GOBIERNO MUNICIPAL DEL CANTÓN SANTIAGO

CONSTRUCCIÓN DEL ALCANTARILLADO SANITARIO Y PLUVIAL DE LA CABECERA CANTONAL SANTIAGO DE MÉNDEZ, PROVINCIA DE MORONA SANTIAGO.

INFORME GEOTÉCNICO

073 701 660
Ext: 1101
municipiosantiago@yahoo.com
www.mendez.gob.ec
Méndez, Cantón Santiago
Provincia de Morona Santiago

Tabla de contenido

1. INTRODUCCIÓN 4
1.1. Antecedentes 4
1.2. Alcance 4
1.3. Objetivos 4
1.3.1. Objetivo general 4
1.3.2. Objetivos específicos 4
1.4. Ubicación geográfica 5
1.5. Geología Regional 5
1.6. Sismicidad 7
1.7. Zonas vulnerables 8
2. METODOLOGÍA 10
2.1. Investigación de campo 10
2.1.1. Nivel freático 11
2.2. Ensayos de laboratorio 11
3. CARACTERIZACIÓN GEOTÉCNICA 12
3.1. Identificación geotécnica del material 12
3.2. Características resistentes 12
3.3. Distribución de los niveles geotécnicos 13
3.4. Caracterización sísmica del sitio 13
3.5. Resumen de propiedades geotécnicas 16
3.6. Perfiles estratigráficos 16
4. ANÁLISIS DE LA CIMENTACIÓN 17
4.1. Determinación de la tensión admisible 17
4.2. Estimación de asentamientos 19
4.3. Obtención del módulo de balasto (KS). 20
5. CONCLUSIONES 21
6. RECOMENDACIONES 23
7. ANEXOS 24
7.1. Anexo I: Ubicación en planta de sondeos. 24
7.2. Anexo II: Registro de Perforación 26
7.3. Anexo III: Ensayos de Laboratorio 28
7.4. Anexo IV: Registro Fotográfico 34
7.5. Anexo V: Perfiles estratigráfico 38

073 701 660
Ext: 1101
municipiosantiago@yahoo.com
www.mendez.gob.ec
Méndez, Cantón Santiago
Provincia de Morona Santiago

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1: Ubicación del área de estudio (Elaboración Equipo consultor). 5
Ilustración 2: Geología Regional (Elaboración Equipo consultor). 6
Ilustración 3: Mapa de peligrosidad sísmica del Ecuador (Beauval et al., 2016). 8
Ilustración 4: Mapa de susceptibilidad a inundaciones (PDOT. Santiago, 2020). 9

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Valores del factor Z en función de la zona sísmica adoptada..... 7
Tabla 2: Resumen de trabajos in situ. 10
Tabla 3: Nivel freático en sondeos y calicatas. 11
Tabla 4: Resumen de ensayos de laboratorio. 11
Tabla 5: Clasificación de suelos. 12
Tabla 6: Estimación del ángulo de fricción interna..... 13
Tabla 7: Niveles geotécnicos. 13
Tabla 8: Cálculo del N_{60} (medio). 14
Tabla 9: Clasificación de los perfiles de suelo. 14
Tabla 10: Tipo de suelo y Factores de sitio F_a. 15
Tabla 11: Tipo de suelo y Factores de sitio F_s..... 15
Tabla 12: Clasificación según el NEC. 15
Tabla 13: Resumen de las propiedades geotécnicas. 16
Tabla 14: Formulación para tensión admisible (Q_{adm}) – Suelos no cohesivos..... 17
Tabla 15: Tensión admisible – Nivel I. 17
Tabla 16: Tensión admisible - Nivel I..... 18
Tabla 17: Tensión admisible - Nivel I..... 18
Tabla 18: Tensión admisible - Nivel I..... 19
Tabla 19: Cálculo de asiento para cada Nivel. 20
Tabla 20: Valores del módulo de Balasto. 20
Tabla 21: Nivel freático en sondeos 21
Tabla 22: Resumen de las propiedades geotécnicas. 21
Tabla 23: Resumen de los valores de la Tensión admisible..... 22
Tabla 24: Resumen de los valores de Asiento inicial. 22
Tabla 25: Resumen de los valores Módulo de Balasto. 22

073 701 660
Ext: 1101
municipiosantiago@yahoo.com
www.mendez.gob.ec
Méndez, Cantón Santiago
Provincia de Morona Santiago

1. INTRODUCCIÓN

1.1. Antecedentes

El presente informe del estudio geotécnico y de mecánica de suelos se realiza a petición del GAD Municipal de Santiago, con el objetivo de obtener los parámetros de resistencia del subsuelo y la capacidad portante, correspondiente al proyecto "CONSTRUCCIÓN DEL ALCANTARILLADO SANITARIO Y PLUVIAL DE LA CABECERA CANTONAL SANTIAGO DE MÉNDEZ, PROVINCIA DE MORONA SANTIAGO".

1.2. Alcance

La investigación comprende la realización de: ensayos de campo (sondeos a percusión y test de penetración estándar), y ensayos de laboratorio de las muestras obtenidas, con el fin de determinar la tensión admisible y el nivel geotécnico adecuado para la cimentación.

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo general

El presente informe técnico tiene como objetivo determinar los parámetros geotécnicos de las áreas donde se implementarán las plantas de tratamiento de aguas residuales del proyecto en mención.

1.3.2. Objetivos específicos

- Determinar las características geotécnicas del subsuelo.
- Analizar el nivel de cimentación, de acuerdo a los condicionantes geotécnicos.
- Conocer y evaluar las posibles problemáticas geotécnicas de la zona, que puedan incidir sobre la futura construcción.

1.4. Ubicación geográfica

El área de influencia del proyecto corresponde a la cabecera cantonal de Santiago de Méndez. Los sondeos se ubican las cuatro plantas de tratamiento de agua residual propuestas.

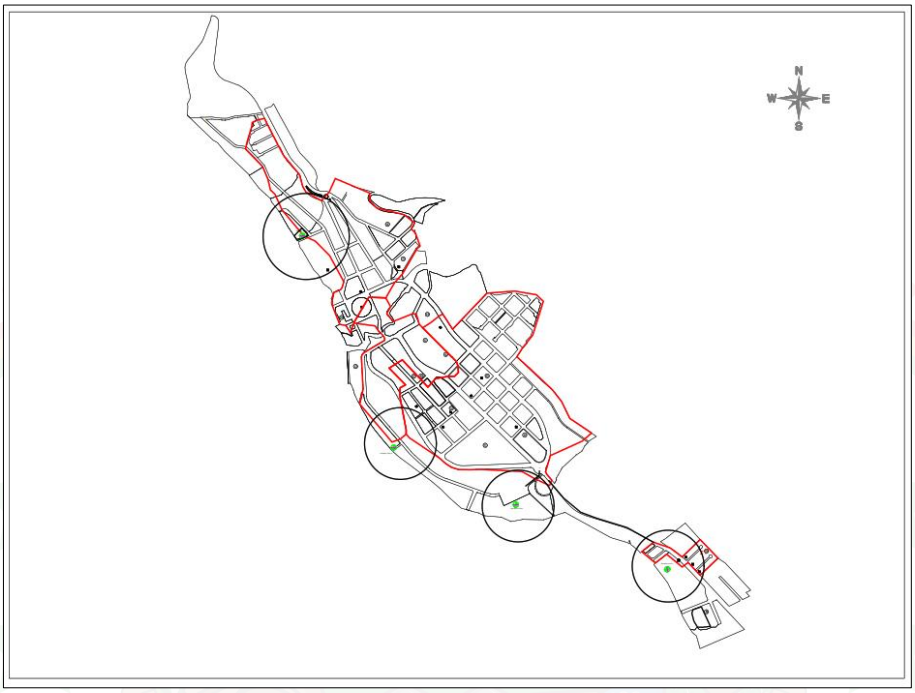


Ilustración 1: Ubicación del área de estudio (Elaboración Equipo consultor).

1.5. Geología Regional

El área de estudio se ubica en la zona subandina o cuenca oriental, que en contacto con los Andes Orientales presentan una zona de pliegues y cabalgamientos con dirección NNE y oeste de manera conjugada. Las estructuras predominantes de esta zona de norte a sur corresponden al Levantamiento Napo, la Depresión Pastaza, el Levantamiento Cutucú y la Cordillera del Cóndor.

Según Rivadeneira y Barragán (2004) la Cuenca Oriente se desarrolla como resultado de esfuerzos transpresivos presentes a partir del Cretácico Terminal, los que provocan la emersión de la Cordillera Real y la formación de la cuenca de ante-país, transarco propiamente dicha.

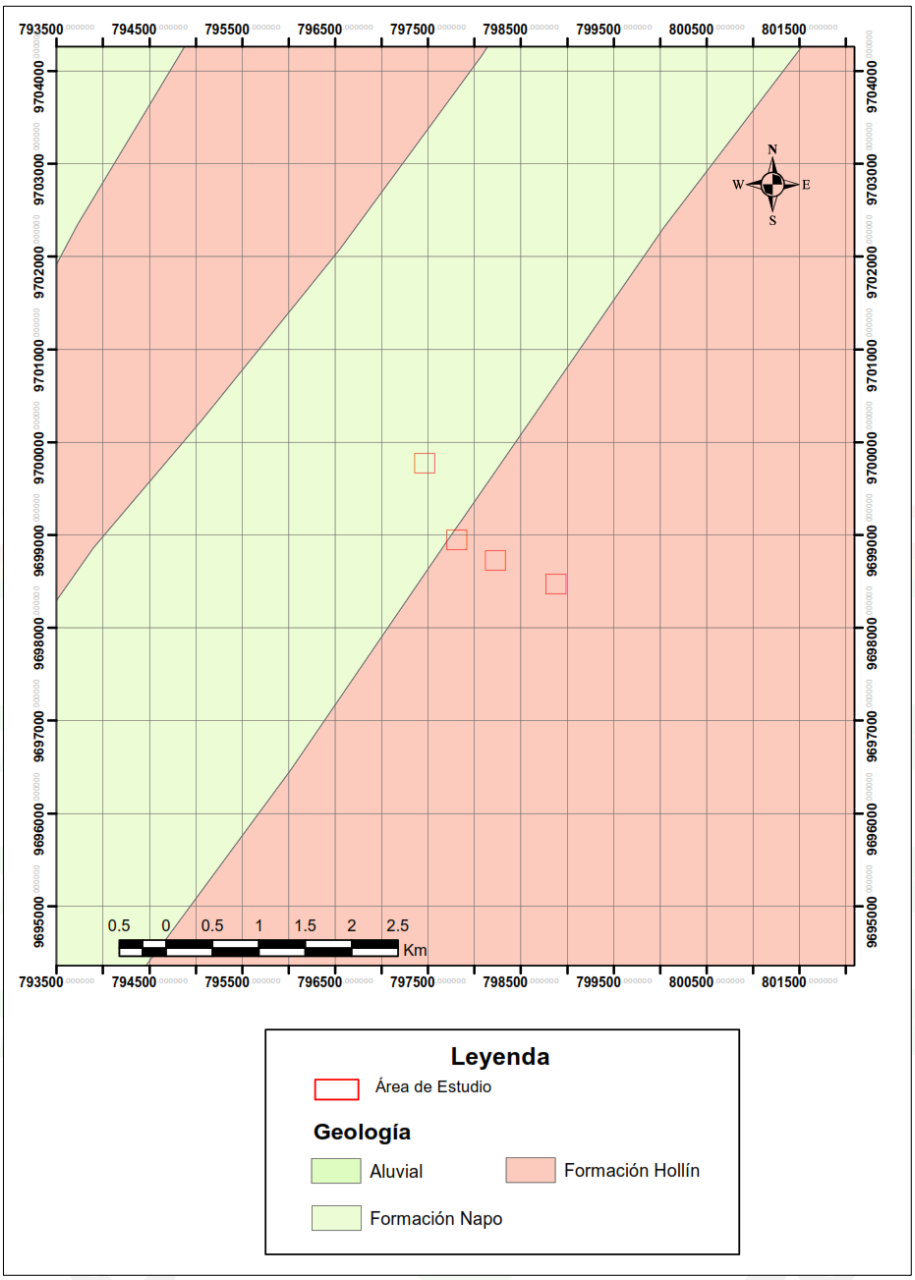


Ilustración 2: Geología Regional (Elaboración Equipo consultor).

Esta cuenca está formada por depresiones geomorfológicamente alargada, y se encuentra en su mayoría cubierto por materiales como:

- Aluviales Recientes (Holoceno). Clastos rodados principalmente de rocas volcánicas, metamórficas. La potencia se estima entre 5 a 15m.
- Formación Hollín. - La Formación Hollín está restringida al Este de la Formación Napo y ocurre en la parte central de la Hoja Geológica de

073 701 660
Ext: 1101
municipiosantiago@yahoo.com
www.mendez.gob.ec
Méndez, Cantón Santiago
Provincia de Morona Santiago

Méndez escala 1:50.000 (CODIGEM,1996). La secuencia observada en un tramo del Río Negro, al Nor- Oriente de Méndez y en el sector Yanganza-El Rosario; también ha sido inferida en base a fotografías aéreas al oeste del Río Namangoza y al este del Río Upano.

- Formación Napo. - La Formación Napo en la Hoja Geológica de Méndez escala 1:100.000 ha sido cartografiada entre las rocas metamórficas de la Cordillera Real y las rocas sedimentarias de la Formación Hollín. En la Hoja Geológica antes mencionada ocurre como un bloque estrecho (no mayor a 6 Km de ancho) con un rumbo NNE-SSW. Litológicamente consiste de calizas pizarrosas y lutitas (CODIGEM, 1996).

1.6. Sismicidad

Según la Norma Ecuatoriana de la Construcción NEC-SE-DS, vigente para el diseño sismo resistente de todo tipo de estructuras que estén sujetas a los efectos de terremotos que podrían presentarse en su vida útil.

El área de estudio se encuentra enclavada en una zona de intensidad sísmica de III grado, valor factor Z = 0.30, caracterización de la amenaza sísmica alta, según el mapa de zonificación sísmica para diseño. La percepción del sismo es muy fuerte y el potencial de daño es moderado.

Tabla 1: Valores del factor Z en función de la zona sísmica adoptada.

Zona sísmica	I	II	III	IV	V	VI
Valor factor Z	0.15	0.25	0.30	0.35	0.40	≥ 0.50
Caracterización del peligro sísmico	Intermedia	Alta	Alta	Alta	Alta	Muy alta

Fuente, Elaboración: Equipo Consultor.

073 701 660
Ext: 1101
municipiosantiago@yahoo.com
www.mendez.gob.ec
Méndez, Cantón Santiago
Provincia de Morona Santiago

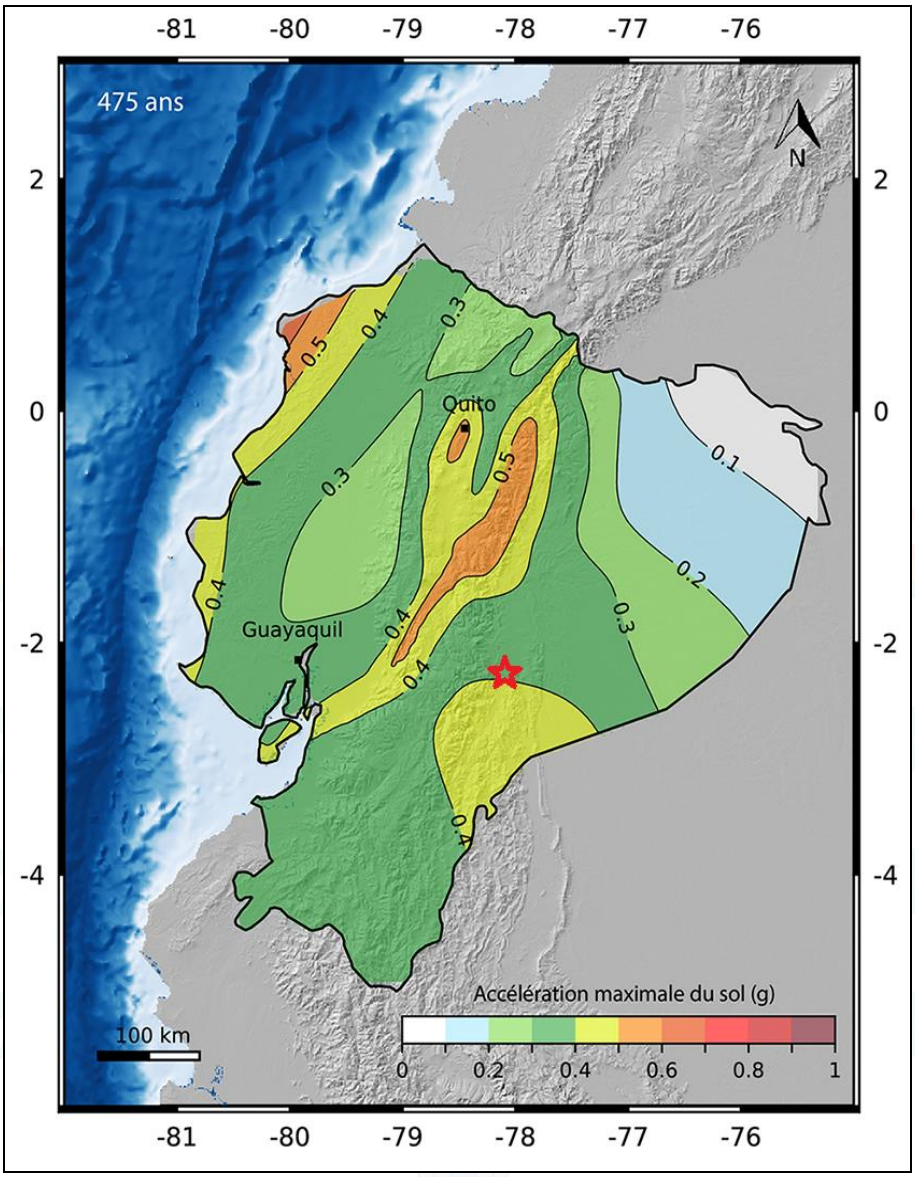


Ilustración 3: Mapa de peligrosidad sísmica del Ecuador (Beauval et al., 2016).

1.7. Zonas vulnerables

- Susceptibilidad a inundaciones

Dentro de las amenazas naturales ocasionados en los periodos lluviosos, los ríos incrementan notablemente su caudal, convirtiéndose en una amenaza latente de inundación principalmente en las áreas cercanas a los ríos.

En el territorio cantonal se ha registrado una inundación en el SNGR, misma que se dio en el año 2013 como se muestra a continuación:

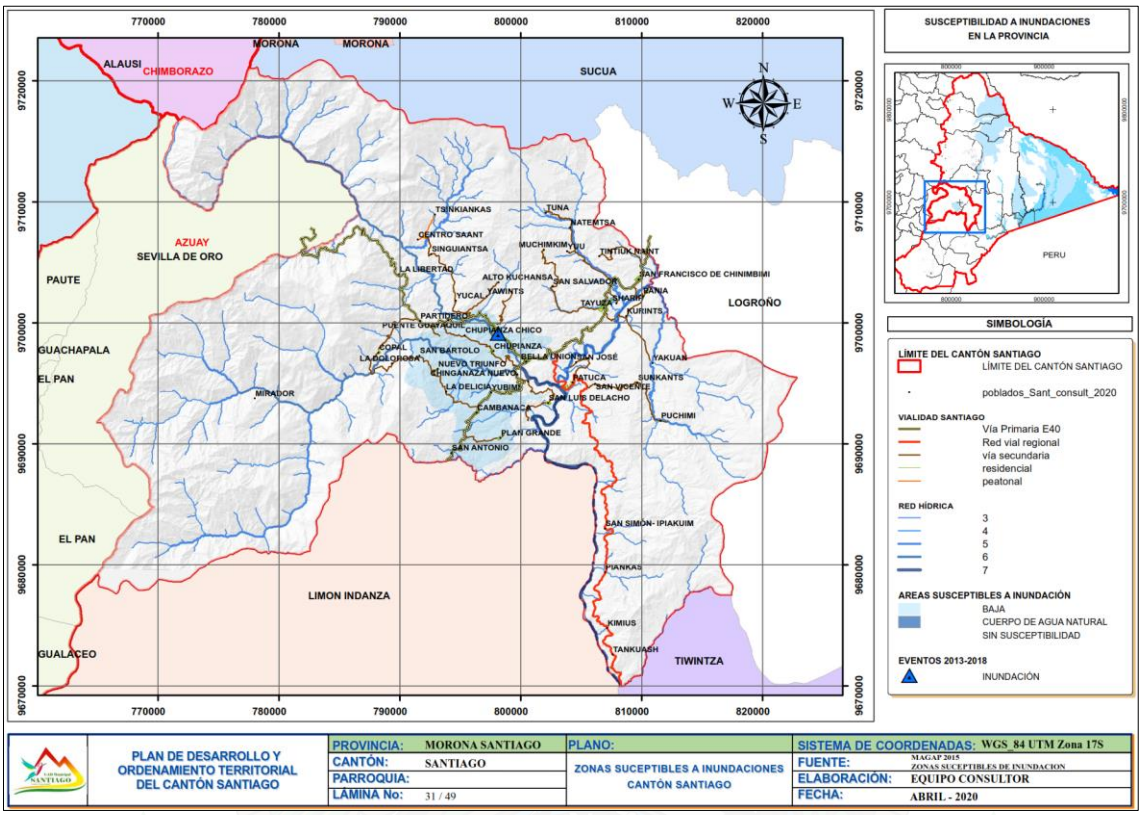


Ilustración 4: Mapa de susceptibilidad a inundaciones (PDOT. Santiago, 2020).

Considerando lo expuesto anteriormente, se han ubicado las plantas de tratamiento fuera del área afectada por inundaciones, evitando de esta manera posibles daños en la infraestructura.

2. METODOLOGÍA

2.1. Investigación de campo

Con el propósito de obtener muestras, y conocer las características litológicas y mecánicas de subsuelo, se realizaron los siguientes trabajos siguiendo las pautas y procedimientos que exigen la normativa existente al respecto:

Tabla 2: Resumen de trabajos in situ.

Sector	Obra	Sondeos	Coordenada		Profundidad (m)
			Este	Norte	
Taller GAD Mendez	Planta de Tratamiento 1	SAM-1	798878	9698478	5.0
Cementerio	Planta de Tratamiento 2	SAM-2	798228	9698730	3.0
Planta trituradora	Planta de Tratamiento 3	SAM-3	797812	9698953	3.0
Pista motos	Planta de Tratamiento 4	SAM-4	797466	9699775	5.0

Fuente, Elaboración: Equipo Consultor.

La ubicación de los sondeos fue analizada por el equipo de trabajo teniendo en cuenta el diseño y ubicación de las plantas de tratamiento (Anexo I).

Se realizaron cuatro sondeos a percusión (con ensayos SPT a cada metro) con un alcance de hasta 5,0m. de profundidad.

Las muestras recuperadas se describieron mediante un análisis manual – visual, de acuerdo a los procedimientos establecidos en la norma ASTM D 2488, permitiéndonos identificar las distintas facies estratigráficas (Anexo II). Las muestras recuperadas fueron etiquetadas, embaladas y transportadas al Laboratorio de Suelos, como indica la norma ASTM D 4220.

En el anexo IV de la memoria de este informe se adjunta el registro fotográfico de los trabajos realizados.

073 701 660
Ext: 1101
municipiosantiago@yahoo.com
www.mendez.gob.ec
Méndez, Cantón Santiago
Provincia de Morona Santiago

2.1.1. Nivel freático

La determinación de la posición del nivel freático resulta muy importante para el estudio de las condiciones de cimentación, por lo que durante la visita de campo se presta una especial atención en acotar la profundidad de la lámina freática.

Cabe señalar que los registros de niveles de agua en las calicatas que se exponen a continuación, se tomaron durante la época de verano.

Tabla 3: Nivel freático en sondeos y calicatas.

Sondeo	Nivel Freático (m)
SAM - 1	2.2
SAM - 2	1.2
SAM - 3	1.2
SAM - 4	1.3

Fuente, Elaboración: Equipo Consultor.

2.2. Ensayos de laboratorio

Los ensayos de laboratorio empleados para identificar los suelos y determinar los parámetros geotécnicos más relevantes, han consistido en la realización de:

Tabla 4: Resumen de ensayos de laboratorio.

ENSAYOS DE LABORATORIO	NORMA	NÚMERO DE ENSAYOS
Clasificación de Suelos (SUCS).	ASTM D-2487	6
Contenido de Humedad Natural	ASTM D-2216	6
Análisis granulométrico por tamizado.	ASTM D-422	6

Fuente, Elaboración: Equipo Consultor.

Los ensayos de laboratorio se realizaron de acuerdo a las Normas Estándar de la *American Society for Testing and Materials* (ASTM) y las requeridas por la Norma Ecuatoriana de Geotecnia y Diseño de Cimentaciones (NEC-SE-GM). Los registros de los ensayos se adjuntan en el Anexo III.

3. CARACTERIZACIÓN GEOTÉCNICA

El conjunto de ensayos de campo y de laboratorio han permitido realizar una caracterización geotécnica de los materiales que componen el subsuelo del área de estudio.

A continuación, se realiza una descripción geotécnica de los materiales y se cuantifican sus principales parámetros mecánicos:

3.1. Identificación geotécnica del material

Los materiales finos se han identificado mediante ensayos de granulometría y plasticidad, obteniendo la siguiente clasificación:

Tabla 5: Clasificación de suelos.

Obra	Muestra	Profundidad (m)	Descripción	SUCS	AASHTO
Planta tratamiento 1	SAM-1 / SPT 2	1,55-2,00	Arena limosa	SM	A-4
	SAM-4 / SPT 4	3,55-4,00	Arena limosa	SM	A-4
Planta tratamiento 2	SAM-2 / SPT 2	1,55-2,00	Arena limosa	SM	A-2-4
Planta tratamiento 3	SAM-3 / SPT 2	1,55-2,00	Limo arenoso	ML	A-4
Planta tratamiento 4	SAM-4 / SPT 2	1,55-2,00	Arena limosa	SM	A-4
	SAM-4 / SPT 4	3,55-4,00	Arena limosa	SM	A-4

Fuente, Elaboración: Equipo Consultor.

3.2. Características resistentes

Se realizaron dieciséis ensayos S.P.T. distribuidos en cuatro sondeos de hasta 5,0m de profundidad.

Se ha estimado el ángulo de fricción interna del material (Tabla 6) a partir de correlaciones con el número de golpes de SPT corregido $N_{1\,60}$ ($N_{1\,60}$ se refiere al N_{spt} corregido en base a factores principalmente como energía, longitud del varillaje, y tensión vertical), empleando la formulación propuesta por los autores Montenegro y González (2014):

- Montenegro y González, 2014: $\emptyset' = 12.79 + \sqrt[2]{25.86 N_{160}}$.

073 701 660
Ext: 1101
municipiosantiago@yahoo.com
www.mendez.gob.ec
Méndez, Cantón Santiago
Provincia de Morona Santiago

Tabla 6: Estimación del ángulo de fricción interna.

Sondeo	Profundidad (m)	N_{SPT}	$N_{1(60)}$	Ángulo de Fricción	Sondeo	Profundidad (m)	N_{SPT}	$N_{1(60)}$	Ángulo de Fricción
SAM-1	1.00	2	3	22	SAM-3	1.00	12	13	31
	2.00	6	7	26		2.00	25	25	38
	3.00	12	12	30		3.00	50	50	49
	4.00	35	35	43	SAM-4	1.00	9	10	29
	5.00	50	50	49		2.00	4	5	24
SAM-2	1.00	6	7	26		3.00	4	4	23
	2.00	44	44	47		4.00	6	6	25
	3.00	50	50	49		5.00	50	50	49

Fuente, Elaboración: Equipo Consultor.

Los valores de SPT mayores a 50 golpes/30cm, pueden estar afectado por la presencia de gravas. Considerando lo expuesto anteriormente el Nspt corregido se ha tomado un valor conservador igual a 50.

3.3. Distribución de los niveles geotécnicos

Considerando las características geológicas generales de la zona, el análisis de las muestras obtenidos en los sondeos, y los ensayos de laboratorio, se han establecido varios niveles con significado geotécnico cuya distribución se resume a continuación:

Tabla 7: Niveles geotécnicos.

Obra	Sondeo	Nivel		Profundidad (m)	Espesor (m)
Planta de Tratamiento 1	SAM-1	0	Suelo vegetal	0.00 - 1.00	1
		I	Arena limosa	1.00 - 3.90	2.9
		II	Gravas con arena	3.90 - 5.00 (Fin del sondeo)	1.1
Planta de Tratamiento 2	SAM-2	I	Arena limosa	0.00 - 1.90	1.9
		II	Gravas con arena	1.90 - 3.00 (Fin del sondeo)	1.1
Planta de Tratamiento 3	SAM-3	I	Arena limosa	0.00 - 1.90	1.8
		II	Gravas con arena	1.90 - 3.00 (Fin del sondeo)	1.1
Planta de Tratamiento 4	SAM-4	0	Suelo vegetal	0.00 - 0.30	0.3
		I	Arena limosa	0.30 - 4.40	4.1
		II	Gravas con arena	4.40 - 5.00 (Fin del sondeo)	0.6

Fuente, Elaboración: Equipo Consultor.

3.4. Caracterización sísmica del sitio

También se ha definido el perfil del suelo de acuerdo al criterio establecido en el Código Ecuatoriano de la Construcción (numeral 10.5, literal a), en función principalmente del número medio de golpes SPT corregido (N_{60}) y la velocidad de la onda de corte Vs.

Para los estratos localizados en los 30m superiores del perfil deben emplearse la siguiente relación:

$$\bar{N} = \frac{\Sigma_{i=1}^{n} di}{\Sigma_{i}^{n} \frac{di}{Ni}}$$

Dónde: di = número de muestra.

Ni = número de golpes SPT corregido (N_{60}).

Tabla 8: Cálculo del N_{60} (medio).

Sondeo SAM-1				Sondeo SAM-2				Sondeo SAM-3				Sondeo SAM-4			
Prof.	di	N_{60}	di/Ni	Prof.	di	N_{60}	di/Ni	Prof.	di	N_{60}	di/Ni	Prof.	di	N_{60}	di/Ni
0.00				0.00				0.00				0.00			
0.50				0.50				0.50				0.50			
1.00	1	2	0.500	1.00	1	5	0.200	1.00	1	9	0.111	1.00	1	7	0.143
1.50				1.50				1.50				1.50			
2.00	1	5	0.200	2.00	1	37	0.027	2.00	1	19	0.053	2.00	1	3	0.333
2.50				2.50				2.50				2.50			
3.00	1	9	0.111	3.00	1	50	0.020	3.00	1	50	0.020	3.00	1	3	0.333
3.50												3.50			
4.00	1	30	0.033									4.00	1	5	0.200
4.50												4.50			
5.00	1	50	0.020									5.00	1	50	0.020

Nivel 0 Nivel I Nivel II

Fuente, Elaboración: Equipo Consultor.

De acuerdo con la clasificación la NEC-SE-DS los perfiles del suelo se basa en los siguientes criterios:

Tabla 9: Clasificación de los perfiles de suelo.

Tipo de perfil	Descripción	Definición
A	Perfil de roca competente.	Vs ≥ 1500 m/s
B	Perfil de roca de rigidez media.	1500 m/s >Vs ≥ 760 m/s
C	Perfiles de suelos muy densos o roca blanda, que cumplan con el criterio de velocidad de la onda de cortante, o	760 m/s >Vs ≥ 360 m/s
	Perfiles de suelos muy densos o roca blanda, que cumplan con cualquiera de los dos criterios.	N ≥ 50.0 Su ≥ 100 KPa
D	Perfiles de suelos rígidos que cumplan con el criterio de velocidad de la onda de cortante, o	360 m/s >Vs ≥ 180 m/s
	Perfiles de suelos rígidos que cumplan cualquiera de las dos condiciones.	50 > N ≥ 15.0 100 kPa > Su≥ 50 kPa
E	Perfil que cumpla el criterio de velocidad de la onda de cortante, o	Vs < 180 m/s
	Perfil que contiene un espesor total H mayor de 3 m de arcillas blandas.	IP > 20 w≥ 40% Su < 50 kPa
F	Los perfiles de suelo tipo **F** requieren una evaluación realizada explícitamente en el sitio por un ingeniero geotecnista. Se contemplan las siguientes subclases:	
	F1—Suelos susceptibles a la falla o colapso causado por la excitación sísmica, tales como; suelos licuables, arcillas sensitivas, suelos dispersivos o débilmente cementados, etc.	
	F2—Turba y arcillas orgánicas y muy orgánicas (H >3m para turba o arcillas orgánicas y muy orgánicas).	
	F3—Arcillas de muy alta plasticidad (H >7.5 m con índice de Plasticidad IP >75).	
	F4—Perfiles de gran espesor de arcillas de rigidez mediana a blanda (H >30m).	
	F5—Suelos con contrastes de impedancia α ocurriendo dentro de los primeros 30 m superiores del perfil de subsuelo, incluyendo contactos entre suelos blandos y roca, con variaciones bruscas de velocidades de ondas de corte.	
	F6—Rellenos colocados sin control ingenieril.	

Fuente: NEC. Elaboración: Equipo Consultor.

073 701 660
Ext: 1101
municipiosantiago@yahoo.com
www.mendez.gob.ec
Méndez, Cantón Santiago
Provincia de Morona Santiago

Para determinar los coeficientes de perfil de suelo F_a, y F_s, se tomaron como referencia los siguientes cuadros (NEC-CS-DSR):

Tabla 10: Tipo de suelo y Factores de sitio F_a.

Tipo de perfil del subsuelo	I	II	III	IV	V	VI
Factor Z	0.15	0.25	0.30	0.35	0.40	≥0.5
A	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9
B	1	1	1	1	1	1
C	1.4	1.3	1.25	1.23	1.2	1.18
D	1.6	1.4	1.3	1.25	1.2	1.12
E	1.8	1.5	1.39	1.26	1.14	0.97
F	Véase Tabla 2: Clasificación de los perfiles de suelo y la sección 10.6.4					

Fuente: NEC. Elaboración: Equipo Consultor.

Tabla 11: Tipo de suelo y Factores de sitio F_s.

Tipo de perfil del subsuelo	I	II	III	IV	V	VI
Factor Z	0.15	0.25	0.30	0.35	0.40	≥0.5
A	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75
B	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75
C	1	1.1	1.2	1.25	1.3	1.45
D	1.2	1.25	1.3	1.4	1.5	1.65
E	1.5	1.6	1.7	1.8	1.9	2
F	Véase Tabla 2: Clasificación de los perfiles de suelo y 10.6.4					

Fuente: NEC. Elaboración: Equipo Consultor.

En base a los criterios descritos anteriormente, la clasificación los niveles geotécnicos según el NEC, se detalla en el siguiente cuadro:

Tabla 12: Clasificación según el NEC.

Obra	Sondeo	Nivel		Perfil NEC	Factor de sitio Fa, Fs
Planta de Tratamiento 1	SAM-1	0	Suelo vegetal	F	-
		I	Arena limosa	E	1.39 - 1.7
		II	Gravas con arena	D	1.3 - 1.3
Planta de Tratamiento 2	SAM-2	I	Arena limosa	E	1.39 - 1.7
		II	Gravas con arena	D	1.3 - 1.3
Planta de Tratamiento 3	SAM-3	I	Arena limosa	E	1.39 - 1.7
		II	Gravas con arena	D	1.3 - 1.3
Planta de Tratamiento 4	SAM-4	0	Suelo vegetal	F	-
		I	Arena limosa	E	1.39 - 1.7
		II	Gravas con arena	D	1.3 - 1.3

Fuente, Elaboración: Equipo Consultor.

3.5. Resumen de propiedades geotécnicas

En la siguiente tabla se recogen los valores representativos de los principales parámetros geotécnicos de las diferentes unidades geotécnicas.

Tabla 13: Resumen de las propiedades geotécnicas.

Obra	Sondeo	Nivel		SUCS	$N_{1(60)}$	Ángulo de fricción	Perfil NEC	Factor de sitio Fd, Fs
Planta de Tratamiento 1	SAM-1	0	Suelo vegetal	-	-	-	F	-
		I	Arena limosa	SM	12	30	E	1.39 - 1.7
		II	Gravas con arena	-	50	49	D	1.3 - 1.3
Planta de Tratamiento 2	SAM-2	I	Arena limosa	SM-	44	47	E	1.39 - 1.7
		II	Gravas con arena	-	50	49	D	1.3 - 1.3
Planta de Tratamiento 3	SAM-3	I	Arena limosa	ML	25	38	E	1.39 - 1.7
		II	Gravas con arena	-	50	49	D	1.3 - 1.3
Planta de Tratamiento 4	SAM-4	0	Suelo vegetal	-	-	-	F	-
		I	Arena limosa	SM	6	25	E	1.39 - 1.7
		II	Gravas con arena	-	50	49	D	1.3 - 1.3

Fuente, Elaboración: Equipo Consultor.

3.6. Perfiles estratigráficos

En los perfiles estratigráficos se representan los niveles geotécnicos, sus espesores, nivel freático y el número de golpes de S.P.T. (Anexo V).

073 701 660
Ext: 1101
municipiosantiago@yahoo.com
www.mendez.gob.ec
Méndez, Cantón Santiago
Provincia de Morona Santiago

4. ANÁLISIS DE LA CIMENTACIÓN

4.1. Determinación de la tensión admisible

En suelos granulares la presión vertical admisible de servicio suele encontrarse limitada por condiciones de asiento, más que por hundimiento. cuando la superficie del terreno sea marcadamente horizontal (pendiente inferior al 10%), la inclinación con la vertical de la resultante de las acciones sea menor del 10% y se admita la producción de asientos de hasta 25 mm, la presión vertical admisible de servicio podrá evaluarse mediante las siguientes expresiones basadas en el golpeo N_{SPT}:

Tabla 14: Formulación para tensión admisible (Q_{adm}) – Suelos no cohesivos

Para B*<1.2m	Para B*>1.2m
$Qadm = 12 * N_{SPT}(1 + \frac{D}{3B*}) * (\frac{St}{25})$	$Qadm = 8 * N_{SPT}\left(1 + \frac{D}{3B*}\right) * (\frac{St}{25}) * \left(\frac{B*+0.3}{B*}\right)^2$
Q_{adm}: Tensión admisible (kN/m^2).	
S_t: Asiento total admisible, en mm.	
N_{SPT}: el valor medio de los resultados, obtenidos en una zona de influencia de la cimentación comprendida entre un plano situado a una distancia 0,5B* por encima de su base y otro situado a una distancia mínima 2B* por debajo de la misma.	
D: profundidad Desplante (m).	
El Valor de (1+D/3B*) a introducir en las ecuaciones será menor o igual a 1,3.	

Fuente CTE.

- **Planta de Tratamiento 1**

A continuación, se representan los resultados obtenidos para la Nivel I, calculada en base al número de golpes de SPT corregido igual a veinte y cinco (25) y una profundidad de desplante (D_f) igual a 2,00m:

Tabla 15: Tensión admisible – Nivel I.

CIMENTACIÓN	Q_{adm} (kN/m^2)	Q_{adm} (Tn/m^2)
Zapata de 1,2 m de lado	233.33	23.79
Zapata de 1,5 m de lado	199.68	20.36
Zapata de 2,0 m de lado	169.28	17.26
Losa	158.00	16.11

Fuente, Elaboración: Equipo Consultor.

Los valores de la tensión admisible varían ente 16,11 a 23,79 Tn/m^2, dependiendo del tipo de cimentación.

073 701 660
Ext: 1101
municipiosantiago@yahoo.com
www.mendez.gob.ec
Méndez, Cantón Santiago
Provincia de Morona Santiago

- **Planta de Tratamiento 2**

A continuación, se representan los resultados obtenidos para la Nivel I, calculada en base al número de golpes de SPT corregido igual a cuarenta y cuatro (44) y una profundidad de desplante (D_f) igual a 1,50m:

Tabla 16: Tensión admisible - Nivel I.

CIMENTACIÓN	Q_{adm} (kN/m^2)	Q_{adm} (Tn/m^2)
Zapata de 1,2 m de lado	779.17	79.45
Zapata de 1,5 m de lado	675.84	68.92
Zapata de 2,0 m de lado	581.90	59.34
Losa	579.34	59.08

Fuente, Elaboración: Equipo Consultor.

Los valores de la tensión admisible varían ente 59,08 a 79,45 Tn/m^2, dependiendo del tipo de cimentación.

- **Planta de Tratamiento 3**

A continuación, se representan los resultados obtenidos para la Nivel I, calculada en base al número de golpes de SPT corregido igual a veinte y uno (21) y una profundidad de desplante (D_f) igual a 1,50m:

Tabla 17: Tensión admisible - Nivel I.

CIMENTACIÓN	Q_{adm} (kN/m^2)	Q_{adm} (Tn/m^2)
Zapata de 1,2 m de lado	442.71	45.14
Zapata de 1,5 m de lado	384.00	39.16
Zapata de 2,0 m de lado	330.63	33.71
Losa	329.17	33.57

Fuente, Elaboración: Equipo Consultor.

Los valores de la tensión admisible varían ente 33,57 a 45,14 Tn/m^2, dependiendo del tipo de cimentación.

- **Planta de Tratamiento 4**

A continuación, se representan los resultados obtenidos para la Nivel I, calculada en base al número de golpes de SPT corregido igual a seis (6) y una profundidad de desplante (D_f) igual a 2,00m:

073 701 660
Ext: 1101
municipiosantiago@yahoo.com
www.mendez.gob.ec
Méndez, Cantón Santiago
Provincia de Morona Santiago

Tabla 18: Tensión admisible - Nivel I.

CIMENTACIÓN	Q_{adm} (kN/m^2)	Q_{adm} (Tn/m^2)
Zapata de 1,2 m de lado	116.67	11.90
Zapata de 1,5 m de lado	99.84	10.18
Zapata de 2,0 m de lado	84.64	8.63
Losa	79.00	8.06

Fuente, Elaboración: Equipo Consultor.

Los valores de la tensión admisible varían ente 8,06 a 11,90 Tn/m^2, dependiendo del tipo de cimentación.

4.2. Estimación de asentamientos

Es importante comprobar que las cargas transmitidas por la cimentación no se encuentren limitadas por los asientos que se puedan generar en el terreno como consecuencia de la sobrecarga ejercida por las estructuras.

Podemos diferenciar dos tipos: asentamientos totales y los asentamientos diferenciales. Los asentamientos diferenciales son los que podrían comprometer la seguridad de la estructura si sobrepasa 2,50 cm. (NEC-SE-GC), que es el asentamiento máximo para estructuras convencionales.

Los métodos más comunes emplean varias integraciones de la solución de Boussinesq para determinar el asentamiento de una carga puntual en la superficie de un semi-espacio homogéneo, isotrópico y elástico.

$$S_i = \frac{qB(1-\mu^2)}{E} I$$

Donde:

S_i = Asentamiento inicial.
Q = Esfuerzo promedio transmitido.
B = Ancho de la zapata.
E = Módulo de Young.
I = Factor de influencia.
μ = Coeficiente de Poisson.

Las propiedades elásticas del suelo de cimentación fueron asumidas a partir de la Tabla C10.4.6.3-1 que incorpora las constantes elásticas de varios tipos de suelos, publicado por *ASSTO LRDF Brigde Desing Specifications* (2017):

073 701 660
Ext: 1101
municipiosantiago@yahoo.com
www.mendez.gob.ec
Méndez, Cantón Santiago
Provincia de Morona Santiago

Tabla 19: Cálculo de asiento para cada Nivel.

CÁLCULO DE ASIENTOS	PT-1	PT-2	PT-3	PT-4
	Nivel I	Nivel I	Nivel I	Nivel I
Carga última (Q_u)(Kg/cm^2)	2.0	5.0	4.0	1.0
Coeficiente de Poisson (v)	0.32	0.3	0.3	0.32
Módulo de Elasticidad € (kg/cm^2)	90	300	205	50
Ancho cimentación (B) (cm)	150.0	150.0	150.0	150.0
Factor de forma (k)	0.8	0.8	0.8	0.8
Asiento total (cm)	**2.39**	**1.82**	**2.13**	**2.15**

Fuente, Elaboración: Equipo Consultor.

Se observa que, con las cargas últimas transmitidas al terreno propuestas, producen asentamientos que se encuentran dentro la normativa propuesta por el NEC.

4.3. Obtención del módulo de balasto (KS).

El coeficiente de balasto considera al terreno como un conjunto infinito de muelles situados bajo la cimentación, la constante de deformación de cada muelle es Ks (módulo de balasto), que se obtiene del cociente entre la presión de contacto o de trabajo (Q) y el desplazamiento o asiento (Si):

$$Ks = \frac{Q}{S}; \qquad Ks = \frac{E}{B * (1 - v^2)}$$

Se realizó el cálculo por el método clásico y por la fórmula de Vesic, la cual se basa en los parámetros del terreno: módulo de elasticidad y coeficiente Poisson.

Tabla 20: Valores del módulo de Balasto.

MÓDULO DE BALASTO (Ks)	PT-1	PT-2	PT-3	PT-4
	Nivel I	Nivel I	Nivel I	Nivel I
Carga de trabajo (Qadm)(kg/cm^2)	2.0	5.0	4.0	1.0
Asentamiento resultante (S) (cm)	2.4	1.8	2.1	2.2
Ancho cimentación (B) (cm)	150.0	150.0	150.0	150.0
Coeficiente de Poisson (v)	0.32	0.3	0.3	0.32
Módulo de Elasticidad € (kg/cm^2)	90	300	205	50
Ks (kg/cm^3)	**0.84**	**2.75**	**1.88**	**0.46**
Ks (Vesic) (kg/cm^3)	**0.67**	**2.20**	**1.50**	**0.37**

Fuente, Elaboración: Equipo Consultor.

073 701 660
Ext: 1101
municipiosantiago@yahoo.com
www.mendez.gob.ec
Méndez, Cantón Santiago
Provincia de Morona Santiago

5. CONCLUSIONES

A continuación, se exponen las conclusiones, a manera de resumen, los principales datos del estudio geotécnico que se han desarrollado en apartado anteriores, y a los cuales remitimos para su completa y mejor comprensión.

- El estudio tiene como objetivo determinar las características geotécnicas del subsuelo donde se implantará el proyecto en mención.
- Se realizaron cuatro perforaciones geotécnicas de hasta 5,00m de profundidad, con ensayos de S.P.T. en cada metro. Distribuidas en las cuatro plantas de tratamiento de aguas residuales.
- Se registró niveles freáticos en las excavaciones, las mismas que se detallan a continuación:

Tabla 21: Nivel freático en sondeos

Sondeo	Nivel Freático (m)
SAM - 1	2.2
SAM - 2	1.2
SAM - 3	1.2
SAM - 4	1.3

Fuente, Elaboración: Equipo Consultor.

- En la zona de estudio se localizó dos niveles geotécnicos principalmente, definidos por diferentes propiedades geomecánicas:

Tabla 22: Resumen de las propiedades geotécnicas.

Obra	Sondeo	Nivel		SUCS	$N_{1(60)}$	Ángulo de fricción	Perfil NEC	Factor de sitio Fd, Fs
Planta de Tratamiento 1	SAM-1	0	Suelo vegetal	-	-	-	F	-
		I	Arena limosa	SM	12	30	E	1.39 - 1.7
		II	Gravas con arena	-	50	49	D	1.3 - 1.3
Planta de Tratamiento 2	SAM-2	I	Arena limosa	SM-	44	47	E	1.39 - 1.7
		II	Gravas con arena	-	50	49	D	1.3 - 1.3
Planta de Tratamiento 3	SAM-3	I	Arena limosa	ML	25	38	E	1.39 - 1.7
		II	Gravas con arena	-	50	49	D	1.3 - 1.3
Planta de Tratamiento 4	SAM-4	0	Suelo vegetal	-	-	-	F	-
		I	Arena limosa	SM	6	25	E	1.39 - 1.7
		II	Gravas con arena	-	50	49	D	1.3 - 1.3

Fuente, Elaboración: Equipo Consultor.

073 701 660
Ext: 1101
municipiosantiago@yahoo.com
www.mendez.gob.ec
Méndez, Cantón Santiago
Provincia de Morona Santiago

- Para el diseño de la cimentación se pueden utilizar las tensiones admisibles que se presentan en la tabla siguiente, sin embargo, el Ingeniero estructural mediante un análisis técnico-económico deberá elegir la alternativa más adecuada para la construcción del proyecto.

Tabla 23: Resumen de los valores de la Tensión admisible.

CIMENTACIÓN	PT-1	PT-2	PT-3	PT-4
	Df. 1.5m.	Df. 1.5m.	Df. 2.0 m.	Df. 2.0 m.
	Qadm (Tn/m^2)	Qadm (Tn/m^2)	Qadm (Tn/m^2)	Qadm (Tn/m^2)
Zapata de 1,2 m de lado	23.79	79.45	45.14	11.90
Zapata de 1,5 m de lado	20.36	68.92	39.16	10.18
Zapata de 2,0 m de lado	17.26	59.34	33.71	8.63
Losa	16.11	59.08	33.57	8.06

Fuente, Elaboración: Equipo Consultor.

- Los valores de los asentamientos iniciales se presentan en la tabla siguiente:

Tabla 24: Resumen de los valores de Asiento inicial.

CÁLCULO DE ASIENTOS	PT-1	PT-2	PT-3	PT-4
	Nivel I	Nivel I	Nivel I	Nivel I
Carga última (Qh)(Kg/cm^2)	2.0	5.00	4.00	1.00
Ancho cimentación (B) (cm)	150.00	150.00	150.00	150.00
Asiento total (cm)	2.39	1.82	2.13	2.15

Fuente, Elaboración: Equipo Consultor.

- Los valores del Módulo de Balasto estimados para cada Nivel son los siguientes:

Tabla 25: Resumen de los valores Módulo de Balasto.

MÓDULO DE BALASTO (Ks)	PT-1	PT-2	PT-3	PT-4
	Nivel I	Nivel I	Nivel I	Nivel I
Ks (kg/cm^3)	0.84	2.75	1.88	0.46
Ks (Vesic) (kg/cm^3)	0.67	2.20	1.50	0.37

Fuente, Elaboración: Equipo Consultor.

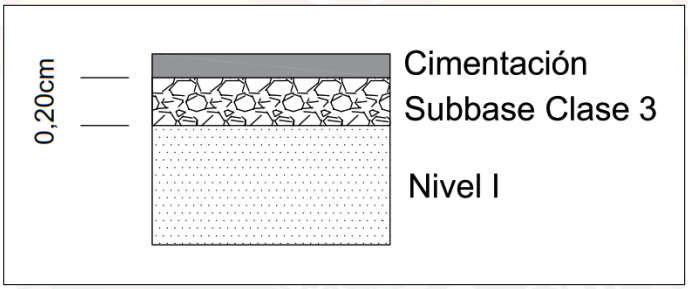
073 701 660
Ext: 1101
municipiosantiago@yahoo.com
www.mendez.gob.ec
Méndez, Cantón Santiago
Provincia de Morona Santiago

6. RECOMENDACIONES

Se recomienda cimentar las estructuras en el Nivel I, considerando las siguientes profundidades:

- Planta de tratamiento 1 y 4: a partir de 2,00m de profundidad.
- Planta de tratamiento 2 y 3: a partir de 1,50m de profundidad.

El cimiento se asentará sobre un material de mejoramiento compuesto subbase clase 3, de espesor no menor a 20 cm, debidamente compactada.



Estructura de cimentación

Por último, debe de indicarse que las consideraciones expuestas en el presente informe han sido deducidas a partir de ensayos puntuales, constituyendo una extrapolación al conjunto del área de estudio en las condiciones actuales del subsuelo.

Ello no es impedimento para que puedan producirse variaciones con respecto al esquema definido, derivadas de la heterogeneidad que pueda presentar el terreno, o bien de alteraciones posteriores antrópicas realizadas con anterioridad al comienzo de la obra.

En cualquier caso, durante la fase de excavación de la cimentación se ha de comprobar o verificar que el terreno que aparece corresponda con el descrito en el informe.

Realizado por:

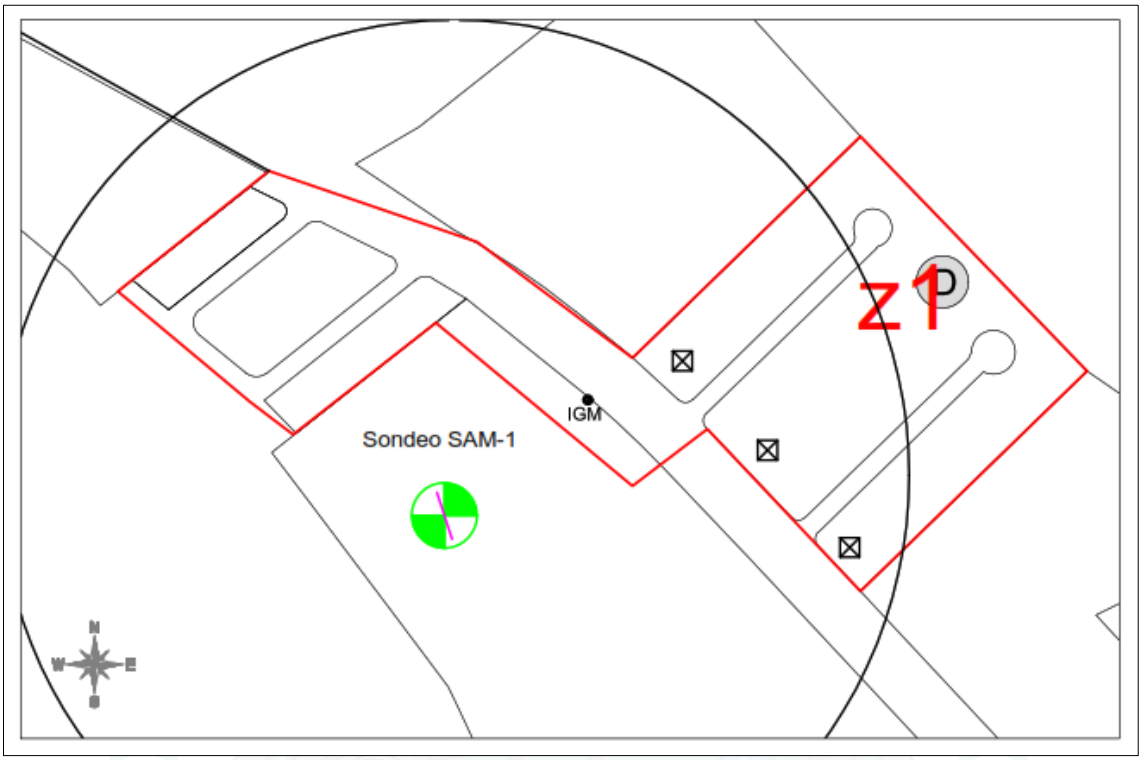
Firmado electrónicamente por:
JOSE LUIS PESANTEZ AUCAY

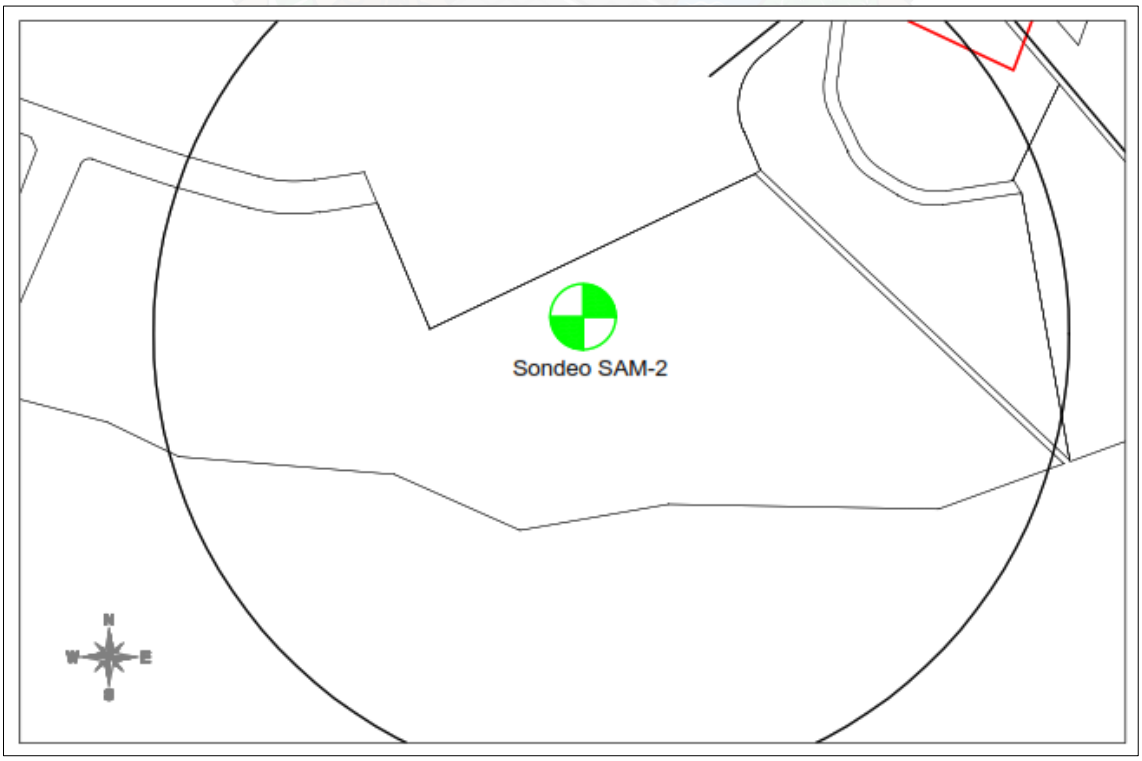
Ing. José Luis Pesántez

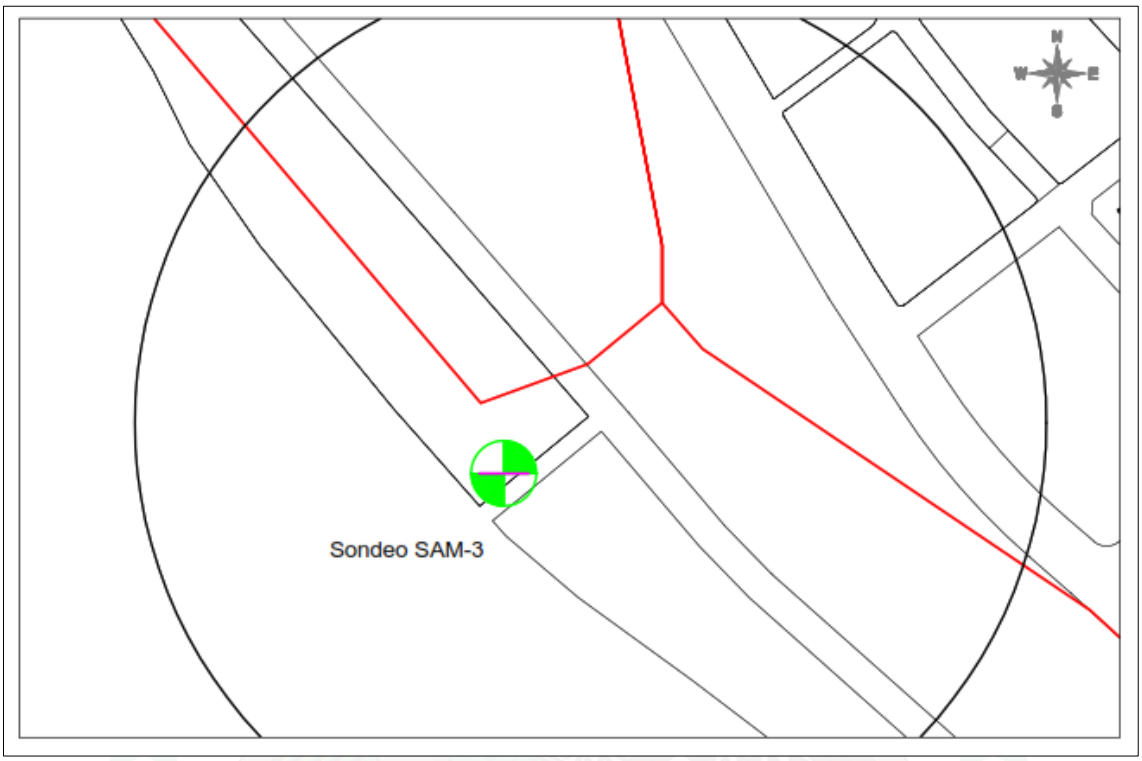
REGISTRO SENESCYT: 1002-15-1334197

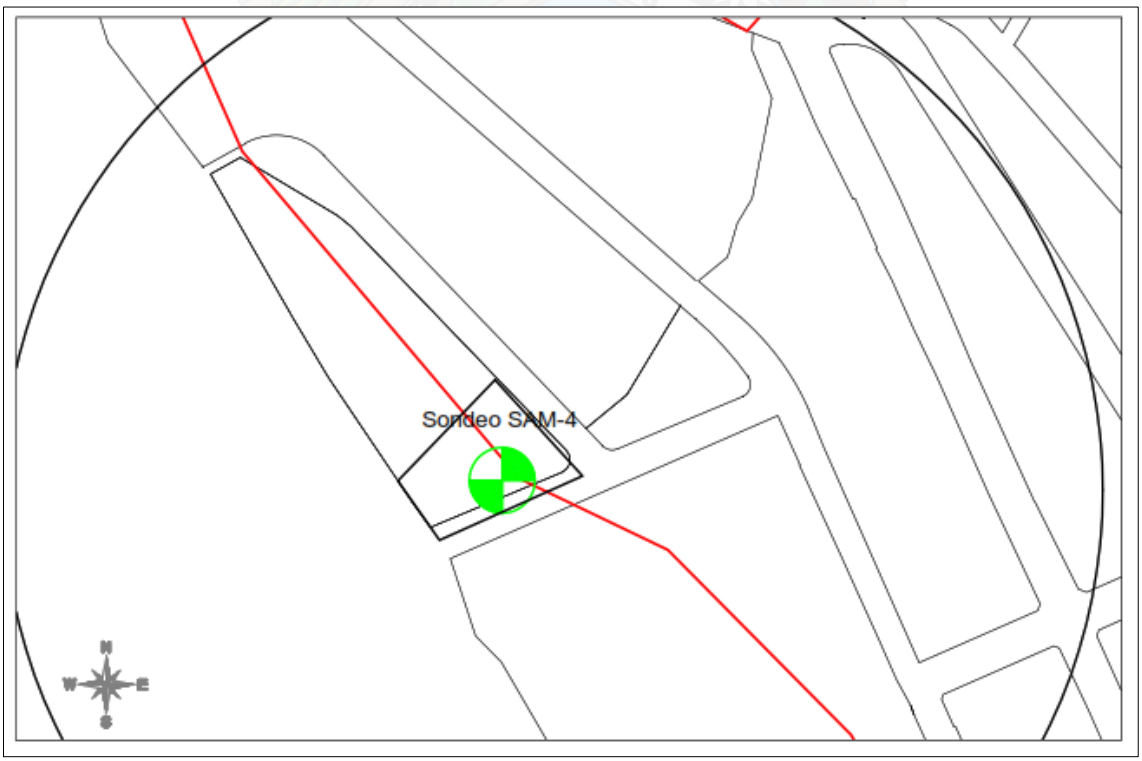
7. ANEXOS

7.1. Anexo I: Ubicación en planta de sondeos.






Sondeo SAM-3

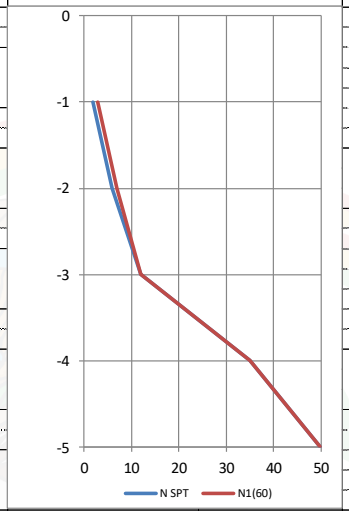

Sondeo SAM-4

7.2. Anexo II: Registro de Perforación

REGISTRO DE PERFORACIÓN

Proyecto: Alcantarillado Santiago de Méndez. **Sondeo:** SAM-1 **Encargado:** Pesántez, J
Ubicación: Planta de tratamiento 1. **Nivel de agua:** 2,20m.

Prof (m)	MUESTRA	DESCRIPCIÓN	PERFIL	N SPT	N1 (60)	GRÁFICO	HUMEDAD	SUCS
0.20								
0.40		**0,00-1,00m** Suelo vegetal, compuesto por limo arenoso, color café. Humedad alta y consistencia blanda.						
0.60	1			2 - 1 - 1	3			
0.80								
1.00		1,00 m.						
1.20								
1.40								
1.60								
1.80	2			3 - 3 - 3	7		25	SM
2.00								
2.20		**1,00-3,90m** Arena fina, color verdoso, con presencia de grava sub-angulosos (10%) de un tamaño de 3cm. Humedad alta a saturada y compacidad compacta a muy densa.						
2.40								
2.60								
2.80	3			6 - 6 - 6	12			
3.00								
3.20								
3.40								
3.60								
3.80	4			15 - 16 - 19	35		32	SM
4.00		3,90 m.						
4.20								
4.40		3,90-5,00m Dep. Aluvial: compuesto por gravas y boleos subredondeados, en una matriz arenosa.						
4.60								
4.80	5			R - R - R	50			
5.00								



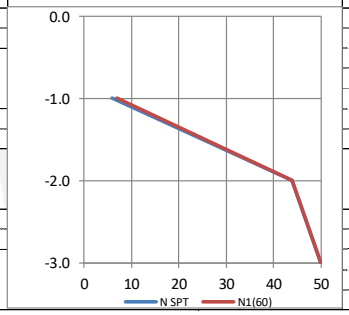
5	Ensayo de SPT
0	Tubo Shelby
0	Muestra recuperada mediante perforación a rotación.

GEO Ingeniería

REGISTRO DE PERFORACIÓN

Proyecto: Alcantarillado Santiago de Méndez. **Sondeo:** SAM-2 **Encargado:** Pesántez, J
Ubicación: Planta de tratamiento 2. **Nivel de agua:** 1,20m.

Prof (m)	MUESTRA	DESCRIPCIÓN	PERFIL	N SPT	N1 (60)	GRÁFICO	HUMEDAD	SUCS
0.20								
0.40								
0.60		**0,00-1,90m** Arena de grano medio con algo de limo, color gris. Humedad alta a saturada y de compacidad suelta a muy densa.						
0.80	1			3 - 3 - 3	7			
1.00								
1.20								
1.40								
1.60								
1.80	2	1,90 m.		17 - 21 - 23	44		19	SM
2.00								
2.20		**1,90-3,00m** Dep. Aluvial: compuesto por gravas y boleos subredondeados, en una matriz arenosa.						
2.40								
2.60								
2.80	3			R - R - R	50			
3.00		3,00 m.						



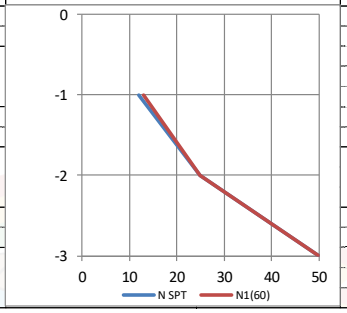
3	Ensayo de SPT
0	Tubo Shelby
0	Muestra recuperada mediante perforación a rotación.

GEO Ingeniería

REGISTRO DE PERFORACIÓN

Proyecto: Alcantarillado Santiago de Méndez. **Sondeo:** SAM-3 **Encargado:** Pesántez, J
Ubicación: Planta de tratamiento 3. **Nivel de agua:** 1.20 m.

Prof (m)	MUESTRA	DESCRIPCIÓN	PERFIL	N SPT	N1(60)	GRÁFICO	HUMEDAD	SUCS
0.20								
0.40								
0.60								
0.80	1	**0,00-1,80m** Limo arenoso / Arena limosa, color gris. Humedad alta a saturada y de compacidad compacta.		3 - 6 - 6	12			
1.00								
1.20								
1.40								
1.60								
1.80	2	1,80 m.		6 - 10 - 15	25		21	ML
2.00		**1,80-3,00m** Dep. Aluvial: compuesto por gravas y boleos subredondeados, en una matriz arenosa.						
2.20								
2.40								
2.60								
2.80	3			R - R - R	50			
3.00		3,00 m.						



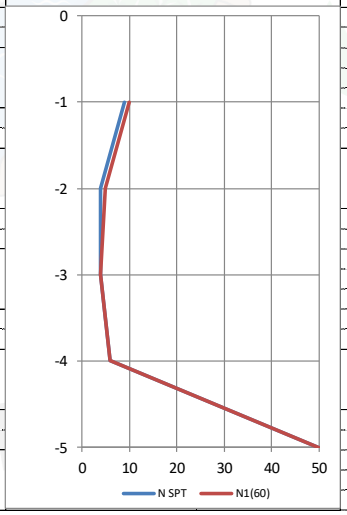
3	Ensayo de SPT
0	Tubo Shelby
0	Muestra recuperada mediante perforación a rotación.

GEO Ingeniería

REGISTRO DE PERFORACIÓN

Proyecto: Alcantarillado Santiago de Méndez. **Sondeo:** SAM-4 **Encargado:** Pesántez, J
Ubicación: Planta de tratamiento 4 **Nivel de agua:** 1,30m.

Prof (m)	MUESTRA	DESCRIPCIÓN	PERFIL	N SPT	N1(60)	GRÁFICO	HUMEDAD	SUCS
0.20		**0,0-0,30m** Suelo vegetal, color negruzco.						
0.40								
0.60								
0.80	1	**0,30-1,40m** Arena limosa, color café. Contiene gravas (20%) de hasta 3cm de diámetro. Humedad alta y de compacidad compacta.		3 - 4 - 5	10			
1.00								
1.20								
1.40								
1.60		1,40 m.						
1.80	2			1 - 2 - 2	5		29	SM
2.00								
2.20								
2.40								
2.60								
2.80	3	**1,40-4,40m** Arena limosa, color gris verdoso. Contiene gravilla (5%) de hasta 1cm de diámetro. Saturada y de compacidad suelta.		2 - 2 - 2	4			
3.00								
3.20								
3.40								
3.60								
3.80	4			3 - 3 - 3	6		26	SM
4.00								
4.20								
4.40		4,40 m.						
4.60		**4,40-5,00m** Dep. Aluvial: compuesto por gravas y boleos subredondeados, en una matriz arenosa.						
4.80	5			7 - R - R	50			
5.00		5,00 m.						



5	Ensayo de SPT
0	Tubo Shelby
0	Muestra recuperada mediante perforación a rotación.

GEO Ingeniería

7.3. Anexo III: Ensayos de Laboratorio

GEO Ingeniería

ENSAYO DE CLASIFICACIÓN

(NORMA ASTM D 2487-06)

Proyecto:	Alcantarillado Santiago de Mendez.	**Sondeo:**	SAM-1
Ubicación:	Planta de tratamiento 1.	**Muestra Nº:**	SPT-2
Fecha:	Junio - 2023.	**Profundidad:**	1,55 - 2,00m.

ENSAYO	CÁPSULA	P. HÚMEDO	P. SECO	P. CÁPSULA	HUMEDAD	PROMEDIO
Humedad Natural (ASTM D 2216-05)	1	57.17	48.82	17.24	26.44	25.37
	2	66.04	56.47	17.09	24.30	
Límite Líquido (ASTM D 4318-05)	MATERIAL NO PLASTICO					
Límite plástico (ASTM D4318-06)	MATERIAL NO PLASTICO					

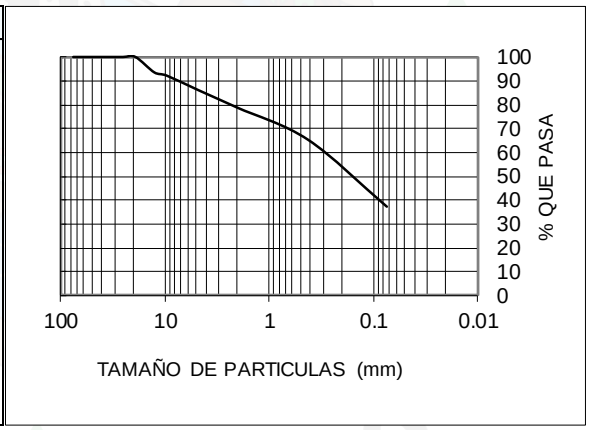
Peso de la muestra húmeda: 225.71 g
Peso de la muestra seca: 180.03 g

GRANULOMETRÍA

(NORMA ASTM D 422-63)

TAMIZ	P.RETENIDO	% RETENIDO	% Q' PASA
3"		0.0	100.0
2"		0.0	100.0
1 1/2"		0.0	100.0
1"		0.0	100.0
3/4"		0.0	100.0
1/2"	11.70	6.5	93.5
3/8"	14.10	7.8	92.2
No 4	25.00	13.9	86.1
No 10	38.27	21.3	78.7
No 40	62.52	34.7	65.3
No 200	112.97	62.7	37.3

CURVA GRANULOMÉTRICA



.

Resultados					
GRAVA	14%	**L.Líquido**	N.P.	**SUCS**	SM
ARENA	49%	**L.Plástico**	N.P.	**AASHTO**	A-4
FINOS	37%	**I.Plástico**	N.P.	**IG.**	0

GEO Ingeniería

ENSAYO DE CLASIFICACIÓN

(NORMA ASTM D 2487-06)

Proyecto: Alcantarillado Santiago de Mendez.
Ubicación: Planta de tratamiento 1.
Fecha: Junio - 2023.
Sondeo: SAM-1
Muestra Nº: SPT-4
Profundidad: 3,55 - 4,00m.

ENSAYO	CÁPSULA	P. HÚMEDO	P. SECO	P. CÁPSULA	HUMEDAD	PROMEDIO
Humedad Natural (ASTM D 2216-05)	1 2	45.42 49.51	37.94 41.80	15.48 17.01	33.30 31.10	32.20
Límite Líquido (ASTM D 4318-05)	MATERIAL NO PLASTICO					
Límite plástico (ASTM D4318-06)	MATERIAL NO PLASTICO					

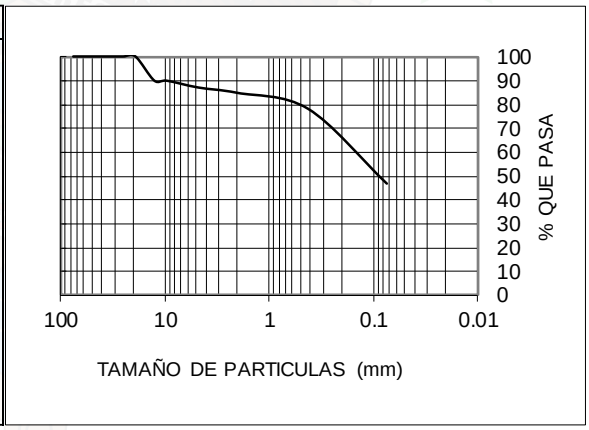
Peso de la muestra húmeda: 215.51 g
Peso de la muestra seca: 163.02 g

GRANULOMETRÍA

(NORMA ASTM D 422-63)

TAMIZ	P.RETENIDO	% RETENIDO	% Q' PASA
3"		0.0	100.0
2"		0.0	100.0
1 1/2"		0.0	100.0
1"		0.0	100.0
3/4"		0.0	100.0
1/2"	16.58	10.2	89.8
3/8"	16.58	10.2	89.8
No 4	21.23	13.0	87.0
No 10	24.89	15.3	84.7
No 40	35.84	22.0	78.0
No 200	86.96	53.3	46.7

CURVA GRANULOMÉTRICA



.

Resultados					
GRAVA	13%	**L.Líquido**	N.P.	**SUCS**	SM
ARENA	40%	**L.Plástico**	N.P.	**AASHTO**	A-4
FINOS	47%	**I.Plástico**	N.P.	**IG.**	0

GEO Ingeniería

ENSAYO DE CLASIFICACIÓN

(NORMA ASTM D 2487-06)

Proyecto:	Alcantarillado Santiago de Mendez.	**Sondeo:**	SAM-2
Ubicación:	Planta de tratamiento 1.	**Muestra Nº:**	SPT-2
Fecha:	Junio - 2023.	**Profundidad:**	1,55 - 2,00m.

ENSAYO	CÁPSULA	P. HÚMEDO	P. SECO	P. CÁPSULA	HUMEDAD	PROMEDIO
Humedad Natural (ASTM D 2216-05)	1 2	55.34 59.67	49.39 52.64	17.09 16.22	18.42 19.30	18.86
Límite Líquido (ASTM D 4318-05)	MATERIAL NO PLASTICO					
Límite plástico (ASTM D4318-06)	MATERIAL NO PLASTICO					

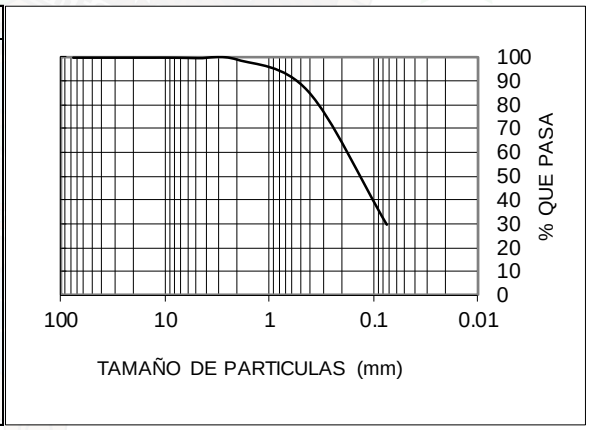
Peso de la muestra húmeda: 216.69 g
Peso de la muestra seca: 182.30 g

GRANULOMETRÍA

(NORMA ASTM D 422-63)

TAMIZ	P.RETENIDO	% RETENIDO	% Q' PASA
3"		0.0	100.0
2"		0.0	100.0
1 1/2"		0.0	100.0
1"		0.0	100.0
3/4"		0.0	100.0
1/2"		0.0	100.0
3/8"		0.0	100.0
No 4	0.37	0.2	99.8
No 10	1.54	0.8	99.2
No 40	25.81	14.2	85.8
No 200	127.98	70.2	29.8

CURVA GRANULOMÉTRICA



.

Resultados					
GRAVA	0%	**L.Líquido**	N.P.	**SUCS**	SM
ARENA	70%	**L.Plástico**	N.P.	**AASHTO**	A-2-4
FINOS	30%	**I.Plástico**	N.P.	**IG.**	0

GEO Ingeniería

ENSAYO DE CLASIFICACIÓN

(NORMA ASTM D 2487-06)

Proyecto:	Alcantarillado Santiago de Mendez.	**Sondeo:**	SAM-3
Ubicación:	Planta de tratamiento 1.	**Muestra Nº:**	SPT-2
Fecha:	Junio - 2023.	**Profundidad:**	1,55 - 2,00m.

ENSAYO	CÁPSULA	P. HÚMEDO	P. SECO	P. CÁPSULA	HUMEDAD	PROMEDIO
Humedad Natural (ASTM D 2216-05)	1 2	54.22 47.61	47.64 41.88	17.09 14.70	21.54 21.08	21.31
Límite Líquido (ASTM D 4318-05)	MATERIAL NO PLASTICO					
Límite plástico (ASTM D4318-06)	MATERIAL NO PLASTICO					

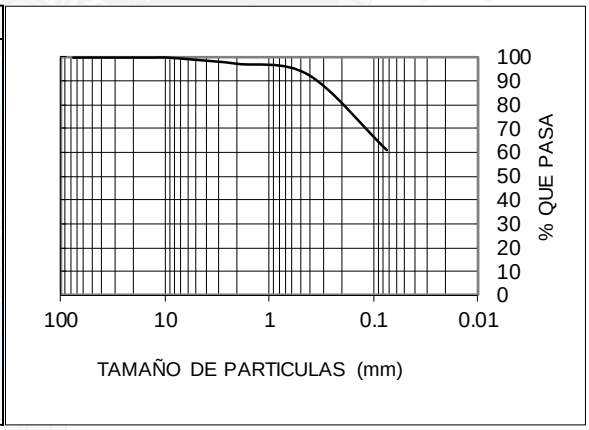
Peso de la muestra húmeda: 172.72 g
Peso de la muestra seca: 142.38 g

GRANULOMETRÍA

(NORMA ASTM D 422-63)

TAMIZ	P.RETENIDO	% RETENIDO	% Q' PASA
3"		0.0	100.0
2"		0.0	100.0
1 1/2"		0.0	100.0
1"		0.0	100.0
3/4"		0.0	100.0
1/2"		0.0	100.0
3/8"		0.0	100.0
No 4	1.48	1.0	99.0
No 10	3.76	2.6	97.4
No 40	10.29	7.2	92.8
No 200	55.73	39.1	60.9

CURVA GRANULOMÉTRICA



.

Resultados					
GRAVA	1%	**L.Líquido**	N.P.	**SUCS**	ML
ARENA	38%	**L.Plástico**	N.P.	**AASHTO**	A-4
FINOS	61%	**I.Plástico**	N.P.	**IG.**	0

GEO Ingeniería

ENSAYO DE CLASIFICACIÓN

(NORMA ASTM D 2487-06)

Proyecto:	Alcantarillado Santiago de Mendez.	**Sondeo:**	SAM-4
Ubicación:	Planta de tratamiento 1.	**Muestra Nº:**	SPT-2
Fecha:	Junio - 2023.	**Profundidad:**	1,55 - 2,00m.

ENSAYO	CÁPSULA	P. HÚMEDO	P. SECO	P. CÁPSULA	HUMEDAD	PROMEDIO
Humedad Natural (ASTM D 2216-05)	1 2	49.74 43.54	42.29 37.35	17.01 15.48	29.47 28.30	28.89
Límite Líquido (ASTM D 4318-05)	MATERIAL NO PLASTICO					
Límite plástico (ASTM D4318-06)	MATERIAL NO PLASTICO					

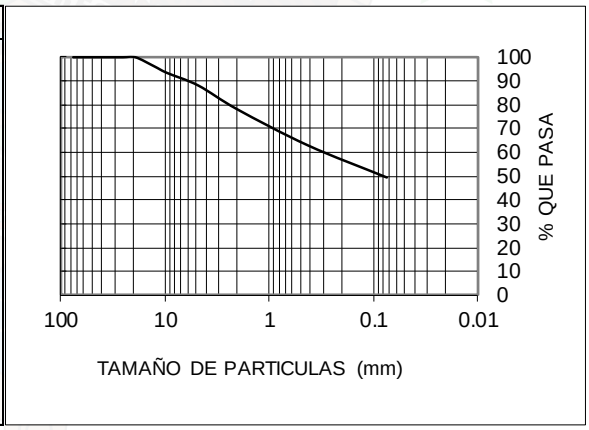
Peso de la muestra húmeda: 224.17 g
Peso de la muestra seca: 173.93 g

GRANULOMETRÍA

(NORMA ASTM D 422-63)

TAMIZ	P.RETENIDO	% RETENIDO	% Q' PASA
3"		0.0	100.0
2"		0.0	100.0
1 1/2"		0.0	100.0
1"		0.0	100.0
3/4"		0.0	100.0
1/2"	6.74	3.9	96.1
3/8"	11.43	6.6	93.4
No 4	20.72	11.9	88.1
No 10	38.23	22.0	78.0
No 40	64.66	37.2	62.8
No 200	88.11	50.7	49.3

CURVA GRANULOMÉTRICA



.

Resultados					
GRAVA	12%	**L.Líquido**	N.P.	**SUCS**	SM
ARENA	39%	**L.Plástico**	N.P.	**AASHTO**	A-4
FINOS	49%	**I.Plástico**	N.P.	**IG.**	0

GEO Ingeniería

ENSAYO DE CLASIFICACIÓN

(NORMA ASTM D 2487-06)

Proyecto:	Alcantarillado Santiago de Mendez.	**Sondeo:**	SAM-4
Ubicación:	Planta de tratamiento 1.	**Muestra Nº:**	SPT-4
Fecha:	Junio - 2023.	**Profundidad:**	3,55 - 4,00m.

ENSAYO	CÁPSULA	P. HÚMEDO	P. SECO	P. CÁPSULA	HUMEDAD	PROMEDIO
Humedad Natural (ASTM D 2216-05)	1 2	71.41 65.78	60.16 55.30	17.41 14.70	26.32 25.81	26.06
Límite Líquido (ASTM D 4318-05)	MATERIAL NO PLASTICO					
Límite plástico (ASTM D4318-06)	MATERIAL NO PLASTICO					

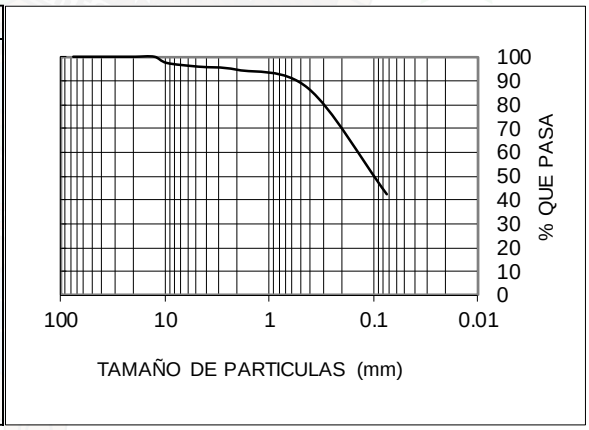
Peso de la muestra húmeda: 289.37 g
Peso de la muestra seca: 229.54 g

GRANULOMETRÍA

(NORMA ASTM D 422-63)

TAMIZ	P.RETENIDO	% RETENIDO	% Q' PASA
3"		0.0	100.0
2"		0.0	100.0
1 1/2"		0.0	100.0
1"		0.0	100.0
3/4"		0.0	100.0
1/2"		0.0	100.0
3/8"	5.97	2.6	97.4
No 4	9.51	4.1	95.9
No 10	12.55	5.5	94.5
No 40	30.31	13.2	86.8
No 200	132.06	57.5	42.5

CURVA GRANULOMÉTRICA



.

Resultados					
GRAVA	4%	**L.Líquido**	N.P.	**SUCS**	SM
ARENA	53%	**L.Plástico**	N.P.	**AASHTO**	A-4
FINOS	42%	**I.Plástico**	N.P.	**IG.**	0

7.4. Anexo IV: Registro Fotográfico



Plataforma del sondeo SAM-1



SAM1 - SPT-1



SAM1 - SPT-2



SAM1 - SPT-3



SAM1 - SPT-4



Plataforma del sondeo SAM-2



SAM2 - SPT-1



SAM2 - SPT-2



Plataforma del sondeo SAM-3



SAM3 - SPT-1



SAM3 - SPT-2



Plataforma del sondeo SAM-4



SAM4 - SPT-1



SAM4 - SPT-2



SAM4 - SPT-3

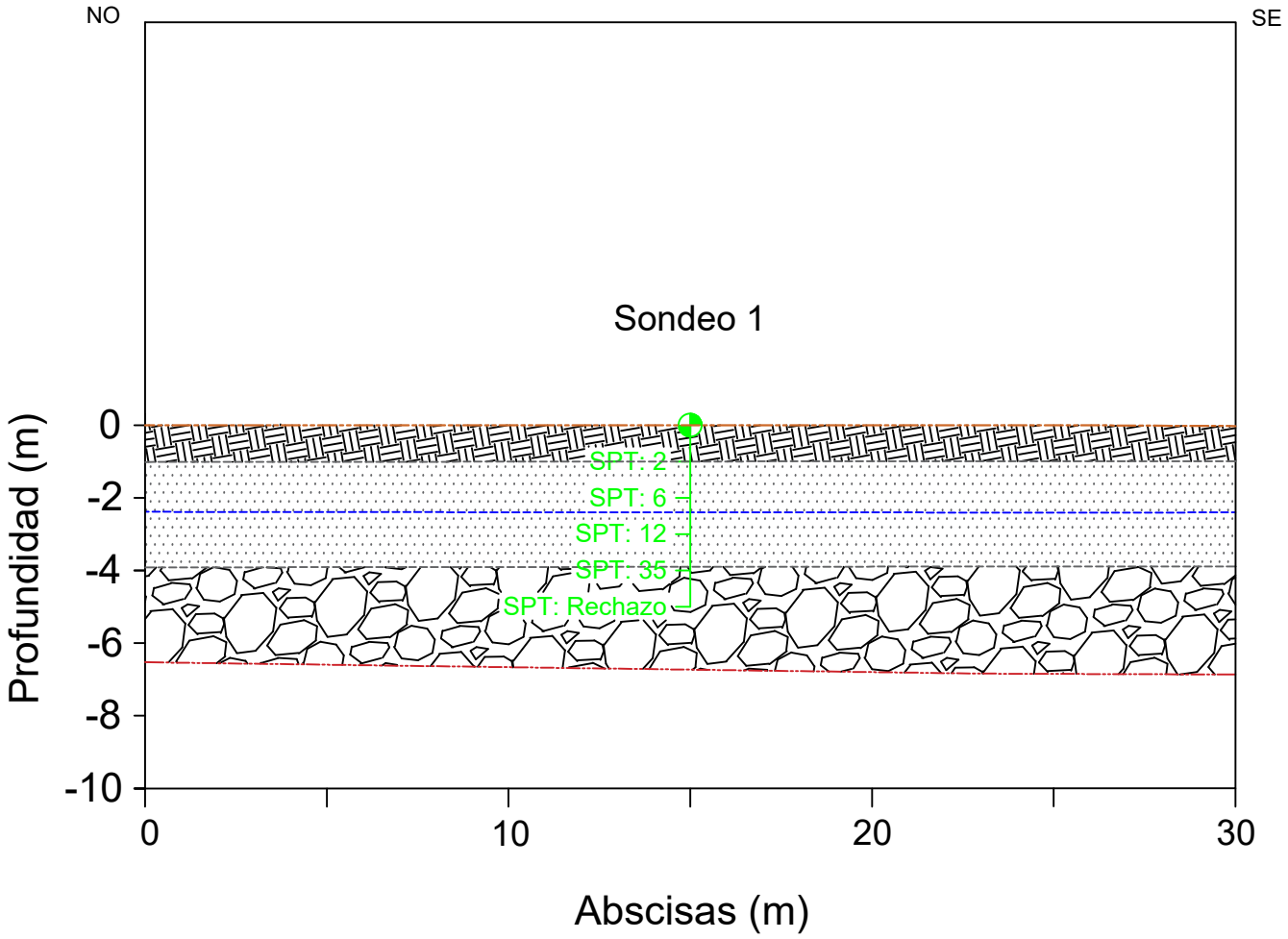


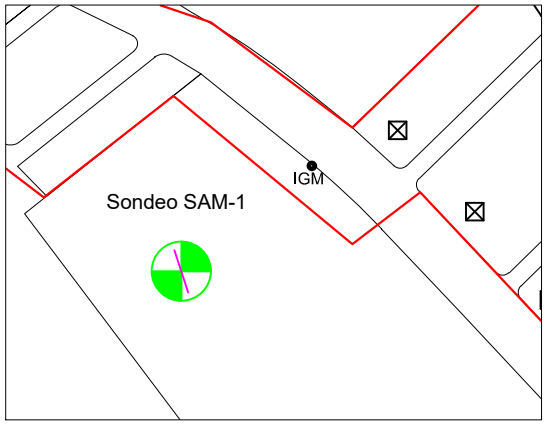
SAM4 - SPT-4

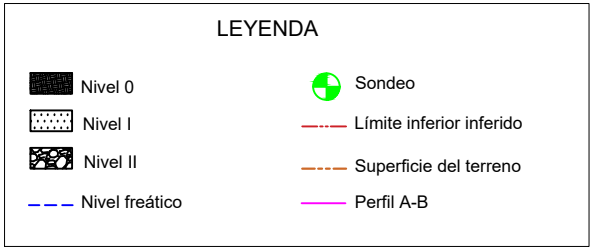
7.5. Anexo V: Perfiles estratigráfico

073 701 660
Ext: 1101
municipiosantiago@yahoo.com
www.mendez.gob.ec
Méndez, Cantón Santiago
Provincia de Morona Santiago

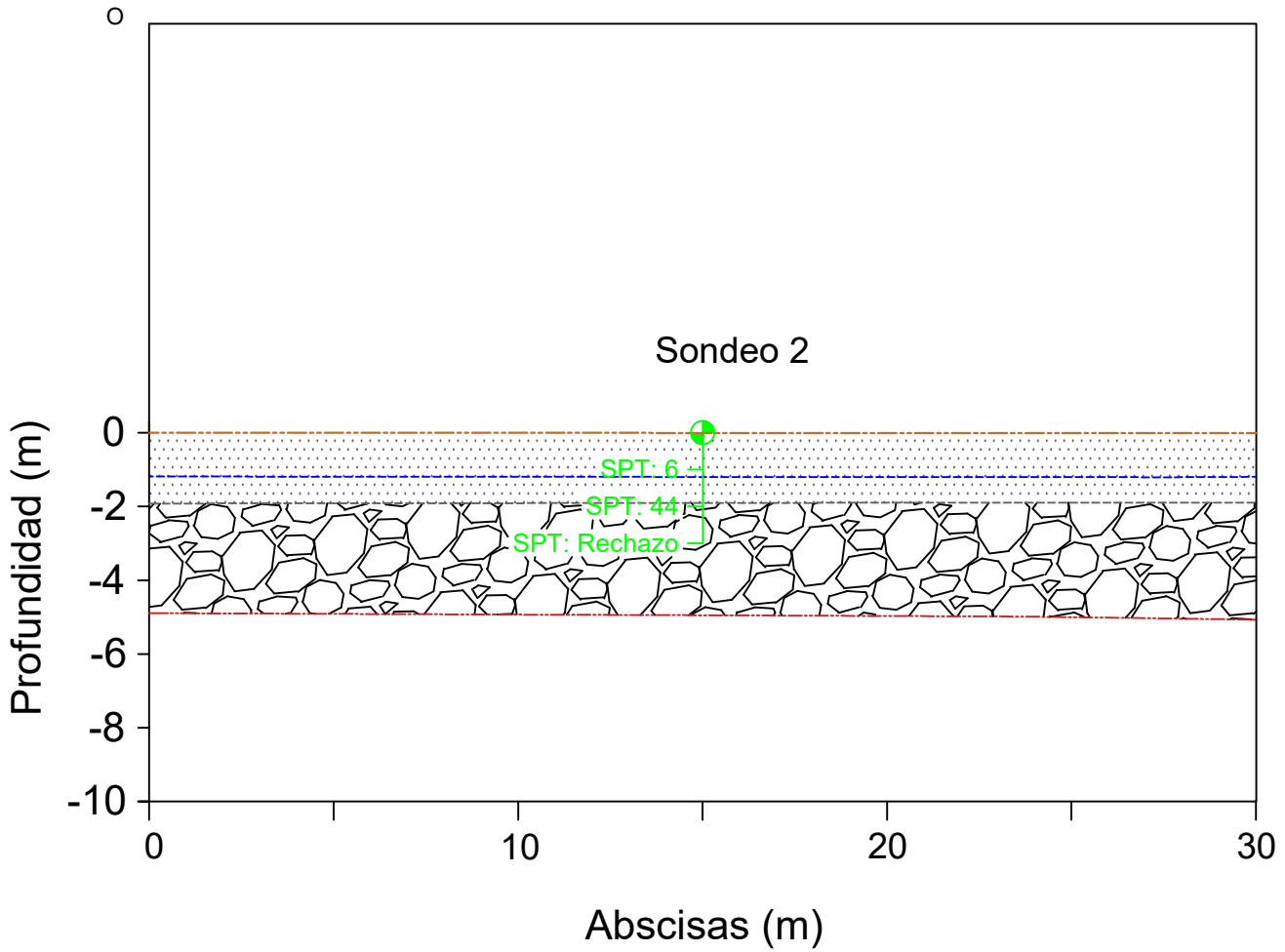
PERFIL ESTRATIGRÁFICO

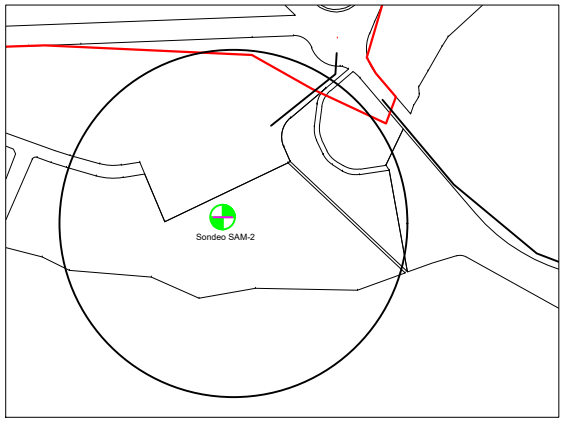






PERFIL ESTRATIGRÁFICO

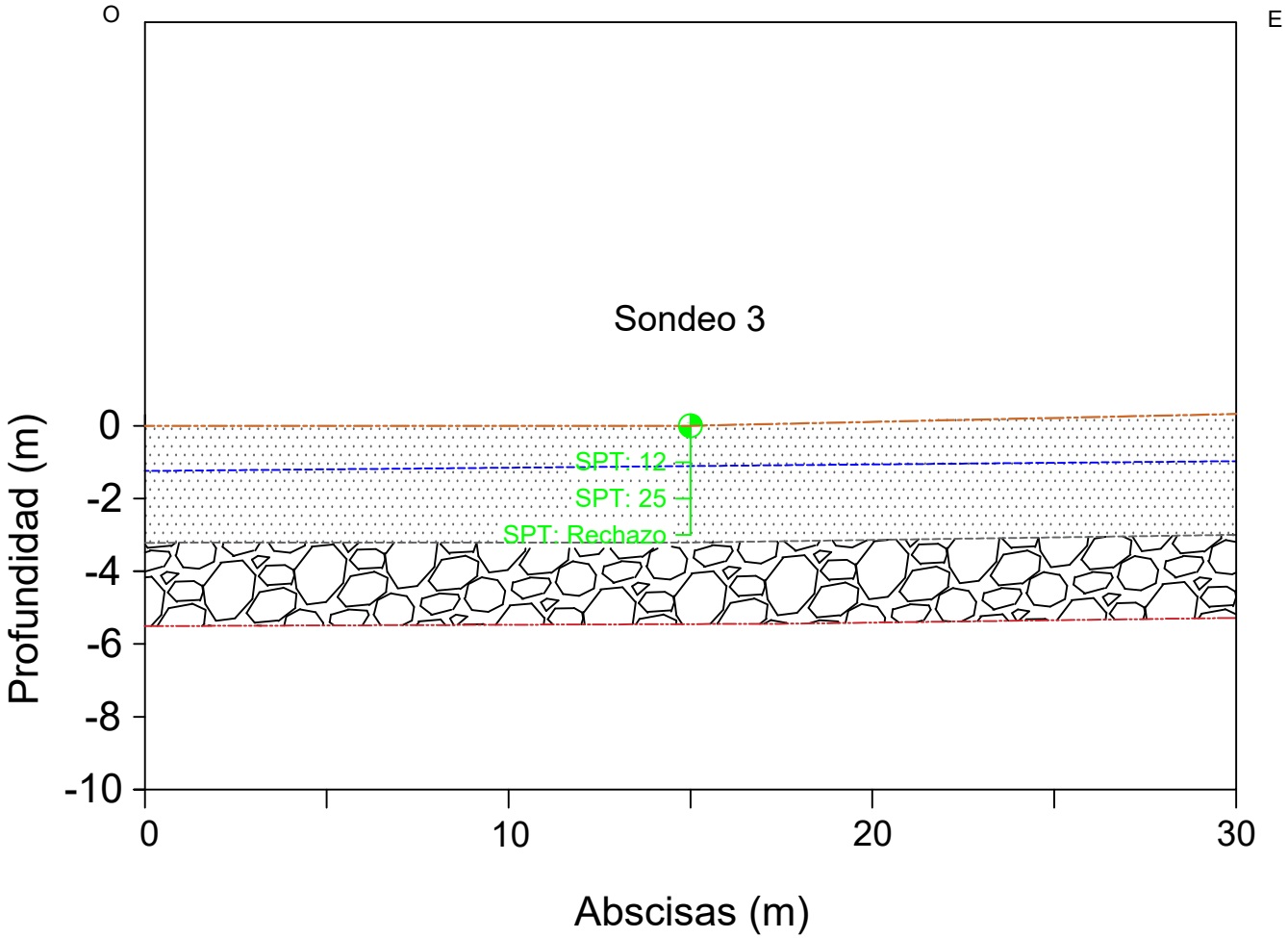


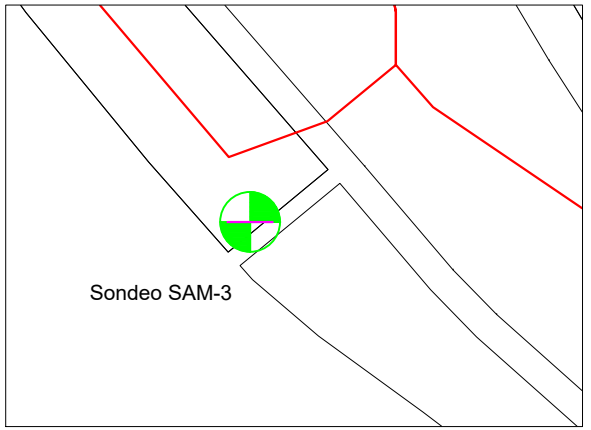


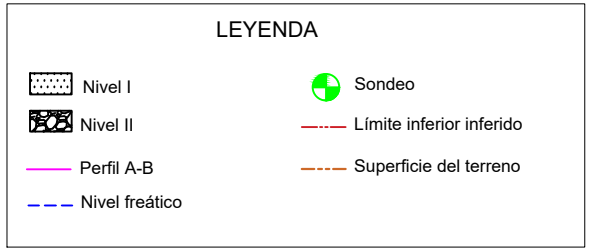
LEYENDA

- Nivel I
- Nivel II
- Perfil A-B
- Nivel freático
- Sondeo
- Límite inferior inferido
- Superficie del terreno

PERFIL ESTRATIGRÁFICO







PERFIL ESTRATIGRÁFICO

