.269.172	START DATE : 11-11-2021	MODEL : CATERPILLARD 416	
PROJECT: PFV PATRICIA LOCATION: Talagante, Región Metropolitana FILE: 348-TALG-INF-MS.00	VERANO CAPITAL Av. Andrés Bello 2687, Las Condes. Phone: + 56 (2) 2723 9441	COMMENTS: Presencia del nivel freático.			



Consistency	Strength	Weathering	Wall Stability	Excavability
vs: Very Soft	el: Ext. low	e: Extremly	vu: Very unstable	b: Blasting
s: Soft	vl: Very low	h: Highly	u: Unstable	hb: Hammer b.
f: Firm	l: Low	m: Moderately	s: Stable	r: Ripping
s: Stiff	m: Medium	s: Slightly	vs: Very stable	d: Digging
vs: Very Stiff	h: High	fs: Fresh stained		
	vh: Very high	f: Fresh		
	eh: Ext. high			
Compactness	Humidity	Sample or test		
vl: Very Loose	d: Dry	M.I: Unaltered sample		
l: Loose	h: Humid	M.A: Altered sample		
md: Med. Dense	vh: Very humid			
d: Dense	s: Saturated			



CALICATA Nº: 5	UTM COORDINATES:	E: 319.052	TECHNICAL : FABIÁN SANTÍN	RIG TYPE :
		N: 6.269.156	START DATE : 11-11-2021	MODEL : CATERPILLARD 416
PROJECT: PFV PATRICIA LOCATION: Talagante, Región Metropolitana FILE: 348-TALG-INF-MS.00	VERANO CAPITAL Av. Andrés Bello 2687, Las Condes. Phone: + 56 (2) 2723 9441	COMMENTS: Presencia del nivel freático.		



Consistency	Strength	Weathering	Wall Stability	Excavatability
vs: Very Soft	el: Ext. low	e: Extremly	vu: Very unstable	b: Blasting
s: Soft	vl: Very low	h: Highly	u: Unstable	hb: Hammer bl.
f: Firm	l: Low	m: Moderately	s: Stable	r: Ripping
s: Stiff	m: Medium	s: Slightly	vs: Very stable	d: Digging
vs: Very Stiff	h: High	fs: Fresh stained		
	vh: Very high	f: Fresh		
	eh: Ext. high			
Compactness	Humidity	Sample or test		
vl: Very Loose	d: Dry	M.I: Unaltered sample		
l: Loose	h: Humid	M.A: Altered sample		
md: Med. Dense	vh: Very humid			
d: Dense	s: Saturated			



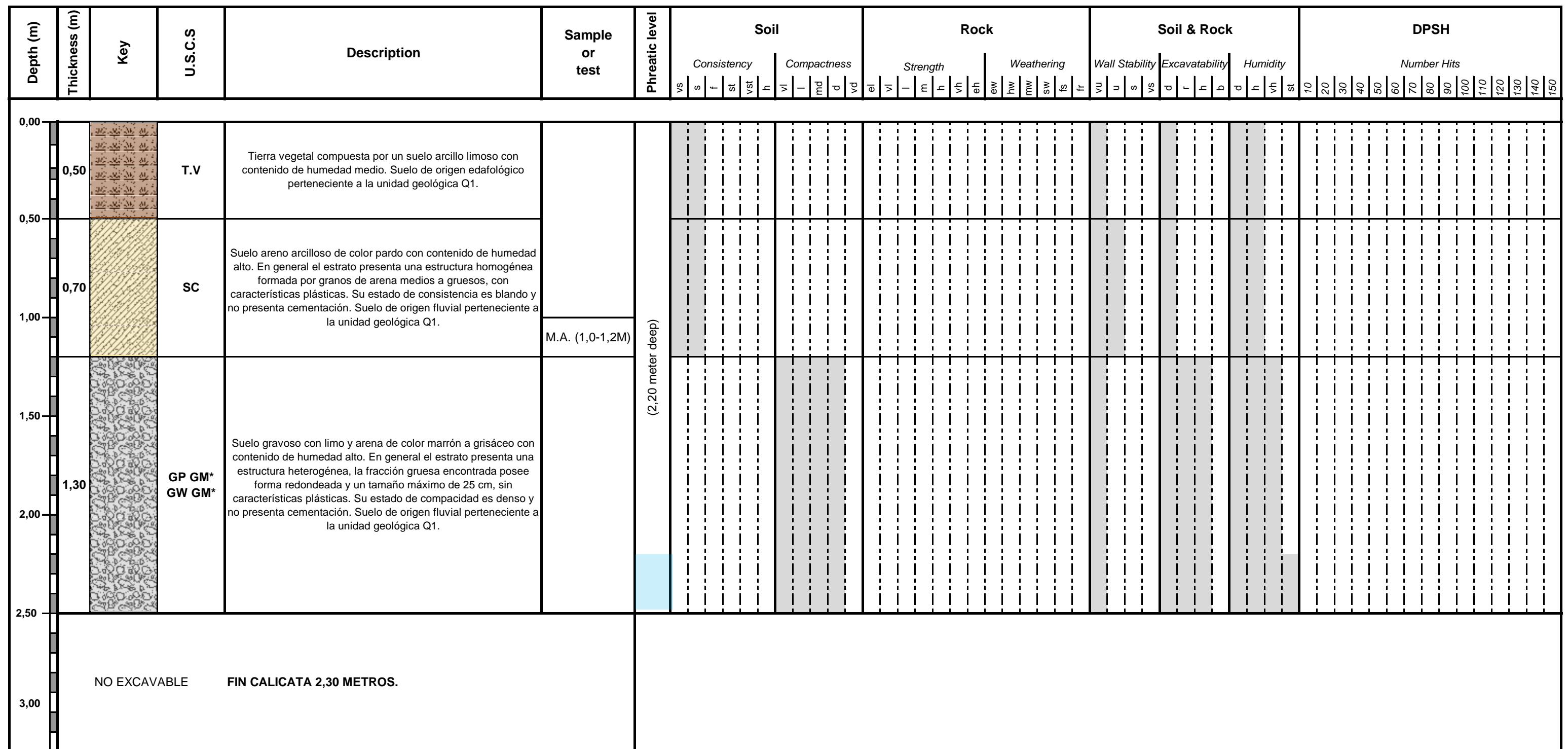
CALICATA Nº: 6	UTM COORDINATES:	E: 319.137	TECHNICAL : FABIÁN SANTÍN	RIG TYPE :
		N: 6.269.061	START DATE : 11-11-2021	MODEL : CATERPILLARD 416
PROJECT: PFV PATRICIA LOCATION: Talagante, Región Metropolitana FILE: 348-TALG-INF-MS.00	VERANO CAPITAL Av. Andrés Bello 2687, Las Condes. Phone: + 56 (2) 2723 9441	COMMENTS: Presencia del nivel freático.		



Consistency	Strength	Weathering	Wall Stability	Excavatability
vs: Very Soft	el: Ext. low	e: Extremely	vu: Very unstable	b: Blasting
s: Soft	vl: Very low	h: Highly	u: Unstable	hb: Hammer bl.
f: Firm	l: Low	m: Moderately	s: Stable	r: Ripping
s: Stiff	m: Medium	s: Slightly	vs: Very stable	d: Digging
vs: Very Stiff	h: High	fs: Fresh stained		
	vh: Very high	f: Fresh		
	eh: Ext. high			
Compactness	Humidity	Sample or test		
vl: Very Loose	d: Dry	M.I: Unaltered sample		
l: Loose	h: Humid	M.A: Altered sample		
md: Med. Dense	vh: Very humid			
d: Dense	s: Saturated			



CALICATA Nº: 7	UTM COORDINATES:	E: 319.030	TECHNICAL : FABIÁN SANTÍN	RIG TYPE :
		N: 6.269.000	START DATE : 11-11-2021	MODEL : CATERPILLARD 416
PROJECT: PFV PATRICIA LOCATION: Talagante, Región Metropolitana FILE: 348-TALG-INF-MS.00	VERANO CAPITAL Av. Andrés Bello 2687, Las Condes. Phone: + 56 (2) 2723 9441	COMMENTS: Presencia del nivel freático.		



Consistency	Strength	Weathering	Wall Stability	Excavatability
vs: Very Soft	el: Ext. low	e: Extremly	vu: Very unstable	b: Blasting
s: Soft	vl: Very low	h: Highly	u: Unstable	hb: Hammer bl.
f: Firm	l: Low	m: Moderately	s: Stable	r: Ripping
s: Stiff	m: Medium	s: Slightly	vs: Very stable	d: Digging
vs: Very Stiff	h: High	fs: Fresh stained		
	vh: Very high	f: Fresh		
	eh: Ext. high			
Compactness	Humidity	Sample or test		
vl: Very Loose	d: Dry	M.I: Unaltered sample		
l: Loose	h: Humid	M.A: Altered sample		
md: Med. Dense	vh: Very humid			
d: Dense	s: Saturated			



CALICATA N°: 8UTM COORDINATES:
E: 319.032
N: 6.268.855PROJECT: PFV PATRICIA
LOCATION: Talagante, Región Metropolitana
FILE: 348-TALG-INF-MS.00VERANO CAPITAL
Av. Andrés Bello 2687, Las Condes.
Phone: + 56 (2) 2723 9441

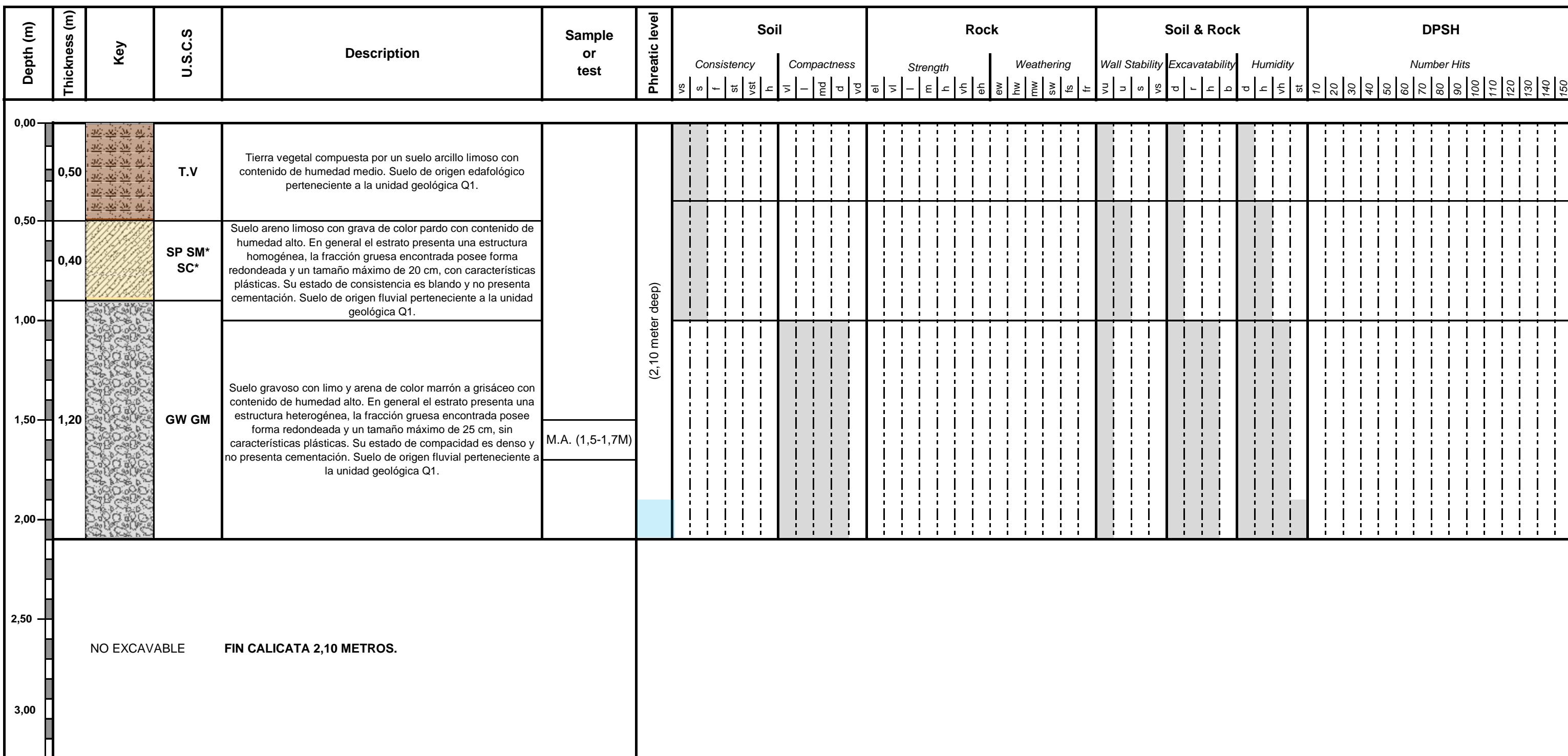
TECHNICAL : FABIÁN SANTÍN

START DATE : 11-11-2021

COMMENTS: Presencia del nivel freático.

RIG TYPE :

MODEL : CATERPILLARD 416



Consistency	Strength	Weathering	Wall Stability	Excavability
vs: Very Soft	el: Ext. low	e: Extremely	vu: Very unstable	b: Blasting
s: Soft	vl: Very low	h: Highly	u: Unstable	hb: Hammer bl.
f: Firm	l: Low	m: Moderately	s: Stable	r: Ripping
s: Stiff	m: Medium	s: Slightly	vs: Very stable	d: Digging
vs: Very Stiff	h: High	fs: Fresh stained		
	vh: Very high	f: Fresh		
	eh: Ext. high			
Compactness	Humidity	Sample or test		
vl: Very Loose	d: Dry	M.I: Unaltered sample		
l: Loose	h: Humid	M.A: Altered sample		
md: Med. Dense	vh: Very humid			
d: Dense	s: Saturated			



ANEXO 4: ACTAS DE ENSAYOS DE PENETRACION DINAMICA DPSH

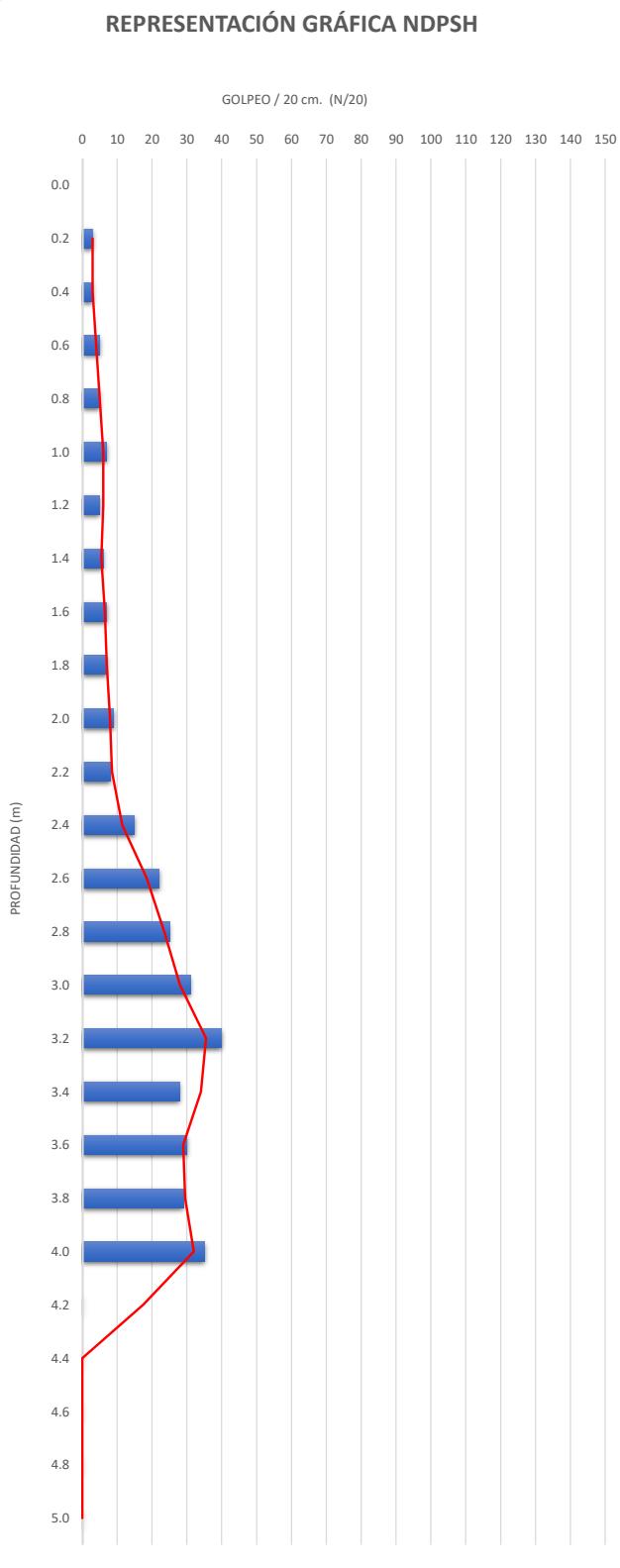
[Volver al texto ENSAYOS DE PENETRACION DINAMICA DPSH](#)

[Volver al texto RESLUTADOS DE LOS ENSAYOS DE PENETRACION DINAMICA TIPO DPSH](#)



ENSAYO DE PENETRACION DINAMICA (Tipo DPSH) - ASTM D3441 / ISO 22476-2:2008

Prof. (m)	N ₂₀	Prof. (m)	N ₂₀
0,2	3	10,2	-
0,4	3	10,4	-
0,6	5	10,6	-
0,8	5	10,8	-
1,0	7	11,0	-
1,2	5	11,2	-
1,4	6	11,4	-
1,6	7	11,6	-
1,8	7	11,8	-
2,0	9	12,0	-
2,2	8	12,2	-
2,4	15	12,4	-
2,6	22	12,6	-
2,8	25	12,8	-
3,0	31	13,0	-
3,2	40	13,2	-
3,4	28	13,4	-
3,6	30	13,6	-
3,8	29	13,8	-
4,0	35	14,0	-
4,2	-	14,2	-
4,4	-	14,4	-
4,6	-	14,6	-
4,8	-	14,8	-
5,0	-	15,0	-
5,2	-	15,2	-
5,4	-	15,4	-
5,6	-	15,6	-
5,8	-	15,8	-
6,0	-	16,0	-
6,2	-	16,2	-
6,4	-	16,4	-
6,6	-	16,6	-
6,8	-	16,8	-
7,0	-	17,0	-
7,2	-	17,2	-
7,4	-	17,4	-
7,6	-	17,6	-
7,8	-	17,8	-
8,0	-	18,0	-
8,2	-	18,2	-
8,4	-	18,4	-
8,6	-	18,6	-
8,8	-	18,8	-
9,0	-	19,0	-
9,2	-	19,2	-
9,4	-	19,4	-
9,6	-	19,6	-
9,8	-	19,8	-
10,0	-	20,0	-


ENSAYO: DPSH 01


DATOS DEL ENSAYO	Tipo:	DPSH
------------------	-------	------

Presupuesto:	348	Fecha:	23-11-2021
--------------	-----	--------	------------

Cliente:	Verano Capital
Proyecto:	Parque Fotovoltaico Patricia Solar

Ensayo:	DPSH 01
Coordinadas:	319074.00 m E / 6269396.00 m S

Profundidad (m):	4,00 metros
------------------	-------------

Observaciones / Rechazo:	
--------------------------	--

Realizado por:	Christian Cuevas.
----------------	-------------------

Revisado Por:	Fabian Santin L.
---------------	------------------

Datos dispositivos del golpeo

Peso Masa de golpeo:	63,5 kilos
----------------------	------------

Altura de caida libre:	760 mm.
------------------------	---------

Sección de la punta:	20cm ²
----------------------	-------------------

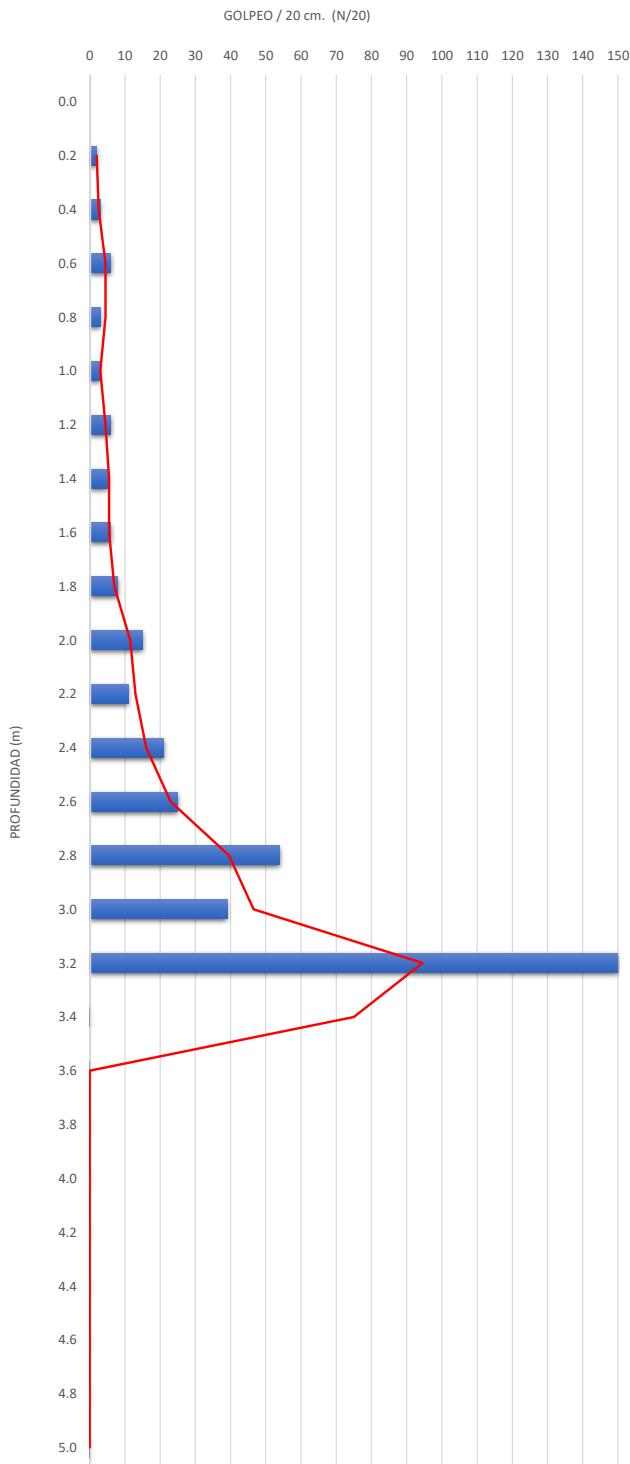
Longitud parcial del varillaje:	1000 mm.
---------------------------------	----------

Diametro exterior del varillaje:	32 mm
----------------------------------	-------


Fabian Santin L.
Ingeniero Civil Minas
Especialista Mecánica De Suelos

ENSAYO DE PENETRACION DINAMICA (Tipo DPSH) - ASTM D3441 / ISO 22476-2:2008


Prof. (m)	N ₂₀	Prof. (m)	N ₂₀
0,2	2	10,2	-
0,4	3	10,4	-
0,6	6	10,6	-
0,8	3	10,8	-
1,0	3	11,0	-
1,2	6	11,2	-
1,4	5	11,4	-
1,6	6	11,6	-
1,8	8	11,8	-
2,0	15	12,0	-
2,2	11	12,2	-
2,4	21	12,4	-
2,6	25	12,6	-
2,8	54	12,8	-
3,0	39	13,0	-
3,2	150	13,2	-
3,4	-	13,4	-
3,6	-	13,6	-
3,8	-	13,8	-
4,0	-	14,0	-
4,2	-	14,2	-
4,4	-	14,4	-
4,6	-	14,6	-
4,8	-	14,8	-
5,0	-	15,0	-
5,2	-	15,2	-
5,4	-	15,4	-
5,6	-	15,6	-
5,8	-	15,8	-
6,0	-	16,0	-
6,2	-	16,2	-
6,4	-	16,4	-
6,6	-	16,6	-
6,8	-	16,8	-
7,0	-	17,0	-
7,2	-	17,2	-
7,4	-	17,4	-
7,6	-	17,6	-
7,8	-	17,8	-
8,0	-	18,0	-
8,2	-	18,2	-
8,4	-	18,4	-
8,6	-	18,6	-
8,8	-	18,8	-
9,0	-	19,0	-
9,2	-	19,2	-
9,4	-	19,4	-
9,6	-	19,6	-
9,8	-	19,8	-
10,0	-	20,0	-

REPRESENTACIÓN GRÁFICA NDPSH

ENSAYO: DPSH 02

DATOS DEL ENSAYO | Tipo: DPSH

Presupuesto: 348 | **Fecha:** 23-11-2021

Cliente: Verano Capital
Proyecto: Parque Fotovoltaico Patricia Solar

Ensayo: DPSH 02
Coordinadas: 319128.00 m E / 6269244.00 m S

Profundidad (m): 3,18 metros

Observaciones / Rechazo: No se puede profundizar debido a la gran cantidad de gravas y bolones.

Realizado por: Christian Cuevas.

Revisado Por: Fabian Santin L.

Datos dispositivos del golpeo
Peso Masa de golpeo: 63,5 kilos

Altura de caida libre: 760 mm.

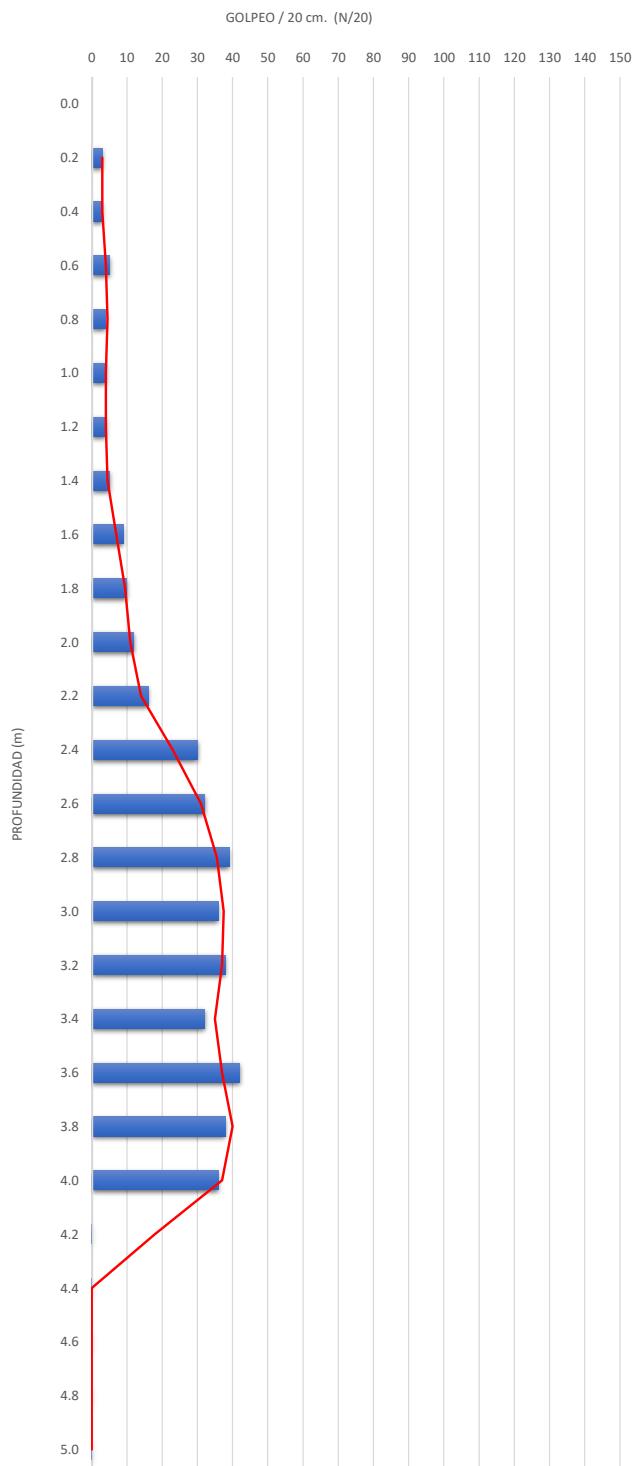
Sección de la punta: 20cm²
Longitud parcial del varillaje: 1000 mm.

Diametro exterior del varillaje: 32 mm


 Fabian Santin L. Licma
 Ingeniero Civil Minas
 Especialista Mecánica De Suelos

ENSAYO DE PENETRACION DINAMICA (Tipo DPSH) - ASTM D3441 / ISO 22476-2:2008


Prof. (m)	N ₂₀	Prof. (m)	N ₂₀
0,2	3	10,2	-
0,4	3	10,4	-
0,6	5	10,6	-
0,8	4	10,8	-
1,0	4	11,0	-
1,2	4	11,2	-
1,4	5	11,4	-
1,6	9	11,6	-
1,8	10	11,8	-
2,0	12	12,0	-
2,2	16	12,2	-
2,4	30	12,4	-
2,6	32	12,6	-
2,8	39	12,8	-
3,0	36	13,0	-
3,2	38	13,2	-
3,4	32	13,4	-
3,6	42	13,6	-
3,8	38	13,8	-
4,0	36	14,0	-
4,2	-	14,2	-
4,4	-	14,4	-
4,6	-	14,6	-
4,8	-	14,8	-
5,0	-	15,0	-
5,2	-	15,2	-
5,4	-	15,4	-
5,6	-	15,6	-
5,8	-	15,8	-
6,0	-	16,0	-
6,2	-	16,2	-
6,4	-	16,4	-
6,6	-	16,6	-
6,8	-	16,8	-
7,0	-	17,0	-
7,2	-	17,2	-
7,4	-	17,4	-
7,6	-	17,6	-
7,8	-	17,8	-
8,0	-	18,0	-
8,2	-	18,2	-
8,4	-	18,4	-
8,6	-	18,6	-
8,8	-	18,8	-
9,0	-	19,0	-
9,2	-	19,2	-
9,4	-	19,4	-
9,6	-	19,6	-
9,8	-	19,8	-
10,0	-	20,0	-

REPRESENTACIÓN GRÁFICA NDPSH

ENSAYO: DPSH 04


DATOS DEL ENSAYO	Tipo:	DPSH
------------------	-------	------

Presupuesto:	348	Fecha:	23-11-2021
--------------	-----	--------	------------

Cliente:	Verano Capital
Proyecto:	Parque Fotovoltaico Patricia Solar

Ensayo:	DPSH 04
Coordinadas:	319137.00 m E / 6269061.00 m S

Profundidad (m):	4,00 metros
------------------	-------------

Observaciones / Rechazo:	
--------------------------	--

Realizado por:	Christian Cuevas.
----------------	-------------------

Revisado Por:	Fabian Santin L.
---------------	------------------

Datos dispositivos del golpeo

Peso Masa de golpeo:	63,5 kilos
----------------------	------------

Altura de caida libre:	760 mm.
------------------------	---------

Sección de la punta:	20cm ²
----------------------	-------------------

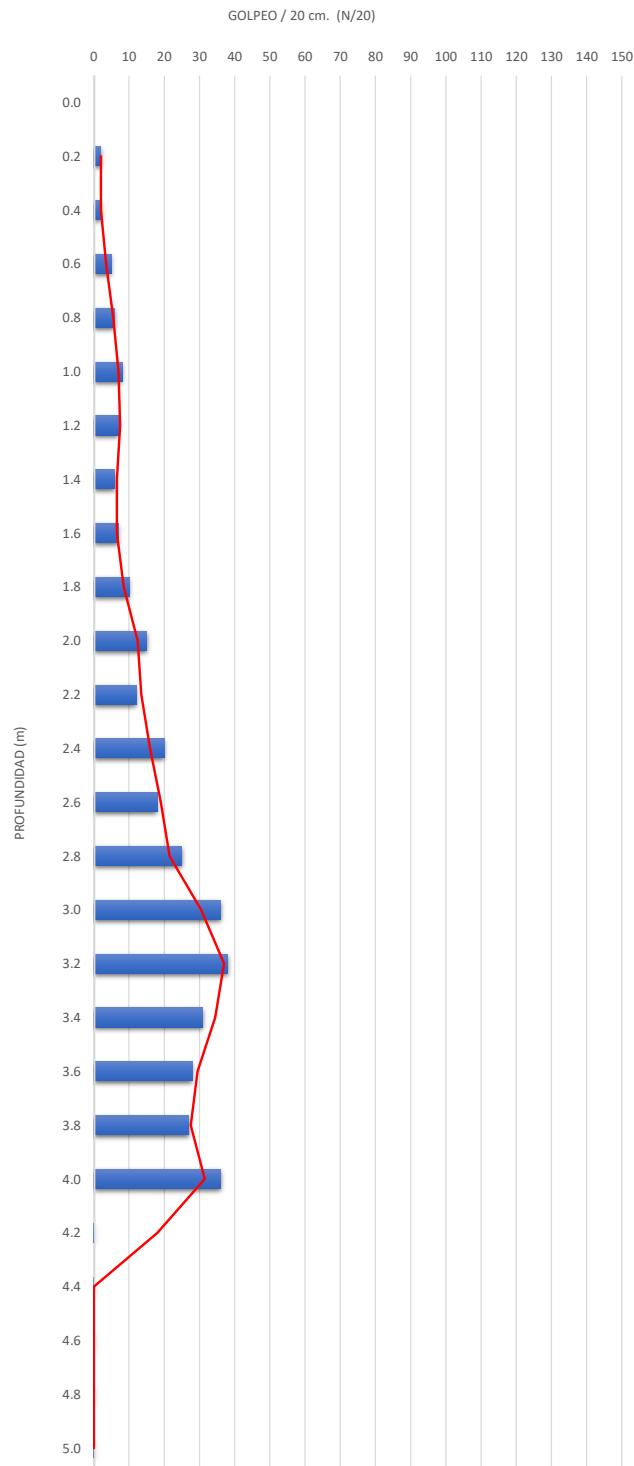
Longitud parcial del varillaje:	1000 mm.
---------------------------------	----------

Diametro exterior del varillaje:	32 mm
----------------------------------	-------

Fabian Santin Llamez
Ingeniero Civil Minas
Especialista Mecánica De Suelos

ENSAYO DE PENETRACION DINAMICA (Tipo DPSH) - ASTM D3441 / ISO 22476-2:2008


Prof. (m)	N ₂₀	Prof. (m)	N ₂₀
0,2	2	10,2	-
0,4	2	10,4	-
0,6	5	10,6	-
0,8	6	10,8	-
1,0	8	11,0	-
1,2	7	11,2	-
1,4	6	11,4	-
1,6	7	11,6	-
1,8	10	11,8	-
2,0	15	12,0	-
2,2	12	12,2	-
2,4	20	12,4	-
2,6	18	12,6	-
2,8	25	12,8	-
3,0	36	13,0	-
3,2	38	13,2	-
3,4	31	13,4	-
3,6	28	13,6	-
3,8	27	13,8	-
4,0	36	14,0	-
4,2	-	14,2	-
4,4	-	14,4	-
4,6	-	14,6	-
4,8	-	14,8	-
5,0	-	15,0	-
5,2	-	15,2	-
5,4	-	15,4	-
5,6	-	15,6	-
5,8	-	15,8	-
6,0	-	16,0	-
6,2	-	16,2	-
6,4	-	16,4	-
6,6	-	16,6	-
6,8	-	16,8	-
7,0	-	17,0	-
7,2	-	17,2	-
7,4	-	17,4	-
7,6	-	17,6	-
7,8	-	17,8	-
8,0	-	18,0	-
8,2	-	18,2	-
8,4	-	18,4	-
8,6	-	18,6	-
8,8	-	18,8	-
9,0	-	19,0	-
9,2	-	19,2	-
9,4	-	19,4	-
9,6	-	19,6	-
9,8	-	19,8	-
10,0	-	20,0	-

REPRESENTACIÓN GRÁFICA NDPSH

ENSAYO: DPSH 03


DATOS DEL ENSAYO	Tipo:	DPSH
------------------	-------	------

Presupuesto:	348	Fecha:	23-11-2021
--------------	-----	--------	------------

Cliente:	Verano Capital
Proyecto:	Parque Fotovoltaico Patricia Solar

Ensayo:	DPSH 03
Coordinadas:	319052.00 m E / 6269156.00 m S

Profundidad (m):	4,00 metros
------------------	-------------

Observaciones / Rechazo:	
--------------------------	--

Realizado por:	Christian Cuevas.
----------------	-------------------

Revisado Por:	Fabian Santin L.
---------------	------------------

Datos dispositivos del golpeo

Peso Masa de golpeo:	63,5 kilos
----------------------	------------

Altura de caida libre:	760 mm.
------------------------	---------

Sección de la punta:	20cm ²
----------------------	-------------------

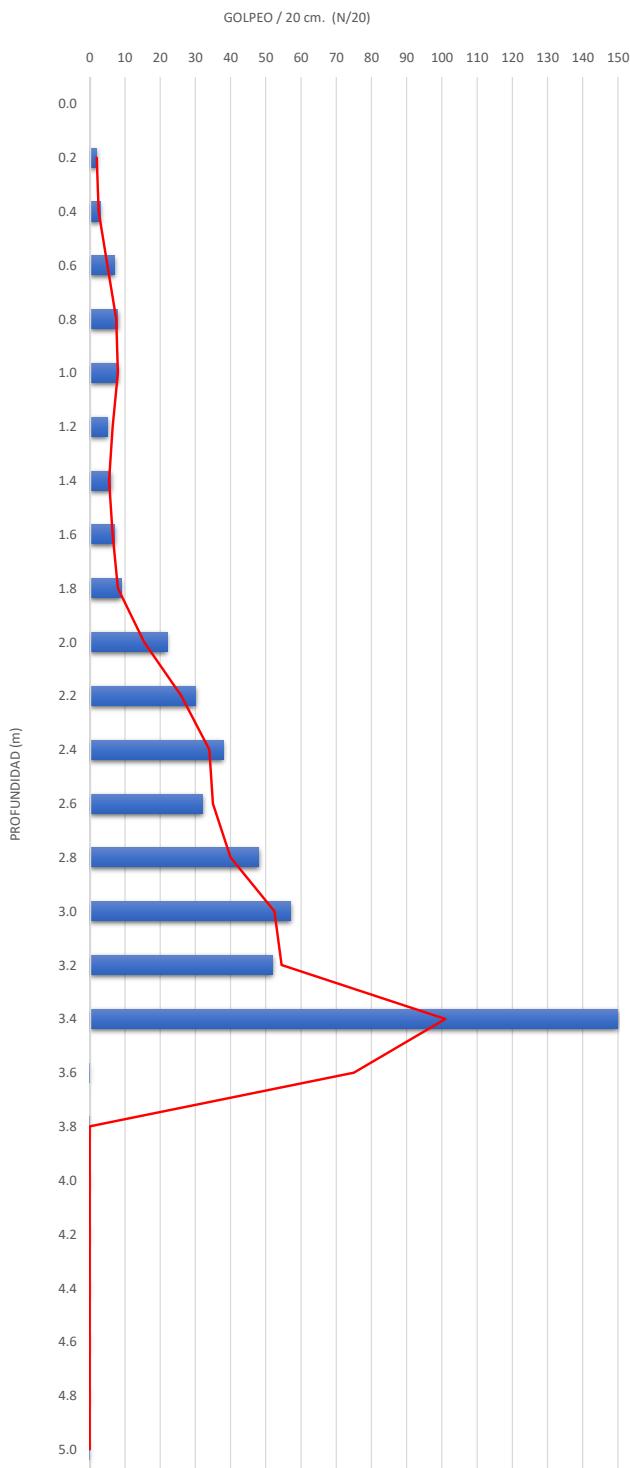
Longitud parcial del varillaje:	1000 mm.
---------------------------------	----------

Diametro exterior del varillaje:	32 mm
----------------------------------	-------

Fabián Santín Lizama
Ingeniero Civil Minas
Especialista Mecánica De Suelos

ENSAYO DE PENETRACION DINAMICA (Tipo DPSH) - ASTM D3441 / ISO 22476-2:2008


Prof. (m)	N ₂₀	Prof. (m)	N ₂₀
0,2	2	10,2	-
0,4	3	10,4	-
0,6	7	10,6	-
0,8	8	10,8	-
1,0	8	11,0	-
1,2	5	11,2	-
1,4	6	11,4	-
1,6	7	11,6	-
1,8	9	11,8	-
2,0	22	12,0	-
2,2	30	12,2	-
2,4	38	12,4	-
2,6	32	12,6	-
2,8	48	12,8	-
3,0	57	13,0	-
3,2	52	13,2	-
3,4	150	13,4	-
3,6	-	13,6	-
3,8	-	13,8	-
4,0	-	14,0	-
4,2	-	14,2	-
4,4	-	14,4	-
4,6	-	14,6	-
4,8	-	14,8	-
5,0	-	15,0	-
5,2	-	15,2	-
5,4	-	15,4	-
5,6	-	15,6	-
5,8	-	15,8	-
6,0	-	16,0	-
6,2	-	16,2	-
6,4	-	16,4	-
6,6	-	16,6	-
6,8	-	16,8	-
7,0	-	17,0	-
7,2	-	17,2	-
7,4	-	17,4	-
7,6	-	17,6	-
7,8	-	17,8	-
8,0	-	18,0	-
8,2	-	18,2	-
8,4	-	18,4	-
8,6	-	18,6	-
8,8	-	18,8	-
9,0	-	19,0	-
9,2	-	19,2	-
9,4	-	19,4	-
9,6	-	19,6	-
9,8	-	19,8	-
10,0	-	20,0	-

REPRESENTACIÓN GRÁFICA NDPSH

ENSAYO: DPSH 05

DATOS DEL ENSAYO **Tipo:** DPSH

Presupuesto: 348 **Fecha:** 23-11-2021

Cliente: Verano Capital
Proyecto: Parque Fotovoltaico Patricia Solar

Ensayo: DPSH 05
Coordinadas: 319030.00 m E / 6269000.00 m S

Profundidad (m): 3,30 metros

Observaciones / Rechazo: No se puede profundizar debido a la gran cantidad de gravas y bolones.

Realizado por: Christian Cuevas.

Revisado Por: Fabian Santin L.

Datos dispositivos del golpeo
Peso Masa de golpeo: 63,5 kilos

Altura de caida libre: 760 mm.

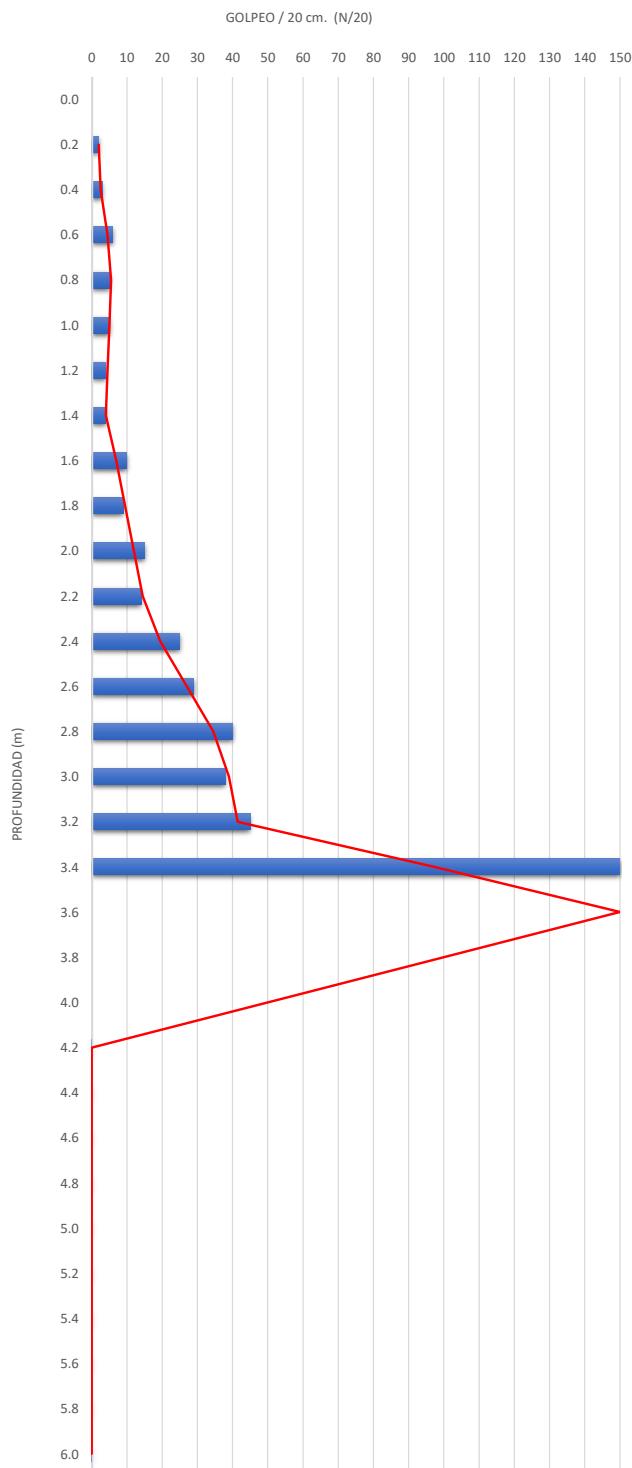
Sección de la punta: 20cm²
Longitud parcial del varillaje: 1000 mm.

Diametro exterior del varillaje: 32 mm

 Fabián Santín Llomea
 Ingeniero Civil Minas
 Especialista Mecánica De Suelos

ENSAYO DE PENETRACION DINAMICA (Tipo DPSH) - ASTM D3441 / ISO 22476-2:2008


Prof. (m)	N ₂₀	Prof. (m)	N ₂₀
0,2	2	10,2	-
0,4	3	10,4	-
0,6	6	10,6	-
0,8	5	10,8	-
1,0	5	11,0	-
1,2	4	11,2	-
1,4	4	11,4	-
1,6	10	11,6	-
1,8	9	11,8	-
2,0	15	12,0	-
2,2	14	12,2	-
2,4	25	12,4	-
2,6	29	12,6	-
2,8	40	12,8	-
3,0	38	13,0	-
3,2	45	13,2	-
3,4	150	13,4	-
3,6	0	13,6	-
3,8	0	13,8	-
4,0	0	14,0	-
4,2	-	14,2	-
4,4	-	14,4	-
4,6	-	14,6	-
4,8	-	14,8	-
5,0	-	15,0	-
5,2	-	15,2	-
5,4	-	15,4	-
5,6	-	15,6	-
5,8	-	15,8	-
6,0	-	16,0	-
6,2	-	16,2	-
6,4	-	16,4	-
6,6	-	16,6	-
6,8	-	16,8	-
7,0	-	17,0	-
7,2	-	17,2	-
7,4	-	17,4	-
7,6	-	17,6	-
7,8	-	17,8	-
8,0	-	18,0	-
8,2	-	18,2	-
8,4	-	18,4	-
8,6	-	18,6	-
8,8	-	18,8	-
9,0	-	19,0	-
9,2	-	19,2	-
9,4	-	19,4	-
9,6	-	19,6	-
9,8	-	19,8	-
10,0	-	20,0	-

REPRESENTACIÓN GRÁFICA NDPSH

ENSAYO: DPSH 06


DATOS DEL ENSAYO	Tipo:	DPSH
------------------	-------	------

Presupuesto:	348	Fecha:	23-11-2021
--------------	-----	--------	------------

Cliente:	Verano Capital
Proyecto:	Parque Fotovoltaico Patricia Solar

Ensayo:	DPSH 06
Coordinadas:	319032.00 m E / 6268855.00 m S

Profundidad (m):	3,37 metros
------------------	-------------

Observaciones / Rechazo:	No se puede profundizar debido a la gran cantidad de gravas y bolones.
--------------------------	--

Realizado por:	Christian Cuevas.
----------------	-------------------

Revisado Por:	Fabian Santin L.
---------------	------------------

Datos dispositivos del golpeo

Peso Masa de golpeo:	63,5 kilos
----------------------	------------

Altura de caida libre:	760 mm.
------------------------	---------

Sección de la punta:	20cm ²
----------------------	-------------------

Longitud parcial del varillaje:	1000 mm.
---------------------------------	----------

Diametro exterior del varillaje:	32 mm
----------------------------------	-------


Fabián Santín Liscano
Ingeniero Civil Minas
Especialista Mecánica De Suelos

ANEXO 5: ACTAS DE LOS ENSAYOS DE MEDICIÓN DE RESISTIVIDAD ELÉCTRICA

[Volver al texto ENSAYOS DE MEDICIÓN DE RESISTIVIDAD ELÉCTRICA](#)

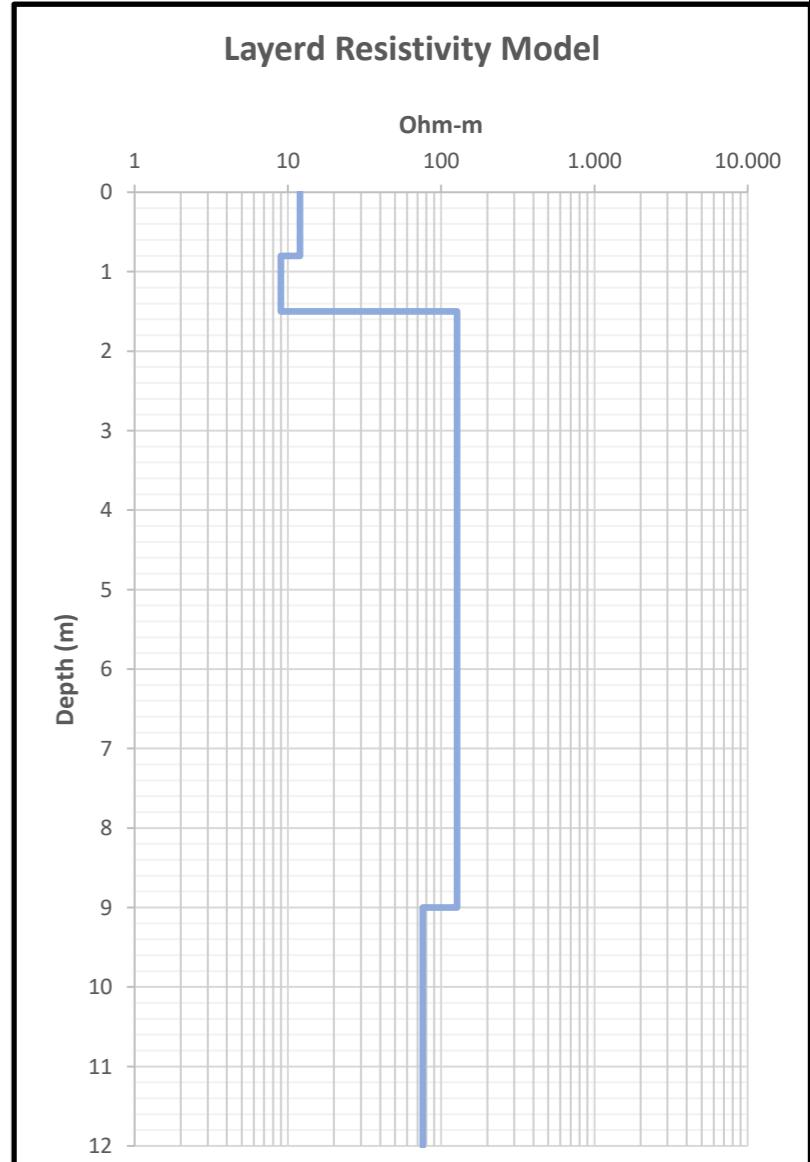
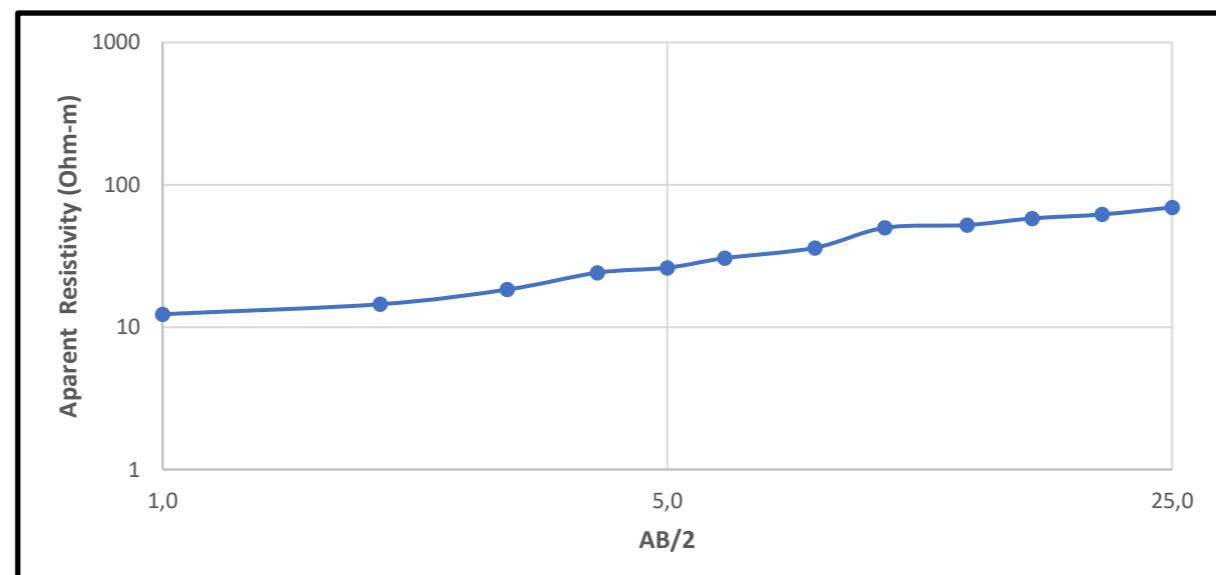
[Volver al texto RESULTADOS DE LOS ENSAYOS DE MEDICIÓN DE RESISTIVIDAD ELÉCTRICA](#)



PROJECT: PFV PATRICIA	VERANO CAPITAL	METHOD : SCHLUMBERGER	EQUIPMENT : WDDS-2 Digital DC	SEV Nº: 1 
LOCATION: El Monte, Región Metropolitana	Av. Andrés Bello 2687, Las Condes.	DATE : 11-11-2021	GROUND : Gravel-Sand-Clay mixtures	
FILE: 348-TALG-INF-MS.00	Phone: + 56 (2) 2723 9441	TIME: 13:00 Hrs	ORIENTATION TEST: E-W	
UTM COORDINATES: (WGS 84):	E: 319.169 N: 6.693.319	TEMPERATURE : 10 - 29°C HUMIDITY : 58 - 62 %	TECHNICAL : CRISTIAN SANTÍN FABIÁN SANTÍN	

Nº Measurement	AB/2 (m)	MN/2 (m)	Aparent. Rho (Ohm-m)
1	1,0	0,5	12
2	2,0	0,5	14
3	3,0	0,5	18
4	4,0	0,5	24
5	5,0	0,5	26
6	6,0	0,5	30
7	8,0	0,5	36
8	10,0	0,5	50
9	13,0	0,5	52
10	16,0	0,5	58
11	20,0	0,5	62
12	25,0	0,5	69
13	-	-	-
14	-	-	-
15	-	-	-

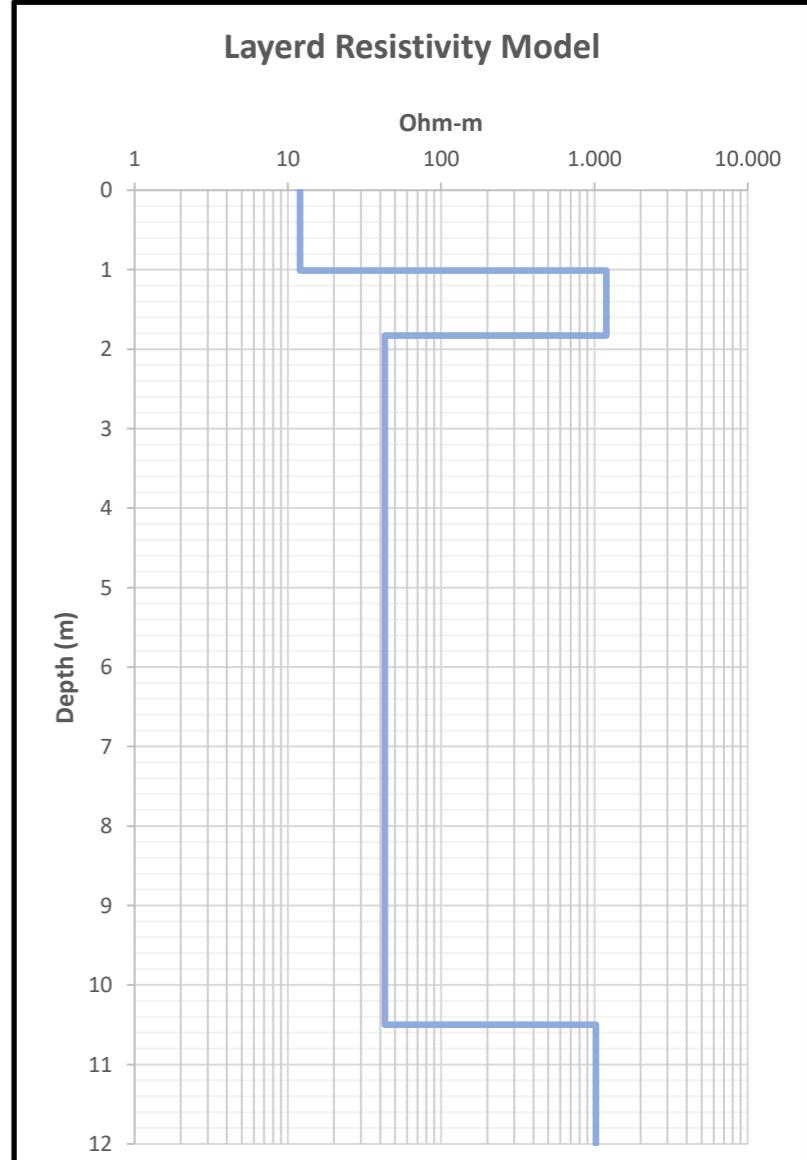
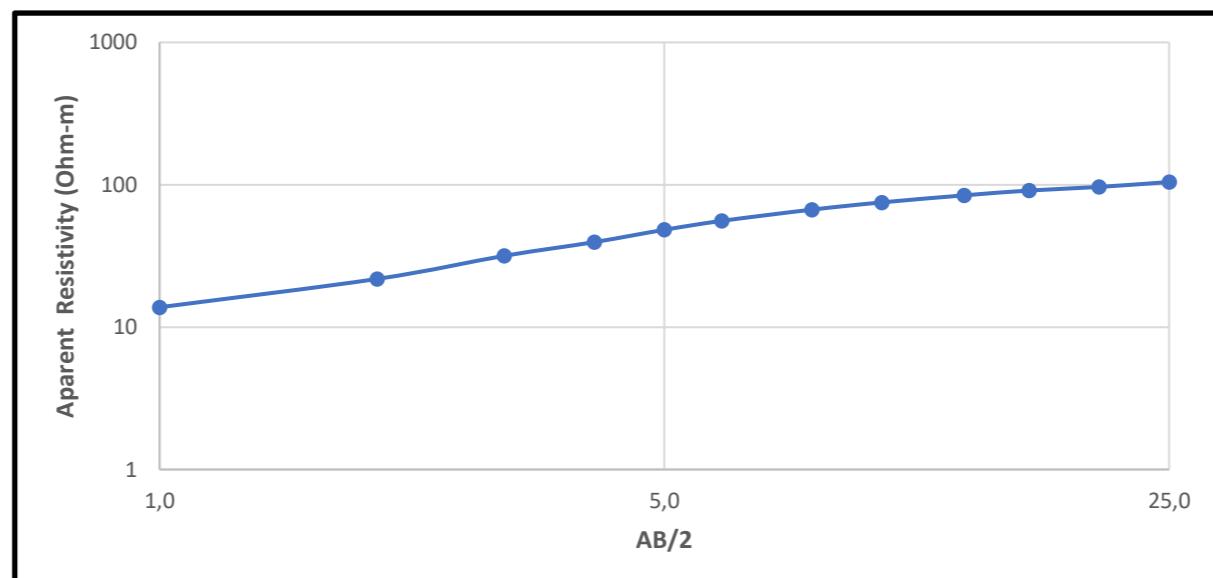
Bed	Rho (Ohm-m)	Thickness (m)	Top (m)	Bottom (m)	Error (%)
1	12	0,8	0,0	-0,8	4,4
2	9	0,7	-0,8	-1,5	
3	127	7,5	-1,5	-9,0	
4	76	∞	-9,0	∞	



PROJECT: PFV PATRICIA	VERANO CAPITAL	METHOD : SCHLUMBERGER	EQUIPMENT : WDDS-2 Digital DC	SEV Nº: 2 
LOCATION: El Monte, Región Metropolitana	Av. Andrés Bello 2687, Las Condes.	DATE : 11-11-2021	GROUND : Gravel-Sand-Clay mixtures	
FILE: 348-TALG-INF-MS.00	Phone: + 56 (2) 2723 9441	TIME: 14:30 Hrs	ORIENTATION TEST: E-W	
UTM COORDINATES: (WGS 84):	E: 319.123 N: 6.691.132	TEMPERATURE : 10 - 29°C HUMIDITY : 58 - 62 %	TECHNICAL : CRISTIAN SANTÍN FABIÁN SANTÍN	

Nº Measurement	AB/2 (m)	MN/2 (m)	Aparent. Rho (Ohm-m)
1	1,0	0,5	14
2	2,0	0,5	22
3	3,0	0,5	32
4	4,0	0,5	40
5	5,0	0,5	48
6	6,0	0,5	56
7	8,0	0,5	67
8	10,0	0,5	75
9	13,0	0,5	84
10	16,0	0,5	91
11	20,0	0,5	97
12	25,0	0,5	105
13	-	-	-
14	-	-	-
15	-	-	-

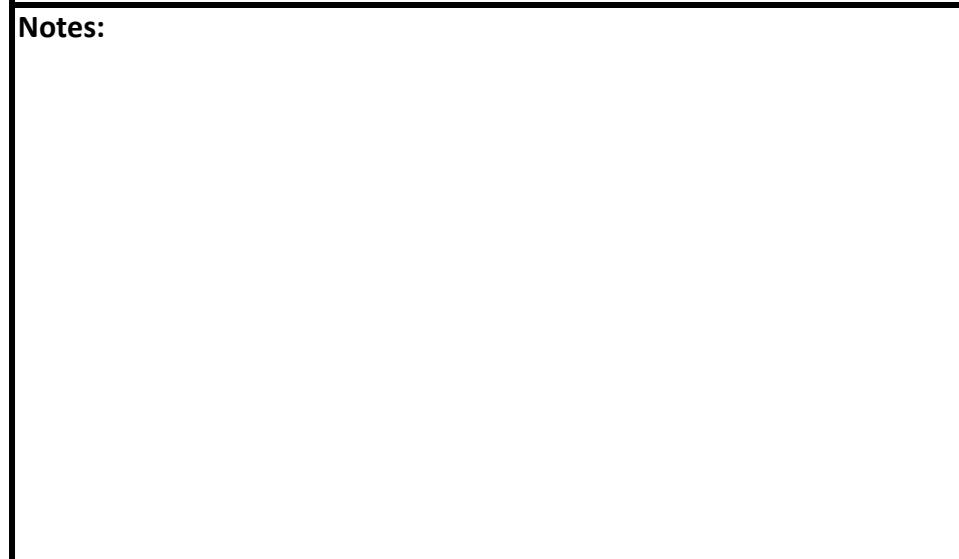
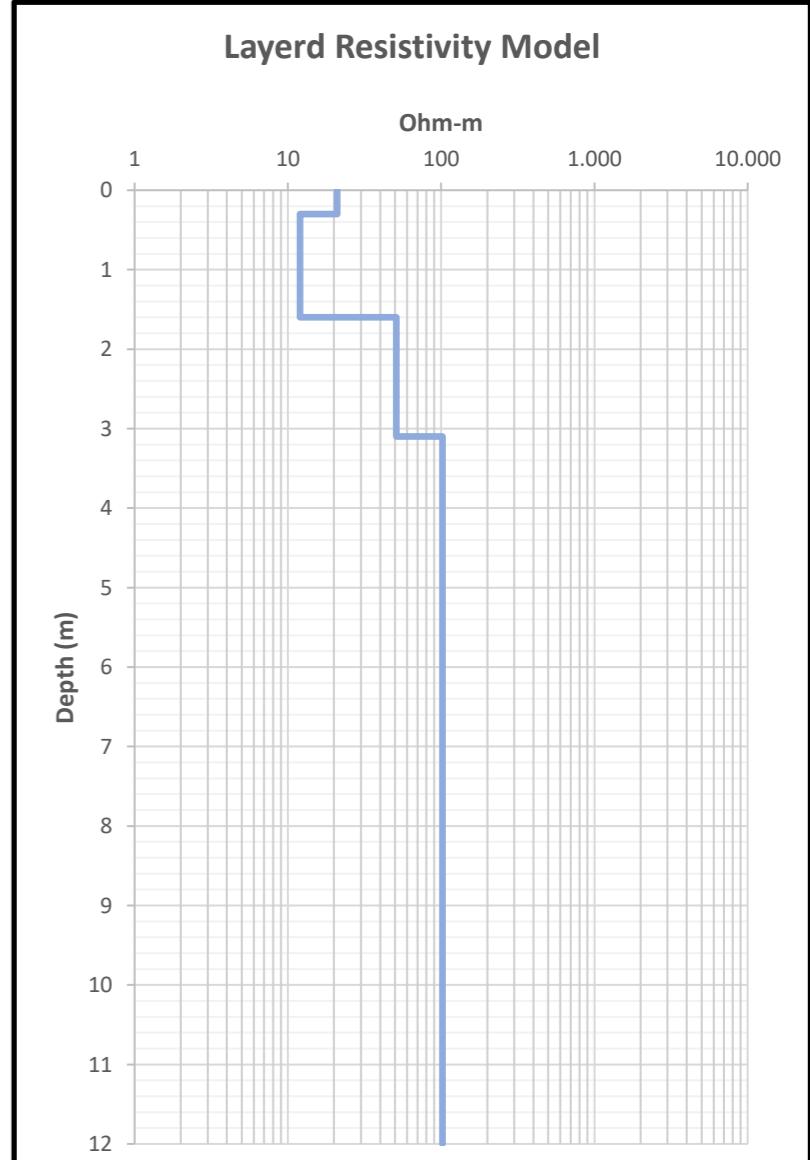
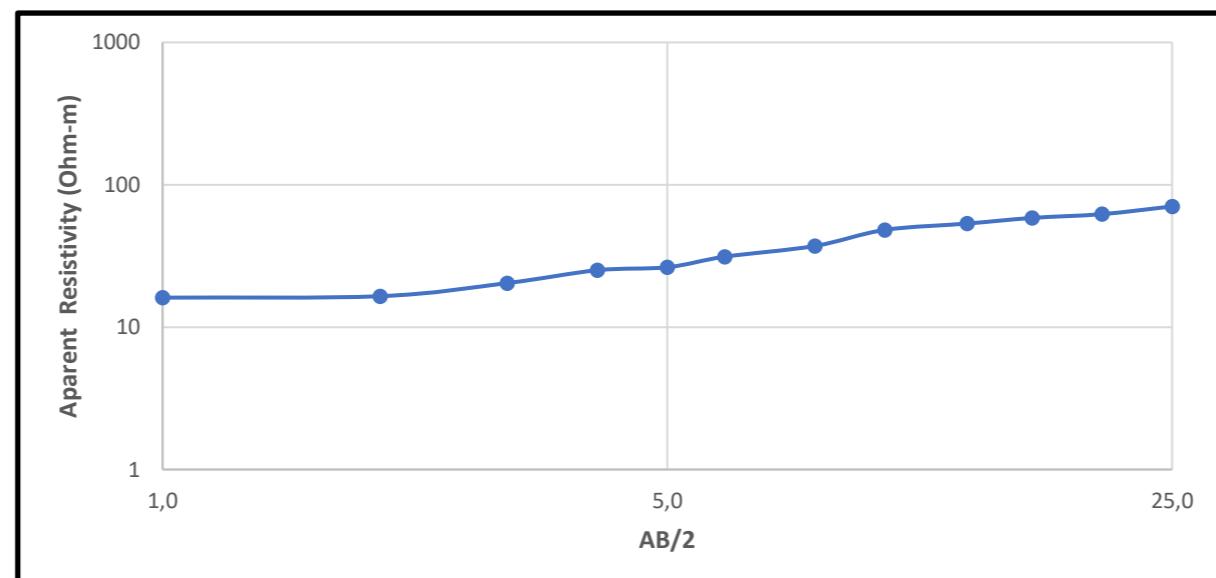
Bed	Rho (Ohm-m)	Thickness (m)	Top (m)	Bottom (m)	Error (%)
1	12	1,0	0,0	-1,0	0,7
2	1.196	0,8	-1,0	-1,8	
3	43	8,7	-1,8	-10,5	
4	1.024	∞	-10,5	∞	



PROJECT: PFV PATRICIA	VERANO CAPITAL	METHOD : SCHLUMBERGER	EQUIPMENT : WDDS-2 Digital DC	SEV Nº: 3 
LOCATION: El Monte, Región Metropolitana	Av. Andrés Bello 2687, Las Condes.	DATE : 11-11-2021	GROUND : Gravel-Sand-Clay mixtures	
FILE: 348-TALG-INF-MS.00	Phone: + 56 (2) 2723 9441	TIME: 15:00 Hrs	ORIENTATION TEST: E-W	
UTM COORDINATES: (WGS 84):	E: 319.068 N: 6.689.944	TEMPERATURE : 10 - 29°C HUMIDITY : 58 - 62 %	TECHNICAL : CRISTIAN SANTÍN FABIÁN SANTÍN	

Nº Measurement	AB/2 (m)	MN/2 (m)	Aparent. Rho (Ohm-m)
1	1,0	0,5	16
2	2,0	0,5	16
3	3,0	0,5	20
4	4,0	0,5	25
5	5,0	0,5	26
6	6,0	0,5	31
7	8,0	0,5	37
8	10,0	0,5	48
9	13,0	0,5	53
10	16,0	0,5	58
11	20,0	0,5	62
12	25,0	0,5	70
13	-	-	-
14	-	-	-
15	-	-	-

Bed	Rho (Ohm-m)	Thickness (m)	Top (m)	Bottom (m)	Error (%)
1	21	0,3	0,0	-0,3	3,6
2	12	1,3	-0,3	-1,6	
3	51	1,5	-1,6	-3,1	
4	102	∞	-3,1	∞	



ANEXO 6: ACTAS DE LOS ENSAYOS DE MEDICIÓN DE ONDAS SUPERFICIALES

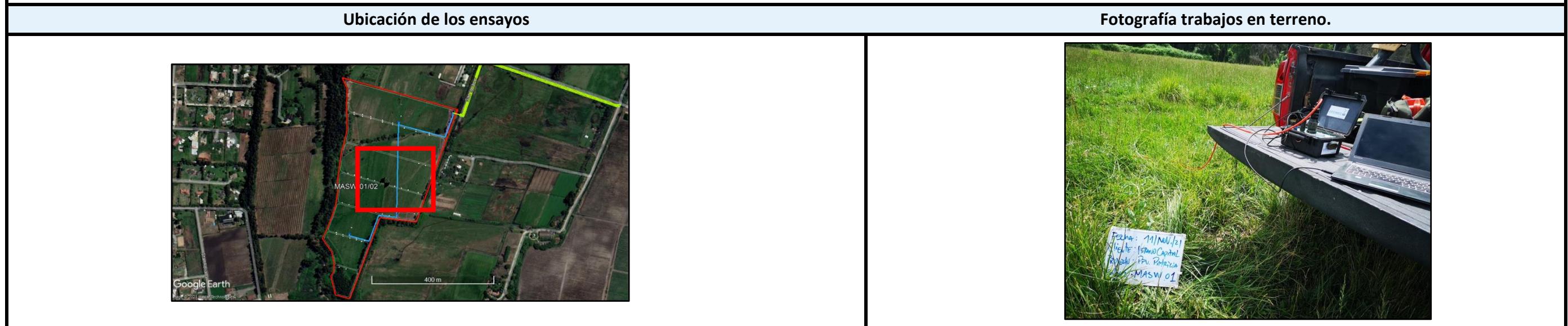
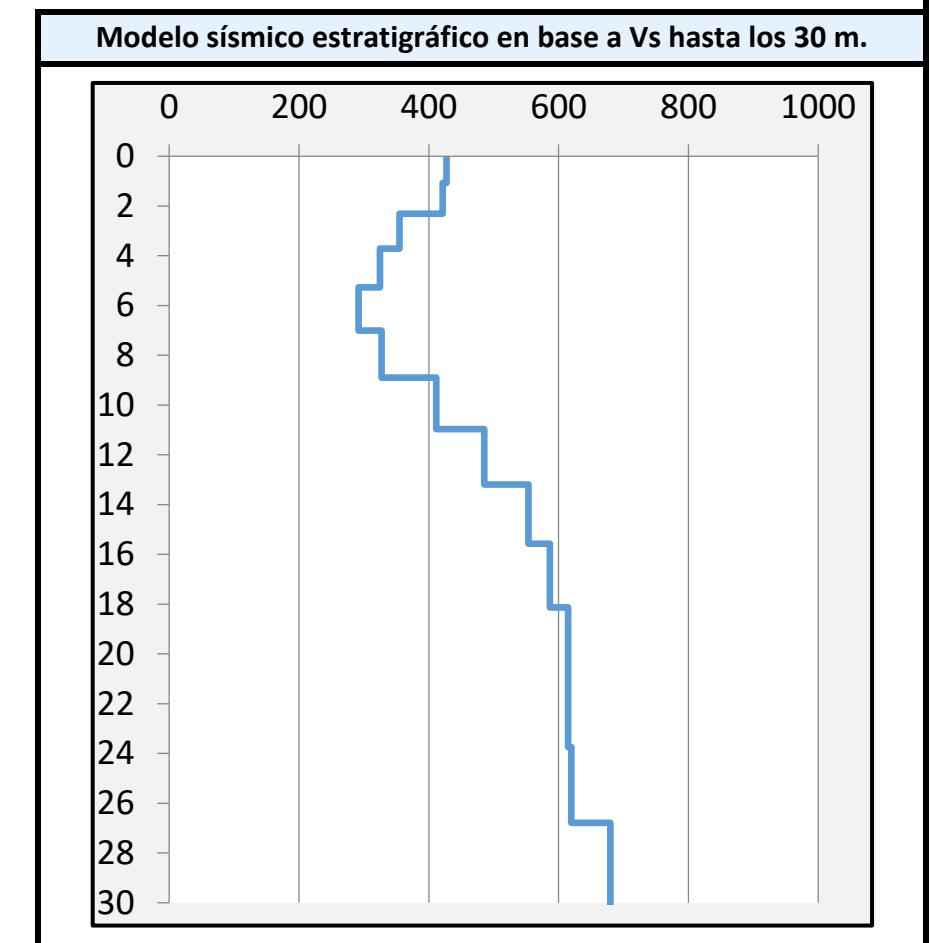
[Volver al texto ENSAYOS DE MEDICIÓN DE ONDAS SUPERFICIALES](#)

[Volver al texto RESULTADOS DE LOS ENSAYOS DE MEDICIÓN DE ONDAS SUPERFICIALES](#)



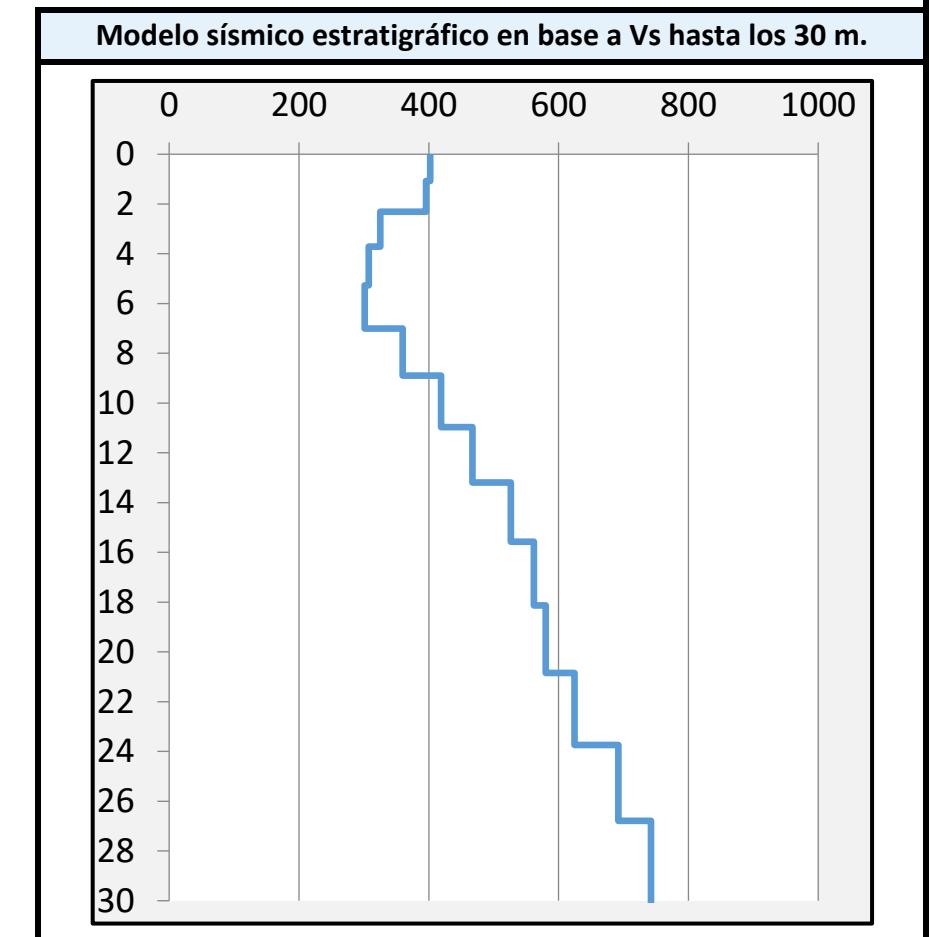
GEOTECNIA GEOMEC Geomecánica, Mecánica de suelos, Geotecnia, Geofísica www.geomecchile.cl	PROYECTO: PFV PATRICIA	METODO: MEDICIÓN DE ONDAS SUPERFICIALES MÉTODO MASW			MASW-01
	CLAVE: 348-TALG-INF-MS.00	DIST. GOLPES: -25 -20 -15 m.		EQUIPO: GEA24 PASI	
	UBICACIÓN: Talagante, Región Metropolitana	LOG. TOTAL: 90 m.	TÉCNICO: FABIÁN SANTÍN		
COORDENADAS (X,Y):	E: 319.146 N: 6.269.123	HORA: 15:30 HRS	FECHA : 11-11-2021	OBSERVACIONES: -	

Model Layer (mbgs)		Layer Thickness (m)	Shear Wave Velocity (m/s)	Shear Wave Travel Time Through Layer (s)	
Top	Bottom				
0,00	1,07	1,07	427	0,002508406	
1,07	2,31	1,24	421	0,002934327	
2,31	3,71	1,40	355	0,003948486	
3,71	5,27	1,57	325	0,004824189	
5,27	7,01	1,73	292	0,005930486	
7,01	8,90	1,90	327	0,005797176	
8,90	10,96	2,06	412	0,005006568	
10,96	13,19	2,23	486	0,004582012	
13,19	15,58	2,39	553	0,004319641	
15,58	18,13	2,55	586	0,004356758	
18,13	20,85	2,72	615	0,004423664	
20,85	23,74	2,88	615	0,00469136	
23,74	26,79	3,05	620	0,004921114	
26,79	30,00	3,21	680	0,00472855	
Vs Average to 30 mbgs (m/s)			476		



GEOTECNIA GEOMEC Geomecánica, Mecánica de suelos, Geotecnia, Geofísica www.geomechile.cl	PROYECTO: PFV PATRICIA	METODO: MEDICIÓN DE ONDAS SUPERFICIALES MÉTODO MASW			MASW-02
	CLAVE: 348-TALG-INF-MS.00	DIST. GOLPES: -25 -20 -15 m.	EQUIPO: GEA24 PASI		
	UBICACIÓN: Talagante, Región Metropolitana	LOG. TOTAL: 90 m.	TÉCNICO: FABIÁN SANTÍN		
COORDENADAS (X,Y):	E: 319.146 N: 6.269.123	HORA: 16:30 HRS	OBSERVACIONES: -		

Model Layer (mbgs)		Layer Thickness (m)	Shear Wave Velocity (m/s)	Shear Wave Travel Time Through Layer (s)	
Top	Bottom				
0,00	1,07	1,07	402	0,002665326	
1,07	2,31	1,24	396	0,003123485	
2,31	3,71	1,40	325	0,004309788	
3,71	5,27	1,57	307	0,005095799	
5,27	7,01	1,73	301	0,005745428	
7,01	8,90	1,90	360	0,005266049	
8,90	10,96	2,06	419	0,004919617	
10,96	13,19	2,23	467	0,004760800	
13,19	15,58	2,39	526	0,004541578	
15,58	18,13	2,55	562	0,004548327	
18,13	20,85	2,72	580	0,004686779	
20,85	23,74	2,88	624	0,004620398	
23,74	26,79	3,05	692	0,00440735	
26,79	30,00	3,21	742	0,004330283	
			Vs Average to 30 mbgs (m/s)	476	



ANEXO 7: ACTAS DE LOS ENSAYOS DE MEDICIÓN DE RESISTIVIDAD TÉRMICA

[Volver al texto ENSAYOS DE RESISTIVIDAD TÉRMICA](#)

[Volver al texto RESULTADOS DE LOS ENSAYOS MEDICIÓN DE RESISTIVIDAD TÉRMICA](#)



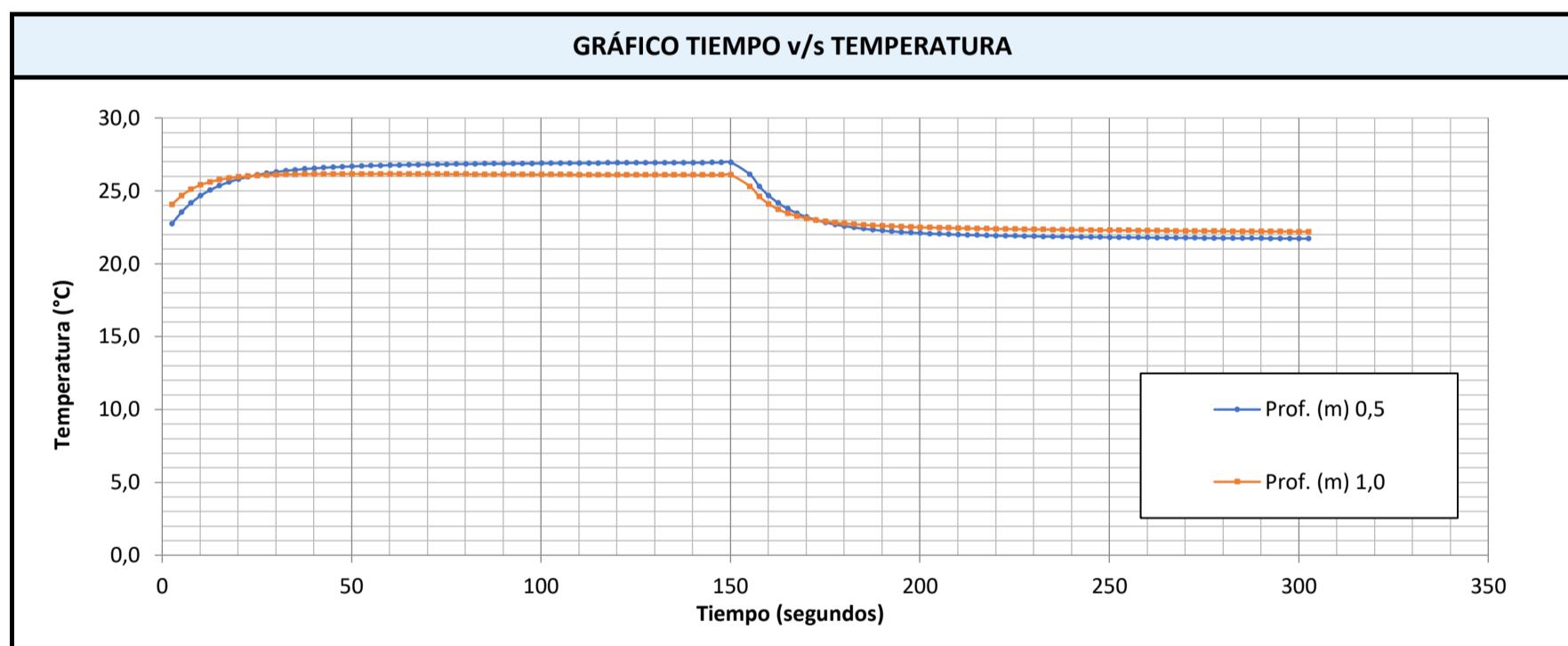
ENSAYO DE RESISTIVIDAD TÉRMICA

ENSAJOS DE TERRENO
GEOMECH CHILE

PROYECTO: PFV PATRICIA CLAVE: 348-TALG-INF-MS.002 UBICACIÓN: Talagante, Región Metropolitana	PROYECTO: VERANO CAPITAL Av. Andrés Bello 2687, Las Condes. Phone: + 56 (2) 2723 9441	Resistividad Térmica N°: RT-01 / Calicata N°: C-02
TÉCNICO: Fabián Santín COORDENADAS (X,Y): E: 319.259 N: 6.269.306	FECHA : 11-11-2021 HORA: 09:40 HRS	EQUIPO: THERMTEST MODELO TLS-100

METODO: ASTM D5334 - 14 MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA DETERMINAR LA CONDUCTIVIDAD TÉRMICA DEL SUELO Y ROCA BLANDA MEDIANTE UN PROCEDIMIENTO DE SONDA DE AGUJA TÉRMICA

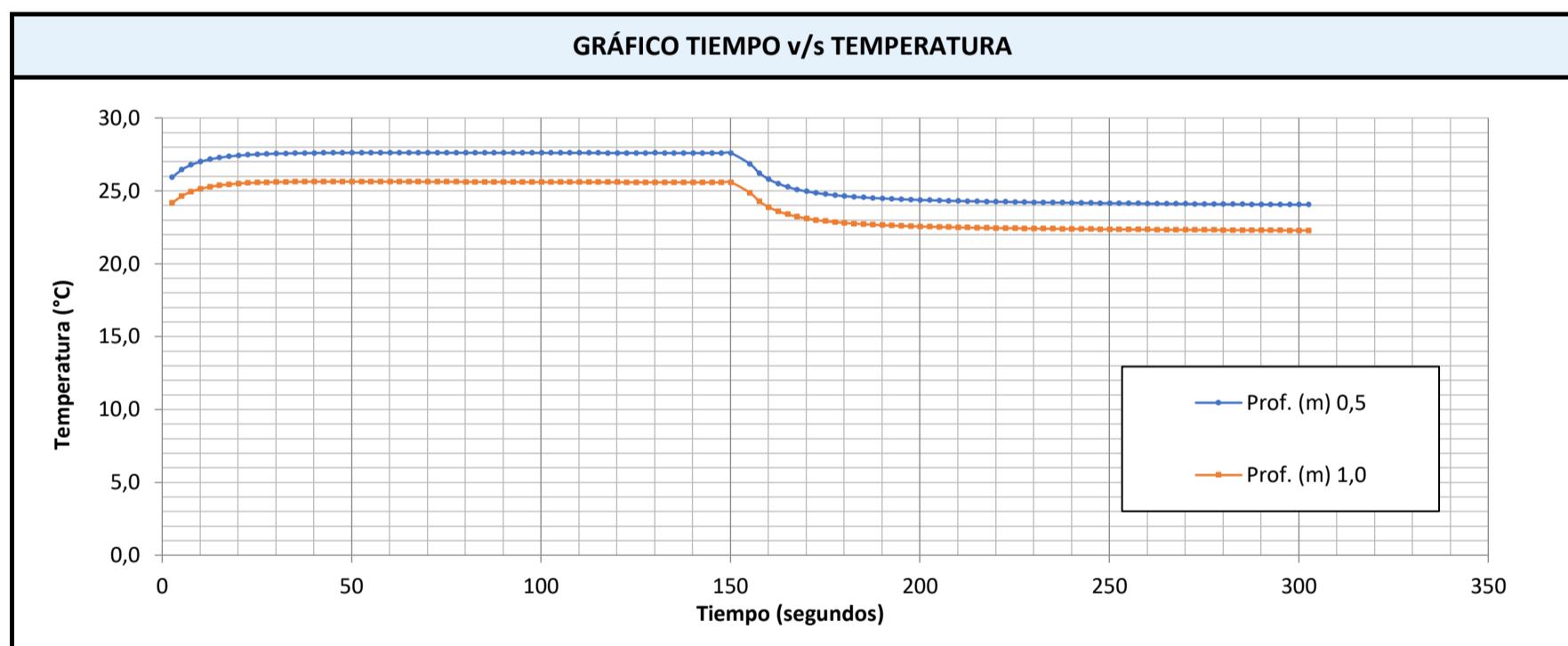
RESULTADOS	ENSAYO 1	ENSAYO 2
Profundidad de Ensayo (m)	0,5	1,0
Conductividad Térmica K (W/mk)	0,852	1,591
Resistividad Térmica R (mk/W)	1,174	0,629
Temperatura Ambiente (°C)	22,07	25,80
Temperatura Inicial (°C)	22,75	24,06
Temperatura Final (°C)	21,72	22,19



PROYECTO: PFV PATRICIA CLAVE: 348-TALG-INF-MS.002 UBICACIÓN: Talagante, Región Metropolitana	PROYECTO: VERANO CAPITAL Av. Andrés Bello 2687, Las Condes. Phone: + 56 (2) 2723 9441	Resistividad Térmica N°: RT-02 / Calicata N°: C-03
TÉCNICO: Fabián Santín COORDENADAS (X,Y): E: 319.128 N: 6.269.244	FECHA : 11-11-2021 HORA: 10:20 HRS	EQUIPO: THERMTEST MODELO TLS-100

METODO: ASTM D5334 - 14 MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA DETERMINAR LA CONDUCTIVIDAD TÉRMICA DEL SUELO Y ROCA BLANDA MEDIANTE UN PROCEDIMIENTO DE SONDA DE AGUJA TÉRMICA

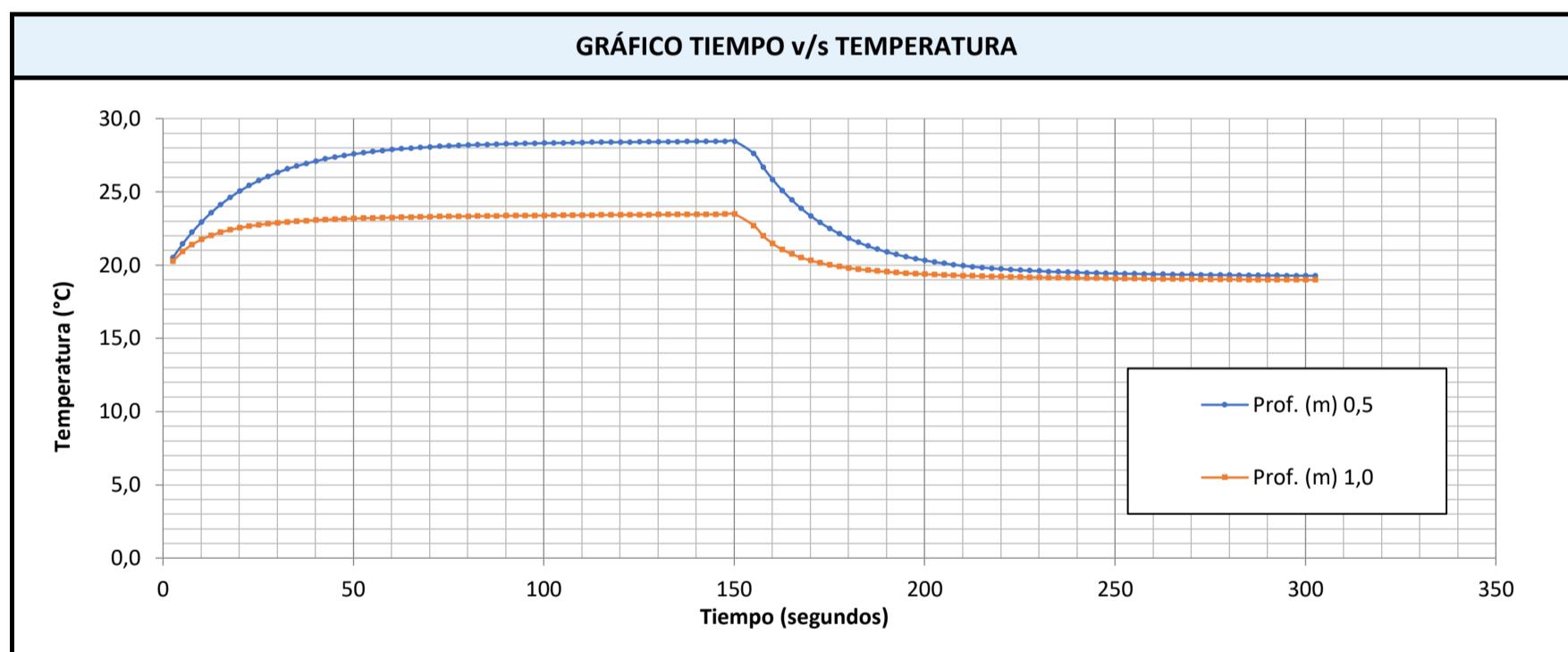
RESULTADOS	ENSAYO 1	ENSAYO 2
Profundidad de Ensayo (m)	0,5	1,0
Conductividad Térmica K (W/mk)	1,308	1,753
Resistividad Térmica R (mk/W)	0,765	0,570
Temperatura Ambiente (°C)	28,70	27,31
Temperatura Inicial (°C)	25,92	24,16
Temperatura Final (°C)	24,05	22,28



PROYECTO: PFV PATRICIA CLAVE: 348-TALG-INF-MS.00 UBICACIÓN: Talagante, Región Metropolitana	PROYECTO: VERANO CAPITAL Av. Andrés Bello 2687, Las Condes. Phone: + 56 (2) 2723 9441	Resistividad Térmica N°: RT-03 / Calicata N°: C-06
TÉCNICO: Fabián Santín COORDENADAS (X,Y): E: 319.137 N: 6.269.061	FECHA : 11-11-2021 HORA: 10:44 HRS	EQUIPO: THERMTEST MODELO TLS-100

METODO: ASTM D5334 - 14 MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA DETERMINAR LA CONDUCTIVIDAD TÉRMICA DEL SUELO Y ROCA BLANDA MEDIANTE UN PROCEDIMIENTO DE SONDA DE AGUJA TÉRMICA

RESULTADOS	ENSAYO 1	ENSAYO 2
Profundidad de Ensayo (m)	0,5	1,0
Conductividad Térmica K (W/mk)	0,348	0,749
Resistividad Térmica R (mk/W)	2,876	1,336
Temperatura Ambiente (°C)	20,23	20,73
Temperatura Inicial (°C)	20,52	20,27
Temperatura Final (°C)	19,27	18,98



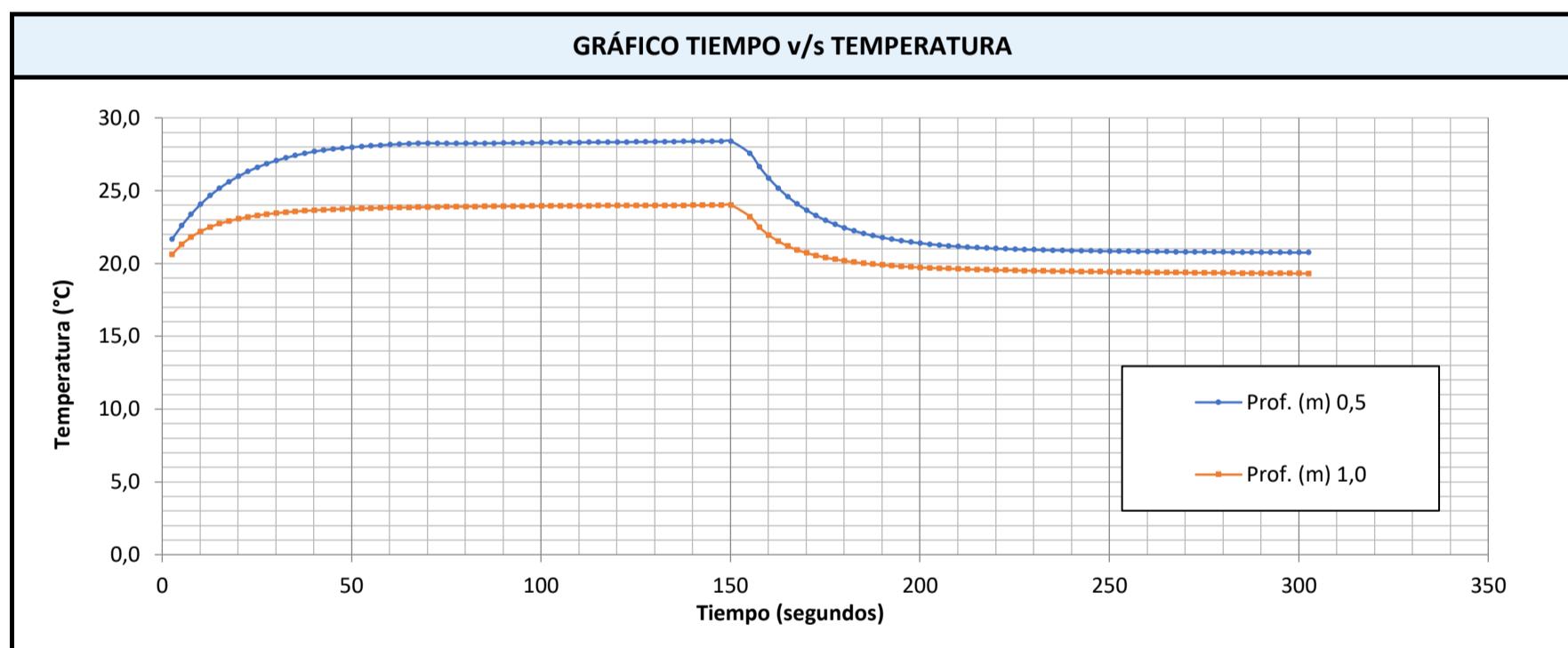
ENSAYO DE RESISTIVIDAD TÉRMICA

ENSAJOS DE TERRENO
GEOMECH CHILE

PROYECTO: PFV PATRICIA CLAVE: 348-TALG-INF-MS.00 UBICACIÓN: Talagante, Región Metropolitana	PROYECTO: VERANO CAPITAL Av. Andrés Bello 2687, Las Condes. Phone: + 56 (2) 2723 9441	Resistividad Térmica N°: RT-04 / Calicata N°: C-08
TÉCNICO: Fabián Santín COORDENADAS (X,Y): E: 319.032 N: 6.268.855	FECHA : 11-11-2021 HORA: 11:30 HRS	EQUIPO: THERMTEST MODELO TLS-100

METODO: ASTM D5334 - 14 MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA DETERMINAR LA CONDUCTIVIDAD TÉRMICA DEL SUELO Y ROCA BLANDA MEDIANTE UN PROCEDIMIENTO DE SONDA DE AGUJA TÉRMICA

RESULTADOS	ENSAYO 1	ENSAYO 2
Profundidad de Ensayo (m)	0,5	1,0
Conductividad Térmica K (W/mk)	0,671	0,782
Resistividad Térmica R (mk/W)	1,490	1,279
Temperatura Ambiente (°C)	20,95	20,54
Temperatura Inicial (°C)	21,67	20,61
Temperatura Final (°C)	20,74	19,31



ANEXO 8: ACTAS DE LOS ENSAYOS DE INFILTRACIÓN

[Volver al texto ENSAYOS DE INFILTRACIÓN](#)

[Volver al texto RESULTADOS DE LOS ENSAYOS DE INFILTRACIÓN](#)



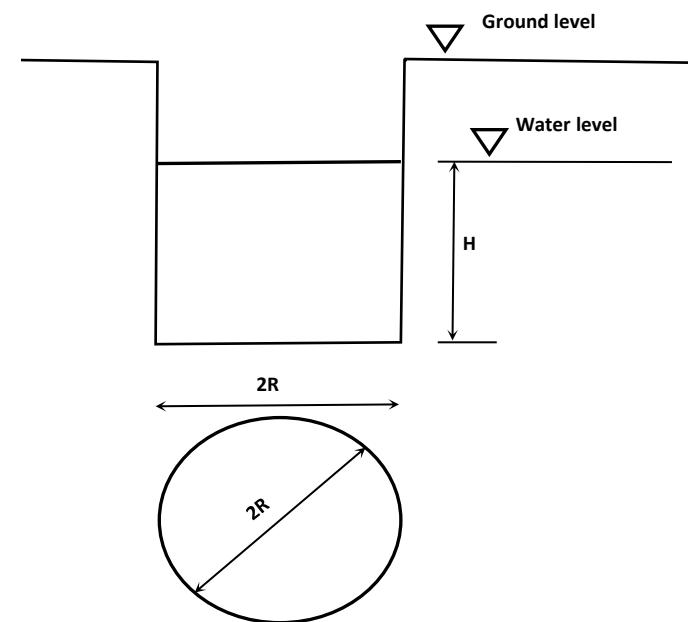
PROJECT : PFV PATRICIA	VERANO CAPITAL	TEST DEPTH : 300 mm	TEST DURATION : 30,00 min	PORCHET Nº 1
LOCATION : Talagante, Región MT	Av. Andrés Bello 2687, Las Condes.	HEIGHT OF EXCAVATION : 300 mm	START DATE : 11/11/2021	
FILE : 348-TALG-INF-MS.00	56 (2) 2723 9441	RADIUS OF EXCAVATION: 150 mm	TECHNICAL: GIOVANNI COUSELO	
UTM COORDINATES (X,Y):	E: 319.174 N: 6.693.350	CALICATA N°: -	COMMENTS :	GEOTECNIA GEOMECA

Average infiltration value "f" (mm/h) :	137
Average infiltration value "f" (cm/s) :	3,82E-03
Relative permeability according Terzaghi & Peck (1996) :	MEDIUM

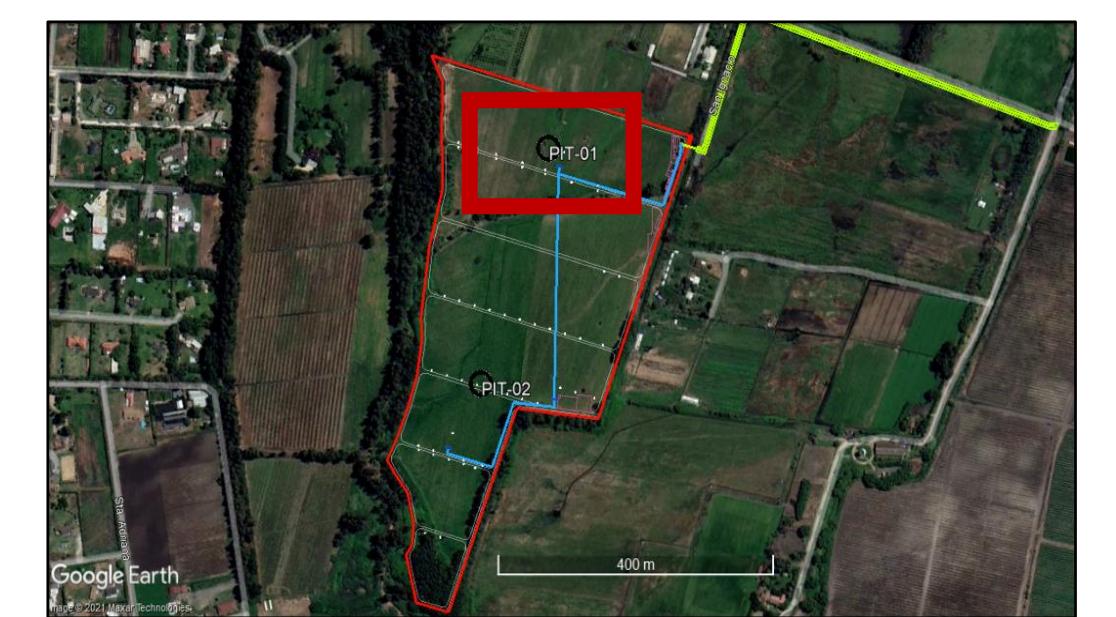
INFILTRATION RATE

The graph plots Infiltration (mm/hora) on the y-axis (0 to 350) against Time (hh:mm:ss) on the x-axis (00:00:00 to 00:28:48). Five data points are shown as red squares connected by a red curve. The infiltration starts at approximately 285 mm/hora at 00:03:12, drops sharply to about 115 mm/hora at 00:07:12, then more gradually to around 70 mm/hora at 00:14:24. It remains relatively constant until 00:21:36, after which it rises slightly to approximately 85 mm/hora at 00:28:48.

Time (hh:mm:ss)	Infiltration (mm/hora)
00:03:12	285
00:07:12	115
00:14:24	70
00:21:36	85
00:28:48	85

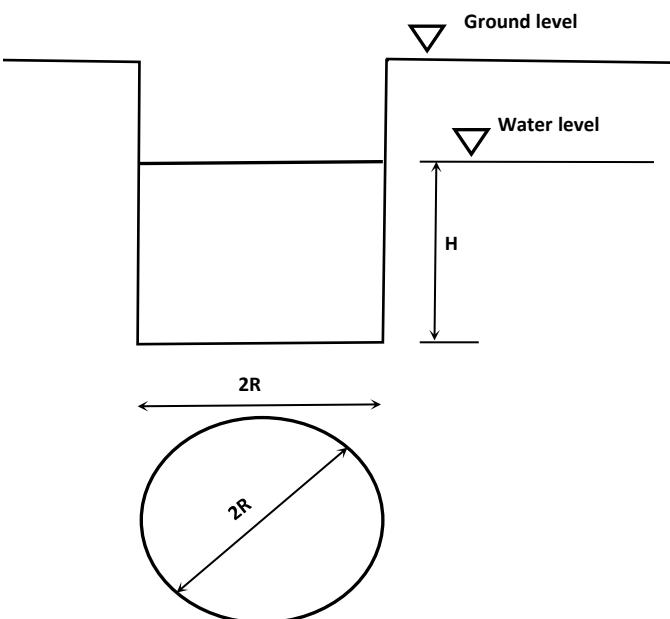
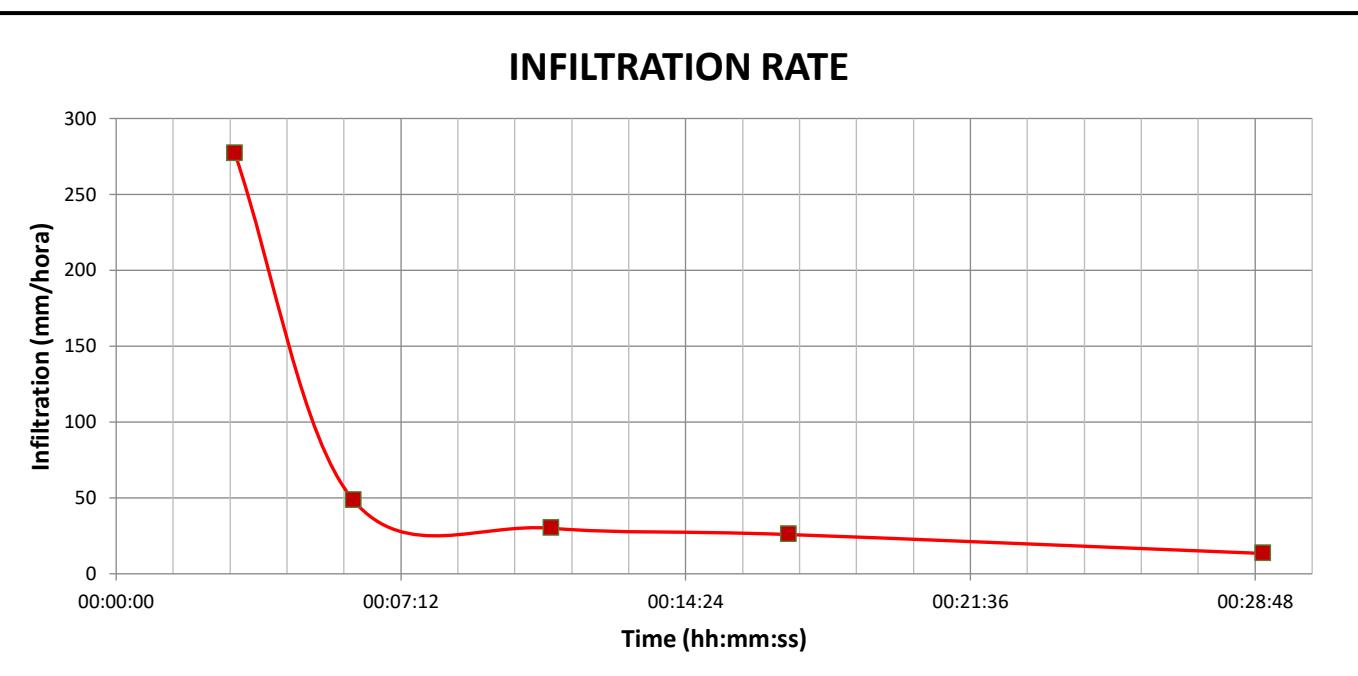


$$f = \frac{R}{2(t_2 - t_1)} \ln \frac{2h_1 + R}{2h_2 + R}$$



PROJECT : PFV PATRICIA	VERANO CAPITAL	TEST DEPTH : 300 mm	TEST DURATION : 29,00 min	PORCHET Nº 2
LOCATION : Talagante, Región MT	Av. Andrés Bello 2687, Las Condes.	HEIGHT OF EXCAVATION : 300 mm	START DATE : 11/11/2021	
FILE : 348-TALG-INF-MS.00	56 (2) 2723 9441	RADIUS OF EXCAVATION: 150 mm	TECHNICAL: GIOVANNI COUSELO	
UTM COORDINATES (X,Y):	E: 319.082 N: 6.690.038	CALICATA N°: -	COMMENTS :	GEOTECNIA GEOMECA

TEST RESULTS	
Average infiltration value "f" (mm/h) :	113
Average infiltration value "f" (cm/s) :	3,13E-03
Relative permeability according Terzaghi & Peck (1996) :	MEDIUM



$$f = \frac{R}{2(t_2 - t_1)} \ln \frac{2h_1 + R}{2h_2 + R}$$

ANEXO 9: ACTAS DE LOS ENSAYOS DE LABORATORIO

[Volver al texto](#)



ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYOS DE LABORATORIO

ANTECEDENTES SOLICITANTE

Proyecto/obra:	Parque Fotovoltaico Patricia Solar	Tipo de Muestra:	Alterada
Nº de Expediente:	348	Procedencia:	Calicata 02, Prof 0,7 a 0,9
Cliente:	Verano Capital Holding SPA.	Coordinadas:	319259.00 m E / 6269306.00 m S
Dirección:	Av. Andres Bello 2687, Of. 1004 Las Condes	Fecha Muestreo:	11-11-2021
Método Muestreo:	NCh. 164 Of. 2009		

ENSAYOS SOLICITADOS

Preparación de muestras hasta 25 kilos.	-
Análisis Granulométrico M.C.Vol 8, Secc. 8.102.1 (2014).	-
Límites Atterberg NCh 1517/1, NCh 1517 / 2 Of 79.	-
Determinación de Humedad NCh 1515 Of 79.	-
-	-
-	-

Límites Atterberg NCh 1517/1, NCh 1517 / 2 Of 79.

Densidad natural seca. DSNR BD P14 B-1

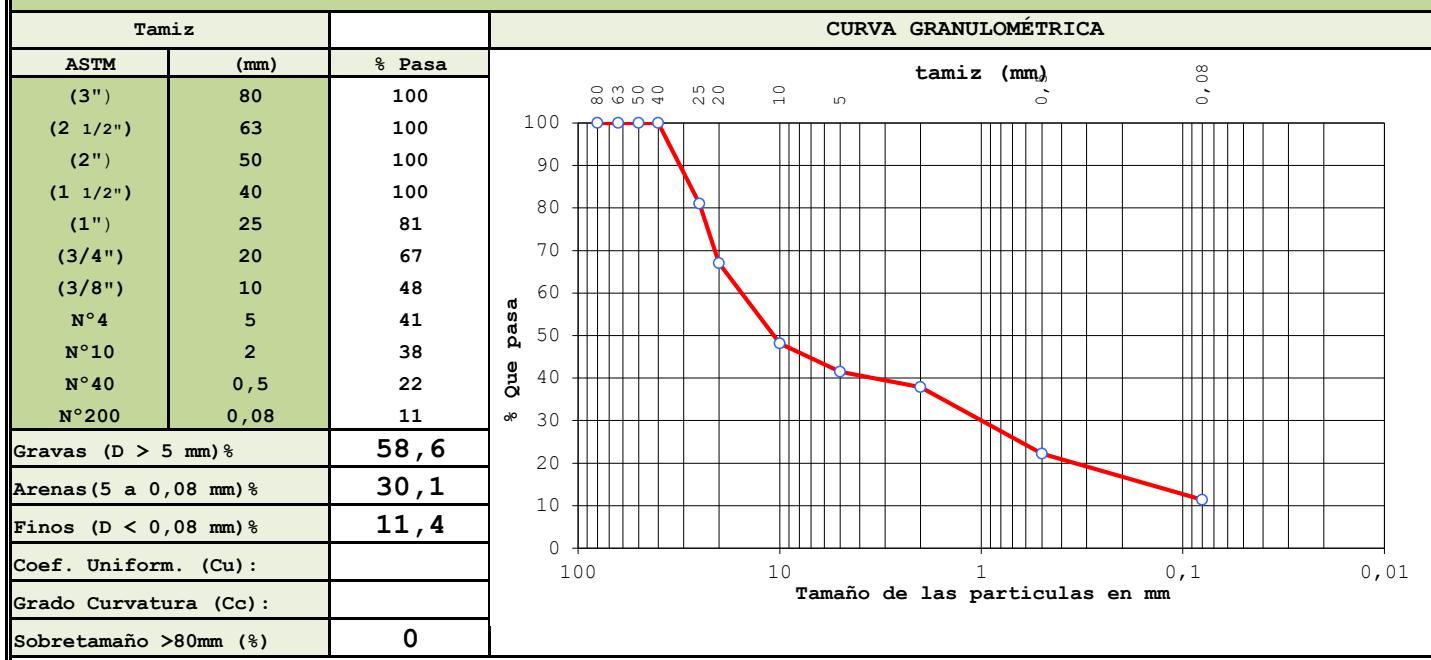
Límite Líquido (%):	N.P.	Densidad húmeda (g/cm ³):	-
Límite Plástico (%):	-	Densidad seca (g/cm ³):	-
Índice de Plasticidad:	N.P.		

Humedad de un suelo. NCh 1444

Densidad de las Partículas Sólidas NCh 1532

Humedad Natural(%):	14,26	Peso Específico:	-
---------------------	-------	------------------	---

Suelos: Análisis Granulométrico. MC. Vol. 8 Secc. 8 102.1 (2014)



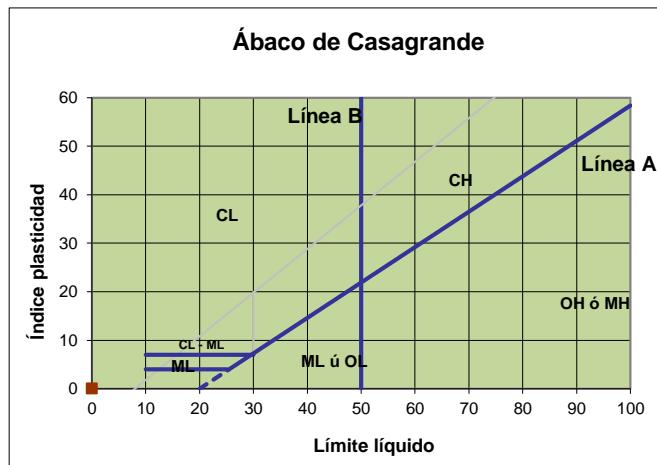
Cód. Acta	Exped.	Fecha Informe
34802	348	19-11-2021

Suelos: Clasificación. AASHTO/USCS. ASTM D3282-2009. D2487:2011

Sistema unificado de clasificación de suelos (S.U.C.S.)

Suelo de partículas gruesas.(Nomenclatura con símbolo doble).

Grava mal graduada con limo con arena GP GM

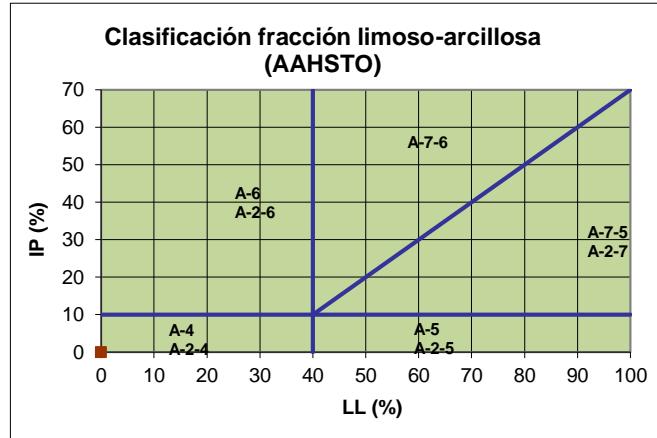


Clasificación AAHSTO

Material granular

Excelente a bueno como subgrado

A-1-a Fragmentos de roca, grava y arena



Los resultados expresados en este documento sólo afectan a la muestra sometida a ensayo. No deberán reproducirse ni total ni parcialmente sin la aprobación del laboratorio.



Gerencia Técnica.
 Ingeniero Civil.

D. Fabián Santín Lizama



Fecha: 21-nov-21

ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYOS DE LABORATORIO

ANTECEDENTES SOLICITANTE

Proyecto/obra:	Parque Fotovoltaico Patricia Solar	Tipo de Muestra:	Alterada
Nº de Expediente:	348	Procedencia:	Calicata 03, Prof 0,5 a 0,7
Cliente:	Verano Capital Holding SPA.	Coordinadas:	319128.00 m E / 6269244.00 m S
Dirección:	Av. Andres Bello 2687, Of. 1004 Las Condes	Fecha Muestreo:	11-11-2021
Método Muestreo:	Nch. 164 Of. 2009		

ENSAYOS SOLICITADOS

Preparación de muestras hasta 25 kilos.	Prócto Modificado o Normal. (Norma NCh. 1534/1 o /2 Of 79).
Análisis Granulométrico M.C.Vol 8, Secc. 8.102.1 (2014).	Sulfatos Solubles en Agua NCh1444/1 Of 2010 MC.
Límites Atterberg NCh 1517/1, NCh 1517 / 2 Of 79.	Cloruros Solubles en Agua NCh 1444/1 Of 2010. MC.
Determinación de Humedad NCh 1515 Of 79.	Potencial Óxido Reducción. Redox ASTM D1498/2000.
Razón de Soporte con Hinchamiento. CBR (Norma NCh. 1852/92 Of81).	Sales Solubles NCh 1444 M.C Vol 8-8. 202.14 (LNV 8).
Densidad de las Partículas Sólidas NCh 1532.	Determinación del pH ASTM D 4972/95.

Límites Atterberg NCh 1517/1, NCh 1517 / 2 Of 79.

Densidad natural seca. DSNR BD P14 B-1

Límite Líquido (%):	34	Densidad húmeda (g/cm3):	-
Límite Plástico (%):	18	Densidad seca (g/cm3):	-
Índice de Plasticidad:	17		

Humedad de un suelo. NCh 1444

Densidad de las Partículas Sólidas NCh 1532

Humedad Natural(%):	43,80	Peso Específico:	2,700
---------------------	-------	------------------	-------

Cloruros, (Nch 1444 Of. 80), mg/kg.

Sulfatos (Nch 1444 Of. 80), mg/kg.

Sales Solubles Totales, (MCV8. Cap 8.202.14).

Cloruros (Cl) (mg/Kg)	48	Sulfatos (SO ₄) (mg/Kg)	31	Sales SolublesTotales %:	0,092
Cloruros (Cl) %	0,0048	Sulfatos (SO ₄) %	0,0031		

Carbonatos (NCh 1444 M.C Vol 8-8.202.14).

Sulfuros, (Nch 1444 Of. 80).

Potencial Redox. (ASTM D 1498/2000).

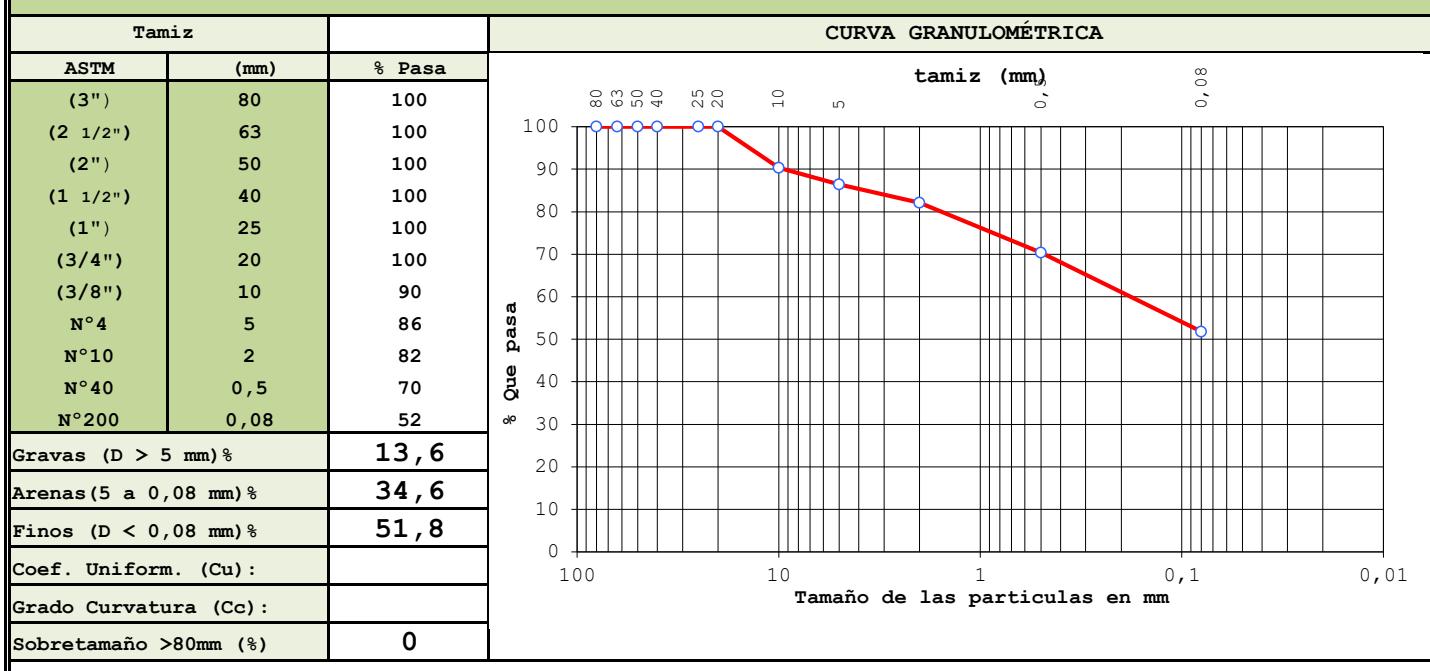
Carbonatos (%):	0,295	Sulfuros (S) (mg/kg):	-	Redox:	267
-----------------	-------	-----------------------	---	--------	-----

Determinación pH. (ASTM D4972/95).

pH:

6,97

Suelos: Análisis Granulométrico. MC. Vol. 8 Secc. 8 102.1 (2014)



INFORME N° 348003-0-21
COMPACTACIÓN- PROCTOR - CBR - D.R.

Obra	PFV PATRICIA SOLAR	Fecha de Inicio	12-nov-21
Ubicación	TALAGANTE	Fecha de Término	22-nov-21
Mandante	GEOMECHILE	Jefe Laboratorio	-

A.- IDENTIFICACIÓN

Muestra N°	34803	
Pozo N°	C-03	
Estrato	-	
Profundidad [m]	(0,5-0,7)	
Clasificación U.S.C.S.	CL	-

B.- PROCTOR MODIFICADO Nch 1534/2 Of. 1979

Método empleado	D	-
Cont. de humedad óptima [%]	20,9	-
Densidad seca máxima [g/cm³]	1,485	-
Material retenido en 20 mm [%]	-	-
Reemplazo por Probeta [g]	-	-

C.- DENSIDAD RELATIVA ASTM D4253-16 - ASTM D4254-16

Método (Densidad máxima)	-	-
Método (Densidad mínima)	-	-

Datos moldes (Dens. máxima y mínima)

Peso [g]	-	-
Diametro [mm]	-	-
Altura [mm]	-	-
Espesor de la placa [mm]	-	-

Datos muestra (Dens. Máxima y mínima)

Masa [g]	-	-
Altura [cm]	-	-

Lecturas (Promedios)

Inicial [mm]	-	-
Final [mm]	-	-

Resultados Densidades

Densidad máxima [g/cm³]	-	-
Densidad mínima [g/cm³]	-	-

D.- RESISTENCIA A LA PENETRACIÓN (CBR) Nch 1852 Of. 1981

	56 Golpes	25 Golpes	10 Golpes	56 Golpes	25 Golpes	10 Golpes
Método (A, B, C, D)	D	D	D	-	-	-
Sobrecarga [Kg]	5,06	5,01	5,025	-	-	-
Muestra sumergida (SI / NO)	SI			-	-	-

Densidades de los moldes (g/cm³)

Dens. Seca pre inmersión	1,48	1,40	1,35	-	-	-
Dens. Seca post inmersión	1,41	1,52	1,5	-	-	-

Humedades de los moldes (%)

Hum. Antes de compactar	0,48	0,48	0,48	-	-	-
Hum. Despues de compactar	20,29	20,93	20,44	-	-	-
Hum. Sup. (25 mm) Post inmersión	55,71	54,86	55,29	-	-	-
Hum. Prom. Post inmersión	56,13	55,20	55,07	-	-	-

Expansión

Expansión de los moldes [%]	3,34	2,71	3,26	-	-	-
-----------------------------	------	------	------	---	---	---

Razón de Soporte

Soporte a 0,1" de penetración [%]	2,50	1,70	1,20	-	-	-
Soporte a 0,2" de penetración [%]	3,70	3,10	2,80	-	-	-
Soporte a 0,3" de penetración [%]	3,70	3,20	3,00	-	-	-

	CBR a 95% D.M.C.S		CBR a 95% D.M.C.S	
	CBR a 0,2"	3,24	CBR a 0,2"	-

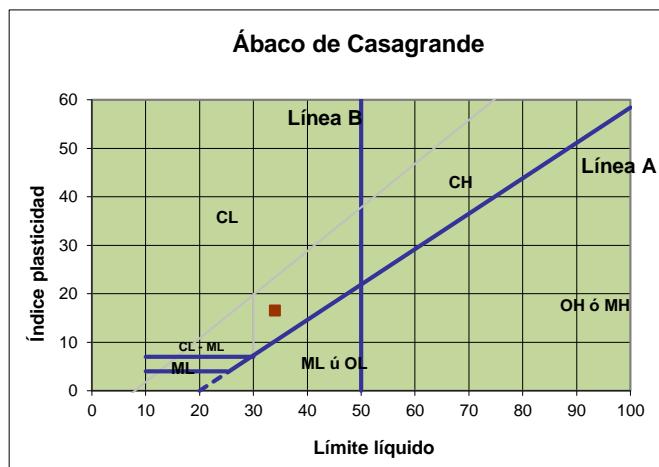
Cód. Acta	Exped.	Fecha Informe
34803	348	19-11-2021

Suelos: Clasificación. AASHTO/USCS. ASTM D3282-2009. D2487:2011

Sistema unificado de clasificación de suelos (S.U.C.S.)

Suelo de partículas finas.

Arcilla media plasticidad arenosa CL

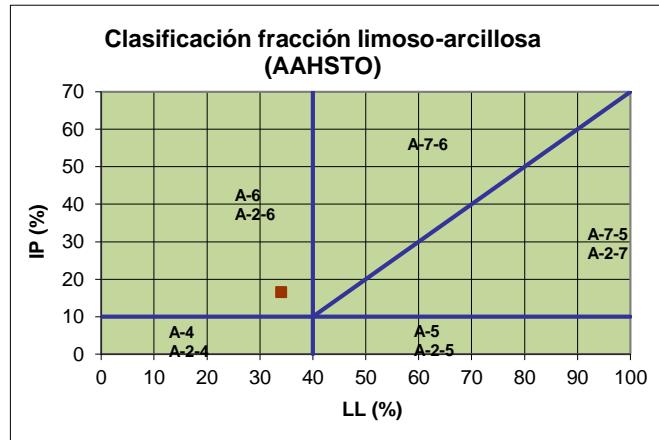


Clasificación AAHSTO

Material limoso-arenoso

Pobre a malo como subgrado

A-6 Suelo arcilloso



Los resultados expresados en este documento sólo afectan a la muestra sometida a ensayo. No deberán reproducirse ni total ni parcialmente sin la aprobación del laboratorio.



Gerencia Técnica.
 Ingeniero Civil.

D. Fabián Santín Lizama



Fecha: 21-nov-21

ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYOS DE LABORATORIO

ANTECEDENTES SOLICITANTE

Proyecto/obra:	Parque Fotovoltaico Patricia Solar	Tipo de Muestra:	Alterada
Nº de Expediente:	348	Procedencia:	Calicata 04, Prof 1,5 a 1,7
Cliente:	Verano Capital Holding SPA.	Coordinadas:	319233.00 m E / 6269172.00 m S
Dirección:	Av. Andres Bello 2687, Of. 1004 Las Condes	Fecha Muestreo:	11-11-2021
Método Muestreo:	Nch. 164 Of. 2009		

ENSAYOS SOLICITADOS

Preparación de muestras hasta 25 kilos.	-
Análisis Granulométrico M.C.Vol 8, Secc. 8.102.1 (2014).	-
Límites Atterberg NCh 1517/1, NCh 1517 / 2 Of 79.	-
Determinación de Humedad NCh 1515 Of 79.	-
-	-
-	-

Límites Atterberg NCh 1517/1, NCh 1517 / 2 Of 79.

Densidad natural seca. DSNR BD P14 B-1

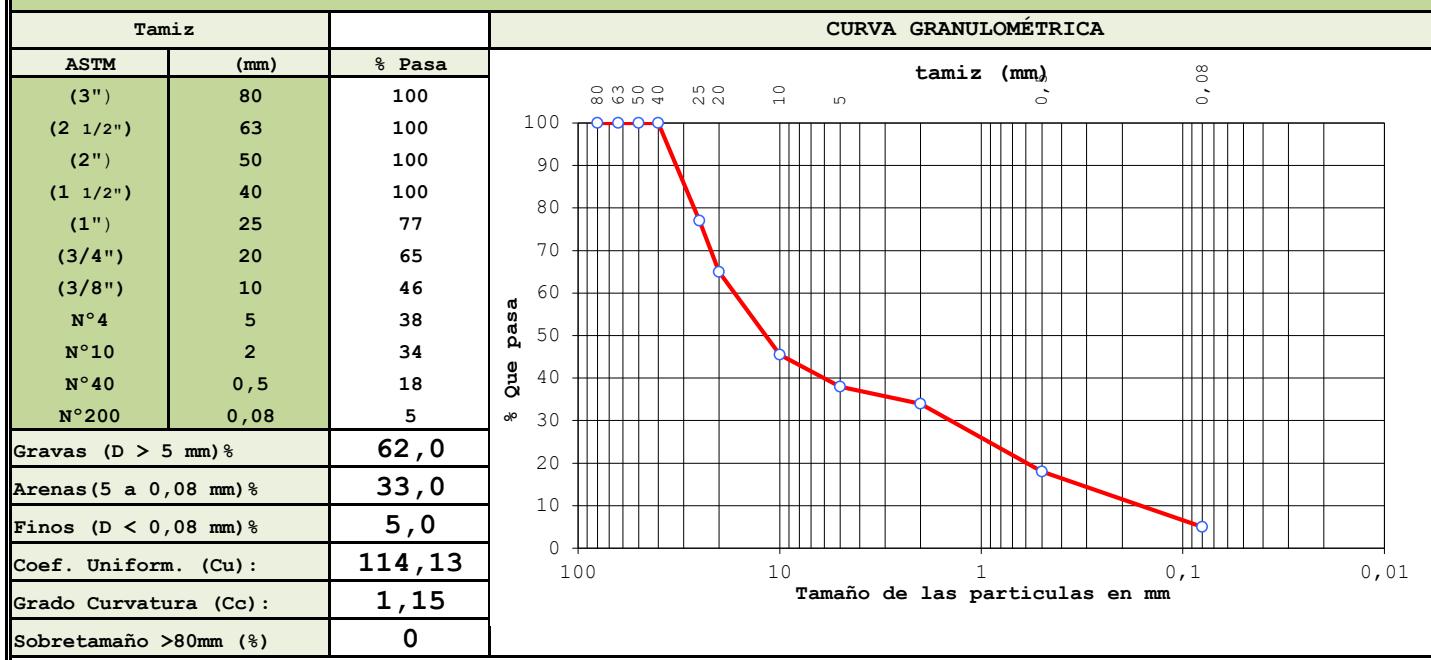
Límite Líquido (%):	N.P.	Densidad húmeda (g/cm3):	-
Límite Plástico (%):	-	Densidad seca (g/cm3):	-
Índice de Plasticidad:	N.P.		

Humedad de un suelo. NCh 1444

Densidad de las Partículas Sólidas NCh 1532

Humedad Natural(%):	16,07	Peso Específico:	-
---------------------	-------	------------------	---

Suelos: Análisis Granulométrico. MC. Vol. 8 Secc. 8 102.1 (2014)



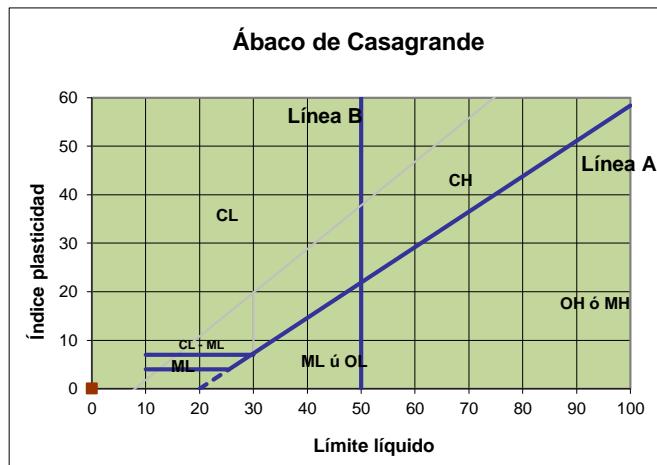
Cód. Acta	Exped.	Fecha Informe
34804	348	19-11-2021

Suelos: Clasificación. AASHTO/USCS. ASTM D3282-2009. D2487:2011

Sistema unificado de clasificación de suelos (S.U.C.S.)

Suelo de partículas gruesas.(Nomenclatura con símbolo doble).

Grava bien graduada con limo con arena GW GM

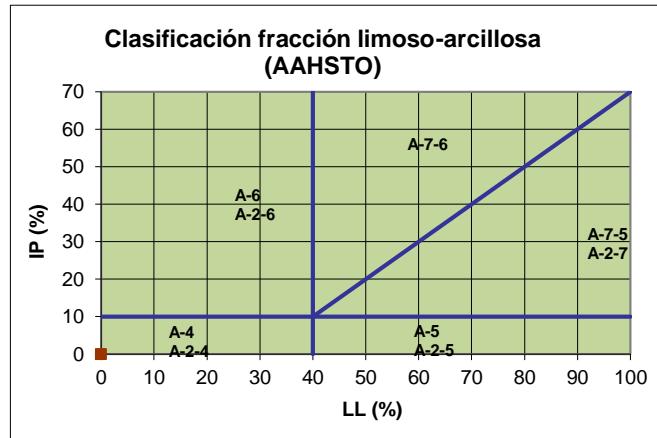


Clasificación AAHSTO

Material granular

Excelente a bueno como subgrado

A-1-a Fragmentos de roca, grava y arena



Los resultados expresados en este documento sólo afectan a la muestra sometida a ensayo. No deberán reproducirse ni total ni parcialmente sin la aprobación del laboratorio.



Gerencia Técnica.
 Ingeniero Civil.

D. Fabián Santín Lizama



Fecha: 21-nov-21

ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYOS DE LABORATORIO

ANTECEDENTES SOLICITANTE

Proyecto/obra:	Parque Fotovoltaico Patricia Solar	Tipo de Muestra:	Alterada
Nº de Expediente:	348	Procedencia:	Calicata 05, Prof 0,5 a 0,7
Cliente:	Verano Capital Holding SPA.	Coordinadas:	319052.00 m E / 6269156.00 m S
Dirección:	Av. Andres Bello 2687, Of. 1004 Las Condes	Fecha Muestreo:	11-11-2021
Método Muestreo:	Nch. 164 Of. 2009		

ENSAYOS SOLICITADOS

Preparación de muestras hasta 25 kilos.	-
Análisis Granulométrico M.C.Vol 8, Secc. 8.102.1 (2014).	-
Límites Atterberg NCh 1517/1, NCh 1517 / 2 Of 79.	-
Determinación de Humedad NCh 1515 Of 79.	-
-	-
-	-

Límites Atterberg NCh 1517/1, NCh 1517 / 2 Of 79.

Densidad natural seca. DSNR BD P14 B-1

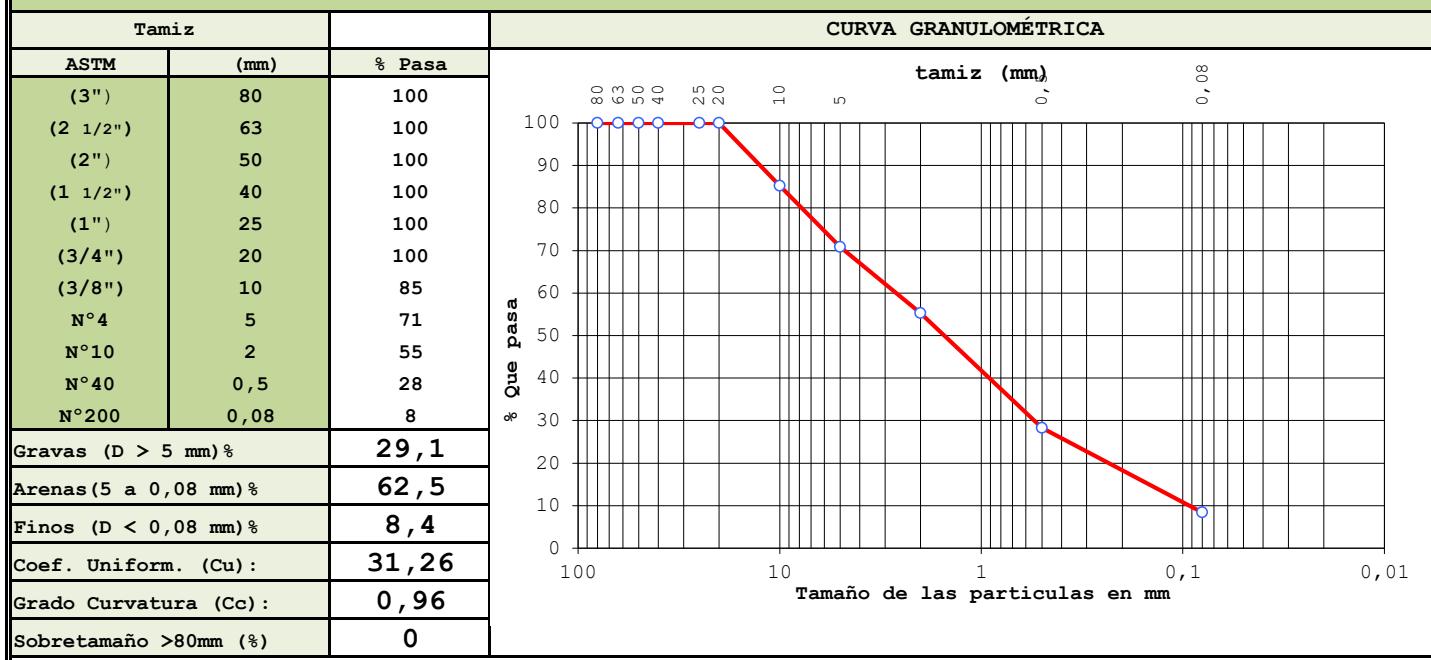
Límite Líquido (%):	N.P.	Densidad húmeda (g/cm ³):	-
Límite Plástico (%):	-	Densidad seca (g/cm ³):	-
Índice de Plasticidad:	N.P.		

Humedad de un suelo. NCh 1444

Densidad de las Partículas Sólidas NCh 1532

Humedad Natural(%):	24,96	Peso Específico:	-
---------------------	-------	------------------	---

Suelos: Análisis Granulométrico. MC. Vol. 8 Secc. 8 102.1 (2014)

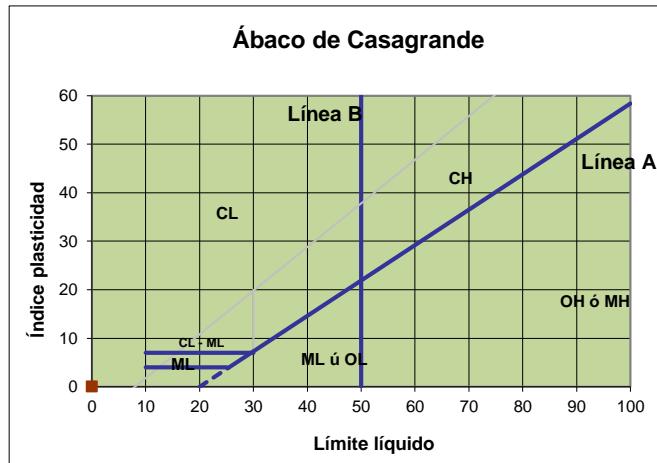


Suelos: Clasificación. AASHTO/USCS. ASTM D3282-2009. D2487:2011

Sistema unificado de clasificación de suelos (S.U.C.S.)

Suelo de partículas gruesas.(Nomenclatura con símbolo doble).

Arena mal graduada con limo con grava SP SM

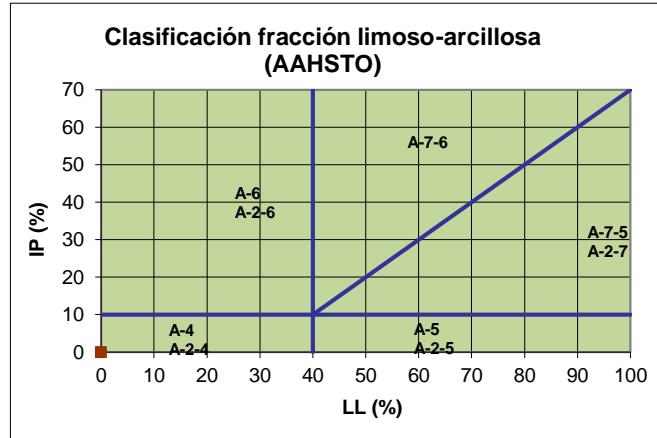


Clasificación AAHSTO

Material granular

Excelente a bueno como subgrado

A-1-b Fragmentos de roca, grava y arena



Los resultados expresados en este documento sólo afectan a la muestra sometida a ensayo. No deberán reproducirse ni total ni parcialmente sin la aprobación del laboratorio.



Gerencia Técnica.
 Ingeniero Civil.

D. Fabián Santín Lizama



Fecha: 21-nov-21

ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYOS DE LABORATORIO

ANTECEDENTES SOLICITANTE

Proyecto/obra:	Parque Fotovoltaico Patricia Solar	Tipo de Muestra:	Alterada
Nº de Expediente:	348	Procedencia:	Calicata 07, Prof 1,0 a 1,2
Cliente:	Verano Capital Holding SPA.	Coordinadas:	319030.00 m E / 6269000.00 m S
Dirección:	Av. Andres Bello 2687, Of. 1004 Las Condes	Fecha Muestreo:	11-11-2021
Método Muestreo:	Nch. 164 Of. 2009		

ENSAYOS SOLICITADOS

Preparación de muestras hasta 25 kilos.	Prócto Modificado o Normal. (Norma NCh. 1534/1 o /2 Of 79).
Análisis Granulométrico M.C.Vol 8, Secc. 8.102.1 (2014).	Sulfatos Solubles en Agua NCh1444/1 Of 2010 MC.
Límites Atterberg NCh 1517/1, NCh 1517 / 2 Of 79.	Cloruros Solubles en Agua NCh 1444/1 Of 2010. MC.
Determinación de Humedad NCh 1515 Of 79.	Potencial Óxido Reducción. Redox ASTM D1498/2000.
Razón de Soporte con Hinchamiento. CBR (Norma NCh. 1852/92 Of81).	Sales Solubles NCh 1444 M.C Vol 8-8. 202.14 (LNV 8).
Densidad de las Partículas Sólidas NCh 1532.	Determinación del pH ASTM D 4972/95.

Límites Atterberg NCh 1517/1, NCh 1517 / 2 Of 79.

Densidad natural seca. DSNR BD P14 B-1

Límite Líquido (%):	29	Densidad húmeda (g/cm ³):	-
Límite Plástico (%):	20	Densidad seca (g/cm ³):	-
Índice de Plasticidad:	9		

Humedad de un suelo. NCh 1444

Densidad de las Partículas Sólidas NCh 1532

Humedad Natural(%):	28,69	Peso Específico:	2,717
---------------------	-------	------------------	-------

Cloruros, (Nch 1444 Of. 80), mg/kg.

Sulfatos (Nch 1444 Of. 80), mg/kg.

Sales Solubles Totales, (MCV8. Cap 8.202.14).

Cloruros (Cl) (mg/Kg)	24	Sulfatos (SO ₄) (mg/Kg):	15	Sales SolublesTotales %:	0,067
Cloruros (Cl) %	0,0024	Sulfatos (SO ₄) %	0,0015		

Carbonatos (NCh 1444 M.C Vol 8-8.202.14).

Sulfuros, (Nch 1444 Of. 80).

Potencial Redox. (ASTM D 1498/2000).

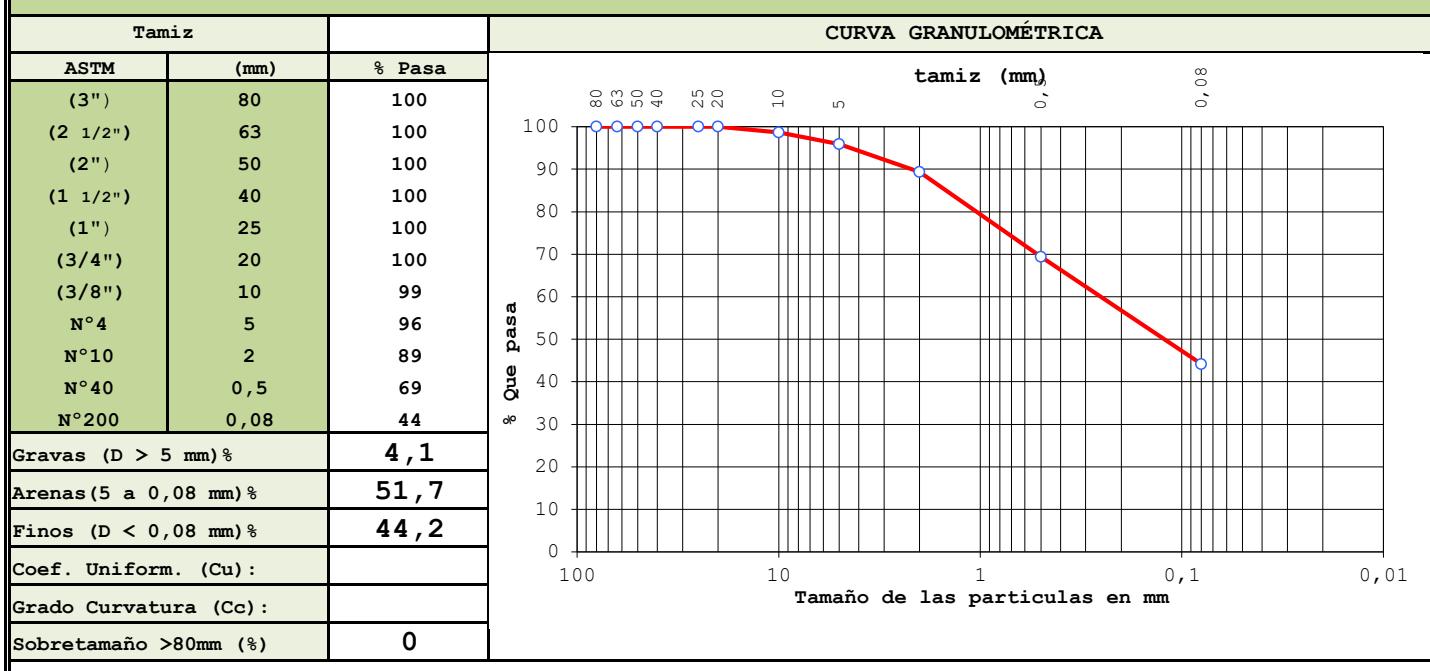
Carbonatos (%):	0,198	Sulfuros (S) (mg/kg):	-	Redox:	249
-----------------	-------	-----------------------	---	--------	-----

Determinación pH. (ASTM D4972/95).

pH:

7,11

Suelos: Análisis Granulométrico. MC. Vol. 8 Secc. 8 102.1 (2014)



INFORME N° 348007-0-21
COMPACTACIÓN- PROCTOR - CBR - D.R.

Obra	PFV PATRICIA SOLAR	Fecha de Inicio	12-nov-21
Ubicación	TALAGANTE	Fecha de Término	22-nov-21
Mandante	GEOMECHILE	Jefe Laboratorio	-

A.- IDENTIFICACIÓN

Muestra N°	34807	
Pozo N°	C-07	
Estrato	-	
Profundidad [m]	(1,0-1,2)	
Clasificación U.S.C.S.	SC	-

B.- PROCTOR MODIFICADO Nch 1534/2 Of. 1979

Método empleado	D	-
Cont. de humedad óptima [%]	23,8	-
Densidad seca máxima [g/cm³]	1,507	-
Material retenido en 20 mm [%]	-	-
Reemplazo por Probeta [g]	-	-

C.- DENSIDAD RELATIVA ASTM D4253-16 - ASTM D4254-16

Método (Densidad máxima)	-	-
Método (Densidad mínima)	-	-

Datos moldes (Dens. máxima y mínima)

Peso [g]	-	-
Diametro [mm]	-	-
Altura [mm]	-	-
Espesor de la placa [mm]	-	-

Datos muestra (Dens. Máxima y mínima)

Masa [g]	-	-
Altura [cm]	-	-

Lecturas (Promedios)

Inicial [mm]	-	-
Final [mm]	-	-

Resultados Densidades

Densidad máxima [g/cm³]	-	-
Densidad mínima [g/cm³]	-	-

D.- RESISTENCIA A LA PENETRACIÓN (CBR) Nch 1852 Of. 1981

	56 Golpes	25 Golpes	10 Golpes	56 Golpes	25 Golpes	10 Golpes
Método (A, B, C, D)	D	D	D	-	-	-
Sobrecarga [Kg]	5,05	5,55	5,025	-	-	-
Muestra sumergida (SI / NO)		SI		-	-	-

Densidades de los moldes (g/cm³)

Dens. Seca pre inmersión	1,50	1,44	1,40	-	-	-
Dens. Seca post inmersión	1,46	1,40	1,39	-	-	-

Humedades de los moldes (%)

Hum. Antes de compactar	0,09	0,09	0,09	-	-	-
Hum. Despues de compactar	23,55	23,27	23,85	-	-	-
Hum. Sup. (25 mm) Post inmersión	45,34	45,19	45,94	-	-	-
Hum. Prom. Post inmersión	45,87	46,02	416,11	-	-	-

Expansión

Expansión de los moldes [%]	2,36	2,42	2,15	-	-	-
-----------------------------	------	------	------	---	---	---

Razón de Soporte

Soporte a 0,1" de penetración [%]	5,20	2,20	1,30	-	-	-
Soporte a 0,2" de penetración [%]	7,40	3,90	3,10	-	-	-
Soporte a 0,3" de penetración [%]	8,00	5,20	3,20	-	-	-

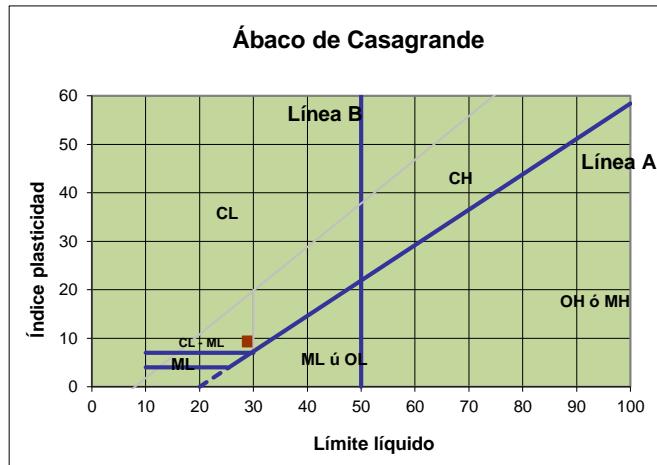
	CBR a 95% D.M.C.S		CBR a 95% D.M.C.S	
	CBR a 0,2"	4,01	CBR a 0,2"	-

Cód. Acta	Exped.	Fecha Informe
34807	348	19-11-2021

Suelos: Clasificación. AASHTO/USCS. ASTM D3282-2009. D2487:2011

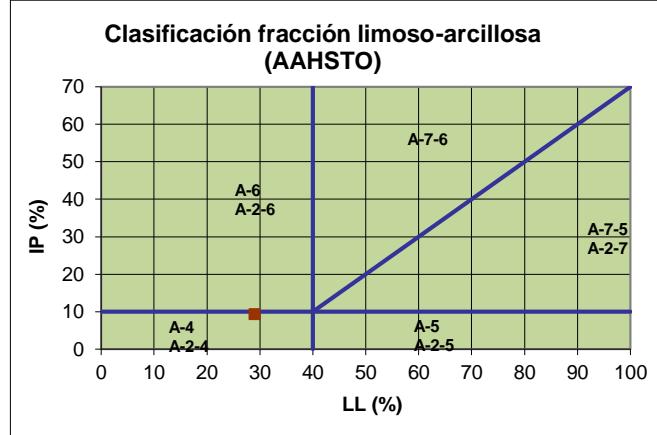
Sistema unificado de clasificación de suelos (S.U.C.S.)

Suelo de partículas gruesas. Suelo de partículas gruesas con finos (suelo sucio).
 Arena arcillosa SC



Clasificación AAHSTO

Material limoso-arenoso
 Pobre a malo como subgrado
 A-4 Suelo limoso



Los resultados expresados en este documento sólo afectan a la muestra sometida a ensayo. No deberán reproducirse ni total ni parcialmente sin la aprobación del laboratorio.



Gerencia Técnica.
 Ingeniero Civil.

D. Fabián Santín Lizama



Fecha: 21-nov-21

ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYOS DE LABORATORIO

ANTECEDENTES SOLICITANTE

Proyecto/obra:	Parque Fotovoltaico Patricia Solar	Tipo de Muestra:	Alterada
Nº de Expediente:	348	Procedencia:	Calicata 08, Prof 1,5 a 1,7
Cliente:	Verano Capital Holding SPA.	Coordinadas:	319032.00 m E / 6268855.00 m S
Dirección:	Av. Andres Bello 2687, Of. 1004 Las Condes	Fecha Muestreo:	11-11-2021
Método Muestreo:	Nch. 164 Of. 2009		

ENSAYOS SOLICITADOS

Preparación de muestras hasta 25 kilos.	-
Análisis Granulométrico M.C.Vol 8, Secc. 8.102.1 (2014).	-
Límites Atterberg NCh 1517/1, NCh 1517 / 2 Of 79.	-
Determinación de Humedad NCh 1515 Of 79.	-
-	-
-	-

Límites Atterberg NCh 1517/1, NCh 1517 / 2 Of 79.

Densidad natural seca. DSNR BD P14 B-1

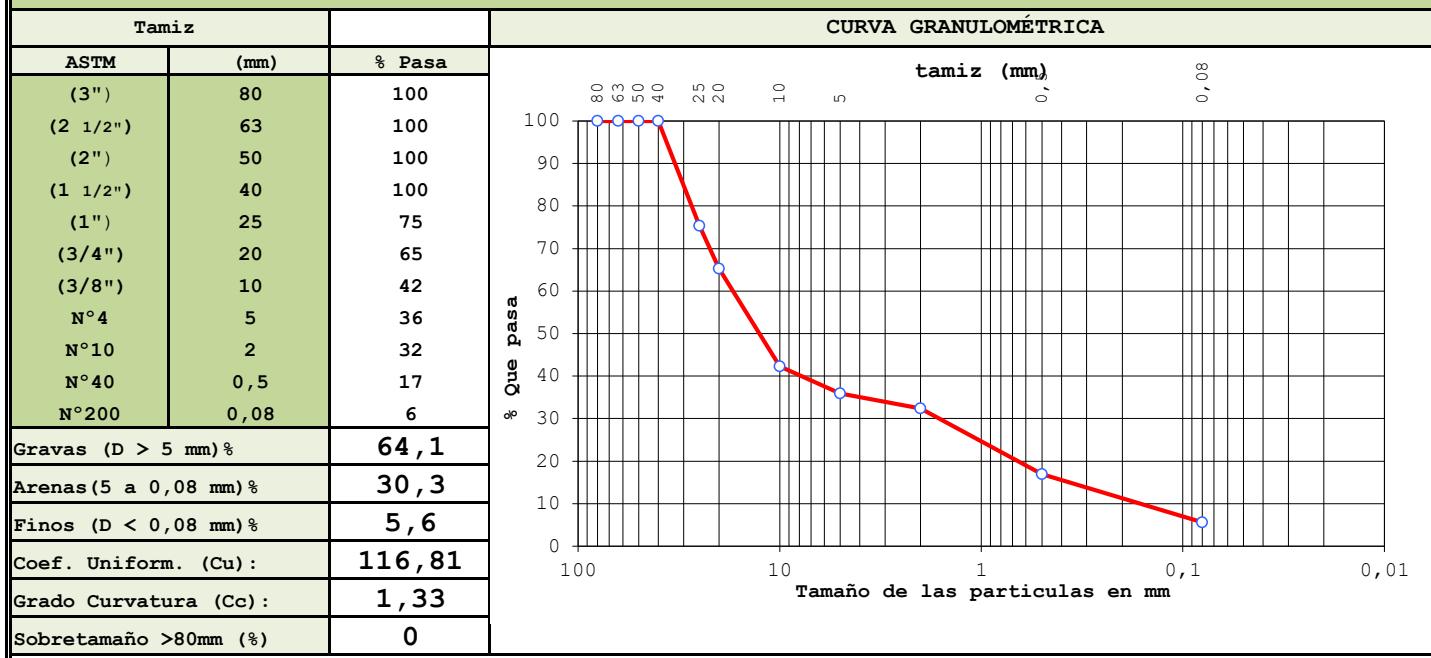
Límite Líquido (%):	N.P.	Densidad húmeda (g/cm3):	-
Límite Plástico (%):	-	Densidad seca (g/cm3):	-
Índice de Plasticidad:	N.P.		

Humedad de un suelo. NCh 1444

Densidad de las Partículas Sólidas NCh 1532

Humedad Natural(%):	16,09	Peso Específico:	-
---------------------	-------	------------------	---

Suelos: Análisis Granulométrico. MC. Vol. 8 Secc. 8 102.1 (2014)



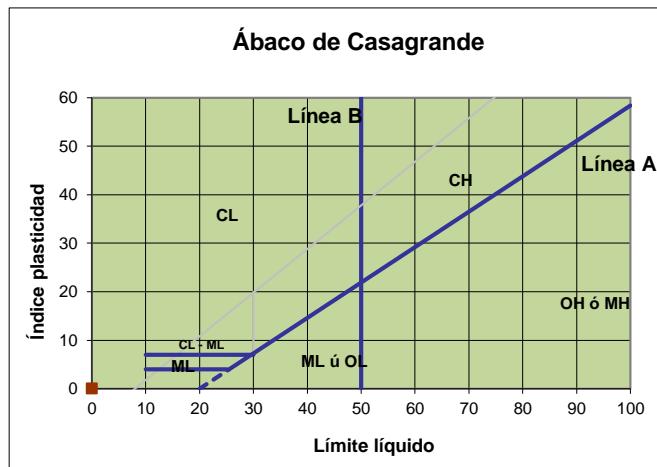
Cód. Acta	Exped.	Fecha Informe
34808	348	19-11-2021

Suelos: Clasificación. AASHTO/USCS. ASTM D3282-2009. D2487:2011

Sistema unificado de clasificación de suelos (S.U.C.S.)

Suelo de partículas gruesas.(Nomenclatura con símbolo doble).

Grava bien graduada con limo con arena GW GM

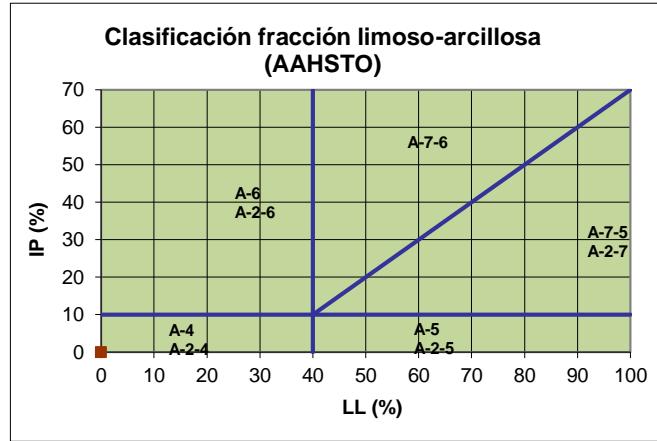


Clasificación AAHSTO

Material granular

Excelente a bueno como subgrado

A-1-a Fragmentos de roca, grava y arena



Los resultados expresados en este documento sólo afectan a la muestra sometida a ensayo. No deberán reproducirse ni total ni parcialmente sin la aprobación del laboratorio.



Gerencia Técnica.
 Ingeniero Civil.

D. Fabián Santín Lizama



Fecha: 21-nov-21

ANEXO 10: ACTAS DE CÁLCULOS Y CORRELACIONES DE ENSAYOS DPSH

[Volver al texto](#)



ENSAYO PENETROMÉTRICO DINÁMICO

Cliente: Verano Capital Holding Spa

Obra: PFV Patricia

Localidad: Talagante, Región Metropolitana

Características Técnico-Instrumentales Sonda: DPSH (Dinamic Probing Super Heavy)

Ref. Norma	DIN 4094
Peso masa de golpeo	63,5 Kg
Altura de caída libre	0,75 m
Peso sistema de golpeo	8 Kg
Diámetro puntaza cónica	50,46 mm
Área de base puntaza	20 cm ²
Largo del varillaje	1 m
Peso varillaje al metro	6,3 Kg/m
Profundidad niple primer varillaje	0,80m
Avance puntaza	0,20 m
Número golpes por puntaza	N(20)
Revestimiento/lodos	NO
Ángulo de apertura puntaza	90 °

ENSAYOS DE PENETRACIÓN DINÁMICA CONTINUA (DYNAMIC PROBING) DPSH – DPM (... scpt ecc.)

Notas ilustrativas – Diferentes tipologías de penetrómetros dinámicos

El ensayo penetrométrico dinámico consiste en hincar en el terreno una punta cónica (en tráctos consecutivos δ) midiendo el número de golpes N necesarios.

Los ensayos Penetrométricos Dinámicos son muy conocidos e utilizados en el campo por los geólogos y geotécnicos dada su simplicidad ejecutiva, economía y rapidez de ejecución.

Su elaboración, interpretación y visualización gráfica consiente "catalogar y crear parámetros" del suelo atravesándolo con una imagen continua, que permite también hacer una comparación de las durezas de los diferentes niveles atravesados y una correlación directa con sondeos para la determinación estratigráfica.

La sonda penetrométrica permite además reconocer bastante bien el espesor de los mantos del subsuelo, la cota de eventuales niveles freáticos y superficies de rotura sobre los taludes, así como la consistencia del terreno en general.

La utilización de los datos recabados de correlaciones indirectas y haciendo referencia a varios autores, debe de todas formas hacerse con cautela y si es posible, después de experiencias geológicas adquiridas en la zona.

Los elementos característicos del penetrómetro dinámico son los siguientes:

- peso masa de golpeo M
- altura de caída libre H
- punta cónica: diámetro base cono D, área base A (ángulo de apertura α)
- Avance (penetración) δ
- presencia o no del revestimiento externo (lodos bentoníticos).

Con referencia a la clasificación ISSMFE (1988) de los diferentes tipos de penetrómetros dinámicos (ver la tabla abajo) se da una primer subdivisión en cuatro clases (con base en el peso M de la masa de golpeo):

- tipo LIVIANO (DPL)
- tipo MEDIO (DPM)
- tipo PESADO (DPH)
- tipo SUPERPESADO (DPSH)

Clasificación ISSMFE de los penetrómetros dinámicos:

Tipo	Sigla de referencia	peso de la masa M (Kg)	Prof. Máx. estudio golpeo (m)
Liviano	DPL (Light)	M ≤ 10	8
Medio	DPM (Medium)	10 < M < 40	20-25
Pesado	DPH (Heavy)	40 ≤ M < 60	25
Súper pesado (Super Heavy)	DPSH	M ≥ 60	25

Correlación con Nspt

Ya que el ensayo de penetración estándar (SPT) representa hoy en día uno de los medios más conocidos y económicos para adquirir información sobre el subsuelo, la mayor parte de las correlaciones existentes tienen que ver con los valores del número de golpes Nspt obtenido con dicha prueba, por lo tanto se presenta la necesidad de relacionar el número de golpes de un ensayo dinámico con Nspt. El pasaje se da por:

$$Nspt = \beta_t N$$

Donde:

$$\beta_t = \frac{Q}{Q_{SPT}}$$

en donde Q es la energía específica por golpe y Qspt es la referida a la prueba SPT.

La energía específica por golpe se calcula como sigue:

$$Q = \frac{M^2 \cdot H}{A \cdot \delta \cdot (M + M')}$$

donde

M = peso masa de golpeo;

M' = peso varillaje;

H = altura de caída;

A = área base punta cónica;

δ = intervalo de avance.

Valuación resistencia dinámica a la punta (Rpd)

Formula Olandesa

$$Rpd = \frac{M^2 \cdot H}{[A \cdot e \cdot (M + P)]} = \frac{M^2 \cdot H \cdot N}{[A \cdot \delta \cdot (M + P)]}$$

Rpd = resistencia dinámica punta (área A)

e = hinca promedio por golpe δ/N

M = peso masa de golpeo (altura caída H)

P = peso total varillaje sistema golpeo

Metodología de Elaboración

Las elaboraciones han sido efectuadas mediante un programa de cálculo automático, Dynamic Probing, de GeoStru Software.

El programa calcula el porcentaje de energías transmitidas (coeficiente de correlación con SPT) con las elaboraciones propuestas por Pasqualini 1983 - Meyerhof 1956 - Desai 1968 - Borowczyk-Frankowsky 1981.

Permite además utilizar los datos obtenidos de la realización de ensayos de penetración dinámica para extrapolar útiles informaciones geotécnicas y geológicas.

Una vasta experiencia adquirida, unida a una buena interpretación y correlación permiten a menudo obtener datos útiles para el proyecto y frecuentemente datos más verídicos que muchos de los de las bibliografías sobre litologías

y datos geotécnicos determinados en las verticales litológicas de pocos ensayos de laboratorio efectuados como representación general de una vertical heterogénea no uniforme y/o compleja.

En particular obtener información sobre:

- El avance vertical y horizontal de los intervalos estratigráficos,
- la caracterización litológica de las unidades estratigráficas,
- los parámetros geotécnicos sugeridos por varios autores en función de los valores del número de golpes y de la resistencia en la punta.

Evaluaciones estadísticas y correlaciones

Elaboración estadística

Permite la elaboración estadística de los datos numéricos de Dynamic Probing, utilizando en el cálculo valores representativos del estrato considerado un valor inferior o mayor al promedio aritmético del estrato (de por sí el dato mayormente utilizado); los valores posibles son:

Promedio

Promedio aritmético de los valores del número de golpes en el estrato considerado.

Promedio mínimo

Valor estadístico inferior al promedio aritmético de los valores del número de golpes en el estrato considerado.

Máximo

Valor máximo de los valores del número de golpes en el estrato considerado.

Mínimo

Valor mínimo de los valores del número de golpes en el estrato considerado.

Desviación estándar

Valore estadístico de desviación de los valores del número de golpes en el estrato considerado.

Promedio + s

Promedio + desviación (valor estadístico) de los valores del número de golpes en el estrato considerado.

Promedio - s

Promedio - desviación (valor estadístico) de los valores del número de golpes en el estrato considerado.

Presión admisible

Presión admisible específica en el ínter estrato (con efecto de reducción energía por plegamiento varillaje o no) calculada según las conocidas elaboraciones propuestas por Herminier, aplicando un coeficiente de seguridad (generalmente = 20-22) que corresponde a un coeficiente de seguridad standard de las cimentaciones igual a 4, con una geometría standard de longitud igual a 1 mt. Y empotramiento d = 1 mt.

Correlaciones geotécnicas terrenos sin cohesión

Liquefacción

Permite calcular, utilizando datos Nspt, el potencial de licuefacción de los suelos (predominantemente arenosos).

Con la relación de SHI-MING (1982), aplicable a terrenos arenosos poco finos, la licuefacción resulta posible solamente si Nspt del estrato considerado resulta inferior a Nspt crítico calculado con la elaboración de SHI-MING.

Corrección Nspt en presencia de nivel freático

$$Nspt \text{ correcto} = 15 + 0.5 * (Nspt - 15)$$

Nspt es el valor promedio en el estrato

La corrección se aplica en presencia de nivel freático solo si el número de golpes es mayor que 15 (la corrección se efectúa si todo el estrato está en nivel freático).

ángulo de rozamiento interno

- (Peck-Hanson-Thornburn-Meyerhof 1956) válida para suelos que no sean blandos en prof. < 5 mt.; correlación válida para arenas y gravas representa valores medios. - Correlación histórica muy usada, válida para prof. < 5 mt. para suelos sobre nivel freático y < 8 mt. para terrenos en nivel freático (tensiones < 8-10 t/mq).
- (Meyerhof 1956) Correlación válida para suelos arcillosos y arcillosos-margosos fracturados, terrenos sueltos mantos fragmentados (en variación experimental de datos).
- (Sowers 1961) Ángulo de rozamiento interno en grados válido para arenas en general (cond. óptimas para prof. < 4 mt. sobre nivel freático y < 7 mt. para terrenos en nivel freático) $\sigma>5$ t/mq.
- (De Mello) Correlación válida para suelos predominantemente arenosos y arenosos-gravosos (en variación experimental de datos) con ángulo de rozamiento interno < 38°.
- (Malcev 1964) Ángulo de rozamiento interno en grados válido para arenas en general (cond. óptimas para prof. > 2 mt. y para valores de ángulo de rozamiento interno < 38°
- (Schmertmann 1977) Ángulo de rozamiento interno (grados) para varios tipos litológicos (valores máximos). Nota: valores a menudo demasiado optimistas ya que se deducen de correlaciones indirectas de Dr %.
- Shioi-Fukuni 1982 (ROAD BRIDGE SPECIFICATION) Ángulo de rozamiento interno en grados válido para arenas - arenas finas o limosas y limos orgánicos (cond. óptimas para prof. > 8 mt. sobre nivel freático y > 15 mt. para terrenos en nivel freático) $\sigma>15$ t/mq.
- Shioi-Fukuni 1982 (JAPANESE NATIONALE RAILWAY). Ángulo de rozamiento interno válido arenas medias gruesas a gravosas.
- Ángulo de rozamiento interno en grados (Owasaki & Iwasaki) válido para arenas - arenas medias y gruesas-gravosas (cond. óptimas para prof. > 8 mt. sobre nivel freático y > 15 mt. para terrenos en nivel freático) $\sigma>15$ t/mq.
- Meyerhof 1965 - Correlación válida para terrenos por arenas con % de limo < 5% a profundidad < 5 mt. y con % di limo > 5% a profundidad < 3 mt.
- Mitchell y Katti (1965) - Correlación válida para arenas y gravas.

Densidad relativa (%)

- Gibbs & Holtz (1957) correlación válida para cualquier presión eficaz, para gravas Dr se sobre estima, para limos es subestimado.
- (Skempton 1986) elaboración válida para limos y arenas y arenas de finas a gruesas NC en cualquier presión eficaz, para gravas el valor de Dr % se sobreestima, para limos se subestima.
- Meyerhof (1957).
- (Schultze & Menzenbach 1961) para arenas finas y gravosas NC, método válido para cualquier valor de presión eficaz en depósitos NC, para gravas el valor de Dr % se sobreestima, para limos es subestimado.

Modulo De Young (Ey)

- Terzaghi- elaboración válida para arena limpia y arena con grava sin considerar la presión eficaz.
- Schmertmann (1978), correlación válida para varios tipos litológicos.
- Schultze-menzenbach, correlación válida para varios tipos litológicos.
- D'Appollonia y otros (1970), correlación válida para arena, arena SC, arena NC y grava
- Bowles (1982), correlación válida para arena arcillosa, arena limosa, limo arenoso, arena media, arena y grava.

Modulo Edométrico

- Begemann (1974) elaboración derivada de experiencias en Grecia, correlación valida para limo con arena, arena y grava.
- Buismann-sanglerat, correlación valida para arena y arena arcillosa.
- Farrent (1963) valida para arenas, algunas veces para arenas con grava (en variación experimental de datos).
- Menzenbach y Malcev valida para arenas finas, arena gravosa y arena y grava.

Estado de consistenciaa

- Clasificación A.G.I. 1977

Peso Específico Gama

- Meyerhof y otros, válida para arenas, gravas, limos, limo arenoso.

Peso Específico saturado

- Bowles 1982, Terzaghi-Peck 1948-1967. Correlación valida para específico del material igual a cerca $G=2,65 \text{ t/mc}$ y para peso específico seco variable de 1,33 ($N_{sp}=0$) a 1,99 ($N_{sp}=95$)

Modulo de poisson

- Clasificación A.G.I.

Potencial de licuefacción (Stress Ratio)

- Seed-Idriss 1978-1981. Tal correlación es valida solamente para arenas, gravas y limos arenosos, representa la relación entre el esfuerzo dinámico promedio Tau y la tensión vertical de consolidación para la valuación del potencial de licuefacción de las arenas y suelos arenos-gravosos con gráficos de los autores.

Velocidad ondas transversales V_s (m/sec)

- Tal correlación es válida solamente para suelos sin cohesión arenosos y gravosos.

Modulo de deformación de corte (G)

- Ohsaki & Iwasaki – elaboración válida para arenas con finos plásticos y arenas limpias.
- Robertson e Campanella (1983) e Imai & Tonouchi (1982) elaboración válida sobretodo para arenas y para tensiones litostáticas comprendidas entre 0,5 - 4,0 kg/cm².

Modulo de reacción (K_o)

- Navfac 1971-1982 - elaboración válida para arenas, gravas, limos, limo arenoso.

Resistencia a la punta del Penetrómetro Estático (Q_c)

- Robertson 1983 Q_c

Correlaciones geotécnicas terrenos cohesivos

Cohesión no drenada

- Benassi & Vannelli- correlaciones provenientes de experiencias de la empresa constructora Penetrometri SUNDA 1983
- Terzaghi-Peck (1948-1967), correlación valida para arcillas arenosas -orgánicas NC con $N_{sp} < 8$, arcillas limosas-orgánicas medianamente plásticas, arcillas margosas alteradas-fracturadas.
- Terzaghi-Peck (1948). Cu mín.-máx.
- Sanglerat, de datos Penetr. Estático para suelos cohesivos saturados, tal correlación no es válida para arcillas sensitivas con sensibilidad > 5 , para arcillas sobre consolidadas fracturadas y para limos de baja plasticidad.
- Sanglerat, (para arcillas limo-arenosas con poca cohesión), valores válidos para resistencias penetrométricas < 10 golpes. Para resistencias penetrométricas > 10 la elaboración válida es siempre la de las "arcillas plásticas" de Sanglerat.
- (U.S.D.M.S.M.) U.S. Design Manual Soil Mechanics Cohesión sin drenaje Cu (Kg/cm²) para arcillas limosas y arcillas de baja, media y alta plasticidad, ($Cu-N_{sp}$ -grado de plasticidad).
- Schmertmann 1975 Cu (Kg/cm²) (valores medios), válida para arcillas y limos arcillosos con $N_c=20$ y $Q_c/N_{sp}=2$
- Schmertmann 1975 Cu (Kg/cm²) (valores mínimos), válida para arcillas NC.
- Fletcher 1965 - (Arcilla de Chicago) Cohesión sin drenaje Cu (Kg/cm²), columna valores válidos para arcillas de media-baja plasticidad
- Houston (1960) - arcilla de media-alta plasticidad.
- Shioi-Fukuni 1982, válida para suelos poco cohesivos y plásticos, arcilla de media-alta plasticidad.
- Begemann.
- De Beer.

Resistencia a la punta del Penetrómetro Estático (Qc)

- Robertson 1983 Qc

Modulo Edométrico-Confinado (Mo)

- Stroud e Butler (1975) - para litotipos de media plasticidad, válida para litotipos arcillosos de media-medio-alta plasticidad - de experiencias con arcillas glaciales.
- Stroud e Butler (1975), para litotipos de media-baja plasticidad (IP< 20), válida para litotipos arcillosos de media-baja plasticidad (IP< 20) - de experiencias con arcillas glaciales.
- Vesic (1970) correlación válida para arcillas blandas (valores mínimos y máximos).
- Trofiménkov (1974), Mitchell e Gardner Modulo Confinado -Mo (Eed) (Kg/cm²), válida para litotipos arcillosos y limosos-arcillosos (relación Qc/Nspt=1.5-2.0).
- Buismann- Sanglerat, valida para arcillas compactas (Nspt <30) medianas y blandas (Nspt <4) y arcillas arenosas (Nspt=6-12).

Modulo De Young (EY)

- Schultze-Menzenbach - (Mín. e Máx.), correlación válida para limos coherentes y limos arcillosos con I.P. >15
- D'Appollonia y otros (1983) - correlación válida para arcillas saturadas-arcillas fracturadas.

Estado de consistencia

- Clasificación A.G.I. 1977

Peso Específico Gama

- Meyerhof y otros, valida para arcillas, arcillas arenosas y limosas predominantemente con cohesión.

Peso Específico saturado

- Correlación Bowles (1982), Terzaghi-Peck (1948-1967), valida para condiciones específicas: peso específico del material igual a cerca G=2,70 (t/mc) y para índices de vacío variables da 1,833 (Nspt=0) a 0,545 (Nspt=28)

ENSAYO...DPSH-01

Equipo utilizado...
 Ensayo realizado el
 Profundidad ensayo
 Nivel freático

DPSH (Dynamic Probing Super Heavy)
 25-11-2021
 4,00 mt

Tipo de elaboración: Medio

Profundidad (m)	Nº de golpes	Cálculo coef. reducción sonda Chi	Res. dinámica reducida (Mpa)	Res. dinámica (Mpa)	Pres. admisible con reducción Herminier - Olandesi (KPa)	Pres. admisible Herminier - Olandesi (KPa)
0,20	3	0,855	2,44	2,86	122,17	142,95
0,40	3	0,851	2,43	2,86	121,62	142,95
0,60	5	0,847	4,04	4,76	201,80	238,25
0,80	5	0,843	4,02	4,76	200,92	238,25
1,00	7	0,840	5,18	6,17	259,12	308,56
1,20	5	0,836	3,69	4,41	184,31	220,40
1,40	6	0,833	4,41	5,29	220,28	264,48
1,60	7	0,830	5,12	6,17	255,97	308,56
1,80	7	0,826	5,10	6,17	254,97	308,56
2,00	9	0,823	6,08	7,38	303,82	369,07
2,20	8	0,820	5,38	6,56	269,05	328,07
2,40	15	0,767	9,44	12,30	471,89	615,12
2,60	22	0,714	12,89	18,04	644,38	902,18
2,80	25	0,711	14,59	20,50	729,35	1025,21
3,00	31	0,659	15,66	23,77	782,79	1188,43
3,20	40	0,606	18,59	30,67	929,28	1533,46
3,40	28	0,703	15,10	21,47	755,05	1073,42
3,60	30	0,701	16,12	23,00	806,07	1150,10
3,80	29	0,698	15,53	22,24	776,47	1111,76
4,00	35	0,646	16,28	25,19	813,80	1259,71

Prof. Estrato (m)	NPDM	Rd (Mpa)	Tipo	Clay Fraction (%)	Peso específico (KN/m³)	Peso específico saturado (KN/m³)	Tensión eficaz (KPa)	Coefic. de correlació n con Nspt	Nspt	Descripción
0,6	3,67	3,5	Cohesivo	15	17,46	18,44	5,24	1,49	5,47	Arcilla limosa
1,4	5,75	5,16	Sin cohesión	0	16,48	18,73	17,07	1,49	8,57	Limo arcilloso
4	22	17,19	Sin cohesión	0	20,2	24,22	40,89	1,51	33,31	Grava

ESTIMACIÓN PARÁMETROS GEOTÉCNICOS ENSAYO DPSH-01

SUELOS COHESIVOS

Cohesión no drenada (KPa)

	Nspt	Prof. Estrato (m)	Terzaghi -Peck	Sanglerat	Terzaghi -Peck (1948)	U.S.D.M .S.M	Schmert mann 1975	SUNDA (1983)	Fletcher (1965)	Houston (1960)	Shioi - Fukui 1982	Begeman	De Beer
[1] - Arcilla limosa	5,47	0,60	33,54	67,08	24,52	21,77	52,27	105,03	48,35	82,57	26,77	88,26	67,08

Qc (resistencia por punta penetrómetro estático)

	Nspt	Prof. Estrato (m)	Correlación	Qc (Mpa)
[1] - Arcilla limosa	5,47	0,60	Robertson (1983)	1,07

Módulo edométrico (Mpa)

	Nspt	Prof. Estrato (m)	Stroud e Butler (1975)	Vesic (1970)	Trofimenkov (1974), Mitchell e Gardner	Buisman-Sanglerat
[1] - Arcilla limosa	5,47	0,60	2,46	8,05	5,65	6,71

Módulo de Young (Mpa)

	Nspt	Prof. Estrato (m)	Schultze	Apollonia
[1] - Arcilla limosa	5,47	0,60	4,17	5,36

Clasificación AGI (Asoc. Italiana. Geolog.)

	Nspt	Prof. Estrato (m)	Correlación	Clasificación
[1] - Arcilla limosa	5,47	0,60	A.G.I. (1977)	MODERAT. CONSISTENTE

Peso específico

	Nspt	Prof. Estrato (m)	Correlación	Peso específico (KN/m³)
[1] - Arcilla limosa	5,47	0,60	Meyerhof ed altri	17,46

Peso específico saturado

	Nspt	Prof. Estrato (m)	Correlación	Peso específico saturado (KN/m³)
[1] - Arcilla limosa	5,47	0,60	Meyerhof ed altri	18,44

Velocidad ondas de corte

	Nspt	Prof. Estrato (m)	Correlación	Velocidad ondas de corte (m/s)
[1] - Arcilla limosa	5,47	0,60		0

SUELOS SIN COHESIÓN**Densidad relativa**

	Intestazione NSPT\$	Prof. Estrato (m)	Gibbs & Holtz 1957	Meyerhof 1957	Schultze & Menzenbach (1961)	Skempton 1986
[2] - Limo arcilloso	8,57	1,40	34,05	65,76	75,56	29,74
[3] - Grava	33,31	4,00	52,73	97,66	98,63	56,91

Ángulo de resistencia al corte

	Nspt	Prof. Estrato (m)	Nspt corregido con Nivel Freático	Peck-Hanson-Thornburn-Meyerhoff of 1956	Meyerhof (1956)	Sowers (1961)	Malcev (1964)	Meyerhof (1965)	Schmertmann (1977) Sabbie	Mitchell & Katti (1981)	Shioi-Fukuni 1982 (ROAD BRIDGE SPECIFICATION)	Japanese Nationa l Railway	De Mello	Owasaki & Iwasaki
[2] - Limo arcilloso	8,57	1,40	8,57	29,45	22,45	30,4	32,28	33,12	0	<30	26,34	29,57	37,09	28,09
[3] - Grava	33,31	4,00	24,155	33,9	26,9	34,76	32,06	38,25	41,67	30-32	34,03	34,25	45,22	36,98

Módulo de Young (Mpa)

	Nspt	Prof. Estrato (m)	Nspt corregido con Nivel Freático	Terzaghi	Schmertmann (1978) (Sabbie)	Schultze-Menzenbach (Sabbia ghiaiosa)	D'Appollonia ed altri 1970 (Sabbia)	Bowles (1982) Sabbia Media
[2] - Limo arcilloso	8,57	1,40	8,57	---	6,72	9,99	---	---
[3] - Grava	33,31	4,00	24,155	34,40	18,95	28,02	35,42	19,20

Módulo edométrico (Mpa)

	Nspt	Prof. Estrato (m)	Nspt corregido con Nivel	Buisman-Sanglerat	Begemann 1974 (Ghiaia con)	Farrent 1963	Menzenbach e Malcev (Sabbia
--	------	-------------------	--------------------------	-------------------	----------------------------	--------------	-----------------------------

			Freático	(sabbie)	sabbia)		media)
[2] - Limo arcilloso	8,57	1,40	8,57	---	4,42	5,97	7,47
[3] - Grava	33,31	4,00	24,155	14,21	7,56	16,82	14,29

Clasificación AGI (Asoc. Italiana. Geolog.)

	Nspt	Prof. Estrato (m)	Nspt corregido con Nivel Freático	Correlación	Clasificación AGI (Asoc. Italiana. Geolog.)
[2] - Limo arcilloso	8,57	1,40	8,57	Classificazione A.G.I	POCO DENSO
[3] - Grava	33,31	4,00	24,155	Classificazione A.G.I	DENSO

Peso específico

	Nspt	Prof. Estrato (m)	Nspt corregido con Nivel Freático	Correlación	Peso específico (KN/m³)
[2] - Limo arcilloso	8,57	1,40	8,57	Meyerhof ed altri	16,48
[3] - Grava	33,31	4,00	24,155	Meyerhof ed altri	20,20

Peso específico saturado

	Nspt	Prof. Estrato (m)	Nspt corregido con Nivel Freático	Correlación	Peso específico saturado (KN/m³)
[2] - Limo arcilloso	8,57	1,40	8,57	Terzaghi-Peck 1948-1967	18,73
[3] - Grava	33,31	4,00	24,155	Terzaghi-Peck 1948-1967	24,22

Módulo de Poisson

	Nspt	Prof. Estrato (m)	Nspt corregido con Nivel Freático	Correlación	Poisson
[2] - Limo arcilloso	8,57	1,40	8,57	(A.G.I.)	0,34
[3] - Grava	33,31	4,00	24,155	(A.G.I.)	0,31

Módulo de deformación al corte dinámico (Mpa)

	Nspt	Prof. Estrato (m)	Nspt corregido con Nivel Freático	Ohsaki (Sabbie pulite)	Robertson e Campanella (1983) e Imai & Tonouchi (1982)
[2] - Limo arcilloso	8,57	1,40	8,57	48,02	45,55
[3] - Grava	33,31	4,00	24,155	127,19	85,79

Velocidad ondas de corte

	Nspt	Prof. Estrato (m)	Nspt corregido con Nivel Freático	Correlación	Velocidad ondas de corte (m/s)
[2] - Limo arcilloso	8,57	1,40	8,57	Ohta & Goto (1978) Limos	99,2
[3] - Grava	33,31	4,00	24,155	Ohta & Goto (1978) Limos	143,76

ENSAYO...DPSH-02

Equipo utilizado...
 Ensayo realizado el
 Profundidad ensayo
 Nivel freático

DPSH (Dinamic Probing Super Heavy)
 25-11-2021
 3,20 mt

Tipo de elaboración: Medio

Profundidad (m)	Nº de golpes	Cálculo coef. reducción sonda Chi	Res. dinámica reducida (Mpa)	Res. dinámica (Mpa)	Pres. admisible con reducción Herminier - Olandesi (KPa)	Pres. admisible Herminier - Olandesi (KPa)
0,20	2	0,855	1,63	1,91	81,45	95,30
0,40	3	0,851	2,43	2,86	121,62	142,95
0,60	6	0,847	4,84	5,72	242,16	285,90
0,80	3	0,843	2,41	2,86	120,55	142,95
1,00	3	0,840	2,22	2,64	111,05	132,24
1,20	6	0,836	4,42	5,29	221,18	264,48
1,40	5	0,833	3,67	4,41	183,56	220,40
1,60	6	0,830	4,39	5,29	219,40	264,48
1,80	8	0,826	5,83	7,05	291,40	352,64
2,00	15	0,773	9,51	12,30	475,60	615,12
2,20	11	0,820	7,40	9,02	369,95	451,09
2,40	21	0,717	12,35	17,22	617,59	861,17
2,60	25	0,714	14,64	20,50	732,25	1025,21
2,80	54	0,611	27,08	44,29	1353,96	2214,44
3,00	39	0,609	18,20	29,90	910,04	1495,13
3,20	150	0,606	69,70	115,01	3484,80	5750,48

Prof. Estrato (m)	NPDM	Rd (Mpa)	Tipo	Clay Fraction (%)	Peso específico (KN/m³)	Peso específico saturado (KN/m³)	Tensión eficaz (KPa)	Coefic. de correlación con Nspt	Nspt	Descripción
0,6	3,67	3,49	Cohesivo	0	17,46	18,44	5,24	1,49	5,47	Arcilla limosa
3,2	26,62	21,22	Sin cohesión	0	21,57	24,52	37,83	1,5	40,04	Arena limosa

ESTIMACIÓN PARÁMETROS GEOTÉCNICOS ENSAYO DPSH-02

SUELOS COHESIVOS

Cohesión no drenada (KPa)

	Nspt	Prof. Estrato (m)	Terzaghi -Peck	Sanglerat	Terzaghi -Peck (1948)	U.S.D.M .S.M	Schmertmann 1975	SUNDA (1983) Benassi e Vannelli	Fletcher (1965) Arcilla de Chicago	Houston (1960)	Shioi - Fukui 1982	Begemann	De Beer
[1] - Arcilla limosa	5,47	0,60	33,54	67,08	24,52	21,77	52,27	104,74	48,35	82,57	26,77	88,26	67,08

Qc (resistencia por punta penetrómetro estático)

	Nspt	Prof. Estrato (m)	Correlación	Qc (Mpa)
[1] - Arcilla limosa	5,47	0,60	Robertson (1983)	1,07

Módulo edométrico (Mpa)

	Nspt	Prof. Estrato (m)	Stroud e Butler (1975)	Vesic (1970)	Trofimenkov (1974), Mitchell e Gardner	Buisman-Sanglerat
[1] - Arcilla limosa	5,47	0,60	2,46	8,05	5,65	6,71

Módulo de Young (Mpa)

	Nspt	Prof. Estrato (m)	Schultze	Apollonia
[1] - Arcilla limosa	5,47	0,60	4,17	5,36

Clasificación AGI (Asoc. Italiana. Geolog.)

	Nspt	Prof. Estrato (m)	Correlación	Clasificación
[1] - Arcilla limosa	5,47	0,60	A.G.I. (1977)	MODERAT. CONSISTENTE

Peso específico

	Nspt	Prof. Estrato (m)	Correlación	Peso específico (KN/m³)
[1] - Arcilla limosa	5,47	0,60	Meyerhof ed altri	17,46

Peso específico saturado

	Nspt	Prof. Estrato (m)	Correlación	Peso específico saturado (KN/m³)
[1] - Arcilla limosa	5,47	0,60	Meyerhof ed altri	18,44

Velocidad ondas de corte

	Nspt	Prof. Estrato (m)	Correlación	Velocidad ondas de corte (m/s)
[1] - Arcilla limosa	5,47	0,60		0

SUELOS SIN COHESIÓN
Densidad relativa

	Intestazione NSPT\$	Prof. Estrato (m)	Gibbs & Holtz 1957	Meyerhof 1957	Schultze & Menzenbach (1961)	Skempton 1986
[2] - Arena limosa	40,04	3,20	66,84	100	100	72,4

Ángulo de resistencia al corte

	Nspt	Prof. Estrato (m)	Nspt corregido o con Nivel Freático	Peck-Hanson-Thornburn-Meyerhoff of 1956	Meyerhof (1956)	Sowers (1961)	Malcev (1964)	Meyerhoff (1965)	Schmertmann (1977) Sabbie	Mitchell & Katti (1981)	Shioi-Fukuni 1982 (ROAD BRIDGE SPECIFICATION)	Japanese Nationa 1 Railway	De Mello	Owasaki & Iwasaki
[2] - Arena limosa	40,04	3,20	40,04	38,44	31,44	39,21	33,05	41,48	42	35-38	39,51	39,01	49,75	43,3

Módulo de Young (Mpa)

	Nspt	Prof. Estrato (m)	Nspt corregido con Nivel Freático	Terzaghi	Schmertmann (1978) (Sabbie)	Schultze-Menzenbach (Sabbia ghiaiosa)	D'Appollonia ed altri 1970 (Sabbia)	Bowles (1982) Sabbia Media
[2] - Arena limosa	40,04	3,20	40,04	44,29	31,41	46,40	47,10	26,99

Módulo edométrico (Mpa)

	Nspt	Prof. Estrato (m)	Nspt corregido con Nivel Freático	Buisman-Sanglerat (sabbie)	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	Farrent 1963	Menzenbach e Malcev (Sabbia media)
[2] - Arena limosa	40,04	3,20	40,04	23,56	10,76	27,88	21,24

Clasificación AGI (Asoc. Italiana. Geolog.)

	Nspt	Prof. Estrato (m)	Nspt corregido con Nivel Freático	Correlación	Clasificación AGI (Asoc. Italiana. Geolog.)
[2] - Arena limosa	40,04	3,20	40,04	Classificazione A.G.I	DENSO

Peso específico

	Nspt	Prof. Estrato (m)	Nspt corregido con Nivel Freático	Correlación	Peso específico (KN/m³)
[2] - Arena limosa	40,04	3,20	40,04	Meyerhof ed altri	21,57

Peso específico saturado

	Nspt	Prof. Estrato (m)	Nspt corregido con Nivel Freático	Correlación	Peso específico saturado (KN/m ³)
[2] - Arena limosa	40,04	3,20	40,04	Terzaghi-Peck 1948-1967	24,52

Módulo de Poisson

	Nspt	Prof. Estrato (m)	Nspt corregido con Nivel Freático	Correlación	Poisson
[2] - Arena limosa	40,04	3,20	40,04	(A.G.I.)	0,27

Módulo de deformación al corte dinámico (Mpa)

	Nspt	Prof. Estrato (m)	Nspt corregido con Nivel Freático	Ohsaki (Sabbie pulite)	Robertson e Campanella (1983) e Imai & Tonouchi (1982)
[2] - Arena limosa	40,04	3,20	40,04	204,54	116,83

ENSAYO...DPSH-03

Equipo utilizado...
 Ensayo realizado el
 Profundidad ensayo
 Nivel freático

DPSH (Dinamic Probing Super Heavy)
 25-11-2021
 4,00 mt

Tipo de elaboración: Medio

Profundidad (m)	Nº de golpes	Cálculo coef. reducción sonda Chi	Res. dinámica reducida (Mpa)	Res. dinámica (Mpa)	Pres. admisible con reducción Herminier - Olandesi (KPa)	Pres. admisible Herminier - Olandesi (KPa)
0,20	2	0,855	1,63	1,91	81,45	95,30
0,40	2	0,851	1,62	1,91	81,08	95,30
0,60	5	0,847	4,04	4,76	201,80	238,25
0,80	6	0,843	4,82	5,72	241,11	285,90
1,00	8	0,840	5,92	7,05	296,13	352,64
1,20	7	0,836	5,16	6,17	258,04	308,56
1,40	6	0,833	4,41	5,29	220,28	264,48
1,60	7	0,830	5,12	6,17	255,97	308,56
1,80	10	0,826	7,28	8,82	364,25	440,80
2,00	15	0,773	9,51	12,30	475,60	615,12
2,20	12	0,820	8,07	9,84	403,58	492,10
2,40	20	0,767	12,58	16,40	629,18	820,16
2,60	18	0,764	11,28	14,76	564,13	738,15
2,80	25	0,711	14,59	20,50	729,35	1025,21
3,00	36	0,659	18,18	27,60	909,05	1380,12
3,20	38	0,656	19,11	29,14	955,66	1456,79
3,40	31	0,653	15,53	23,77	776,52	1188,43
3,60	28	0,701	15,05	21,47	752,33	1073,42
3,80	27	0,698	14,46	20,70	722,92	1035,09
4,00	36	0,646	16,74	25,91	837,05	1295,70

Prof. Estrato (m)	NPDM	Rd (Mpa)	Tipo	Clay Fraction (%)	Peso específico (KN/m³)	Peso específico saturado (KN/m³)	Tensión eficaz (KPa)	Coefic. de correlación con Nspt	Nspt	Descripción
0,6	3	2,86	Cohesivo	0	16,97	18,34	5,09	1,49	4,47	Arcilla
1,6	6,8	6,08	Sin cohesión	0	17,06	18,83	18,71	1,5	10,23	Arena limosa
4	24,67	19,27	Sin cohesión	0	21,48	24,52	53,02	1,51	37,35	Grava limosa

ESTIMACIÓN PARÁMETROS GEOTÉCNICOS ENSAYO DPSH-03

SUELOS COHESIVOS

Cohesión no drenada (KPa)

	Nspt	Prof. Estrato (m)	Terzaghi -Peck	Sanglerat	Terzaghi -Peck (1948)	U.S.D.M .S.M	Schmertmann 1975	SUNDA (1983) Benassi e Vannelli	Fletcher (1965) Arcilla de Chicago	Houston (1960)	Shioi - Fukui 1982	Begeman	De Beer
[1] - Arcilla	4,47	0,60	27,36	54,82	24,52	17,85	42,66	85,81	39,72	75,12	21,87	71,00	54,82

Qc (resistencia por punta penetrómetro estático)

	Nspt	Prof. Estrato (m)	Correlación	Qc (Mpa)
[1] - Arcilla	4,47	0,60	Robertson (1983)	0,88

Módulo edométrico (Mpa)

	Nspt	Prof. Estrato (m)	Stroud e Butler (1975)	Vesic (1970)	Trofimenkov (1974), Mitchell e Gardner	Buisman-Sanglerat
[1] - Arcilla	4,47	0,60	2,01	6,58	4,65	5,48

Módulo de Young (Mpa)

	Nspt	Prof. Estrato (m)	Schultze	Apollonia
[1] - Arcilla	4,47	0,60	3,04	4,38

Clasificación AGI (Asoc. Italiana. Geolog.)

	Nspt	Prof. Estrato (m)	Correlación	Clasificación
[1] - Arcilla	4,47	0,60	A.G.I. (1977)	MODERAT. CONSISTENTE

Peso específico

	Nspt	Prof. Estrato (m)	Correlación	Peso específico (KN/m³)
[1] - Arcilla	4,47	0,60	Meyerhof ed altri	16,97

Peso específico saturado

	Nspt	Prof. Estrato (m)	Correlación	Peso específico saturado (KN/m³)
[1] - Arcilla	4,47	0,60	Meyerhof ed altri	18,34

Velocidad ondas de corte

	Nspt	Prof. Estrato (m)	Correlación	Velocidad ondas de corte (m/s)
[1] - Arcilla	4,47	0,60		0

SUELOS SIN COHESIÓN**Densidad relativa**

	Intestazione NSPT\$	Prof. Estrato (m)	Gibbs & Holtz 1957	Meyerhof 1957	Schultze & Menzenbach (1961)	Skempton 1986
[2] - Arena limosa	10,23	1,60	37,46	71,16	80,28	33,5
[3] - Grava limosa	37,35	4,00	61,53	100	100	70,21

Ángulo de resistencia al corte

	Nspt	Prof. Estrato (m)	Nspt corregido o con Nivel Freático	Peck-Hanson-Thornburn-Meyerhof of 1956	Meyerhof (1956)	Sowers (1961)	Malcev (1964)	Meyerhoff (1965)	Schmertmann & Katti (1977) Sabbie	Mitchell & Katti (1981)	Shioi-Fukuni 1982 (ROAD BRIDGE SPECIFICATION)	Japanese Nationale Railway	De Mello	Owasaki & Iwasaki
[2] - Arena limosa	10,23	1,60	10,23	29,92	22,92	30,86	32,36	33,76	37,96	<30	27,39	30,07	38,58	29,3
[3] - Grava limosa	37,35	4,00	37,35	37,67	30,67	38,46	32,2	41,07	42	35-38	38,67	38,2	48,55	42,33

Módulo de Young (Mpa)

	Nspt	Prof. Estrato (m)	Nspt corregido con Nivel Freático	Terzaghi	Schmertmann (1978) (Sabbie)	Schultze-Menzenbach (Sabbia ghiaiosa)	D'Appollonia ed altri 1970 (Sabbia)	Bowles (1982) Sabbia Media
[2] - Arena limosa	10,23	1,60	10,23	22,39	8,03	11,91	25,18	12,37
[3] - Grava limosa	37,35	4,00	37,35	42,78	29,30	43,29	45,12	25,67

Módulo edométrico (Mpa)

	Nspt	Prof. Estrato (m)	Nspt corregido con Nivel Freático	Buisman-Sanglerat (sabbie)	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	Farrent 1963	Menzenbach e Malcev (Sabbia media)
[2] - Arena limosa	10,23	1,60	10,23	6,02	4,75	7,12	8,20
[3] - Grava limosa	37,35	4,00	37,35	21,98	10,22	26,01	20,06

Clasificación AGI (Asoc. Italiana. Geolog.)

	Nspt	Prof. Estrato (m)	Nspt corregido con Nivel Freático	Correlación	Clasificación AGI (Asoc. Italiana. Geolog.)
[2] - Arena limosa	10,23	1,60	10,23	Classificazione A.G.I	MODERADAMENTE DENSO
[3] - Grava limosa	37,35	4,00	37,35	Classificazione A.G.I	DENSO

Peso específico

	Nspt	Prof. Estrato (m)	Nspt corregido con Nivel Freático	Correlación	Peso específico (KN/m³)
[2] - Arena limosa	10,23	1,60	10,23	Meyerhof ed altri	17,06
[3] - Grava limosa	37,35	4,00	37,35	Meyerhof ed altri	21,48

Peso específico saturado

	Nspt	Prof. Estrato (m)	Nspt corregido con Nivel Freático	Correlación	Peso específico saturado (KN/m³)
[2] - Arena limosa	10,23	1,60	10,23	Terzaghi-Peck 1948-1967	18,83
[3] - Grava limosa	37,35	4,00	37,35	Terzaghi-Peck 1948-1967	24,52

Módulo de Poisson

	Nspt	Prof. Estrato (m)	Nspt corregido con Nivel Freático	Correlación	Poisson
[2] - Arena limosa	10,23	1,60	10,23	(A.G.I.)	0,33
[3] - Grava limosa	37,35	4,00	37,35	(A.G.I.)	0,28

Módulo de deformación al corte dinámico (Mpa)

	Nspt	Prof. Estrato (m)	Nspt corregido con Nivel Freático	Ohsaki (Sabbie pulite)	Robertson e Campanella (1983) e Imai & Tonouchi (1982)
[2] - Arena limosa	10,23	1,60	10,23	56,72	50,75
[3] - Grava limosa	37,35	4,00	37,35	191,60	111,97

ENSAYO...DPSH-04

Equipo utilizado... DPSH (Dinamic Probing Super Heavy)
 Ensayo realizado el 25-11-2021
 Profundidad ensayo 4,00 mt
 Nivel freático

Tipo de elaboración: Medio

Profundidad (m)	Nº de golpes	Cálculo coef. reducción sonda Chi	Res. dinámica reducida (Mpa)	Res. dinámica (Mpa)	Pres. admisible con reducción Herminier - Olandesi (KPa)	Pres. admisible Herminier - Olandesi (KPa)
0,20	3	0,855	2,44	2,86	122,17	142,95
0,40	3	0,851	2,43	2,86	121,62	142,95
0,60	5	0,847	4,04	4,76	201,80	238,25
0,80	4	0,843	3,21	3,81	160,74	190,60
1,00	4	0,840	2,96	3,53	148,07	176,32
1,20	4	0,836	2,95	3,53	147,45	176,32
1,40	5	0,833	3,67	4,41	183,56	220,40
1,60	9	0,830	6,58	7,93	329,10	396,72
1,80	10	0,826	7,28	8,82	364,25	440,80
2,00	12	0,823	8,10	9,84	405,09	492,10
2,20	16	0,770	10,11	13,12	505,30	656,13
2,40	30	0,717	17,65	24,60	882,26	1230,25
2,60	32	0,664	17,43	26,25	871,66	1312,26
2,80	39	0,611	19,56	31,99	977,86	1599,32
3,00	36	0,659	18,18	27,60	909,05	1380,12
3,20	38	0,656	19,11	29,14	955,66	1456,79
3,40	32	0,653	16,03	24,54	801,57	1226,77
3,60	42	0,601	19,35	32,20	967,49	1610,14
3,80	38	0,648	18,89	29,14	944,60	1456,79
4,00	36	0,646	16,74	25,91	837,05	1295,70

Prof. Estrato (m)	NPDM	Rd (Mpa)	Tipo	Clay Fraction (%)	Peso específico (KN/m³)	Peso específico saturado (KN/m³)	Tensión eficaz (KPa)	Coefic. de correlación con Nspt	Nspt	Descripción
0,6	3,67	3,49	Cohesivo	0	17,46	18,44	5,24	1,49	5,47	Arcilla limosa
1,4	4,25	3,82	Sin cohesión	0	15,59	18,63	16,71	1,49	6,34	Arena limosa
4	28,46	22,39	Sin cohesión	0	21,67	24,52	42,77	1,51	43,09	Grava limosa

ESTIMACIÓN PARÁMETROS GEOTÉCNICOS ENSAYO DPSH-04

SUELOS COHESIVOS

Cohesión no drenada (KPa)

	Nspt	Prof. Estrato (m)	Terzaghi -Peck	Sanglerat	Terzaghi -Peck (1948)	U.S.D.M .S.M	Schmittmann 1975	SUNDA (1983) Benassi e Vannelli	Fletcher (1965) Arcilla de Chicago	Houston (1960)	Shioi - Fukui 1982	Begemann	De Beer
[1] - Arcilla limosa	5,47	0,60	33,54	67,08	24,52	21,77	52,27	104,74	48,35	82,57	26,77	88,26	67,08

Qc (resistencia por punta penetrómetro estático)

	Nspt	Prof. Estrato (m)	Correlación	Qc (Mpa)
[1] - Arcilla limosa	5,47	0,60	Robertson (1983)	1,07

Módulo edométrico (Mpa)

	Nspt	Prof. Estrato (m)	Stroud e Butler (1975)	Vesic (1970)	Trofimenkov (1974), Mitchell e Gardner	Buisman-Sanglerat
[1] - Arcilla limosa	5,47	0,60	2,46	8,05	5,65	6,71

Módulo de Young (Mpa)

	Nspt	Prof. Estrato (m)	Schultze	Apollonia
[1] - Arcilla limosa	5,47	0,60	4,17	5,36

Clasificación AGI (Asoc. Italiana. Geolog.)

	Nspt	Prof. Estrato (m)	Correlación	Clasificación
[1] - Arcilla limosa	5,47	0,60	A.G.I. (1977)	MODERAT. CONSISTENTE

Peso específico

	Nspt	Prof. Estrato (m)	Correlación	Peso específico (KN/m³)
[1] - Arcilla limosa	5,47	0,60	Meyerhof ed altri	17,46

Peso específico saturado

	Nspt	Prof. Estrato (m)	Correlación	Peso específico saturado (KN/m³)
[1] - Arcilla limosa	5,47	0,60	Meyerhof ed altri	18,44

Velocidad ondas de corte

	Nspt	Prof. Estrato (m)	Correlación	Velocidad ondas de corte (m/s)
[1] - Arcilla limosa	5,47	0,60		0

SUELOS SIN COHESIÓN
Densidad relativa

	Intestazione NSPT\$	Prof. Estrato (m)	Gibbs & Holtz 1957	Meyerhof 1957	Schultze & Menzenbach (1961)	Skempton 1986
[2] - Arena limosa	6,34	1,40	28,04	56,68	65,79	24,32
[3] - Grava limosa	43,09	4,00	67,74	100	100	74,81

Ángulo de resistencia al corte

	Nspt	Prof. Estrato (m)	Nspt corregido o con Nivel Freático	Peck-Hanson-Thornburn-Meyerhof of 1956	Meyerhof (1956)	Sowers (1961)	Malcev (1964)	Meyerhof (1965)	Schmertmann (1977) Sabbie	Mitchell & Katti (1981)	Shioi-Fukuni 1982 (ROAD BRIDGE SPECIFICATION)	Japanese Nationa l Railway	De Mello	Owasaki & Iwasaki
[2] - Arena limosa	6,34	1,40	6,34	28,81	21,81	29,78	31,83	32,23	0	<30	24,75	28,9	34,48	26,26
[3] - Grava limosa	43,09	4,00	43,09	39,31	32,31	40,07	32,9	41,86	42	35-38	40,42	39,93	50,2	44,36

Módulo de Young (Mpa)

	Nspt	Prof. Estrato (m)	Nspt corregido con Nivel Freático	Terzaghi	Schmertmann (1978) (Sabbie)	Schultze-Menzenbach (Sabbia ghiaiosa)	D'Appollonia ed altri 1970 (Sabbia)	Bowles (1982) Sabbia Media
[2] - Arena limosa	6,34	1,40	6,34	---	4,97	---	---	---
[3] - Grava limosa	43,09	4,00	43,09	45,95	33,81	49,93	49,34	28,48

Módulo edométrico (Mpa)

	Nspt	Prof. Estrato (m)	Nspt corregido con Nivel Freático	Buisman-Sanglerat (sabbie)	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	Farrent 1963	Menzenbach e Malcev (Sabbia media)
[2] - Arena limosa	6,34	1,40	6,34	---	3,97	4,41	6,50
[3] - Grava limosa	43,09	4,00	43,09	25,35	11,37	30,00	22,57

Clasificación AGI (Asoc. Italiana. Geolog.)

	Nspt	Prof. Estrato (m)	Nspt corregido con Nivel Freático	Correlación	Clasificación AGI (Asoc. Italiana. Geolog.)
[2] - Arena limosa	6,34	1,40	6,34	Classificazione A.G.I	POCO DENSO
[3] - Grava limosa	43,09	4,00	43,09	Classificazione A.G.I	DENSO

Peso específico

	Nspt	Prof. Estrato (m)	Nspt corregido con Nivel Freático	Correlación	Peso específico (KN/m³)
[2] - Arena limosa	6,34	1,40	6,34	Meyerhof ed altri	15,59
[3] - Grava limosa	43,09	4,00	43,09	Meyerhof ed altri	21,67

Peso específico saturado

	Nspt	Prof. Estrato (m)	Nspt corregido con Nivel Freático	Correlación	Peso específico saturado (KN/m³)
[2] - Arena limosa	6,34	1,40	6,34	Terzaghi-Peck 1948- 1967	18,63
[3] - Grava limosa	43,09	4,00	43,09	Terzaghi-Peck 1948- 1967	24,52

Módulo de Poisson

	Nspt	Prof. Estrato (m)	Nspt corregido con Nivel Freático	Correlación	Poisson
[2] - Arena limosa	6,34	1,40	6,34	(A.G.I.)	0,34
[3] - Grava limosa	43,09	4,00	43,09	(A.G.I.)	0,27

Módulo de deformación al corte dinámico (Mpa)

	Nspt	Prof. Estrato (m)	Nspt corregido con Nivel Freático	Ohsaki (Sabbie pulite)	Robertson e Campanella (1983) e Imai & Tonouchi (1982)
[2] - Arena limosa	6,34	1,40	6,34	36,17	37,89
[3] - Grava limosa	43,09	4,00	43,09	219,15	122,19

ENSAYO...DPSH-05

Equipo utilizado... DPSH (Dinamic Probing Super Heavy)
 Ensayo realizado el 25-11-2021
 Profundidad ensayo 3,40 mt
 Nivel freático

Tipo de elaboración: Medio

Profundidad (m)	Nº de golpes	Cálculo coef. reducción sonda Chi	Res. dinámica reducida (Mpa)	Res. dinámica (Mpa)	Pres. admisible con reducción Herminier - Olandesi (KPa)	Pres. admisible Herminier - Olandesi (KPa)
0,20	2	0,855	1,63	1,91	81,45	95,30
0,40	3	0,851	2,43	2,86	121,62	142,95
0,60	7	0,847	5,65	6,67	282,52	333,55
0,80	8	0,843	6,43	7,62	321,48	381,20
1,00	8	0,840	5,92	7,05	296,13	352,64
1,20	5	0,836	3,69	4,41	184,31	220,40
1,40	6	0,833	4,41	5,29	220,28	264,48
1,60	7	0,830	5,12	6,17	255,97	308,56
1,80	9	0,826	6,56	7,93	327,82	396,72
2,00	22	0,723	13,05	18,04	652,44	902,18
2,20	30	0,720	17,72	24,60	885,93	1230,25
2,40	38	0,667	20,79	31,17	1039,62	1558,31
2,60	32	0,664	17,43	26,25	871,66	1312,26
2,80	48	0,611	24,07	39,37	1203,52	1968,40
3,00	57	0,609	26,60	43,70	1330,07	2185,18
3,20	52	0,606	24,16	39,87	1208,07	1993,50
3,40	150	0,603	69,40	115,01	3469,85	5750,48

Prof. Estrato (m)	NPDM	Rd (Mpa)	Tipo	Clay Fraction (%)	Peso específico (KN/m³)	Peso específico saturado (KN/m³)	Tensión eficaz (KPa)	Coefic. de correlación con Nspt	Nspt	Descripción
0,6	4	3,81	Cohesivo	0	17,75	18,53	5,33	1,49	5,96	Arcilla limosa
1,8	7,17	6,41	Sin cohesión	0	17,26	18,83	21,01	1,5	10,78	Arena limosa
3,4	53,62	42,25	Sin cohesión	0	24,52	24,52	47,06	1,51	81,18	Grava arenosa

ESTIMACIÓN PARÁMETROS GEOTÉCNICOS ENSAYO DPSH-05

SUELOS COHESIVOS

Cohesión no drenada (KPa)

	Nspt	Prof. Estrato (m)	Terzaghi -Peck	Sanglerat	Terzaghi -Peck (1948)	U.S.D.M .S.M	Schmertmann 1975	SUNDA (1983)	Fletcher (1965)	Houston (1960)	Shioi - Fukui 1982	Begemann	De Beer
[1] - Arcilla limosa	5,96	0,60	36,58	73,06	24,52	23,63	56,98	114,35	52,56	86,20	29,22	96,79	73,06

Qc (resistencia por punta penetrómetro estático)

	Nspt	Prof. Estrato (m)	Correlación	Qc (Mpa)
[1] - Arcilla limosa	5,96	0,60	Robertson (1983)	1,17

Módulo edométrico (Mpa)

	Nspt	Prof. Estrato (m)	Stroud e Butler (1975)	Vesic (1970)	Trofimenkov (1974), Mitchell e Gardner	Buisman-Sanglerat
[1] - Arcilla limosa	5,96	0,60	2,68	8,77	6,14	7,31

Módulo de Young (Mpa)

	Nspt	Prof. Estrato (m)	Schultze	Apollonia
[1] - Arcilla limosa	5,96	0,60	4,72	5,84

Clasificación AGI (Asoc. Italiana. Geolog.)

	Nspt	Prof. Estrato (m)	Correlación	Clasificación
[1] - Arcilla limosa	5,96	0,60	A.G.I. (1977)	MODERAT. CONSISTENTE

Peso específico

	Nspt	Prof. Estrato (m)	Correlación	Peso específico (KN/m³)
[1] - Arcilla limosa	5,96	0,60	Meyerhof ed altri	17,75

Peso específico saturado

	Nspt	Prof. Estrato (m)	Correlación	Peso específico saturado (KN/m³)
[1] - Arcilla limosa	5,96	0,60	Meyerhof ed altri	18,53

Velocidad ondas de corte

	Nspt	Prof. Estrato (m)	Correlación	Velocidad ondas de corte (m/s)
[1] - Arcilla limosa	5,96	0,60		0

SUELOS SIN COHESIÓN
Densidad relativa

	Intestazione NSPT\$	Prof. Estrato (m)	Gibbs & Holtz 1957	Meyerhof 1957	Schultze & Menzenbach (1961)	Skempton 1986
[2] - Arena limosa	10,78	1,80	38,1	72,11	79,86	34,69
[3] - Grava arenosa	81,18	3,40	85,9	100	100	100

Ángulo de resistencia al corte

	Nspt	Prof. Estrato (m)	Nspt corregido o con Nivel Freático	Peck-Hanson-Thornburn-Meyerhof of 1956	Meyerhof (1956)	Sowers (1961)	Malcev (1964)	Meyerhoff (1965)	Schmertmann & Katti (1977) Sabbie	Mitchell & Katti (1981)	Shioi-Fukuni 1982 (ROAD BRIDGE SPECIFICATION)	Japanese Nationale Railway	De Mello	Owasaki & Iwasaki
[2] - Arena limosa	10,78	1,80	10,78	30,08	23,08	31,02	32,2	33,96	38,1	<30	27,72	30,23	38,94	29,68
[3] - Grava arenosa	81,18	3,40	81,18	50,19	43,19	50,73	33,72	40,45	42	>38	49,9	51,35	55,56	55,29

Módulo de Young (Mpa)

	Nspt	Prof. Estrato (m)	Nspt corregido con Nivel Freático	Terzaghi	Schmertmann (1978) (Sabbie)	Schultze-Menzenbach (Sabbia ghiaiosa)	D'Appollonia ed altri 1970 (Sabbia)	Bowles (1982) Sabbia Media
[2] - Arena limosa	10,78	1,80	10,78	22,98	8,46	12,54	25,58	12,64
[3] - Grava arenosa	81,18	3,40	81,18	63,07	63,69	94,01	77,36	47,16

Módulo edométrico (Mpa)

	Nspt	Prof. Estrato (m)	Nspt corregido con Nivel Freático	Buisman-Sanglerat (sabbie)	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	Farrent 1963	Menzenbach e Malcev (Sabbia media)
[2] - Arena limosa	10,78	1,80	10,78	6,34	4,87	7,51	8,44
[3] - Grava arenosa	81,18	3,40	81,18	47,77	19,05	56,52	39,23

Clasificación AGI (Asoc. Italiana. Geolog.)

	Nspt	Prof. Estrato (m)	Nspt corregido con Nivel Freático	Correlación	Clasificación AGI (Asoc. Italiana. Geolog.)
[2] - Arena limosa	10,78	1,80	10,78	Classificazione A.G.I	MODERADAMENTE DENSO
[3] - Grava arenosa	81,18	3,40	81,18	Classificazione A.G.I	MUY DENSO

Peso específico

	Nspt	Prof. Estrato (m)	Nspt corregido con Nivel Freático	Correlación	Peso específico (KN/m³)
[2] - Arena limosa	10,78	1,80	10,78	Meyerhof ed altri	17,26
[3] - Grava arenosa	81,18	3,40	81,18	Meyerhof ed altri	24,52

Peso específico saturado

	Nspt	Prof. Estrato (m)	Nspt corregido con Nivel Freático	Correlación	Peso específico saturado (KN/m³)
[2] - Arena limosa	10,78	1,80	10,78	Terzaghi-Peck 1948-1967	18,83
[3] - Grava arenosa	81,18	3,40	81,18	Terzaghi-Peck 1948-1967	24,52

Módulo de Poisson

	Nspt	Prof. Estrato (m)	Nspt corregido con Nivel Freático	Correlación	Poisson
[2] - Arena limosa	10,78	1,80	10,78	(A.G.I.)	0,33
[3] - Grava arenosa	81,18	3,40	81,18	(A.G.I.)	0,19

Módulo de deformación al corte dinámico (Mpa)

	Nspt	Prof. Estrato (m)	Nspt corregido con Nivel Freático	Ohsaki (Sabbie pulite)	Robertson e Campanella (1983) e Imai & Tonouchi (1982)
[2] - Arena limosa	10,78	1,80	10,78	59,58	52,40
[3] - Grava arenosa	81,18	3,40	81,18	397,48	179,93

ENSAYO...DPSH-06

Equipo utilizado...
 Ensayo realizado el
 Profundidad ensayo
 Nivel freático

DPSH (Dinamic Probing Super Heavy)
 25-11-2021
 3,40 mt

Tipo de elaboración: Medio

Profundidad (m)	Nº de golpes	Cálculo coef. reducción sonda Chi	Res. dinámica reducida (Mpa)	Res. dinámica (Mpa)	Pres. admisible con reducción Herminier - Olandesi (KPa)	Pres. admisible Herminier - Olandesi (KPa)
0,20	2	0,855	1,63	1,91	81,45	95,30
0,40	3	0,851	2,43	2,86	121,62	142,95
0,60	6	0,847	4,84	5,72	242,16	285,90
0,80	5	0,843	4,02	4,76	200,92	238,25
1,00	5	0,840	3,70	4,41	185,08	220,40
1,20	4	0,836	2,95	3,53	147,45	176,32
1,40	4	0,833	2,94	3,53	146,85	176,32
1,60	10	0,830	7,31	8,82	365,67	440,80
1,80	9	0,826	6,56	7,93	327,82	396,72
2,00	15	0,773	9,51	12,30	475,60	615,12
2,20	14	0,770	8,84	11,48	442,14	574,12
2,40	25	0,717	14,70	20,50	735,22	1025,21
2,60	29	0,714	16,99	23,78	849,41	1189,24
2,80	40	0,611	20,06	32,81	1002,93	1640,33
3,00	38	0,659	19,19	29,14	959,55	1456,79
3,20	45	0,606	20,91	34,50	1045,44	1725,14
3,40	150	0,603	69,40	115,01	3469,85	5750,48

Prof. Estrato (m)	NPDM	Rd (Mpa)	Tipo	Clay Fraction (%)	Peso específico (KN/m³)	Peso específico saturado (KN/m³)	Tensión eficaz (KPa)	Coefic. de correlación con Nspt	Nspt	Descripción
0,6	3,67	3,49	Cohesivo	0	17,46	18,44	5,24	1,49	5,47	Arcilla limosa
1,8	6,17	5,5	Sin cohesión	0	16,77	18,73	20,54	1,5	9,28	Arena limosa
3,4	44,5	34,94	Sin cohesión	0	23,14	24,52	44,9	1,51	67,37	Grava limosa

ESTIMACIÓN PARÁMETROS GEOTÉCNICOS ENSAYO DPSH-06

SUELOS COHESIVOS

Cohesión no drenada (KPa)

	Nspt	Prof. Estrato (m)	Terzaghi -Peck	Sanglerat	Terzaghi -Peck (1948)	U.S.D.M .S.M	Schmertmann 1975	SUNDA (1983) Benassi e Vannelli	Fletcher (1965) Arcilla de Chicago	Houston (1960)	Shioi - Fukui 1982	Begemann	De Beer
[1] - Arcilla limosa	5,47	0,60	33,54	67,08	24,52	21,77	52,27	104,74	48,35	82,57	26,77	88,26	67,08

Qc (resistencia por punta penetrómetro estático)

	Nspt	Prof. Estrato (m)	Correlación	Qc (Mpa)
[1] - Arcilla limosa	5,47	0,60	Robertson (1983)	1,07

Módulo edométrico (Mpa)

	Nspt	Prof. Estrato (m)	Stroud e Butler (1975)	Vesic (1970)	Trofimenkov (1974), Mitchell e Gardner	Buisman-Sanglerat
[1] - Arcilla limosa	5,47	0,60	2,46	8,05	5,65	6,71

Módulo de Young (Mpa)

	Nspt	Prof. Estrato (m)	Schultze	Apollonia
[1] - Arcilla limosa	5,47	0,60	4,17	5,36

Clasificación AGI (Asoc. Italiana. Geolog.)

	Nspt	Prof. Estrato (m)	Correlación	Clasificación
[1] - Arcilla limosa	5,47	0,60	A.G.I. (1977)	MODERAT. CONSISTENTE

Peso específico

	Nspt	Prof. Estrato (m)	Correlación	Peso específico (KN/m³)
[1] - Arcilla limosa	5,47	0,60	Meyerhof ed altri	17,46

Peso específico saturado

	Nspt	Prof. Estrato (m)	Correlación	Peso específico saturado (KN/m³)
[1] - Arcilla limosa	5,47	0,60	Meyerhof ed altri	18,44

Velocidad ondas de corte

	Nspt	Prof. Estrato (m)	Correlación	Velocidad ondas de corte (m/s)
[1] - Arcilla limosa	5,47	0,60		0

SUELOS SIN COHESIÓN**Densidad relativa**

	Intestazione NSPT\$	Prof. Estrato (m)	Gibbs & Holtz 1957	Meyerhof 1957	Schultze & Menzenbach (1961)	Skempton 1986
[2] - Arena limosa	9,28	1,80	34,99	67,08	74,78	31,38
[3] - Grava limosa	67,37	3,40	80,52	100	100	99,76

Ángulo de resistencia al corte

	Nspt	Prof. Estrato (m)	Nspt corregido o con Nivel Freático	Peck-Hanson-Thornburn-Meyerhof of 1956	Meyerhof (1956)	Sowers (1961)	Malcev (1964)	Meyerhoff (1965)	Schmertmann & Katti (1977) Sabbie	Mitchell & Katti (1981)	Shioi-Fukuni 1982 (ROAD BRIDGE SPECIFICATION)	Japanese Nationale Railway	De Mello	Owasaki & Iwasaki
[2] - Arena limosa	9,28	1,80	9,28	29,65	22,65	30,6	32	33,39	0	<30	26,8	29,78	37,65	28,62
[3] - Grava limosa	67,37	3,40	67,37	46,25	39,25	46,86	33,52	42,31	42	>38	46,79	47,21	54,02	51,71

Módulo de Young (Mpa)

	Nspt	Prof. Estrato (m)	Nspt corregido con Nivel Freático	Terzaghi	Schmertmann (1978) (Sabbie)	Schultze-Menzenbach (Sabbia ghiaiosa)	D'Appollonia ed altri 1970 (Sabbia)	Bowles (1982) Sabbia Media
[2] - Arena limosa	9,28	1,80	9,28	---	7,28	10,81	---	---
[3] - Grava limosa	67,37	3,40	67,37	57,45	52,85	78,03	67,20	40,39

Módulo edométrico (Mpa)

	Nspt	Prof. Estrato (m)	Nspt corregido con Nivel Freático	Buisman-Sanglerat (sabbie)	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	Farrent 1963	Menzenbach e Malcev (Sabbia media)
[2] - Arena limosa	9,28	1,80	9,28	---	4,56	6,46	7,79
[3] - Grava limosa	67,37	3,40	67,37	39,64	16,26	46,91	33,19

Clasificación AGI (Asoc. Italiana. Geolog.)

	Nspt	Prof. Estrato (m)	Nspt corregido con Nivel Freático	Correlación	Clasificación AGI (Asoc. Italiana. Geolog.)
[2] - Arena limosa	9,28	1,80	9,28	Classificazione A.G.I	POCO DENSO
[3] - Grava limosa	67,37	3,40	67,37	Classificazione A.G.I	MUY DENSO

Peso específico

	Nspt	Prof. Estrato (m)	Nspt corregido con Nivel Freático	Correlación	Peso específico (KN/m³)
[2] - Arena limosa	9,28	1,80	9,28	Meyerhof ed altri	16,77
[3] - Grava limosa	67,37	3,40	67,37	Meyerhof ed altri	23,14

Peso específico saturado

	Nspt	Prof. Estrato (m)	Nspt corregido con Nivel Freático	Correlación	Peso específico saturado (KN/m³)
[2] - Arena limosa	9,28	1,80	9,28	Terzaghi-Peck 1948-1967	18,73
[3] - Grava limosa	67,37	3,40	67,37	Terzaghi-Peck 1948-1967	24,52

Módulo de Poisson

	Nspt	Prof. Estrato (m)	Nspt corregido con Nivel Freático	Correlación	Poisson
[2] - Arena limosa	9,28	1,80	9,28	(A.G.I.)	0,34
[3] - Grava limosa	67,37	3,40	67,37	(A.G.I.)	0,22

Módulo de deformación al corte dinámico (Mpa)

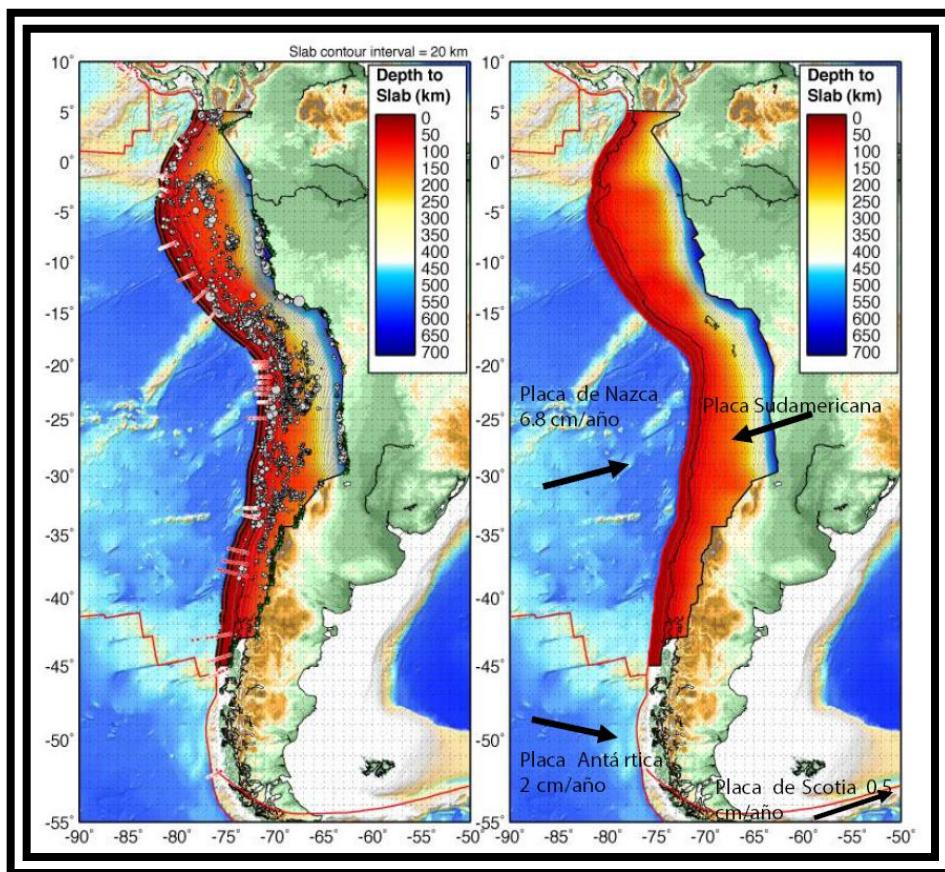
	Nspt	Prof. Estrato (m)	Nspt corregido con Nivel Freático	Ohsaki (Sabbie pulite)	Robertson e Campanella (1983) e Imai & Tonouchi (1982)
[2] - Arena limosa	9,28	1,80	9,28	51,75	47,82
[3] - Grava limosa	67,37	3,40	67,37	333,57	160,56

ANEXO 11: ANÁLISIS SÍSMICO DE LA ZONA DE ESTUDIO.

[Volver al texto](#)

Chile se encuentra ubicado sobre la placa Sudamericana en su borde occidental, donde convergen generando zonas de subducción las placas de Nazca y Antártica, en tanto que la placa de Scotia se desliza horizontalmente respecto a la placa Sudamericana, en un borde de placas transcurrente. Estas interacciones producen una gran deformación del continente Sudamericano, y generan terremotos en todo Chile. Debido a la alta velocidad de convergencia entre Nazca y Sudamérica, la sismicidad en esa zona es la más intensa y produce los mayores terremotos en el país.

Figura: Marco Tectónico del borde occidental del continente sudamericano.



A continuación, se desarrollan los cálculos según lo reglamentado en la NCh 2369 de 2003 "Diseño sísmico de estructuras e instalaciones industriales" y con las consideraciones recogidas en la Sección 3.1004 "Diseño Sísmico" del Manual de Carreteras de Chile y el "Decreto tramitado por el Ministerio de vivienda y urbanismo del 6/12/2011" se ofrece la siguiente caracterización del terreno en términos de sismicidad.

El **Coeficiente Sísmico** se determina en base:

$$C = \frac{2,75A_0}{gR} \left(\frac{T'}{T^*} \right)^n \left(\frac{0,05}{\xi} \right)^{0,4} \geq \frac{0,25A_0}{g}$$

A_0 Aceleración efectiva máxima, según zonificación sísmica

T' : Parámetro según el tipo de suelo de fundación

N : Parámetro según el tipo de suelo de fundación

T^* : Periodo fundamental de vibración, función del tipo de estructura

R : Factor de modificación de la respuesta

ξ : Razón de amortiguamiento

El análisis modal espectral se debe hacer para el espectro de diseño siguiente:

$$S_a = \frac{2,75IA_0}{R} \left(\frac{T'}{T^*} \right)^n \left(\frac{0,05}{\xi} \right)^{0,4} \geq IC_{máx}g$$

Siendo I el coeficiente de importancia de la estructura (este dato deberá ser decidido en última instancia por el calculista).

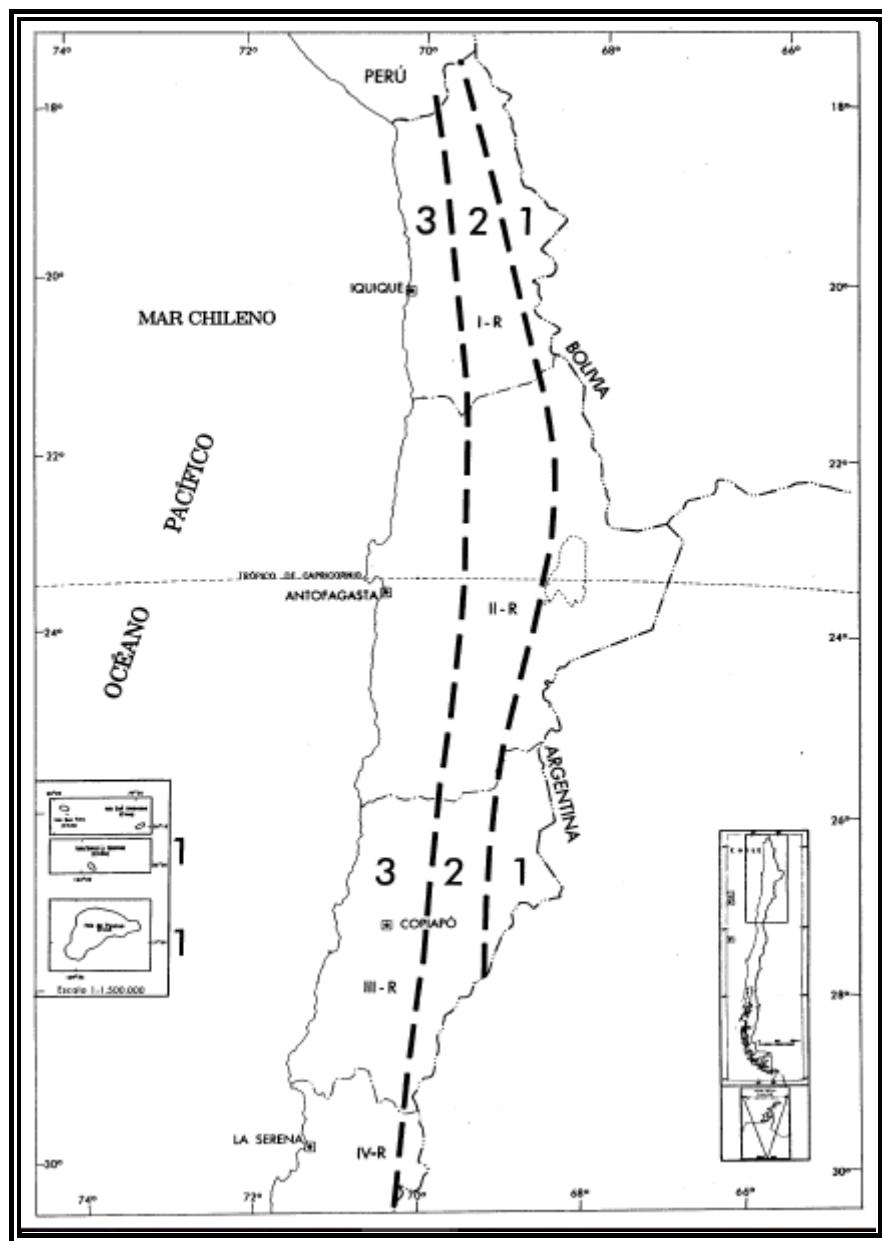
Se proceden a obtener los distintos parámetros para obtener el coeficiente sísmico:

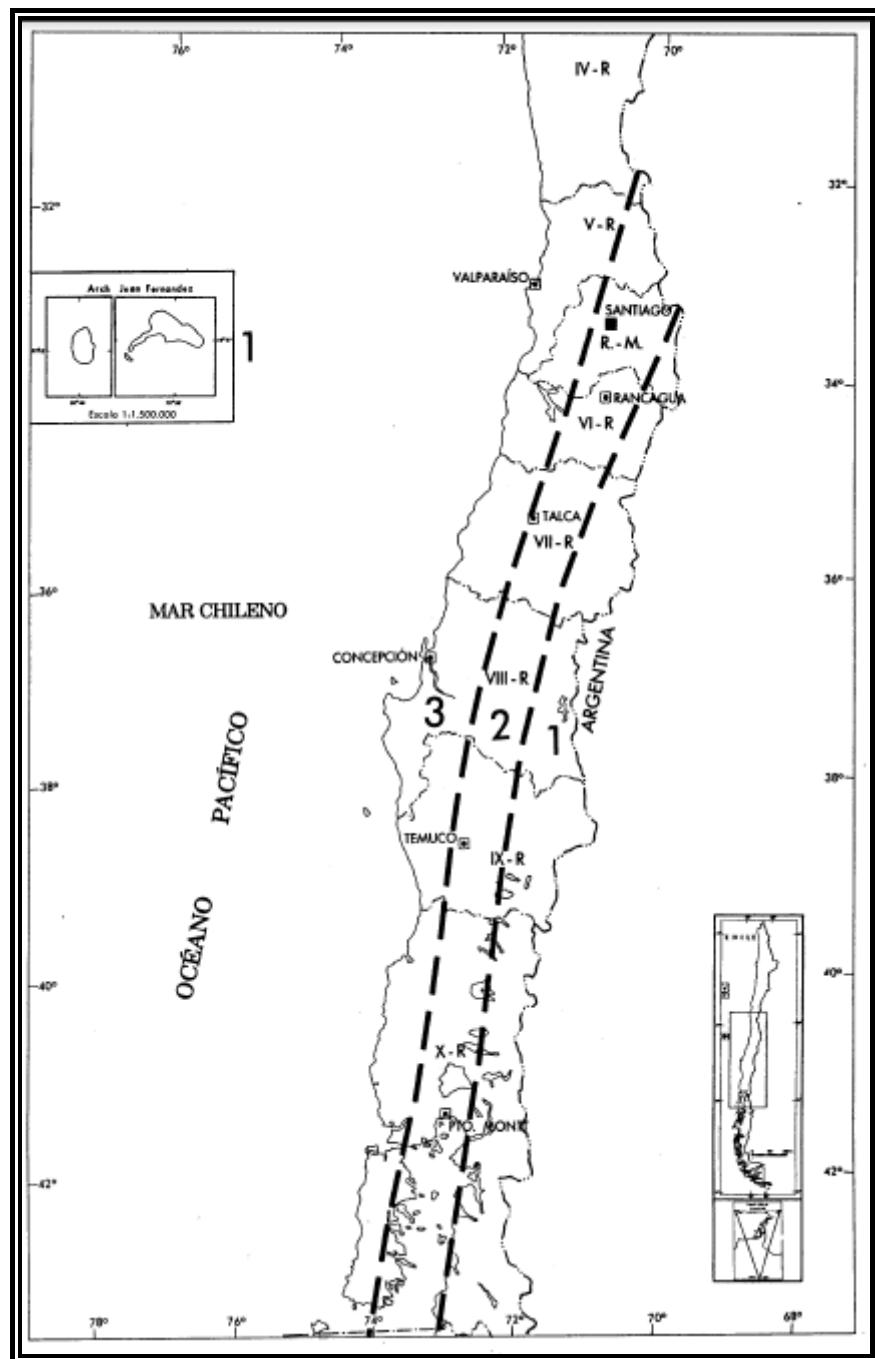
$$S_a = \frac{2,75IA_0}{R} \left(\frac{T'}{T^*} \right)^n \left(\frac{0,05}{\xi} \right)^{0,4} \geq IC_{máx}g$$

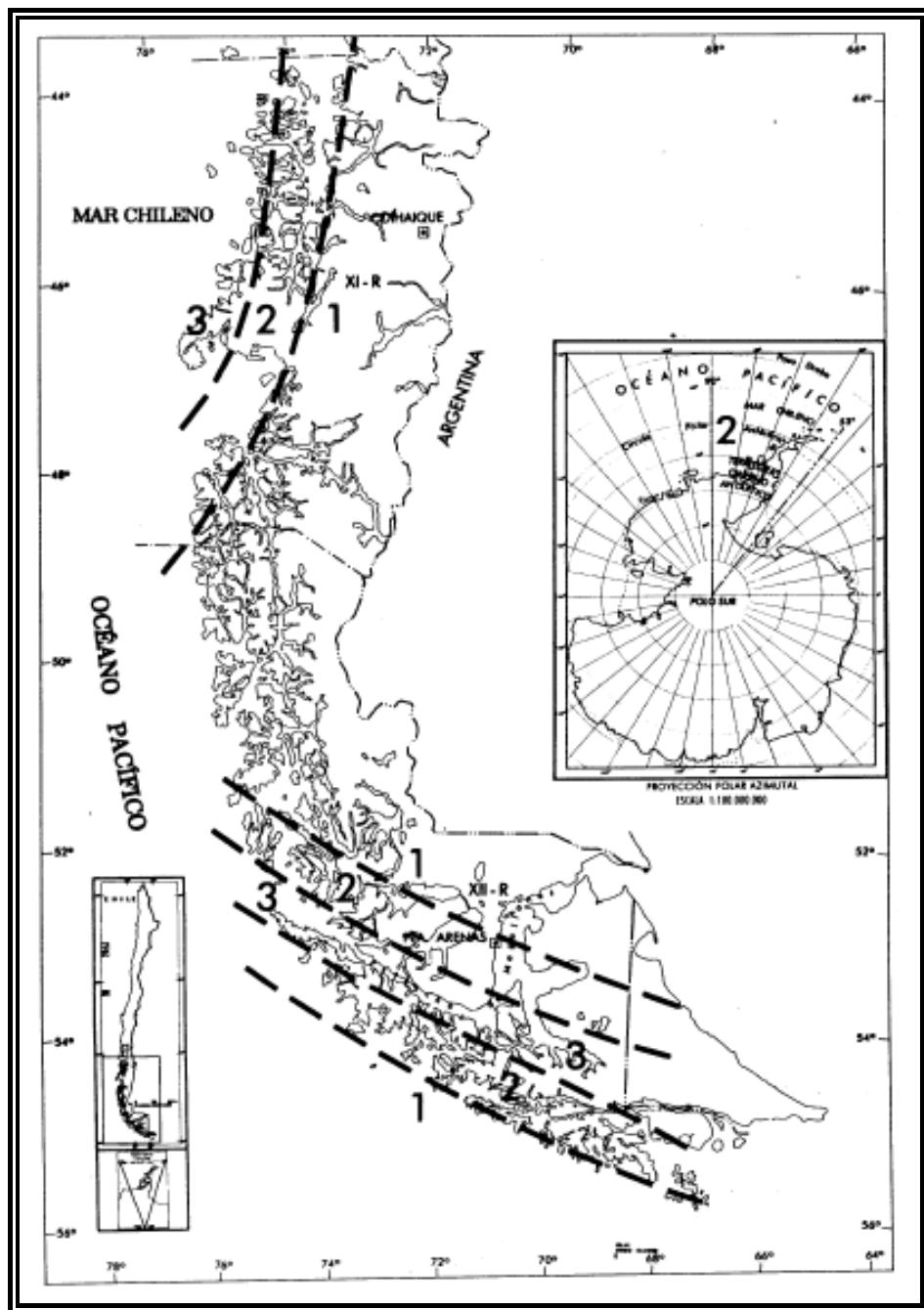


Zonificación Sísmica:

Figura: Zonificación Sísmica de Chile







Según el Manual de Carreteras la Aceleración Efectiva Máxima del suelo A_o se determinan en la siguiente tabla de acuerdo a la zonificación sísmica de Chile indicada en las figuras anteriores.

La fracción de la aceleración de gravedad g de la Aceleración Efectiva Máxima A_o se denomina Coeficiente de Aceleración Efectiva Máxima, A'_o , este es un coeficiente adimensional determinado de acuerdo a la expresión $A'_o = A_o / g$.

TABLA 3.1004.302.A
VALOR DE ACELERACION EFECTIVA MAXIMA A_o Y
COEFICIENTE DE ACELERACION EFECTIVA MAXIMA A'_o

Zona Sísmica	A_o	A'_o
1	0,20 g	0,20
2	0,30 g	0,30
3	0,40 g	0,40

Según el Manual de Carreteras la aceleración máxima del suelo (a_o) se determina según la siguiente tabla de acuerdo a la zonificación sísmica de Chile anteriormente vista.

TABLA 3.1004.303.A
VALOR DE ACELERACION MAXIMA DEL SUELO a_o
COMPARACION CON VALOR ACELERACION
EFFECTIVA MAXIMA A_o .

Zona Sísmica	a_o	A_o
1	0,30g	0,20g
2	0,40g	0,30g
3	0,50g	0,40g



- Tipología del terreno de fundación:

Según la NCh 2369 de 2003 tenemos los siguientes tipos de suelo.

Tabla: Según la NCh 2369 de 2003

Tipo de suelo	Descripción
I	Roca: Material natural, con velocidad de propagación de ondas de corte in-situ v_s igual o mayor a 900 m/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%.
II	<ul style="list-style-type: none"> a) Suelo con v_s igual o mayor que 400 m/s en los 10 m superiores, y creciente con la profundidad; o bien, b) Grava densa, con peso unitario seco γ_d igual o mayor que 20 kN/m³, 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; c) 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 al 95% del valor Proctor Modificado; o bien, d) Suelo cohesivo duro, con resistencia al corte no drenado s_u igual o mayor que 0,10 Pa (resistencia a la compresión simple q_u igual o mayor que 0,20 MPa) en probetas sin fisuras. <p>En todo los casos, las condiciones indicadas deberán cumplirse independientemente de la posición del nivel freático y el espesor mínimo del estrato debe ser 20 m. Si el espesor sobre la roca es menor que 20 m, el suelo se clasificará como tipo I.</p>
III	<ul style="list-style-type: none"> a) 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, b) Grava o arena no saturada, con grado de compactación menor que el 95% del valor Proctor Modificado; o bien, c) 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, d) Arena saturada con N comprendido entre 20 y 40 (normalizado a la presión efectiva de sobrecarga de 0,10 MPa). <p>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.</p>
IV	<p>Suelo cohesivo saturado con s_u igual o menor que 0,025 MPa (q_u igual o menor que 0,050 MPa).</p> <p>Espesor mínimo del estrato: 10 m. Si el espesor del estrato sobre suelo correspondiente a algunos de los tipos I, II o III es menor que 10 m, el suelo se clasificará como tipo III.</p>

Tabla: Parámetros sísmicos del suelo según la NCh 2369 del 2003.

Tipo de suelo	T' (s)	n
I	0,20	1,00
II	0,35	1,33
III	0,62	1,80
IV	1,35	1,80



Tabla: Parámetros sísmicos del suelo según el D.S. 61 del 2011.

Tipo de Suelo	S	T_o seg	T' seg	n	p
A	0.90	0.15	0.20	1.00	2.0
B	1.00	0.30	0.35	1.33	1.5
C	1.05	0.40	0.45	1.40	1.6
D	1.20	0.75	0.85	1.80	1.0
E	1.30	1.20	1.35	1.80	1.0
F	*	*	*	*	*

Suelo Tipo		V_{s30} (m/s)	RQD	q_u (MPa)	(N_1) (golpes/pie)	S_u (MPa)
A	Roca, suelo cementado	≥ 900	$\geq 50\%$	≥ 10 ($\epsilon_{qu} \leq 2\%$)		
B	Roca blanda o fracturada, suelo muy denso o muy firme	≥ 500		$\geq 0,40$ ($\epsilon_{qu} \leq 2\%$)	≥ 50	
C	Suelo denso o firme	≥ 350		$\geq 0,30$ ($\epsilon_{qu} \leq 2\%$)	≥ 40	
D	Suelo medianamente denso, o firme	≥ 180			≥ 30	$\geq 0,05$
E	Suelo de compacidad, o consistencia mediana	< 180			≥ 20	< 0,05
F	Suelos Especiales	*	*	*	*	*



El coeficiente sísmico horizontal según distintas normativas será:

- $K_h = 0,3 * a_{máx} K_h = 0,3 * a_{máx}$ (NCh-2369-de-2003)
- $K_h = K_1 S \frac{A_0}{2g} K_h = K_1 S (A_0/2g)$ (Manual de carreteras. Chile):

Tabla: Parámetros sísmicos del suelo según el Manual de Carreteras.

**TABLA 3.1004.308.A
 COEFICIENTE DEL SUELO (S)**

Tipo de Suelo	S
I	0,9
II	1,0
III	1,2
IV	1,3

El Coeficiente sísmico vertical viene dado por la siguiente expresión:

$$K_v = 2/3 * K_h$$



ANEXO 12: ACTAS DE CALIBRACIÓN DE EQUIPOS

[Volver al texto](#)





35 años
Al Servicio de la Calidad.

Laboratorio Oficial de Control Técnico de Calidad de Construcción

CERTIFICADO DE VERIFICACION

martes, 14 de abril de 2020

IDENTIFICACION DEL CLIENTE

Cliente : Geomecchile SPA

Dirección : Echeverria 522.

Comuna : Melipilla

TRAZABILIDAD DE LA MEDICION

Código Interno : S-1203
Descripción : Balanza digital
Marca : Covery
Rango : 0,4kg hasta 150kg
Resolución : 0,02kg.
Certificado de calibración : LMC 63303

CONDICIONES AMBIENTALES DE MEDICION

Temperatura : 21,1 °C

Humedad : 42%

RESULTADOS

Equipo : Equipo Penetrómetro dinámico portátil automático,
montado sobre orugas N° 00.18.389A
Modelo: TP-18.10A
Masa Martinete : 63,56 Kg
Largo de Caida Marinete : 760 mm.

CONFORMIDAD

Los resultados se refieren al momento y condiciones en que se realizó la medición.



DUPPLICADO

DECLARACION DE CONFORMIDAD "CE" DIRECTIVA SOBRE MAQUINAS (89/392/CEE)

D. Manuel Ricol Bermejo en calidad de Director Técnico de la firma **Técnicas y Construcciones Industriales S.A. (TECOINSA)**, fabricante de máquinas para sondeos de geotecnia, Con domicilio social en Camino Debajo la Venta nº 7, de Cuarte de Huerva (Zaragoza).

DECLARA: que a efectos de lo establecido en el artículo 8 de la Directiva del Consejo de 14 de junio de 1.989 relativa a la aproximación de los estados miembros (89/392/CEE) la máquina **PENETROMETRO DINAMICO AUTOMATICO PARA PRUEBA DINAMICA**, montado sobre orugas de las siguientes características:

Potencia	10 CV.
Peso de la maza	63,5 Kg.
Altura de caída	760 mm.
Peso total del equipo	785 kg.
Contador de golpes	electrónico
Nº de Fabricación	00.18.389A

al que se refiere esta declaración y, que cumple:

- Con los requisitos esenciales de seguridad y de salud relativos al diseño y fabricación establecidos en el Anexo I de la citada directiva.
- Que la máquina a la que se refiere esta declaración, no se encuentra entre las recogidas en el anexo IV.

Y para que conste a los efectos oportunos emite la presente declaración de conformidad en Cuarte de Huerva (Zaragoza), a 28 de julio de 2000.

Firmado



Manuel Ricol



WDDS-2 Calibration Certificate

Chongqing Gold Mechanical & Electrical Equipment Co., Ltd
2020-7-29

Model : WDDS-2 Digital DC Resistivity Meter**NO. : 200702****I. Functional**

Power on instrument self-test: adjust the contrast and set the parameters correctly.

II. 50Hz Suppression (power frequency interference resistance) detection

The instrument is equipped with two levels of 50 Hz suppression function, which is monitored by oscilloscope and signal source. Each level of suppression is better than 40 dB, and the two levels are better than 80 dB (more than 10000 times).

III. Apparence

The equipment adopts imported box which resist falling and ensure excellent sealing

IV. Functional consumption

The internal battery of the instrument is not connected, but connected with 12V externally. Use 34401A Digital Multimeter in series to monitor the current. Start up \leq 135 Ma, measurement process 130 ma-230 ma.

V. Battery voltage detection

34401A Digital multimeter monitoring 8.0539V BAT = 8.1V

VI. Grounding resistance

Short circuit measurement

$R_{ground} \leq 0.5 \Omega$ Connect 1.99K $R_{ground}=2.01K$; Connect 5.05K

$R_{ground}=5.09K$; Connect 9.85K $R_{ground}=9.9K$; Connect 98.32K

$R_{ground}=94.9K$

VII. Input impedance

$$V_1 = 882.18mV \quad V_2 = 873.23mV$$

$$R_z = \frac{V_1}{V_1 - V_2} \times 510000 = 50.27M\Omega$$

VIII. S_P (Voltage channels)

MN input voltage value via 34401A digital multimeter

MN input(mV)	Reading(mV)	MN input(mV)	Reading (mV)
0	0.005	-0.003	0.000
0.700	0.704	-0.740	-0.736
1.689	1.692	-1.693	-1.691
3.658	3.661	-3.667	-3.662
7.107	7.107	-6.434	-6.433
12.047	12.047	-12.042	-12.041
25.848	25.851	-24.368	-24.363
52.969	52.978	-51.471	-51.464
121.41	121.39	-124.38	-124.40
260.06	259.98	-254.20	-254.21
500.30	500.30	-502.17	-502.13
755.12	755.12	-755.96	-755.92
1004.29	1004.3	-1004.27	-1004.2
1501.8	1501.8	-1531.8	-1531.8
2083.3	2083.3	-2006.9	-2006.9
3058.7	3058.6	-3004.6	-3004.6
4058.2	4058.4	-4080.0	-4079.9
5025.6	5025.6	-5027.8	-58027.7
7531.6	7531.3	-7542.7	-7542.9
1034.1	1033.7	-10077.1	-10077.3

Conclusion: it meets the requirements of the index.

IX. Current I_P (Current channel)

Current detection via 34401A digital multimeter

Positive supply current (mA)	Negative positive supply current (mA)	Average value	Reading (mA)
0.4533	0.4523	0.4528	0.4523
1.3507	1.3479	1.3493	1.3478
2.9101	2.9079	2.909	2.905
5.7756	5.7728	5.7742	5.7700
9.5500	9.5468	9.5484	9.5456
14.195	14.191	14.193	14.1935
21.566	21.562	21.564	21.575
28.641	28.637	28.639	28.632
70.645	70.636	70.6405	70.619
142.88	142.85	142.865	142.778
287.30	287.20	287.25	287.05
195.18	195.17	195.175	195.036
585.80	585.79	585.795	585.565
2148.7	2148.7	2148.7	2149.81

Note: Continued increase current will cause the 34401A digital multimeter to be difficult to read accurately.

The maximum detection current of the instrument is 5000 ma.

Conclusion: it meets the requirements of the index.

X. Voltage and SP

The signal source is detected by self-made simulator and detected by 34401A digital multimeter.

SP	Simulator output		Average value	Reading (mV)
	V+	V-		
0	4907.7	4907.7	4907.7	4907.7
-884.89				4906.7
884.90				4906.5
0	2648.4	2648.5	2648.45	2648.1
884.95				2647.5
-884.90				2647.6
0	1698.5	1698.5	1698.5	1698.3
-884.91				1697.9
884.99				1697.9
0	901.16	901.19	901.175	901.12
884.97				900.88
-884.91				900.87
0	315.24	315.28	315.26	315.25
-884.96				315.20
884.99				315.15
0	110.67	110.71	110.69	110.70
884.96				110.68
-884.96				110.68
0	1.070	1.110	1.09	1.09
-885.01				1.088
885.01				1.087
0	3.082	3.122	3.102	3.104
884.90				3.099
-884.91				3.100
0	8.844	8.884	8.864	8.865
-884.95				8.856
884.88				8.854
0	16.673	16.715	16.694	16.694
884.91				16.682
-884.68				16.684
0	25.983	26.025	26.004	26.004
-884.95				25.993
884.96				25.991
0	48.045	48.085	48.065	48.079
884.97				48.069



WDDS-2

-884.92			48.068
---------	--	--	--------

Conclusion: it meets the requirements of the index.

XI. Insulation impedance

High voltage +、 High voltage - 、 A、 B、 M、 N **Shell** > > 2000MΩ。

High voltage +、 High voltage - A、 B **to M、 N** > > 2000MΩ。

XII. USB

The data file can be copied normally after connecting with the computer.

XIII. High pressure aging inspection

1000 VDC, 3A ~ 4.5 A work more than 200 times without problem

十四、Withstand voltage inspection of Mn terminal

When 1500V voltage is connected to MN terminal, the instrument can normally protect the analog channel.



Thermtest Inc.
34 Melissa Street, Unit #1
Fredericton, NB E3A 6W1
Canada

www.thermtest.com
Phone: 506-458-5350
Fax: 866-274-5269
E-mail: info@thermtest.com

Performance Certificate - TLS 100mm

Batch ID

Nylon 66 - 10

Firmware Version

5.1.2.3

*For accurate results, firmware version must be equal to or newer than the listed firmware.

Thermal Conductivity Values

ISO 22007-2:2015 TPS Measurements

Measured Thermal Conductivity

Nylon	0.35	W/mK
-------	------	------

Macor	1.59	W/mK
-------	------	------

Measurement RSD

1.63	%
------	---

0.45	%
------	---

TLS 100mm Measurements

Measured Thermal Conductivity

Test 1	0.3350	W/mK
Test 2	0.3376	W/mK
Test 3	0.3379	W/mK

Test 1	1.6490	W/mK
Test 2	1.6355	W/mK
Test 3	1.6132	W/mK

Measurement Average

0.3368	W/mK
--------	------

1.6326	W/mK
--------	------

Measurement STD

0.0013	W/mK
--------	------

0.0148	W/mK
--------	------

Measurement RSD

0.39	%
------	---

0.90	%
------	---

Accuracy

3.76	%
------	---

2.68	%
------	---

Verification Sample SN#

1137

TLS Needle SN# 27004-

Needle Length: 100 mm

40097

TLS SN# 27001-

500

QC Date:

14
Day

01

2021

Month Year

QC Completed By:

MWB



Gentile Cliente,

Il software di gestione fornito con questo strumento PASI è stato accuratamente testato e gli algoritmi utilizzati sono stati verificati. Tuttavia è sempre possibile che siano presenti piccoli "bachi"; per qualsiasi problema potrete contattarci per e-mail all'indirizzo support@pasisrl.it. Cercheremo di fornire il nostro aiuto nel minor tempo possibile.

Per ricevere informazioni su eventuali aggiornamenti disponibili e le relative istruzioni per il download vi invitiamo a comunicarci il vostro acquisto (indicando modello e S/N dello strumento in vostro possesso) tramite mail a support@pasisrl.it : potrete così essere inseriti nella nostra mailing list dedicata.

Vi ricordiamo infine che gli strumenti e i relativi software di gestione non escludono la necessità da parte dell'Utente di approfondire la conoscenza delle modalità di utilizzo della strumentazione stessa e dei vari metodi di indagine per poterli utilizzare efficacemente; è esclusiva responsabilità dell'Utente eseguire tutte le verifiche e i controlli necessari ai fini dell'ottenimento di un corretto risultato.

Dear Customer,

The data acquisition software delivered together with this PASI instrument has been properly tested and the related algorithms carefully verified. Therefore, some little "bugs" are always possible; for any problem don't hesitate to contact us by e-mail to the following address: support@pasisrl.it . We will try to answer you as soon as possible.

For receiving information on the latest available software release and for instruction on how to download it, pls. communicate your purchasing details (Model and S/N of your instrument) by e-mail to support@pasisrl.it , so that we can insert you in our dedicated mailing list.

Don't forget instruments and related data acquisition software required a good knowledge of both instrument and methodology to use them properly; all necessary verifications to obtain a correct result will be exclusively under the User's responsibility.

Cliente/Customer: _____ E-Mail: _____ @ _____

Modello/Model: GEA-24 (24 bit, 24 ch seismograph)

Matricola/S.N.: 19373

Release Software: 2.2.5 (2.6 - 2.12)

Produttore/Manufacturer: PASI srl - Torino Italy

Rivenditore/Reseller: _____

P.A.S.I. srl - Via Galliari, 5/E - 10125 TORINO - ITALY

Tel.+39 011 650.70.33 (r.a.) Fax +39 011 658.646 E-MAIL support@pasisrl.it

V.A.T. IT 00737320010 - C.C.I.A.A. Torino N. 269051

Web: <http://www.pasisrl.it> <http://www.pasigeophysics.com>

CERTIFICATO DI TARATURA

"La sottoscritta ditta PASI srl con sede in Torino via Galliari 5/E - P.IVA 00737320010 produttrice del sismografo modello GEA24 matricola 19373 ha provveduto a controllare tutti i punti di taratura della suddetta strumentazione secondo i propri manuali di costruzione e taratura, ha poi provveduto alla misurazione di controllo dopo un periodo di Burn-in di 24 ore e può quindi dichiarare che le prestazioni dello strumento sia dal punto di vista delle misure che della sicurezza sono assolutamente corrispondenti ad un apparecchio nuovo e che le tensioni misurate sono ampiamente conformi alle specifiche di progetto.

La suddetta ditta ha poi provveduto alla misura sia in laboratorio sia nel proprio campo prove non rilevando valori anomali."

QUESTO CERTIFICATO È VALIDO FINO AL 25/03/2022

CALIBRATION CHECK CERTIFICATE

"We undersigned PASI srl, based in Turin, Italy, via Galliari 5/E, manufactures of the Seismograph Mod. GEA24 S/N 19373 verified all calibration points of the above-mentioned instrument according to our proprietor construction and calibration manuals. The instrument had been also re-checked after a burn-in period of 24 hours so we can declare that its performance – from both measurements and safety points of view - are absolutely correspondent to the ones recommended for a brand new- instrument and that the voltage measurements are correspondent to the values of reference indicated by the original design and developing project.

Following laboratory and in-field testing didn't point out any anomalies in the measured valued."

THIS CERTIFICATE STILL VALID UNTIL 25/03/2022

CERTIFICAT D' ETALLONAGE

"La société PASI srl sise à Turin rue Galliari 5 / E - P.IVA 00737320010 représenté par l'ingénieur PIRCHIO OSVALDO a procédé au contrôle du Sismographe Modèle GEA24 numéro de série 19373 et a vérifié tous les points d'étalonnage de l'appareil selon les procédures de fabrication. Après une période d'essai de 24 heure il a été mesuré et contrôle tous les paramètres et nous affirmons que la performance de l'instrument et des mesures de sécurité est correspondant à un appareil nouveau et que les Voltages mesurés sont conformes aux spécifications de fabrication".

CE CERTIFICAT EST VALIDE JUSQ'A LE 25/03/2022

Torino, 27/03/2020

P.A.S.I. srl

(Dott. Ing. Osvaldo Pirchio)

P.A.S.I. srl - Via Galliari, 5/E - 10125 TORINO - ITALY

Tel.+39 011 650.70.33 (r.a.) Fax +39 011 658.646 E-MAIL info@pasisrl.it

V.A.T. IT 00737320010 - C.C.I.A.A. Torino N. 269051

Web: <http://www.pasisrl.it>