



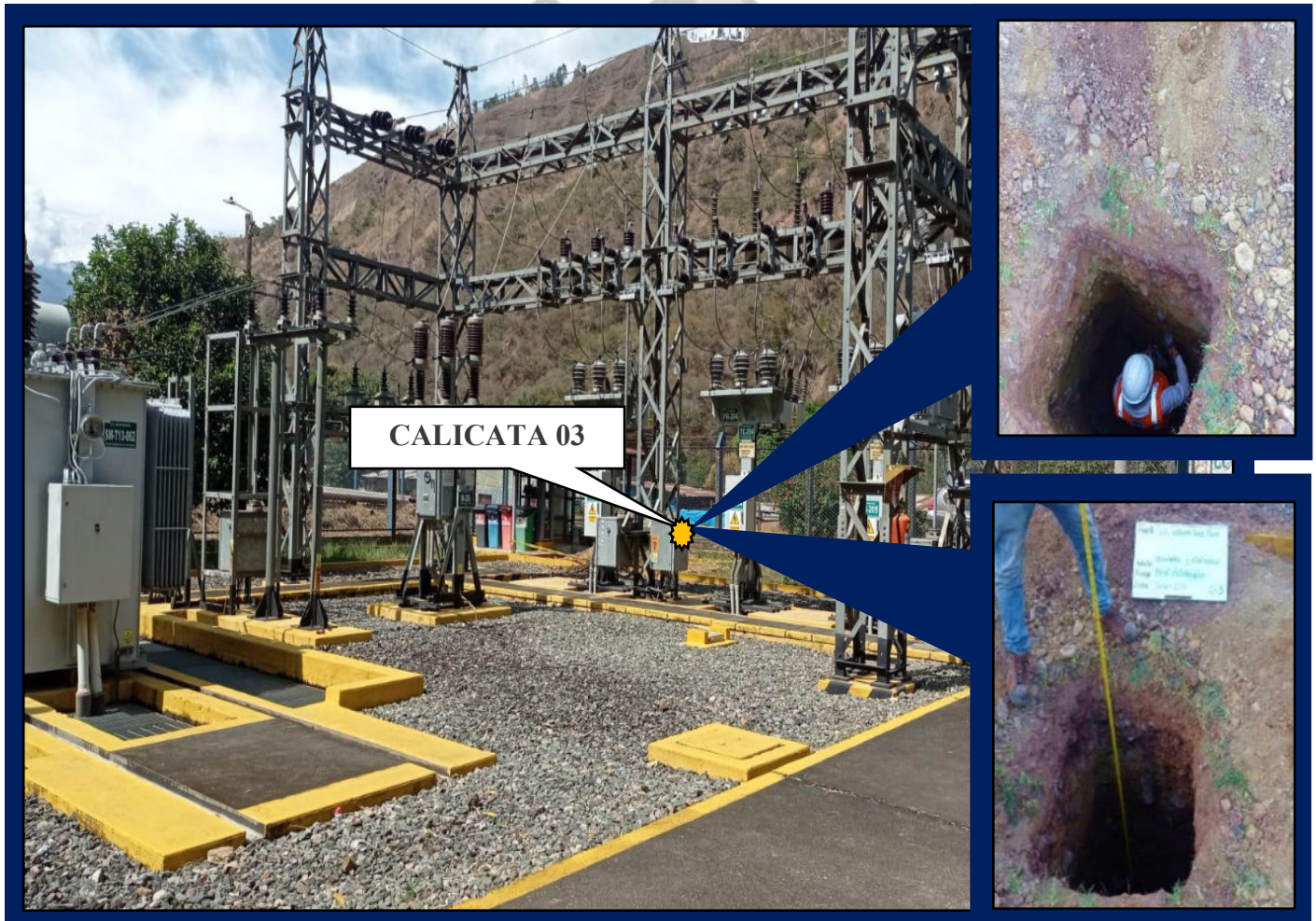
SERVICIO DE ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS CON
FINES DE CIMENTACION PARA LA SUB ESTACION SANTA
MARIA

GXT

Rev. 1

Fecha JULIO
2023

ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS




PROYECTO: "SUB – ESTACION SANTA MARIA"

MEMORIA DESCRIPTIVA


ING.JHONATTAN ALEXANDER MOLINA LOAIZA

CUSCO, JULIO 2023


	SERVICIO DE ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS CON FINES DE CIMENTACION PARA LA SUB ESTACION SANTA MARIA		GXT
	Rev.	1	
	Fecha	JULIO 2023	

MEMORIA DESCRIPTIVA


I. GENERALIDADES	8
1.1. OBJETIVO DEL ESTUDIO.....	8
1.2. NORMATIVIDAD	8
1.3. UBICACIÓN Y DESCRIPCIÓN DEL ÁREA EN ESTUDIO	9
UBICACIÓN DEL AREA DEL PROYECTO	9
DESCRIPCION DEL AREA DEL PROYECTO.	9
1.4. ANTECEDENTES	12
1.5. ALCANCE DEL ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS (EMS).....	12
1.6. DATOS GENERALES DE LA ZONA	12
1.7. ACCESOS AL ÁREA DE ESTUDIOS.....	13
1.8. CONDICIÓN CLIMÁTICA Y ALTITUD DE LA ZONA	13
CONDICIONES CLIMATICAS	13
ALTITUD DE LA ZONA DE ESTUDIO	13
II. GEOMORFOLOGIA, GEOLOGIA Y SISMICIDAD DEL AREA EN ESTUDIO	14
2.1. GEOLOGIA.....	14
2.2. GEOMORFOLOGIA.....	15
2.3. MICROZONIFICACIÓN SISMICA.....	15
2.4. GEODINÁMICA EXTERNA	16
2.5. GEODINÁMICA INTERNA	17
2.6. TECTONISMO.....	17
2.7. SISMICIDAD Y SISMICA	18
SISMICIDAD	18
SISMICA.....	18

	SERVICIO DE ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS CON FINES DE CIMENTACION PARA LA SUB ESTACION SANTA MARIA	GXT	
		Rev.	1
		Fecha	JULIO 2023

2.8. DETERMINACIÓN DE PARÁMETROS SÍSMICOS SEGÚN NORMA E-030	18
III. INVESTIGACIONES EN CAMPO	21
3.1. PROCEDIMIENTO DE LA EJECUCION DE LOS ENSAYOS DE LABORATORIO	21
3.1.1. PROCEDIMIENTO DEL ENSAYO DE ANALISIS GRANULOMETRICO:	21
3.1.2. PROCEDIMIENTO DEL ENSAYO DE LIMITES DE CONSISTENCIA:.....	22
3.1.3. PROCEDIMIENTO DEL ENSAYO DE HUMEDAD NATURAL:	22
3.1.4. PROCEDIMIENTO DEL ENSAYO DE PESO ESPECIFICO:	22
3.1.5. PROCEDIMIENTO DEL ENSAYO DE CORTE DIRECTO:	23
3.1.6. PROCEDIMIENTO DEL ENSAYO DE PDL:	25
3.2. TIPOS DE EDIFICACIONES DE ACUERDO AL NUMERO DE NIVELES.....	25
3.3. DETERMINACIÓN DE NÚMERO DE PUNTOS DE INVESTIGACIÓN	26
3.3.1. NUMERO N DE PUNTOS DE EXPLORACIÓN.	26
3.3.2. DISTRIBUCION DE LOS PUNTOS EN LA SUPERFICIE DEL TERRENO.....	27
3.4. DETERMINACIÓN DE PROFUNDIDAD DE EXCAVACIÓN DE CALICATAS.....	27
3.5. REGISTRO DE CALICATAS	31
3.6. MUESTREO DE SUELOS.....	34
IV. CIMENTACIONES DE LAS ESTRUCTURAS A TOMAR EN CUENTA PARA EL CÁLCULO DE LA CAPACIDAD DE CARGA.	35
4.1. CONSIDERACIONES PARA LA DETERMINACION DE CAPACIDAD DE CARGA.	35
4.2. CAPACIDAD DE CARGA (SEGÚN TERZAGHI).....	36
4.3. CAPACIDAD DE CARGA (SEGÚN VEISIC).....	38
4.4. FACTOR DE SEGURIDAD FRENTEA UNA FALLA POR CORTE.....	41
4.5. PRESION ADMISIBLE	41
V. ENSAYOS DE LABORATORIO	42
5.1. ENSAYOS ESTÁNDAR.....	42

	SERVICIO DE ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS CON FINES DE CIMENTACION PARA LA SUB ESTACION SANTA MARIA		GXT
			Rev. 1
			Fecha JULIO 2023


5.2. ENSAYOS ESPECIALES.....	42
5.3. TRABAJOS EN LABORATORIO	45
5.4. DETERMINACION DEL TIPO DE PERFIL DEL SUELO	45
VI. PERFILES ESTATIGRÁFICOS.....	48
VII. ANALISIS DE LA CIMENTACION	51
7.1. PROFUNDIDAD DE LA CIMENTACIÓN.	51
7.2. TIPO DE CIMENTACIÓN.	51
CÁLCULO Y ANÁLISIS DE LA CAPACIDAD ADMISIBLE DE CARGA.....	51
A) CALCULO DE LA CAPACIDAD PORTANTE Y ADMISIBLE CALICATA 01	51
B) CALCULO DE LA CAPACIDAD PORTANTE Y ADMISIBLE CALICATA 02	51
C) CALCULO DE LA CAPACIDAD PORTANTE Y ADMISIBLE CALICATA 03	51
7.3. CÁLCULO DE ASENTAMIENTOS TOTALES	52
7.4. DISTORSIÓN ANGULAR	52
VIII. ESTABILIDAD DE TALUDES (SEGÚN CORRESPONDA)	53
IX. AGRESIÓN QUIMICA DEL SUELO DE CIMENTACIÓN Y NAFA FREATICA	53
9.1. AGRESIVIDAD DEL AGUA.....	53
9.2. AGRESIVIDAD DEL SUELO.....	53
9.3. RECONOCIMIENTO DE AGUAS FREÁTICAS.....	54
X. ENSAYO DE PERMEABILIDAD (SEGÚN CORRESPONDA PARA ESTRUCTURAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES).....	54
XI. CONCLUSIONES – RECOMENDACIONES Y ANEXOS	55
11.1. CONCLUSIONES	55
11.2. RECOMENDACIONES.....	57
11.3. ANEXO N°01 – NORMA E-050 2018	58
11.4. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	59

	GXT	
	Rev.	1
	Fecha	JULIO 2023

**SERVICIO DE ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS CON
FINES DE CIMENTACION PARA LA SUB ESTACION SANTA
MARIA**


11.5. FIGURAS Y PLANO DE UBICACIÓN DE CALICATAS	61
11.6. TABLAS	61
11.7. RESUMEN DE ENSAYOS REALIZADOS	61
ANEXO I: REGISTRO DE EXCAVACIONES Y PERFIL ESTRATIGRÁFICO	61
ANEXO II: ENSAYOS DE LABORATORIO	61
ANEXO III: PANEL FOTOGRÁFICO DE SUELOS CAMPO	65
ANEXO IV: MEMORIA DE CALCULOS	68
C - 02	84
C - 03	100
ANEXO V: PLANOS Y/O MAPAS	116

GEOXPLOTEC
CONSULTORES S.A.C

	SERVICIO DE ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS CON FINES DE CIMENTACION PARA LA SUB ESTACION SANTA MARIA		GXT
			Rev. 1
			Fecha JULIO 2023

LISTA DE CUADROS


Cuadro 1 Datos de ubicación del Proyecto.	9
Cuadro 2 Características generales del Proyecto.	9
Cuadro 3 Características generales del Proyecto.	10
Cuadro 4 Características generales de las edificaciones adyacentes.	11
Cuadro 5 Condiciones del contexto del área del Proyecto.	12
Cuadro 6 Parámetros sísmicos de acuerdo a la E030	19
Cuadro 7 Factor de zona de acuerdo con la E030.....	19
Cuadro 8 Determinación del perfil del suelo a partir del N60 del SPT.	20
Cuadro 9 Resumen de los valores típicos para los distintos tipos de perfiles de suelo.	20
Cuadro 10 Determinación del factor del suelo “S”, de acuerdo a la zona y perfil del suelo.	21
Cuadro 11 Determinación del TP (Periodo que define la plataforma del factor C) y TL (Periodo que define el inicio de la zona del factor C, con desplazamiento constante).	21
Cuadro 12 Tipo de edificación u obra de acuerdo al número de niveles proyectados.....	26
Cuadro 13 Número de puntos de exploración de acuerdo al tipo de obra o edificación.	26
Cuadro 14 Resultados de los procedimientos manuales de campo.....	31
Cuadro 15 Descripción de las calicatas	31
Cuadro 16 Tipo y características de las muestras.	35
Cuadro 17 Resultados obtenidos de los ensayos de agresividad química del suelo.	44
Cuadro 18 Ensayos de laboratorio realizados en el presente informe.	45
Cuadro 19 resumen de los valores típicos para los distintos tipos de perfiles de suelo.....	47
Cuadro 20 Asentamiento diferencial y máximo, de las calicatas.	52
Cuadro 21 Limites de asentamiento diferencial, de acuerdo a la distorsión angular (α).....	53
Cuadro 22 Cuadro de límites permisibles en suelos.	54
Cuadro 23 Resultados de los suelos en evaluación.....	54
Cuadro 24 Resumen de las condiciones de cimentación.	61
Cuadro 25 Ensayos de laboratorio realizados en el presente informe.	61

	GXT	
	Rev.	1
	Fecha	JULIO 2023

LISTA DE FOTOGRAFIAS

Gráfica 1.Distribución en planta sobre el área del proyecto.	10
Gráfica 2.Área destinada para el futuro Proyecto y situación de los terrenos aledañas.	11
Gráfica 3.Referencias para llegar al terreno del proyecto.....	13
Gráfica 4. Escala del tiempo geológico del Cuadrángulo 27 – q.....	14
Gráfica 5.Mapa tectónico del Perú.....	17
Gráfica 6.Clasificación de cimentaciones superficiales.....	27
Gráfica 7.Modelo de cimentación mediante plateas, losas y estructuras especiales.	28
Gráfica 8.Modelo de cimentación: IZQUIERDA: Tuberías, DERECHA: Canales.	29
Gráfica 9.Geometría de la calicata.....	32
Gráfica 10.Medición de profundidad de la calicata C-01	33
Gráfica 11.Medición de profundidad de la calicata C-02	33
Gráfica 12.Medición de profundidad de la calicata C-03.....	33


GEOXPLOTEC
 CONSULTORES S.A.C

	SERVICIO DE ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS CON FINES DE CIMENTACION PARA LA SUB ESTACION SANTA MARIA	GXT	
		Rev.	1
		Fecha	JULIO 2023

I. GENERALIDADES

1.1. OBJETIVO DEL ESTUDIO

General:

- Determinación de las condiciones geológico – geotécnicas del terreno del proyecto.


Específico:

- Conocer el perfil estratigráfico del sub-suelo con base en el estudio de EMS.
- Determinar mediante pruebas de campo y ensayos de laboratorio, las propiedades físicas mecánicas del suelo, tales como: Granulometría, límites de Atterberg, humedad natural, peso unitario y capacidad portante.
- Ubicar el nivel de aguas freáticas (NAF) o establecer su ausencia. Tomando como referencia los resultados obtenidos en el campo y en el laboratorio; formular recomendaciones para la construcción, con el fin de garantizar en una forma técnica, funcional y económica la estabilidad de la edificación.

1.2. NORMATIVIDAD

El presente estudio de mecánica de suelos se realizó en base a la normativa vigente:

- E.030 Y E.050 (VIGENTES) DEL REGLAMENTO NACIONAL DE EDIFICACIONES.
- E-060 CONCRETO ARMADO.
- I.S. 020 - TANQUES SEPTICOS.
- NORMAS APLICABLES ESPECÍFICAS, ESPECIALMENTE RELACIONADAS A LABORATORIO, ASTM, AASHTO DETALLADAS EN CADA ENSAYO REALIZADO.
- DIRECTIVA N°001-2019.MINEDU/VMGI-PRONIED
- ACTUALIZACIÓN DE LA NT CRITERIOS GENERALES DE DISEÑO PARA INFRAESTRUCTURA EDUCATIVA – RV N°010-2022-MINEDU.

	SERVICIO DE ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS CON FINES DE CIMENTACION PARA LA SUB ESTACION SANTA MARIA		GXT
			Rev. 1
			Fecha JULIO 2023

- NORMA TÉCNICA DE INFRAESTRUCTURA EDUCATIVA NTIE001-2017.
CRITERIOS GENERALES. - ENTRE OTRAS.

1.3. UBICACIÓN Y DESCRIPCIÓN DEL ÁREA EN ESTUDIO

UBICACIÓN DEL AREA DEL PROYECTO

El área del proyecto se localiza:

DIRECCION	SUB ESTACION SANTA MARIA
DISTRITO	SANTA MARIA
PROVINCIA	LA CONVENCION
DEPARTAMENTO	CUSCO
ALTITUD	1100 m.s.n.m.

Cuadro 1 Datos de ubicación del Proyecto.


*Se puede observar con mayor detalle en: **ANEXOS “MAPA DE UBICACIÓN”**.

DESCRIPCION DEL AREA DEL PROYECTO.

CARACTERISTICAS GENERALES DEL AREA DEL PROYECTO

USO		INFRAESTRUCTURAS PUBLICAS
SISTEMA DE FUNDACION		ZAPATAS AISLADAS Y COMBINADAS
SISTEMA ESTRUCTURAL		CONCRETO ARMADO
PERIMETRO		92.10 ml
AREA A CONSTRUIR		675.00 m2
NUMERO DE PISOS		01 PISO.
NUMERO DE BLOQUES		01 BLOQUE
OBRAS COMPLEMENTARIAS		CERCO PERMETRICO
LINDEROS	NORTE	AV.LOS PINOS CON CALLE LAS CASHUARINAS
	SUR	CALLE LOS NARANJOS
	ESTE	CALLE CASHUARINAS
	OESTE	AV.LOS PINOS

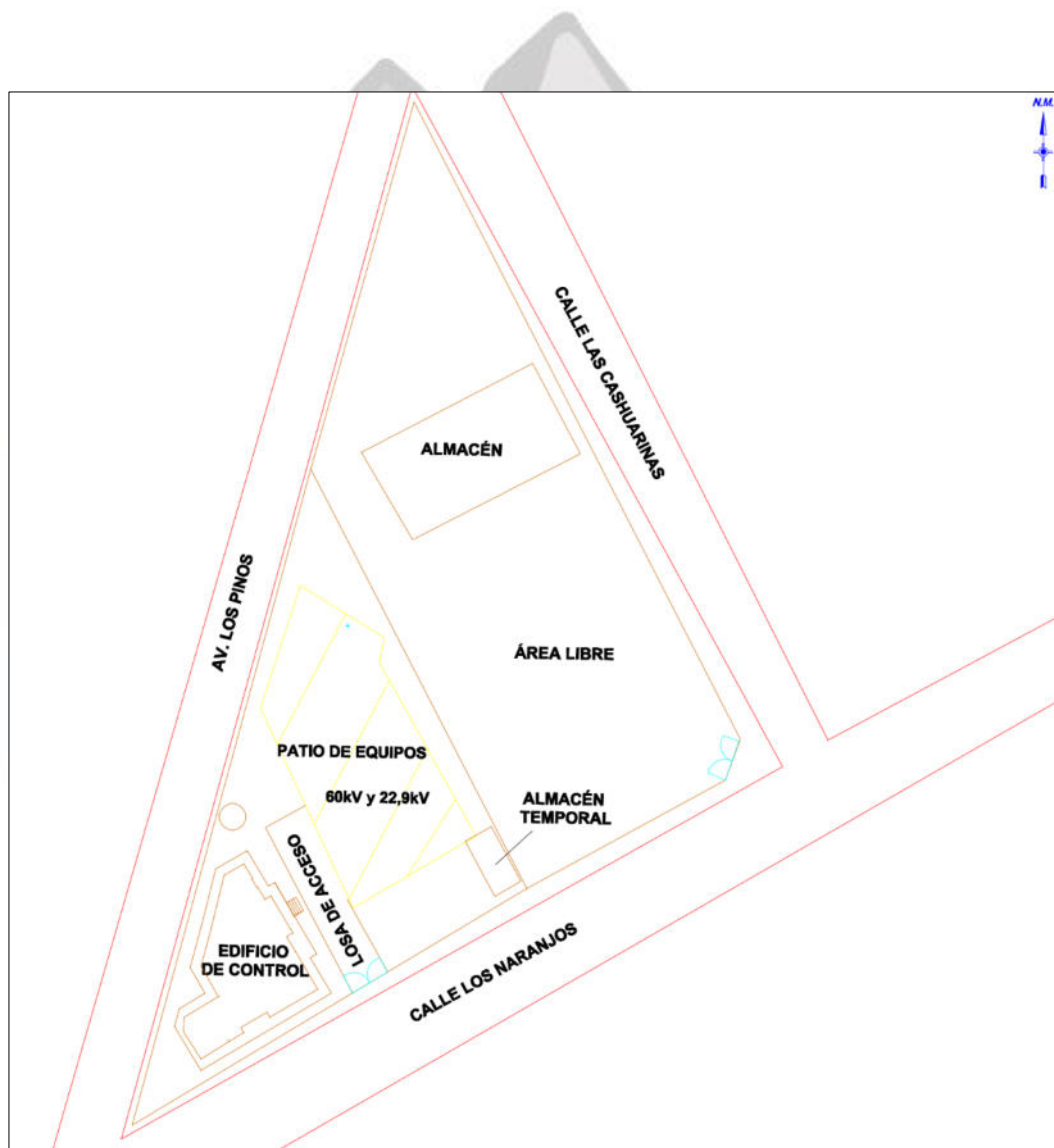
Cuadro 2 Características generales del Proyecto.

	SERVICIO DE ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS CON FINES DE CIMENTACION PARA LA SUB ESTACION SANTA MARIA		GXT
	Rev.	1	
	Fecha	JULIO 2023	

CARACTERISTICAS ADICIONALES DEL AREA DEL PROYECTO

EXTENSION EN PLANTA	675.00 m ²
SOTANO O SEMISOTANO	NP


Cuadro 3 Características generales del Proyecto.



Gráfica 1. Distribución en planta sobre el área del proyecto.

CARACTERISTICAS GENERALES DE LOS TERRENOS COLINDANTES.

No se tiene datos de **EMS** de los terrenos colindantes, las características de las edificaciones adyacentes se observan en el siguiente cuadro:

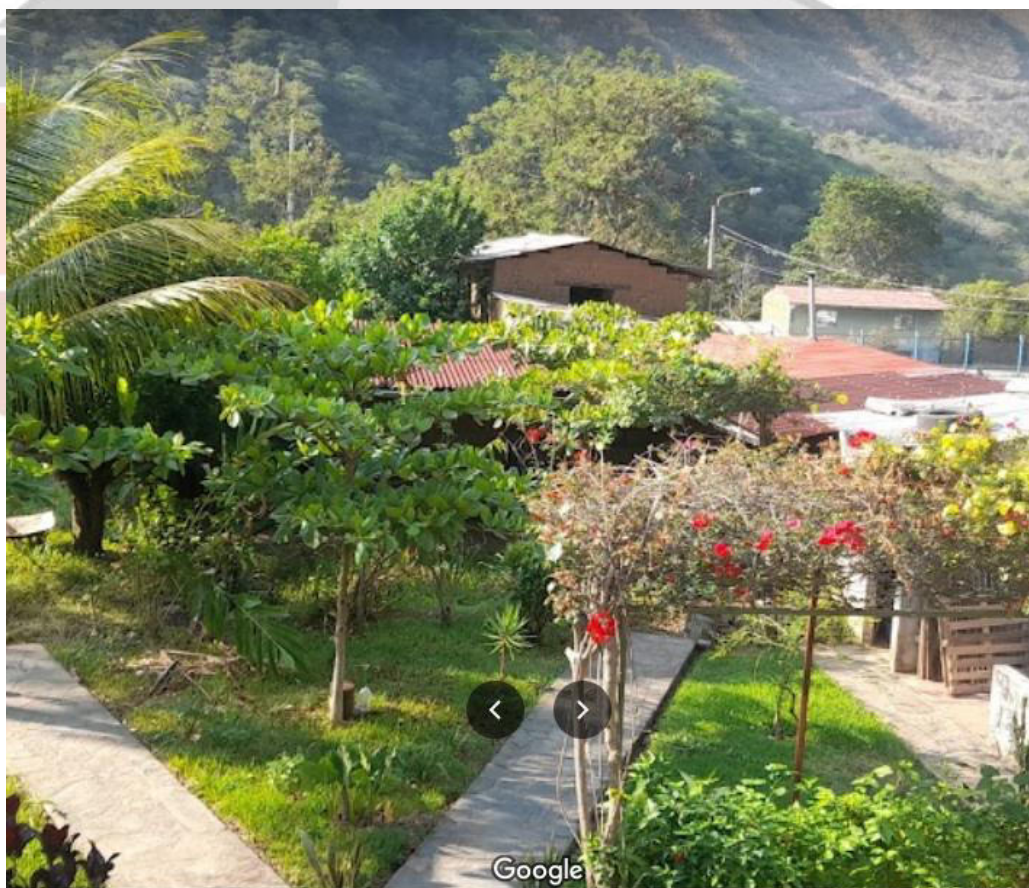
	GXT	
	Rev.	1
	Fecha	JULIO 2023

**SERVICIO DE ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS CON
FINES DE CIMENTACION PARA LA SUB ESTACION SANTA
MARIA**


NUMERO DE PISOS	01 A 03 PISOS
USOS DE LOS TERENOS COLINDANTES	EDIFICACIONES PRIVADAS
TIPO DE ESTRUCTURAS	MAMPOSTERÍA
ESTADO DE LAS ESTRUCTURAS	REGULAR
NIVEL DE CIMENTACION	1.00 m (ASUMIDO)
TIPO DE CIMENTACION	ZAPATAS AISLADAS Y CIMENTOS CORRIDOS

Cuadro 4 Características generales de las edificaciones adyacentes.

ALEDAÑOS DE LA ZONA DE ESTUDIO



Gráfica 2. Área destinada para el futuro Proyecto y situación de los terrenos aledaños.

	GXT	
	Rev.	1
	Fecha	JULIO 2023

1.4. ANTECEDENTES

No se contó con estudios anteriores realizados en el terreno del proyecto.

1.5. ALCANCE DEL ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS (EMS)

Las conclusiones y recomendaciones contenidas en el presente estudio se basan en los datos obtenidos en la ejecución de las calicatas, pruebas de campo y de laboratorio realizados.


Los resultados de este estudio podrán ser utilizados única y exclusivamente para el diseño de las cimentaciones de la edificación en el proyecto descrito anteriormente.

1.6. DATOS GENERALES DE LA ZONA

PLANO UBICACIÓN	Ver anexos “mapa ubicación”
USOS ANTERIORES DEL TERRENO	No presenta.
CONSTRUCCIONES ANTIGUAS	Presenta viviendas de 02 niveles.
OBRAS ANTERIORES	No presenta.
ZONAS CON RESTOS ARQUEOLOGICOS	No presenta
SITACION Y DISPOSICION DE ACEQUIAS Y DRENAJES	No presenta

Cuadro 5 Condiciones del contexto del área del Proyecto.

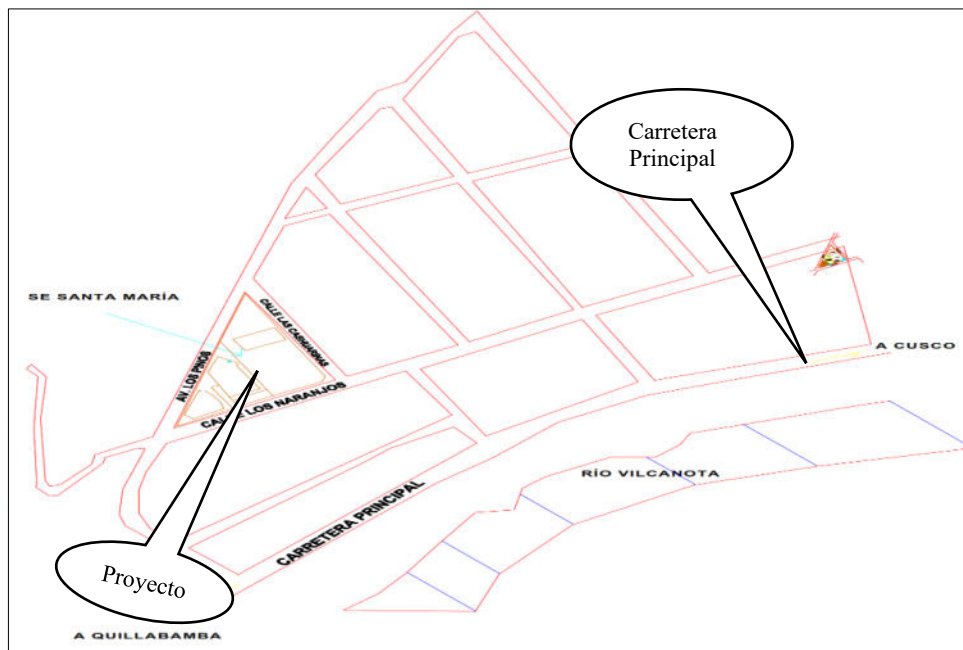
GEOXPLOTEC
CONSULTORES S.A.C

	GXT	
	Rev.	1
	Fecha	JULIO 2023

**SERVICIO DE ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS CON
FINES DE CIMENTACION PARA LA SUB ESTACION SANTA
MARIA**

1.7. ACCESOS AL ÁREA DE ESTUDIOS

El proyecto se localiza en zona urbana. Por ende, los accesos son diversos. A continuación, se presenta las referencias al proyecto.



Gráfica 3. Referencias para llegar al terreno del proyecto.

Fuente: INFOELECTRIC


1.8. CONDICIÓN CLIMÁTICA Y ALTITUD DE LA ZONA

CONDICIONES CLIMATICAS

Como señala el Senamhi, 2018. En Cusco, los veranos son cortos y templados; los inviernos son largos, frescos y mojados y está nublado durante todo el año. Durante el transcurso del año, la temperatura generalmente varía de 5 °C a 25 °C y rara vez baja a menos de 3 °C o sube a más de 28 °C.

ALTITUD DE LA ZONA DE ESTUDIO

De acuerdo a la observación del contexto del proyecto, se establece que: presenta un relieve levemente inclinado, donde el terreno del proyecto se localiza en una plataforma de depósitos aluviales con una altitud promedio de 1100 m.s.n.m. Para mayor detalle ver: ANEXO “MAPA GEOLOGICO”.

	SERVICIO DE ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS CON FINES DE CIMENTACION PARA LA SUB ESTACION SANTA MARIA		GXT	
			Rev.	1
			Fecha	JULIO
				2023

II. GEOMORFOLOGIA, GEOLOGIA Y SISMICIDAD DEL AREA EN ESTUDIO

2.1. GEOLOGIA

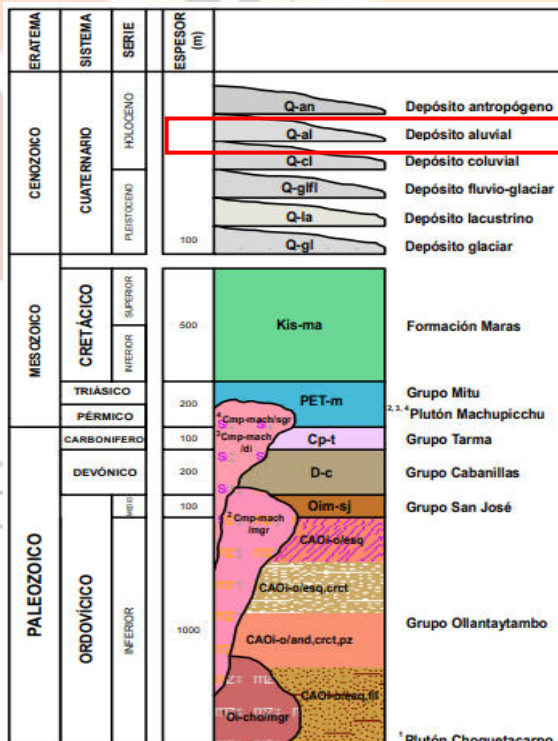
De manera local la zona de estudio presenta litológicamente depósitos aluviales del cuaternario, con matrices arenosas y presencia de gravas de tamaños variados y mayores.

➤ Depósitos Aluviales

Este tipo de depósitos pertenecen a conos aluviales que se encuentran principalmente asociados a desembocaduras de valles y quebradas en la unión con el río Vilcanota.


Estos depósitos se encuentran conformados por bolones y bloques angulosos, subangulosos, subredondeados y algunos redondeados con matriz gravosa arenosa y en algunas zonas con proporciones menores de limos.

Este tipo de litología son productos de la meteorización de los afloramientos o los depósitos antiguos que han sido transportados constantemente por la corriente de los ríos y riachuelos presentes por alrededores de la zona.



Gráfica 4. Escala del tiempo geológico del Cuadrángulo 27 – q.

Fuente: INGEMMET

	SERVICIO DE ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS CON FINES DE CIMENTACION PARA LA SUB ESTACION SANTA MARIA	GXT	
		Rev.	1
		Fecha	JULIO
			2023

2.2. GEOMORFOLOGIA

La geomorfología que presenta este sector esta relacionado con un carácter depositacional y erosional, debido a que ocupa un área en el que las condiciones físicas bajo las cuales se depositan los sedimentos, poseen procesos depositacionales por acción del viento, el agua, etc., que arrastran las partículas de rocas chocando entre ellas.

Geomorfológicamente la zona de estudio en la parte inferior desarrolla zonas planas con baja inclinación formando terrazas fluvio aluviales y en las partes altas se encuentra circunscrita por montañas en rocas sedimentarias, con pendientes empinadas que condicionan procesos por remoción en masa.


- **Montañas en rocas sedimentarias:** Se pueden apreciar elevaciones de terreno que forman parte de las cordilleras, por acción de la actividad tectónica, su morfología actual depende de procesos exógenos degradacionales determinados por la lluvia - escorrentía, estas pueden presentar laderas por las estratificaciones de las rocas y los depósitos presentes.
- **Terraza fluvio aluvial:** Estas terrazas son el resultado de la acumulación de los depósitos fluviales y aluviales, que se forman en los bordes del río y en los bordes de los taludes de laderas de montañas, estos se formaron por periodos de fuertes avenidas o por procesos geodinámicos en el cuaternario reciente.

2.3. MICROZONIFICACIÓN SISMICA

La microzonificación sísmica consiste en determinar de una manera más detallada el comportamiento que tiene el suelo frente a un sismo de acuerdo al conocimiento de las condiciones particulares del área local, conocidas como “condiciones locales de sitio”.

En la actualidad se reconoce a las condiciones locales de sitio como uno de los principales factores responsables de los daños sufridos por las edificaciones. Los estudios de microzonificación sísmica para alcanzar su objetivo, básicamente, analizan tres aspectos: el Peligro Sísmico, la Geotecnia y la Dinámica de los Suelos.

La tectónica de la región andina es controlada principalmente por el desplazamiento de la Placa de Nazca bajo la Placa Sudamericana, generando sobre el plano de fricción de ambas placas, un número ilimitado de sismos de diversas magnitudes a diferentes

	SERVICIO DE ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS CON FINES DE CIMENTACION PARA LA SUB ESTACION SANTA MARIA		GXT
			Rev. 1
			Fecha JULIO 2023

niveles de profundidad. Estos sismos, presentes en Perú, constituyen la principal fuente sismogénica debido a la frecuente ocurrencia de sismos de magnitud elevada. En el borde Oeste de Perú, han causado un alto grado de destrucción y mortalidad. El territorio nacional está dividido en cuatro zonas, va desde una sismicidad muy alta hasta una sismicidad baja.

A nivel general el distrito de Santa María – Maranura, esta ubicada en la provincia de la convención del departamento de cusco el cual pertenece a la zona 2 de la zonificación sísmica; es decir que presenta una sismicidad media, esto muestra que los sismos registrados son de dos tipos: unos de foco profundo posiblemente originados en el contacto tectónico de la Placa de Nazca y la Placa Continental Americana y otros de foco superficial.


La sismicidad media considera a aquellas áreas en donde su potencial sísmico es intermedio y en general aquí se producen sismos de magnitud moderada ($M < 6.0$), que puede causar daños mayores en edificaciones débiles o mal construidas, ya que generan aceleraciones del orden de 200 cm/seg^2 .

2.4. GEODINÁMICA EXTERNA

La geodinámica externa presente en la zona esta condicionada por factores de litología, geología, geomorfología, el clima entre otros.

El proceso que se evidencia es la remoción en masas que es la movilización descendente ya sea rápida o lenta, generados principalmente por agentes geodinámicos como son las precipitaciones, gravedad, factores condicionantes, etc.

- **Deslizamientos:** Este sector presenta deslizamientos antiguos, que por actividades antrópicos en algunos casos se reactivan. La reactivación de deslizamientos antiguos es el más común de las quebradas o valles embalsándolos que posteriormente se desencadenan en aluviones que llegan al cauce principal de la zona.

	SERVICIO DE ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS CON FINES DE CIMENTACION PARA LA SUB ESTACION SANTA MARIA		GXT
	Rev.		1
	Fecha	JULIO	
		2023	

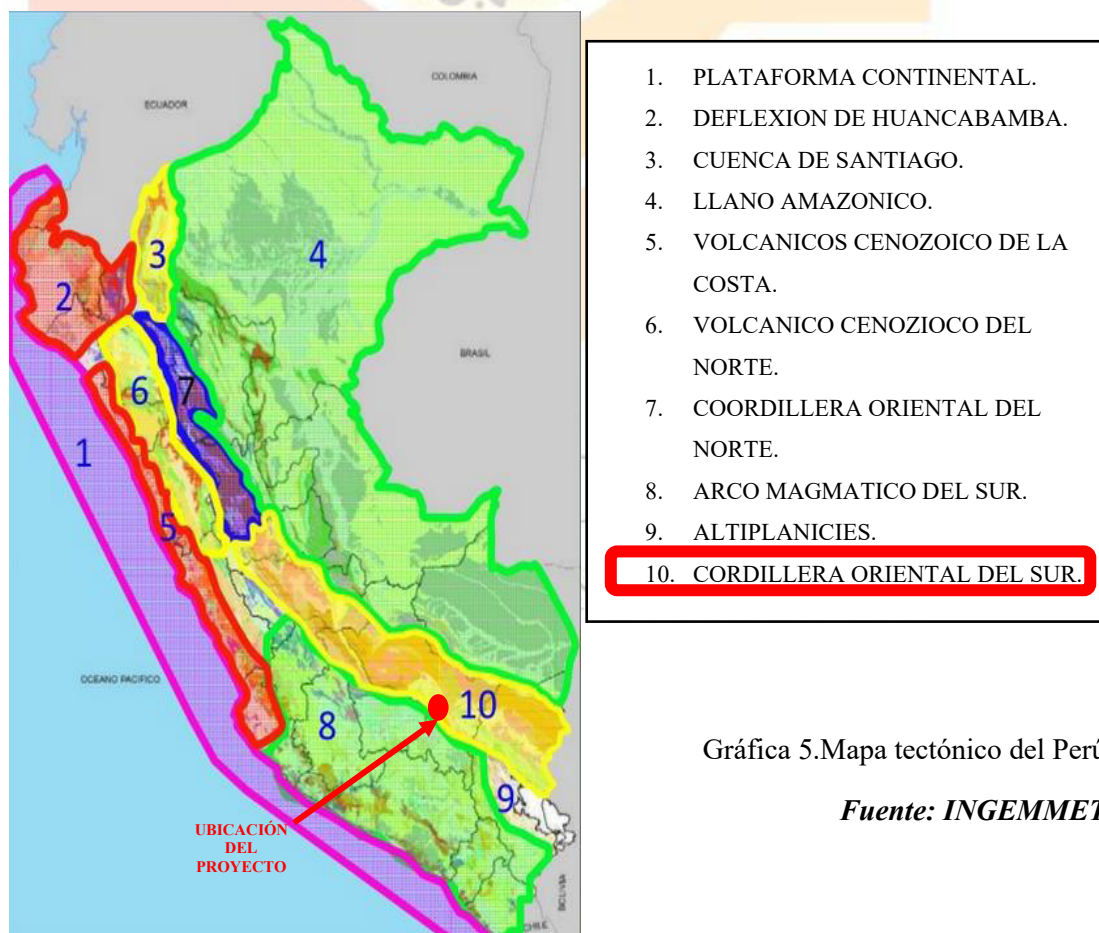
2.5. GEODINÁMICA INTERNA

Asociado al movimiento de intraplaca en la costa del Perú, provocando el levantamiento de los andes, asimismo existe una relación con fallas activas cuaternarias haciendo que la frecuencia sísmica sea relativamente alta. La zonificación presentada en el decreto supremo N° 003-2018-VIVIENDA, en el capítulo dos muestra un mapa de zonificación sísmica en base a las características de los movimientos sísmicos y atenuación de estos con la distancia epicentral, así mismo considerando la Neotectónica. A cada zona se le asigna un factor Z que representa la aceleración máxima horizontal en suelo rígido la cual puede ser excedida con una probabilidad de 10% en 50 años.

La ubicación del proyecto corresponde a la zona 2 con factor Z igual 1.20.


2.6. TECTONISMO

De Acuerdo al mapa tectónico del Perú, proporcionado por el INGEMMET, en 2010. El área del proyecto se encuentra dentro de la cordillera oriental del sur, el cual presenta una inactividad tectónica.



Gráfica 5. Mapa tectónico del Perú.

Fuente: INGEMMET.

	SERVICIO DE ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS CON FINES DE CIMENTACION PARA LA SUB ESTACION SANTA MARIA		GXT
	Rev.		1
	Fecha		JULIO 2023

2.7. SISMICIDAD Y SISMICA

SISMICIDAD

De acuerdo al Nuevo Mapa de Zonificación Sísmica del Perú, según la nueva Norma Sismo Resistente (NTE E-030) aprobada mediante Resolución Ministerial N° 003-2018-VIVIENDA, del 24 de enero del 2018.

Se concluye que el área en estudio se encuentra dentro de la zona de Sismicidad (**Zona 2**), existiendo la posibilidad de que ocurran sismos de alta intensidad. De IX en la escala Mercalli Modificada.

SISMICA


La información más reciente referida a peligrosidad sísmica para la zona se encuentra en la ponencia Peligrosidad Sísmica en el Sur del Perú (D. López y J. Olarte - CISMID - UNI - 2001) en la que se realiza un análisis de la distribución espacial de la sismicidad tanto en planta como en profundidad, así como un análisis estadístico que establece gráficas y ecuaciones de períodos de retorno para trabajos de predicción sísmica.

Para la zona en estudio se puede observar una aceleración sísmica de 0.25g correspondiente a un periodo de exposición de 50 años y una probabilidad de excedencia de 10%.

2.8. DETERMINACIÓN DE PARÁMETROS SÍSMICOS SEGÚN NORMA E-030

De acuerdo con nueva Norma Técnica NTE E-30 y el predominio del suelo bajo la cimentación, se recomienda adoptar Diseños Sismo-Resistentes, tomando en consideración los siguientes parámetros:

CONSULTORES S.A.C

	SERVICIO DE ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS CON FINES DE CIMENTACION PARA LA SUB ESTACION SANTA MARIA		GXT
			Rev. 1
			Fecha JULIO 2023

FACTOR DE ZONA	ZONA 2 (Z=0.25)
FACTOR DE SUELO	S=1.20 (S2 SUELOS INTERMEDIOS)
PERIODO QUE DEFINE LA PLATAFORMA DEL FACTOR C	TP= 0.60
PERIODO QUE DEFINE EL INICIO DE LA ZONA DEL FACTOR C, CON DESPLAZAMIENTO CONSTANTE	TL= 2.00

Cuadro 6 Parámetros sísmicos de acuerdo a la E030

Los anteriores parámetros, se determinó de acuerdo a los mapas temáticos, de la sección anexos del presente informe.

Los anteriores parámetros, se determinó de acuerdo con la E030. A continuación, se detalla cada valor obtenido.

FACTOR DE ZONA:


FACTORES DE ZONA "Z"	
ZONA	Z
4	0.45
3	0.35
2	0.25
1	0.10

Cuadro 7 Factor de zona de acuerdo con la E030.

PERFIL DEL SUELO

Este parámetro se determinó mediante el N60, del SPT lo cual se obtuvo de la correlación SPT y DPL.

CALICATA	N _{SPT}
C-01	33.08
C-02	30.57
C-03	28.06

	SERVICIO DE ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS CON FINES DE CIMENTACION PARA LA SUB ESTACION SANTA MARIA	GXT	
		Rev.	1
		Fecha	JULIO
			2023

CALCULO DEL N60

$$N60 = N_{campo} * C_e * C_r * C_b * C_s$$

N campo: Suma de los 0.30 m ultimos de la penetracion del SPT
ER: Eficiencia (60% en condiciones estandar)
H: Altura del cabezal
DP: Diametro de perforacion (SPT - ROSQUILLA)
m: Muestreador

= 33.08
= 60.00
= 1.75 m
= 100 mm
= STANDARD

Ce: correccion por eficiencia de energia (al 60%)
Cr: correccion por longitud corta de la barra
Cb: correccion por el diametro de perforacion
Cs: correccion del muestreador estandar

= 1
= 0.85
= 1
= 1

	19
--	----

CLASIFICACION DE LOS PERFILES DE SUELOS			
PERFIL	Vs	N60	Su
S0	>1500 m/s	-	-
S1	500 m/s a 1500 m/s	>50	>100 kPa
S2	180 m/s a 500 m/s	15 a 50	50 kPa a 100 Kpa
S3	< 180 m/s	< 15	25 kPa a 50 kPa
S4	CLASIFICACION BASADA EN EL EMS		

Longitud de la varilla	CR
>10.00 m	1
6.00 m a 10.00 m	0.95
4.00 m a 6.00 m	0.85
3.00 m a 4.00 m	0.75

Diametro de perforacion	CB
65.00 a 115.00 mm	1
150.00 mm	1.05
200.00 mm	1.15

Tipo de muestreador	CS
STANDARD	1
SIN FORO	1.2

$$C_e = \frac{ER}{60\%}$$


El terreno en evaluacion según la normativa E 030, corresponde a : **S2**

Cuadro 8 Determinación del perfil del suelo a partir del N60 del SPT.

A partir del cual se determinó el promedio de la resistencia al corte, obteniéndose un valor de **33.08** . De allí se establece que el terreno del proyecto corresponde a un perfil de suelo S2.

Perfil	Vs	N60	Su	
			kPas	Kg/cm2
S0	>1 500 m/s	-	-	-
S1	500 m/s a 1 500 m/s	>50	>100 kPas	>1 kg/cm2
S2	180 m/s a 500 m/s	15 a 50	50 kPas a 100 kPas	0.50 kg/cm2 a 1 kg/cm2
S3	<180 m/s	<15	25 kPas a 50 kPas	0.25 kg/cm2 a 0.50 kg/cm2
S4	CLASIFICACION BASADO EN EL EMS			

Cuadro 9 Resumen de los valores típicos para los distintos tipos de perfiles de suelo.

	SERVICIO DE ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS CON FINES DE CIMENTACION PARA LA SUB ESTACION SANTA MARIA	GXT	
		Rev.	1
		Fecha	JULIO 2023

FACTOR DEL SUELO:

FACTOR DEL SUELO "S"						
		PERFIL DEL SUELO				
		S0	S1	S2	S3	S4
ZONA	Z4	0.80	1.00	1.05	1.10	SEGÚN EMS
	Z3	0.80	1.00	1.15	1.20	
	Z2	0.80	1.00	1.20	1.40	
	Z1	0.80	1.00	1.60	2.00	

Cuadro 10 Determinación del factor del suelo "S", de acuerdo a la zona y perfil del suelo.

PERIODOS "Tp" y "TL":

PERIODOS "TP" "TL"				
	TIPO DE PERFIL DEL SUELO			
	S0	S1	S2	S3
TP (S)	0.3	0.4	0.6	1.0
TL (S)	3.0	2.5	2.0	1.6

Cuadro 11 Determinación del TP (Periodo que define la plataforma del factor C) y TL (Periodo que define el inicio de la zona del factor C, con desplazamiento constante).


Por lo expuesto y de acuerdo con el Reglamento Nacional de Edificaciones, los diseños estructurales deberán ser antisísmicos.

III. INVESTIGACIONES EN CAMPO

3.1. PROCEDIMIENTO DE LA EJECUCION DE LOS ENSAYOS DE LABORATORIO

3.1.1. PROCEDIMIENTO DEL ENSAYO DE ANALISIS GRANULOMETRICO: ASTM D-422 / MTC E 107

Este ensayo se puede realizar mediante granulometría por sedimentación en caso de suelos netamente cohesivos o análisis granulométrico por tamizado en suelos mixtos, como arenas, gravas y sus combinaciones. El procedimiento consiste en separar las partículas constitutivas del suelo según tamaños, de tal

	SERVICIO DE ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS CON FINES DE CIMENTACION PARA LA SUB ESTACION SANTA MARIA	GXT	
		Rev.	1
		Fecha	JULIO
			2023

manera que se puedan conocer las cantidades en peso de cada tamaño que aporta el peso total.

3.1.2. PROCEDIMIENTO DEL ENSAYO DE LIMITES DE CONSISTENCIA:

ASTM D4318 / MTC E 110 Y 111

Los límites de Atterberg o también llamados límites de consistencia se basan en el concepto de que los suelos finos, presentes en la naturaleza, pueden encontrarse en diferentes estados, dependiendo de su propia naturaleza y la cantidad de agua que contengan. De ahí se entiende como límites de consistencia al límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad, obtenido de la diferencia de los dos primeros.

3.1.3. PROCEDIMIENTO DEL ENSAYO DE HUMEDAD NATURAL:


ASTM D854/ MTC E 108

La humedad o contenido de humedad de un suelo es la relación, expresada como porcentaje, de peso de agua en una masa dada de suelo, al peso de las partículas sólidas. Este Modo Operativo determina el peso de agua eliminada, secando el suelo húmedo hasta un peso constante en un horno controlado a $110 \pm 5^\circ\text{C}^*$. El peso del suelo que permanece del secado en el horno es usado como el peso de las partículas sólidas. La pérdida de peso debido al secado es considerada como el peso del agua.

Nota 1. (*) El secado en horno siguiendo en método (a 110°C) no da resultados confiables cuando el suelo contiene yeso u otros minerales que contienen gran cantidad de agua de hidratación cuando los suelos contienen cantidades significativas de material orgánico. Se pueden obtener valores confiables del contenido de humedad para los suelos, secándose en un horno a una temperatura de 60°C o en un desecador a temperatura ambiente.

3.1.4. PROCEDIMIENTO DEL ENSAYO DE PESO ESPECIFICO:

Este método de ensayo cubre la determinación de la gravedad específica de sólidos de suelo que pasan el tamiz de 4,75 mm (Nº 4) mediante un picnómetro

	SERVICIO DE ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS CON FINES DE CIMENTACION PARA LA SUB ESTACION SANTA MARIA		GXT	
			Rev.	1
			Fecha	JULIO
				2023

de agua. Cuando el suelo contiene partículas más grandes que la malla de 4,75 mm, el Método de Ensayo MTC E 206 podrá ser usado para los sólidos de suelo retenidos en el tamiz de 4,75 mm y este método de ensayo podrá ser usado para los sólidos de suelo que pasen el tamiz de 4,75 mm.

Los sólidos de suelo para estos métodos de ensayo no incluyen sólidos los cuales puedan ser alterados por estos métodos, contaminados con una sustancia que prohíba el uso de estos métodos, o que son sólidos de suelo altamente orgánicos, tales como materias fibrosas flotando en el agua.

Nota 1. El uso del método de ensayo D 5550 puede ser usado para determinar la gravedad específica de los sólidos de suelo que contengan material que se disuelva rápidamente en el agua o que flote en ella, o donde sea impráctico el uso de agua.

Dos métodos para la determinación de la gravedad específica son provistos. El método a ser usado podrá ser especificado por la autoridad pertinente, excepto cuando se trate del ensayo de los tipos de sólido listado:


Método A. Este procedimiento es el método preferido. Para sólidos orgánicos; altamente plásticos, sólidos de granulometría fina; sólidos tropicales; y sólidos que contengan halloysite, el Método A podrá ser usado.

Método B. Procedimiento para especímenes secados al horno.

3.1.5. PROCEDIMIENTO DEL ENSAYO DE CORTE DIRECTO:

Dependiendo del tipo de ensayo que se realice, el procedimiento varía. La serie de pasos que se detallan a continuación corresponden al **ensayo consolidado – drenado CD** ya que es el más completo de los tres.

1. Se registran las mediciones de diámetro, altura y peso de la muestra.
2. Se inserta la muestra en la caja de corte y se inicia con la aplicación de la carga normal.


	SERVICIO DE ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS CON FINES DE CIMENTACION PARA LA SUB ESTACION SANTA MARIA		GXT	
			Rev.	1
			Fecha	JULIO
				2023

3. La muestra debe permanecer bajo la fuerza normal hasta que se asiente.
4. La caja de corte es llenada con agua hasta que cubra la totalidad de la muestra.
5. Se permite el drenaje y la consolidación.
6. A medida que avanza el proceso de consolidación, previo a cada incremento de la fuerza normal, se deben registrar los datos de desplazamiento normal.
7. Se deben separar la parte inferior y superior de la caja de corte 0,25 mm con la finalidad de que se pueda cortar la muestra. Los indicadores de desplazamiento vertical y horizontal deben estar en cero.
8. La **caja de corte** se rellena con agua para ensayos saturados y se aplica la fuerza de corte. El ensayo continúa hasta que se alcance una deformación de 10% del diámetro original de la muestra o cuando la fuerza de corte se vuelva constante. El desplazamiento horizontal será del orden de los 0,13 mm/min.
9. En el caso de que el ensayo sea con consolidación y drenaje, la fuerza de corte se debe aplicar muy lentamente para asegurar que se disipe completamente la presión de los poros. Por esto, el tiempo del ensayo responde a la fórmula:

$$\text{Tiempo de ensayo} = 50 t_{50}$$

Dónde: t_{50} es el tiempo en que la muestra llega a un 50% de consolidación bajo fuerza normal.

10. Finalizado el ensayo, la muestra es retirada de la **caja de corte**, se seca en el horno y se pesa para determinar el peso de sólidos.
11. Este procedimiento se repite para dos o más muestras con diferentes cargas normales.

	SERVICIO DE ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS CON FINES DE CIMENTACION PARA LA SUB ESTACION SANTA MARIA	GXT	
		Rev.	1
		Fecha	JULIO 2023

3.1.6. PROCEDIMIENTO DEL ENSAYO DE PDL:

Este tipo de prueba es una versión más simple del SPT o ensayo de penetración estándar con la diferencia de su tamaño reducido que permite realizar trabajos en lugares de difícil acceso donde por condiciones de acceso se imposibilita ingresar el equipo del SPT, la desventaja es que no permite la recuperación de muestras de suelo.

Para esta prueba se utiliza un aparato que está compuesto por una varilla de acero y un martillo de 10 kilogramos que se deja caer en un recorrido de 50 cm. El estudio consiste en llevar un registro del número de golpes necesarios para que el martillo logre penetrar la varilla de acero en intervalos de 10 cm de profundidad del suelo.


Esta técnica nos permite determinar los parámetros geotécnicos más importantes para la caracterización de suelos con parámetros como la estratigrafía del suelo, la resistencia al corte, densidad relativa y capacidad de soporte.

Los datos obtenidos son importantes para el cálculo de la capacidad de carga de cimentaciones superficiales permitiendo dar recomendaciones en cuanto al sistema de cimentación a utilizar, la capa de suelo donde colocar los cimientos, la compactación del terreno, determinar la susceptibilidad a licuefacción por sismos y la estabilidad local de las obras.

3.2. TIPOS DE EDIFICACIONES DE ACUERDO AL NUMERO DE NIVELES.

Las edificaciones son calificadas, según el número de pisos, donde I, II, III y IV designan la importancia relativa de la estructura desde el punto de vista de la exploración de suelos necesaria para cada tipo de edificación, siendo el I más exigente que el II, éste que el III y éste que el IV.

DESCRIPCIÓN	DISTANCIA MAYOR ENTRE APOYOS (m)	NUMERO DE PISOS (Incluidos los sótanos)			
		≤3	4 a 8	9 a 12	> 12
APORTICADA DE ACERO	< 12	III	III	III	II
PÓRTICOS Y/O MUROS DE CONCRETO	< 10	III	III	II	I

	SERVICIO DE ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS CON FINES DE CIMENTACION PARA LA SUB ESTACION SANTA MARIA		GXT	
			Rev.	1
			Fecha	JULIO
				2023

MUROS POR PORTANTES DE ALBAÑILERÍA	< 12	II	I
BASES DE MÁQUINAS Y SIMILARES	Cualquiera	I
ESTRUCTURAS ESPECIALES	Cualquiera	I	I	I	I
OTRAS ESTRUCTURAS	Cualquiera	II	I	I	I
Cuando la distancia sobrepasa la indicada, se clasificará en el tipo de edificación inmediato superior.					
TANQUES ELEVADOS SIMILARES	≤ 9 m de altura		> 9 m de altura		
PLANTAS DE TRATAMIENTO DE AGUA	II		I		
INSTALACIONES SANITARIAS DE AGUA Y ALCANTARILLADO EN OBRAS URBANAS			III		
			IV		

Cuadro 12 Tipo de edificación u obra de acuerdo al número de niveles proyectados

EL PROYECTO SE CLASIFICA COMO TIPO III MENOR A 03 PISOS (infraestructuras públicas).

3.3. DETERMINACIÓN DE NÚMERO DE PUNTOS DE INVESTIGACIÓN

- TENER EN CUENTA EL TIPO DE EDIFICACIÓN, ÁREA TECHADA Y ADICIONAR UNA CALICATA BAJO TANQUE ELEVADO Y MOTORES (GENERADORES), ADICIONAR UNA CALICATA MÁS CADA 20M DE MURO DE SOSTENIMIENTO.*

3.3.1. NUMERO N DE PUNTOS DE EXPLORACIÓN.

El número de puntos de exploración se realizó en base al área del futuro proyecto.

TIPO DE EDIFICACIÓN U OBRA	NÚMERO DE PUNTOS DE EXPLORACIÓN
I	UNO POR CADA 225 m ² DE AREA TECHADA DEL PRIMER PISO
II	UNO POR CADA 450 m ² DE AREA TECHADA DEL PRIMERO PISO
III	UNO POR CADA 900 m ² DE AREA TECHADA DEL PRIMER PISO
IV	UNO POR CADA 100 m DE INSTALACIONES SANITARIAS DE AGUA Y ALCANTARILLADO EN OBRAS URBANAS
HABILITACION URBANA PARA VIVIENDAS UNIFAMILIARES DE HASTA 3 PISOS	03 POR CADA HECTAREA DE TERRENO POR HABILITAR


Cuadro 13 Número de puntos de exploración de acuerdo al tipo de obra o edificación.

FUENTE: E050.

****Dentro de esta categoría se incluyen las plantas de tratamiento de agua en la que se considera en lugar de área techada, el área en planta de esta. Donde N nunca será menor de 3.**

La edificación es del **Tipo I** por lo tanto el número de puntos de investigación mínimo es de:

03 PUNTOS.

	GXT	
	Rev.	1
	Fecha	JULIO 2023

**SERVICIO DE ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS CON
FINES DE CIMENTACION PARA LA SUB ESTACION SANTA
MARIA**

******Cuando se conozca el emplazamiento exacto de la estructura, n se determina en función del área techada en planta del primer piso de la misma; cuando no se conozca dicho emplazamiento, n se determina en función del área total del terreno.

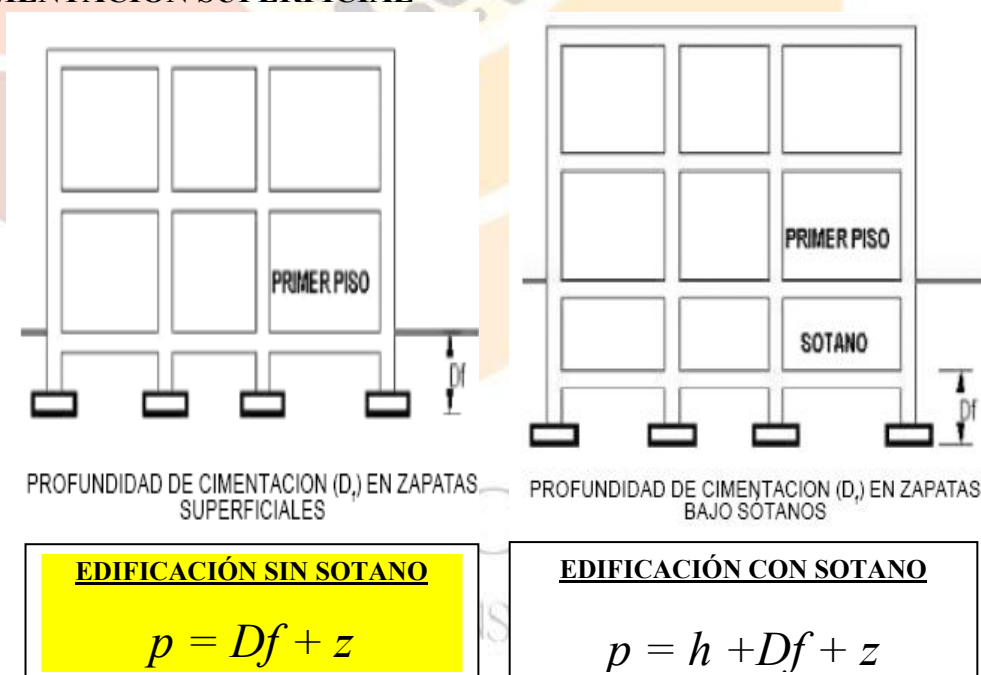
3.3.2. DISTRIBUCION DE LOS PUNTOS EN LA SUPERFICIE DEL TERRENO.

Se distribuyó uniformemente los puntos de investigación en la superficie del terreno a ocuparse. Todos los puntos de investigación están dentro de los bloques de la nueva propuesta arquitectónica. (VER ANEXOS – PLANO DE UBICACIÓN).

3.4. DETERMINACIÓN DE PROFUNDIDAD DE EXCAVACIÓN DE CALICATAS


Para determinar la profundidad de investigación, es necesario determinar el tipo de cimentación.

CIMENTACION SUPERFICIAL



Gráfica 6. Clasificación de cimentaciones superficiales

Fuente: NTP E 050

	SERVICIO DE ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS CON FINES DE CIMENTACION PARA LA SUB ESTACION SANTA MARIA		GXT	
			Rev.	1
			Fecha	JULIO
				2023

Dónde:

Df = Es la distancia vertical de la superficie del terreno al fondo de la cimentación.

h = Distancia vertical entre el nivel del piso terminado del semisótano y la superficie del terreno natural.

z = 1.5 B; siendo B el ancho de la cimentación prevista de mayor área.

Dicha profundidad se calculó de la siguiente manera:

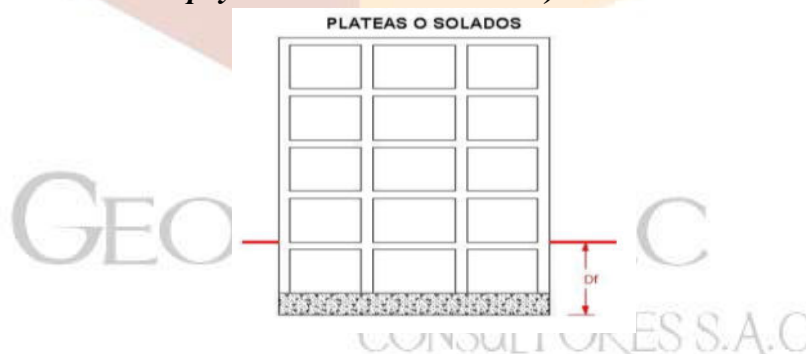
$$p = Df + z$$

z = 1,5 B; siendo B el ancho de la cimentación prevista de mayor área.

En el caso de ser conocida la existencia de un estrato resistente que normalmente se utiliza como plano apoyo de la cimentación en la zona a juicio y bajo responsabilidad del Profesional Responsable, se podrá adoptar para la profundidad del estrato resistente más una profundidad de verificación, la cual no deberá ser menor de 1 m.


La profundidad mínima será de 3 m. Si se encontrase roca antes de alcanzar la profundidad, el Profesional Responsable deberá llevar a cabo una verificación de su calidad, por un método adecuado.

a.1) Profundidad de Cimentación (Df) en Plateas o Losas (incluyendo reservorios y tanques elevados apoyados en estos elementos)



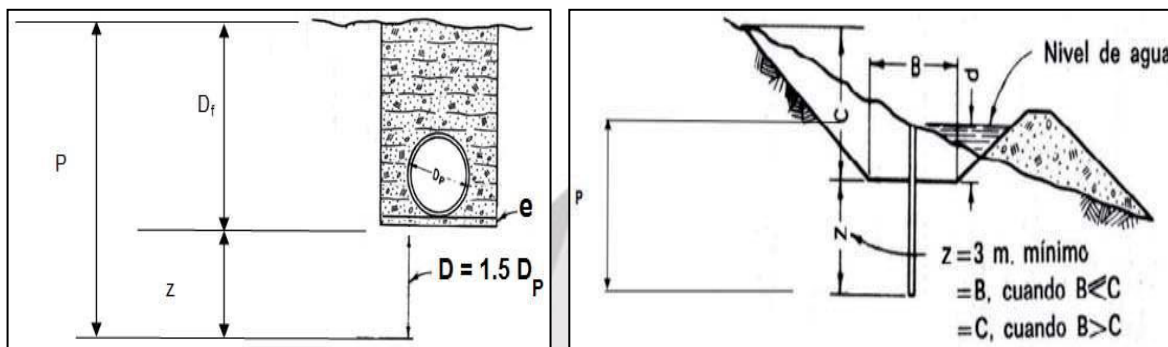
Gráfica 7. Modelo de cimentación mediante plateas, losas y estructuras especiales.

Fuente: NTP E 050

	GXT	
	Rev.	1
	Fecha	JULIO
		2023

**SERVICIO DE ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS CON
FINES DE CIMENTACION PARA LA SUB ESTACION SANTA
MARIA**

a.2) Profundidad de Cimentación (Df) en tuberías y canales.



donde: e: espesor de la cama de arena.

Gráfica 8. Modelo de cimentación: IZQUIERDA: Tuberías, DERECHA: Canales.

Fuente: NTP E 050

a.3) Profundidad de cimentación (Df) en canales

Nota: Las zapatas ubicadas en el límite de propiedad no deben invadir el terreno vecino.

CIMENTACIÓN PROFUNDA.

La profundidad mínima de exploración, corresponde a la longitud del elemento que transmite la carga a mayores profundidades (pilote, pilar, etc.), más la profundidad **z**.


$$P = h + D_f + Z$$

Donde:

D_f = En una edificación sin sótano, es la distancia vertical desde la superficie del terreno hasta el extremo de la cimentación profunda (pilote, pilar, etc.).

En edificaciones con sótano, es la distancia vertical entre el nivel de piso terminado del sótano más profundo y el extremo de la cimentación profunda.

h = Distancia vertical entre el nivel de piso terminado del sótano más profundo y la superficie del terreno natural.

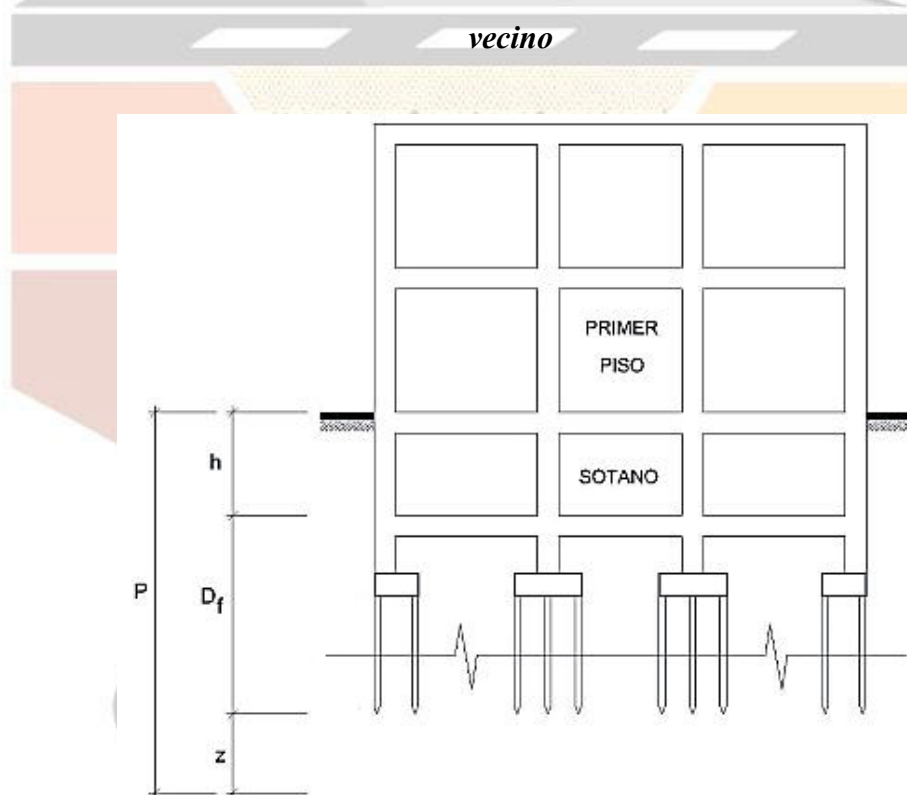
	SERVICIO DE ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS CON FINES DE CIMENTACION PARA LA SUB ESTACION SANTA MARIA		GXT
	Rev.	1	
	Fecha	JULIO 2023	

$z = 6,00$ metros, en el 80 % de los sondeos y $1,5 B$, en el 20 % de los sondeos, siendo B el ancho de la cimentación, delimitada por los puntos de todos los pilotes o las bases de todos los pilares.

En el caso de ser conocida la existencia de un estrato de suelo resistente que normalmente se utiliza como plano de apoyo de la cimentación en la zona.


Se puede adoptar para p , la profundidad del estrato resistente más una profundidad de verificación, la cual en el caso de cimentaciones profundas no debe ser menor de 5 metros o de 15 metros, si existen antecedentes de licuación en la zona o si se encontrase roca antes de alcanzar la profundidad p .

Nota: Las zapatas ubicadas en el límite de propiedad no deben invadir el terreno vecino



Gráfica 9 Modelo de cimentaciones profundas.

Fuente: NTP E 050

	SERVICIO DE ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS CON FINES DE CIMENTACION PARA LA SUB ESTACION SANTA MARIA	GXT	
		Rev.	1
		Fecha	JULIO 2023

3.5. REGISTRO DE CALICATAS

Las calicatas y trincheras realizadas según la Norma Técnica ASTM D 420 son aplicables a todos los EMS en los cuales sea posible su ejecución. Estos sondeos se ubicaron de tal forma que permitan establecer una información estratigráfica adecuada para adoptar los criterios de cimentación para la estructura, considerando un perfil en diagonal que cubra la mayor parte del área estudiada. Se tomaron muestras inalteradas a lo largo de las excavaciones, en cantidad suficiente para su análisis. Previamente se identificaron los suelos, mediante procedimientos manuales de campo, tales como la dilatación (reacción de agitación), la resistencia en estado seco (característica de rompimiento).

DILATANCIA DEL SUELO	BAJA.
RESISTENCIA AL ESTADO SECO	REGULAR RESISTENCIA.

Cuadro 14 Resultados de los procedimientos manuales de campo.

DIMENSIONES DE LA CALICATA	LARGO:	1.00 m
	ANCHO:	1.00 m
	PROFUNDIDAD DE CALICATA	3.00 m
MUESTREO DE ESTRATOS	MUESTRAS ALTERADAS	
DENSIDAD DE CAMPO	ENCIMA DEL NIVEL DE FUNDACION	
	DEBAJO DEL NIVEL DE FUNDACION	
AUSCULTACION CON PDL	0 – 0.30 m.	
NUMERO DE CALICATAS	03 CALICATAS	

Cuadro 15 Descripción de las calicatas

Las calicatas para el presente proyecto fueron excavadas manualmente en forma de gradería y cuadrados uniformes, hasta una profundidad de 3.00 m aproximadamente. Asimismo, se hizo el ensayo de densidad de campo sobre el último estrato.

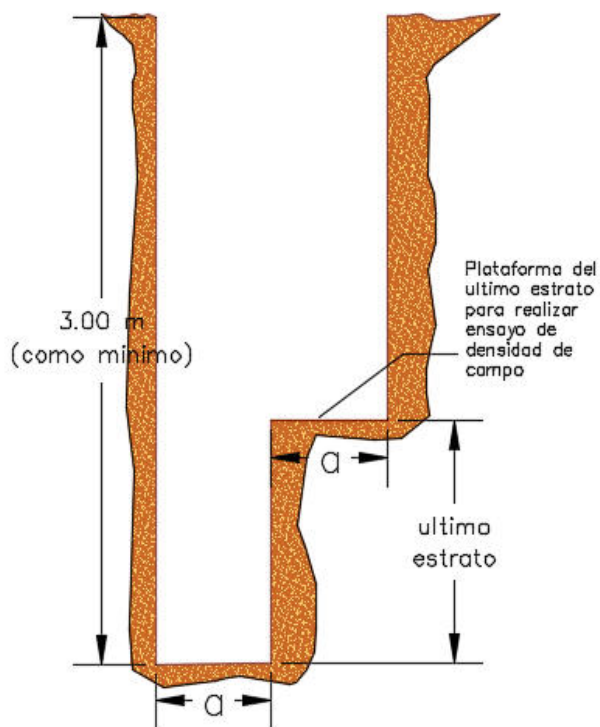
Se extrajeron muestras Mab por tratarse de materiales mixtos (Gravas limosas y limos).



**SERVICIO DE ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS CON
FINES DE CIMENTACION PARA LA SUB ESTACION SANTA
MARIA**

GXT

Rev.	1
Fecha	JULIO 2023



Gráfica 9. Geometría de la calicata. Imagen referencial

CALICATAS APERTURADAS



Gráfica 10. Medición de profundidad de la calicata C-01



**SERVICIO DE ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS CON
FINES DE CIMENTACION PARA LA SUB ESTACION SANTA
MARIA**

GXT

Rev.

1

Fecha


JULIO
2023



Gráfica 11. Medición de profundidad de la calicata C-02



Gráfica 12. Medición de profundidad de la calicata C-03.

	SERVICIO DE ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS CON FINES DE CIMENTACION PARA LA SUB ESTACION SANTA MARIA	GXT	
		Rev.	1
		Fecha	JULIO 2023

3.6. MUESTREO DE SUELOS

NÚMERO DE MUESTRA A EXTRAER.

Se Extrajeron 03 muestra Mab (Alteradas) para los trabajos en laboratorio, como: Ensayos de clasificación (SUCS), humedad natural, etc.

TIPO DE MUESTRA A EXTRAER.


Se consideran los cuatro tipos de muestras que se indican en el Cuadro 16, en función de las exigencias que deberán atenderse en cada caso, respecto del terreno que representan.

Para el presente caso se obtuvo muestras Mab (muestras alteradas en bolsas de plástico.)

Se extrajo la muestra en la siguiente secuencia:

- * Localización de la profundidad de la calicata, caracterización estratigráfica de la calicata.
- * Determinación del estrato portante, extracción de la muestra representativa.
- * Georreferenciación de los puntos de exploración, etiquetado y codificación de la muestra.

TIPO DE MUESTRA	NORMA APLICABLE	FORMAS DE OBTENER Y TRANSPORTAR	ESTADO DE LA MUESTRA	CARACTERISTICAS
Muestra inalterada en bloque(Mib)	NTP 339,151 SUELOS practicas normalizadas	Bloques		Debe mantener inalteradas las propiedades físicas y mecánicas del suelo en su estado natural al momento del muestreo(aplicable solamente a suelos cohesivos)rocas blandas o suelos granulares finos suficientemente sementados para permitir su obtencion.
Muestra inalterada en tubo de pared delgada(MiT)	NTP 339,169 SUELOS, muestreo geotecnico de suelos con tubo de pared delgada	Tubos de pared delgada	inalterada	

	SERVICIO DE ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS CON FINES DE CIMENTACION PARA LA SUB ESTACION SANTA MARIA	GXT	
		Rev.	1
		Fecha	JULIO 2023

Muestra alterada en bolsa de plástico(Mab)	NTP 339,151 SUELOS, practicas normalizadas para la preservación y transporte de suelos	Con bolsas de plasticos	Alterada	Debe mantener inalterada la granulometria del suelo en su estado natural al momento del muestreo
Muestra alterada para humedad en lata sellada(Mah)	NTP 339,151 SUELOS. Prácticas normalizadas para la preservacion y transporte de suelos	En lata sellada	Alterada	Debe mantener inalterado el contenido de agua.

Cuadro 16 Tipo y características de las muestras.

FUENTE: E 050.

IV. CIMENTACIONES DE LAS ESTRUCTURAS A TOMAR EN CUENTA PARA EL CÁLCULO DE LA CAPACIDAD DE CARGA.

4.1. CONSIDERACIONES PARA LA DETERMINACION DE CAPACIDAD DE CARGA.


La capacidad de carga, comprendida como el máximo esfuerzo que es capaz de soportar el suelo antes de fallar por corte, ha sido calculada en base a las Teorías de MEYERHOF Y VESIC con las siguientes consideraciones:

a) Factor de seguridad.

Los factores de seguridad de carga mínimos que deberán tener las cimentaciones son las siguientes:

- Para cargas estáticas: 3.0
- Para sollicitación máxima de viento o sismo (la que sea más desfavorable): 2.5.

b) Criterio de falla progresiva En el presente estudio de suelos no se presentará situaciones de falla por corte ya que la pendiente es muy baja.

	GXT	
	Rev.	1
	Fecha	JULIO 2023

- c) *Profundidad mínima de fundación del proyecto*, Se consideró 1.0 m como profundidad mínima de cimentación.
- d) *Posibilidad de saturación accidental del suelo de fundación*, No presentara esta condición por tratarse de un material cohesivo granular.

4.2. CAPACIDAD DE CARGA (SEGÚN TERZAGHI)

Terzaghi, prosiguiendo el estudio de Caquot, ha aportado algunos cambios para tener en cuenta las características efectivas de toda la obra de cimentación - terreno.

Bajo la acción de la carga transmitida por la cimentación, el terreno que se encuentra en contacto con la cimentación misma tiende a irse lateralmente, pero resulta impedido por las resistencias tangenciales que se desarrollan entre la cimentación y el terreno.

Esto comporta un cambio del estado tensional en el terreno puesto directamente por debajo de la cimentación; para tenerlo en cuenta, **Terzaghi** asigna a los lados AB y EB de la cuña de Prandtl una inclinación ψ respecto a la horizontal, seleccionando el valor de ψ en función de las características mecánicas del terreno al contacto terreno-obra de cimentación.


De esta manera se supera la hipótesis $\gamma_2 = 0$ para el terreno por debajo de la cimentación. Admitiendo que las superficies de rotura resten inalteradas, la expresión de la carga última entonces es:

$$q = A \times \gamma \times h + B \times c + C \times \gamma \times b$$

donde C es un coeficiente que resulta función del ángulo de rozamiento interno ϕ del terreno puesto por debajo del nivel de cimentación y del ángulo ϕ antes definido; b es la semianchura de la franja.

Además, basándose en datos experimentales, Terzaghi pasa del problema plano al problema espacial introduciendo algunos factores de forma.

Una sucesiva contribución sobre el efectivo comportamiento del terreno ha sido aportada por Terzaghi.

	GXT	
	Rev.	1
	Fecha	JULIO
		2023

En el método de Prandtl se da la hipótesis de un comportamiento del terreno rígido-plástico, en cambio Terzaghi admite este comportamiento en los terrenos muy compactos.

En éstos, de hecho, la curva cargas-asentamientos presenta un primer tracto rectilíneo, seguido por un breve tracto curvilíneo (comportamiento elástico-plástico); la rotura es instantánea y el valor de la carga límite resulta claramente individuado (rotura general).

En un terreno muy suelto en cambio la relación cargas-asentamientos presenta un tracto curvilíneo acentuado desde las cargas más bajas por efecto de una rotura progresiva del terreno (rotura local). Como consecuencia la individualización de la carga límite no es tan clara y evidente como en el caso de los terrenos compactos.

Para los terrenos muy sueltos, Terzaghi aconseja tener en consideración la carga última; el valor que se calcula con la fórmula anterior, pero introduciendo valores reducidos de las características mecánicas del terreno y precisamente:

$$tg\phi_{rid} = 2/3 \times tg\phi \text{ e } c_{rid} = 2/3 \times c$$

Haciendo explícitos los coeficientes de la fórmula anterior, la fórmula de Terzaghi se puede escribir así:

$$q_{ult} = c \times N_c \times s_c + \gamma \times D \times N_q + 0.5 \times \gamma \times B \times N_\gamma \times s_\gamma$$


donde:

$$N_q = \frac{a^2}{2 \cos^2 (45 + \phi / 2)}$$

$$a = e^{(0.75\pi - \phi / 2) \tan \phi}$$

$$N_c = (N_q - 1) \cot \phi$$

$$N_\gamma = \frac{\tan \phi}{2} \left(\frac{K p \gamma}{\cos^2 \phi} - 1 \right)$$

	GXT	
	Rev.	1
	Fecha	JULIO 2023

4.3. CAPACIDAD DE CARGA (SEGÚN VEISIC)

La fórmula de Vesic es análoga a la fórmula de Hansen, con N_q y N_c como en la fórmula de Meyerhof y N_γ como se indica a continuación:

$$N_\gamma = 2(N_q + 1) \cdot \tan(\phi)$$

Los factores de forma y de profundidad que aparecen en las fórmulas del cálculo de la capacidad portante son iguales a los propuestos por Hansen; en cambio se dan algunas diferencias en los factores de inclinación de la carga, del terreno (cimentación en talud) y del plano de cimentación (base inclinada).

CARGA LÍMITE DE CIMENTACIÓN EN ROCA

Para valorar la capacidad de carga admisible de las rocas se deben tener en cuenta algunos parámetros significativos como las características geológicas, el tipo y calidad de roca, medida con RQD. En la capacidad portante de las rocas se utilizan normalmente factores de seguridad muy altos y ligados de todas maneras al valor del coeficiente RQD: por ejemplo, para una roca con RQD igual al máximo de 0.75 el factor de seguridad varía entre 6 y 10. Para determinar la capacidad de carga de una roca se pueden usar las fórmulas de Terzaghi, usando ángulo de rozamiento y cohesión de la roca, o las propuestas por Stagg y Zienkiewicz (1968) donde los coeficientes de la fórmula de la capacidad portante valen:

$$N_q = \tan^6 \left(45 + \frac{\phi}{2} \right)$$


$$N_c = 5 \tan^4 \left(45 + \frac{\phi}{2} \right)$$

$$N_\gamma = N_q + 1$$

Con tales coeficientes se usan los factores de forma utilizados en la fórmula de Terzaghi.

La capacidad de carga última calculada es de todas formas función del coeficiente RQD según la siguiente expresión:

$$q' = q_{ult} (RQD)^2$$

	GXT	
	Rev.	1
	Fecha	JULIO 2023

Si el sondeo en roca no suministra piezas intactas (RQD tiende a 0), la roca se trata como un terreno, estimando mejor los parámetros c y ϕ .

Factor de corrección en condiciones sísmicas.

Criterio de Vesic

Según este autor, para tener en cuenta el fenómeno del aumento del volumen en el cálculo de la capacidad portante es suficiente disminuir en 2° el ángulo de rozamiento interno de los estratos de cimentación. La limitación de esta sugerencia está en el hecho que no toma en cuenta la intensidad de la fuerza sísmica (expresado con el parámetro de la aceleración sísmica horizontal máximo). Este criterio se confirma en las observaciones de diferentes eventos sísmicos.

En suelos cohesivos (arcilla, arcilla limosa y limo-arcilloso), se emplea un ángulo de fricción interna (ϕ) igual a cero.

$$q_d = S_c * i_c * c * n_c$$

En suelos friccionantes (gravas, arenas y gravas-arenosas), se emplea una cohesión (c) igual a cero.

$$q_d = i_d * \gamma_1 * D_f * N_q + 0.5 * S_\gamma * i_\gamma * B' * N_\gamma$$

Para las ecuaciones anteriormente citadas, se tiene:

$$N_q = e^{(\pi \tan \phi')} * \tan^2 \left(45 + \frac{\phi'}{2} \right)$$

$$N_c = (N_q - 1) \cot \phi'$$

$$N_\gamma = (N_q - 1) * \tan(1.4 * \phi')$$

$$S_c = 1 + 0.2 \frac{B}{L}$$

$$i_c = i_q = \left(1 - \frac{\alpha}{90} \right)^2$$



$$S_{\gamma} = 1 - 0.2 \frac{B}{L}$$

$$i_{\gamma} = \left(1 - \frac{\alpha}{\phi}\right)^2$$

Donde:

c = cohesión del suelo ubicado bajo la zapata.

i_c = coeficiente de corrección por inclinación de la carga correspondiente a la cohesión.

i_q = coeficiente de corrección por inclinación de la carga correspondiente a la sobre carga (γD_f).

s_c = coeficiente de corrección por la forma de la cimentación correspondiente a la cohesión.

s_γ = coeficiente de corrección por la forma de la cimentación correspondiente a la fricción.

i_γ = coeficiente de corrección por inclinación de la carga correspondiente a la fricción

γ₁ = peso unitario volumétrico de suelo ubicado sobre el nivel de cimentación.

γ₂ = peso unitario volumétrico efectivo de suelo ubicado bajo el nivel de cimentación.

N_c = coeficiente de capacidad de carga correspondiente a la cohesión = 5.14.


N_q = coeficiente de capacidad de carga correspondiente a la sobre carga (γD_f).

N_γ = coeficiente de capacidad de carga correspondiente a la fricción.

B' = ancho del "área efectiva"

α° = ángulo en grados que hace la carga con la vertical

Adicionalmente se observa en los ensayos de exploración que los suelos ubicados por debajo del nivel de fundación son mayores a mayor profundidad por lo que se puede considerar seguro el valor obtenido en el presente estudio.

	SERVICIO DE ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS CON FINES DE CIMENTACION PARA LA SUB ESTACION SANTA MARIA	GXT	Rev.	1
			Fecha	JULIO
				2023

4.4. FACTOR DE SEGURIDAD FRENTEA UNA FALLA POR CORTE

Los factores de seguridad mínimos que deberán tener las cimentaciones son los siguientes:

- Para cargas estáticas: 3.0. (Empleado para los cálculos, por ser el más conservador.)
- Para sollicitación máxima de sismo o viento (la que sea más desfavorable): 2.5.

4.5. PRESION ADMISIBLE


La determinación de la Presión Admisible, se efectuará tomando en cuenta los siguientes factores:

- a) Profundidad de Cimentación.
- b) Dimensión de los elementos de la cimentación.
- c) Características físico-mecánicas de los suelos ubicados dentro de la zona activa de la cimentación.
- d) Ubicación del Nivel freático.
- e) Probable modificación de las características físico-mecánicas de los suelos, como consecuencia de los cambios en el contenido de humedad.
- f) Asentamiento tolerable de la estructura.

La presión admisible será la menor de la que se obtenga mediante:

- a) La aplicación de las ecuaciones de capacidad de carga por afectada por el factor de seguridad correspondiente.
- b) La presión que cause el asentamiento admisible.

GEOXPLOTEC
CONSULTORES S.A.C.

	SERVICIO DE ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS CON FINES DE CIMENTACION PARA LA SUB ESTACION SANTA MARIA	GXT	
		Rev.	1
		Fecha	JULIO 2023

V. ENSAYOS DE LABORATORIO

5.1. ENSAYOS ESTÁNDAR

SUSTENTO DEL ENSAYO DE CORTE DIRECTO:

Para el presente estudio se empleó el ensayo de corte directo. Debido a la confiabilidad y presión de los datos obtenidos por este equipo. Además, porque no se tiene un ensayo específico para este tipo de suelo en la norma E050 -2018. Cabe señalar que en el contexto geológico los depósitos corresponden a suelos granulares ligeramente compactados.

TABLA 3 APLICACIÓN Y LIMITACIONES DE LOS ENSAYOS						
Ensayos In Situ	Norma Aplicable	Permitida			No Permitida	
		Técnica de Exploración	Tipo de Suelo(1)	Parámetro a obtener(2)	Técnica de Exploración	Tipo de Suelo(1)
SPT	NTP 339.133	Perforación	Todos excepto gravas	N	Calicata	Gravas
CPT	NTP 339.148	Auscultación	Todos excepto gravas	qc, fc	Calicata	Gravas
DPSH	UNE 103 801:1994	Auscultación	Todos excepto gravas	N20	Calicata	Gravas
CTP	ANEXO III	Auscultación	Todos excepto gravas	Cn	Calicata	Gravas
DPL	NTP 339.159	Auscultación	SP, SW, SM (con limos no plásticos)	n	Calicata	Lo restante
Veleta de Campo(3)	NTP 339.155	Perforación/ Calicata	CL, ML, CH, MH. Para todos los casos con IP > 0 y saturados	Cu, St	---	Lo restante
Prueba de carga	NTP 339.153	---	Rocas blandas y todo tipo de suelo excepto gravas	Asentamiento vs. Presión	---	Gravas

(1) Según la clasificación SUCS, cuando los ensayos son aplicables a suelos de doble simbología, ambos están incluidos.

(2) Leyenda:

***** De acuerdo a la tabla 03 de la norma e050, no se tiene un método de ensayo específico para suelos granulares, con bolonería, relativamente compactados.***

5.2. ENSAYOS ESPECIALES

Se realizó el análisis de ensayos especiales de acuerdo a las condiciones del suelo explorado en el presente estudio.

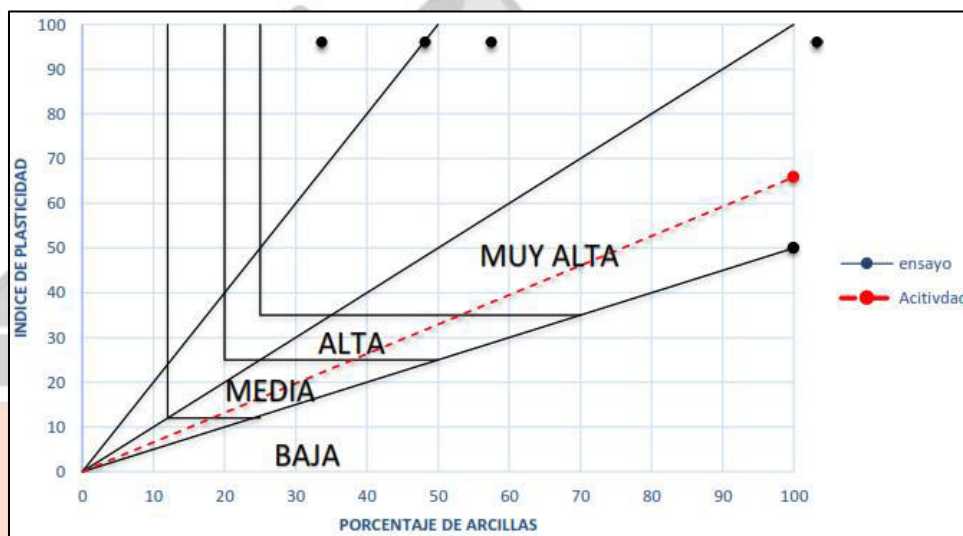
ESTRATO ROCOSO

En el presente proyecto no se tiene evidencias de estratos rocosos. Ya que el suelo portante corresponde a depósitos cuaternarios. Ver geología del área del proyecto – anexos.



SUELOS EXPANSIVOS

Esta condición especial no se presentará. Debido a que, el suelo de Fundación corresponde a suelos fricciones predominantemente. Además, los suelos de fundación no presenta índice de plasticidad. De lo señalado se establece que: la incidencia a suelos expansivos es baja.




Gráfica 13. Análisis de suelos expansivos.

SUELOS ARCILLOSOS SATURADOS

El suelo de fundación corresponde a gravas y limos con una mínima proporción de material fino cohesivo (arcillas) sin influencia del nivel freático. Por ende, esta condición no se presentará en el terreno.

SUELOS LICUABLES

De acuerdo a la normativa vigente E050, este ensayo se realizará siempre y cuando se evidencie la presencia de napa freática en suelos granulares finos y suelos cohesivos como arena fina, arena limosa, limo arenoso no plástico o grava empacada en matriz constituida por algunos de los materiales anteriormente mencionados. Para el presente caso no se realizó el ensayo de seed e Idris, ya que los valores obtenidos del análisis de colapsabilidad y expansión son bajos. Además, no se tiene influencia de nivel freático.

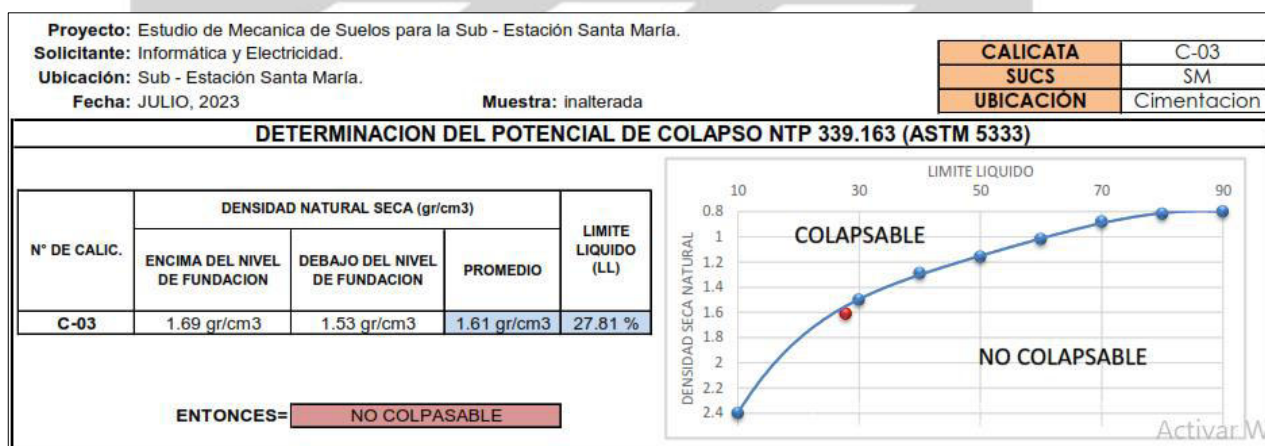
	SERVICIO DE ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS CON FINES DE CIMENTACION PARA LA SUB ESTACION SANTA MARIA	GXT	
		Rev.	1
		Fecha	JULIO 2023

CASO EN QUE LAS EDIFICACIONES ESTEN UBICADOS EN TERRENOS PROXIMOS O SOBRE TALUDES.

En el área del proyecto no se tiene evidencia de geoformas significativas. Por estar en una plataforma de depósitos cuaternarios.

SUELOS COLAPSABLES

De acuerdo a la normativa el ensayo se realiza siempre cuando se evidencie hundimientos o hinchamientos del terreno, para el presente caso no se tiene evidencias de lo señalado, ya que el terreno en exploración presenta condiciones favorables para la cimentación. Sin embargo, se realizó el descarte de la posibilidad de la colapsabilidad en el suelo más desfavorable obtenido en las exploraciones en campo (C-03). Y se determinó que no se presentara la condición de colapsabilidad.




Gráfica 14. Determinación del potencial de colapso en C-3, suelo de fundación más desfavorable.

AGRESIVIDAD DEL SUELO Y AGUA.

En el terreno del proyecto NO presenta napa freática dentro de la zona activa de la cimentación. Además, se realizaron los ensayos recomendados por la American Concrete Institute (ACI 201) en el suelo de fundación. De lo señalado se obtuvo los siguientes resultados:

UBICACIÓN	SUCS	ph	SALES SOLUBLES	SULFATOS SOLUBLES	CLORUROS SOLUBLES
C-01	GM	7.50	198 ppm	550 ppm	521 ppm
C-02	GW	7.00	345 ppm	160 ppm	541 ppm
C-03	SM	7.20	188 ppm	215 ppm	512 ppm

Cuadro 17 Resultados obtenidos de los ensayos de agresividad química del suelo.

	GXT	
	Rev.	1
	Fecha	JULIO
		2023

**SERVICIO DE ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS CON
FINES DE CIMENTACION PARA LA SUB ESTACION SANTA
MARIA**

De lo señalado en el cuadro 17, se concluye que el suelo de Fundación no experimentara agresividad química.

5.3. TRABAJOS EN LABORATORIO

Se realización todos los estipulados en la normativa vigente:

ENSAYO GRANULOMÉTRICO METODO MECANICO (TAMIZADO)	ASTM D 422
ENSAYO DE LÍMITES DE CONSISTENCIA	ASTM D 4318
LÍMITE LÍQUIDO	ASTM D 4318
LÍMITE PLÁSTICO	ASTM D 4318
CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL	ASTM D 4643
CLASIFICACION DE SUELOS (SUCS)	ASTM D 2487
CORTE DIRECTO CD	ASTM D-6528

Cuadro 18 Ensayos de laboratorio realizados en el presente informe.

5.4. DETERMINACION DEL TIPO DE PERFIL DEL SUELO


Los tipos de perfiles de suelos son cinco:

Perfil Tipo S0: Roca Dura

A este tipo corresponden las rocas sanas con velocidad de propagación de ondas de corte V_s mayor que 1500 m/s. Las mediciones deberán corresponder al sitio del proyecto o a perfiles de la misma roca en la misma formación con igual o mayor intemperismo o fracturas.

Cuando se conoce que la roca dura es continua hasta una profundidad de 30 m, las mediciones de la velocidad de las ondas de corte superficiales pueden ser usadas para estimar el valor de V_s .

Perfil Tipo S1: Roca o Suelos Muy Rígidos

	SERVICIO DE ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS CON FINES DE CIMENTACION PARA LA SUB ESTACION SANTA MARIA		GXT
	Rev.		1
	Fecha		JULIO 2023

A este tipo corresponden las rocas con diferentes grados de fracturación, de macizos homogéneos y los suelos muy rígidos con velocidades de propagación de onda de corte V_s , entre 500 m/s y 1500 m/s, incluyéndose los casos en los que se cimienta sobre:

- Roca fracturada, con una resistencia a la compresión no confinada q_u mayor o igual que 500 kPa (5 kg/cm²).
- Arena muy densa o grava arenosa densa, con N_{60} mayor que 50.
- Arcilla muy compacta (de espesor menor que 20 m), con una resistencia al corte en condición no drenada S_u mayor que 100 kPa (1 kg/cm²) y con un incremento gradual de las propiedades mecánicas con la profundidad.

Perfil Tipo S2: Suelos Intermedios


A este tipo corresponden los suelos medianamente rígidos, con velocidades de propagación de onda de corte V_s , entre 180 m/s y 500 m/s, incluyéndose los casos en los que se cimienta sobre:

- Arena densa, gruesa a media, o grava arenosa medianamente densa, con valores del SPT N_{60} , entre 15 y 50.
- Suelo cohesivo compacto, con una resistencia al corte en condiciones no drenada S_u , entre 50 kPa (0,5 kg/cm²) y 100 kPa (1kg/cm²) y con un incremento gradual de las propiedades mecánicas con la profundidad.

Perfil Tipo S3: Suelos Blandos

Corresponden a este tipo los suelos flexibles con velocidades de propagación de onda de corte V_s , menor o igual a 180 m/s, incluyéndose los casos en los que se cimienta sobre:

- Arena media a fina, o grava arenosa, con valores del SPT N_{60} menor que 15.
- Suelo cohesivo blando, con una resistencia al corte en condición no drenada S_u , entre 25 kPa (0,25 kg/cm²) y 50 kPa (0,5 kg/cm²) y con un incremento gradual de las propiedades mecánicas con la profundidad.
- Cualquier perfil que no correspondan al tipo S4 y que tenga más de 3 m de suelo con las siguientes características: índice de plasticidad P_I mayor que 20, contenido

	SERVICIO DE ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS CON FINES DE CIMENTACION PARA LA SUB ESTACION SANTA MARIA	GXT	
		Rev.	1
		Fecha	JULIO 2023

de humedad ω mayor que 40%, resistencia al corte en condición no drenada S_u menor que 25 kPa.

Perfil Tipo S4: Condiciones Excepcionales

A este tipo corresponden los suelos excepcionalmente flexibles y los sitios donde las condiciones geológicas y/o topográficas son particularmente desfavorables, en los cuales se requiere efectuar un estudio específico para el sitio. Sólo será necesario considerar un perfil tipo S₄ cuando el Estudio de Mecánica de Suelos (EMS) así lo determine.

Perfil	Vs	N60	Su	
			kPas	Kg/cm ²
S0	>1 500 m/s	-	-	-
S1	500 m/s a 1 500 m/s	>50	>100 kPas	>1 kg/cm ²
S2	180 m/s a 500 m/s	15 a 50	50 kPas a 100 kPas	0.50 kg/cm ² a 1 kg/cm ²
S3	<180 m/s	<15	25 kPas a 50 kPas	0.25 kg/cm ² a 0.50 kg/cm ²
S4	CLASIFICACION BASADO EN EL EMS			

Cuadro 19 resumen de los valores típicos para los distintos tipos de perfiles de suelo.

FUENTE: PROPIA.

De acuerdo al análisis del suelo mediante el N60 del SPT, se obtuvo un N60 promedio de 33.08. A partir del cual se establece que el terreno del proyecto corresponde a un perfil de suelo S2 – Suelos intermedios.

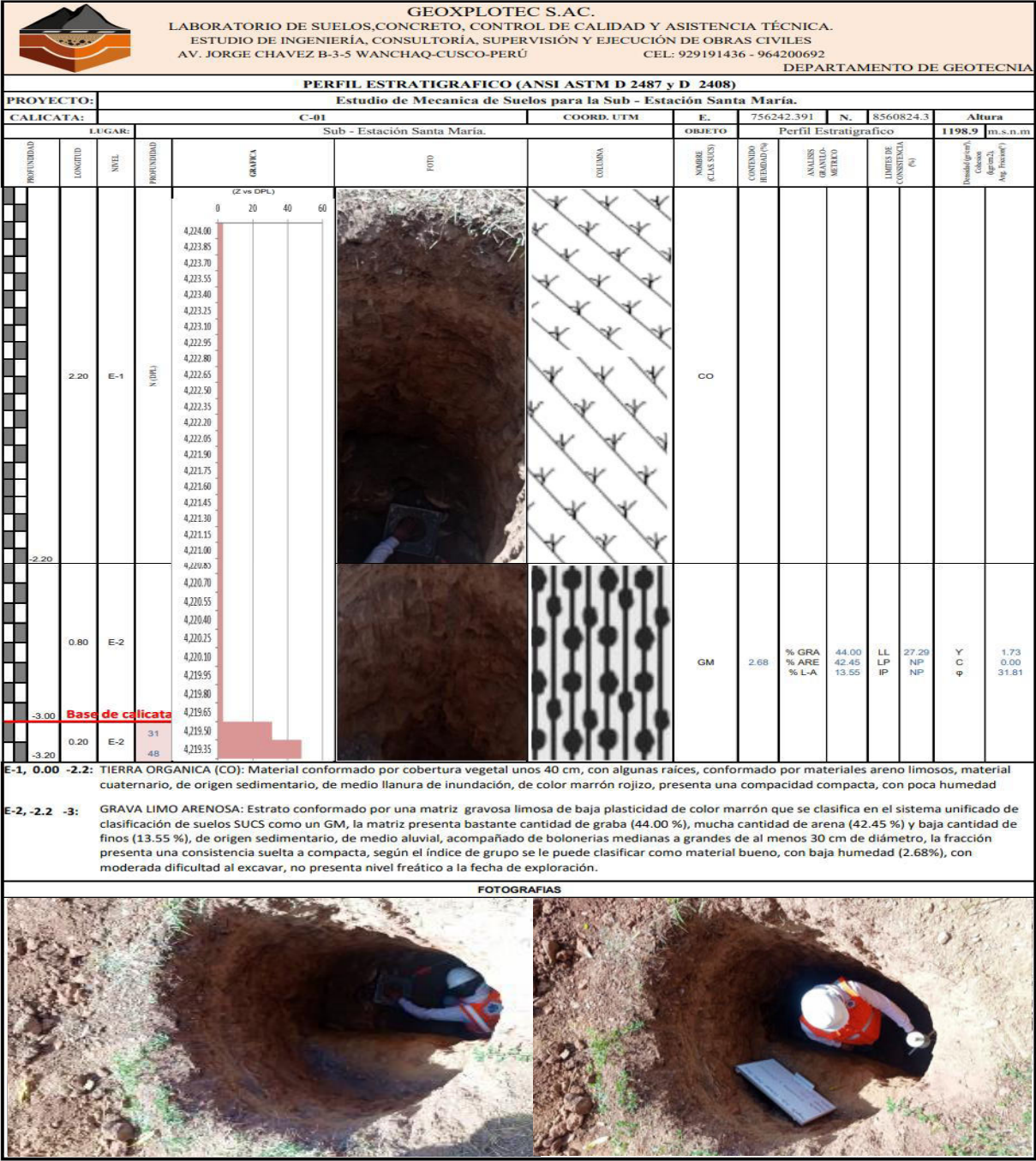
GEOXPLOTEC
CONSULTORES S.A.C


	SERVICIO DE ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS CON FINES DE CIMENTACION PARA LA SUB ESTACION SANTA MARIA		GXT	
			Rev.	1
			Fecha	JULIO 2023

VI. PERFILES ESTATIGRÁFICOS

La caracterización litológica del área de estudio corresponde a materiales de depositación aluvial, con una estratificación horizontal.

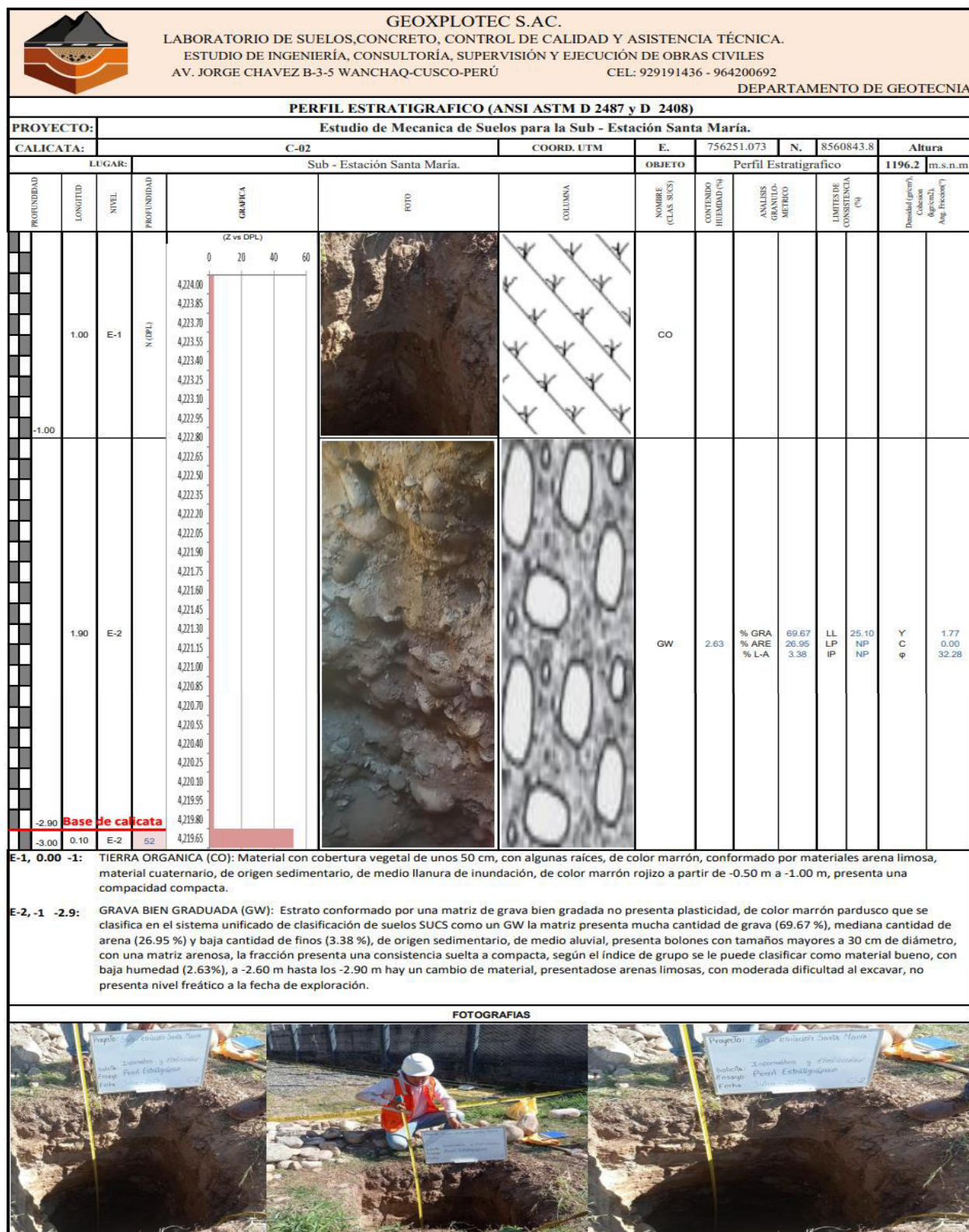
CALICATA 01




	GXT	
	Rev.	1
	Fecha	JULIO 2023

**SERVICIO DE ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS CON
FINES DE CIMENTACION PARA LA SUB ESTACION SANTA
MARIA**

CALICATA 02



Gráfica 16. Descripción del terreno explorado de acuerdo a la clasificación SUC

	SERVICIO DE ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS CON FINES DE CIMENTACION PARA LA SUB ESTACION SANTA MARIA	GXT	
		Rev.	1
		Fecha	JULIO 2023

VII. ANALISIS DE LA CIMENTACION

7.1. PROFUNDIDAD DE LA CIMENTACIÓN.

Para el presente proyecto, el **Df será de 1.50 m** como mínimo, por debajo de la superficie, para el bloque proyectado.

7.2. TIPO DE CIMENTACIÓN.

El tipo de cimentación optado será de **ZAPATAS AISLADAS, ZAPATAS COMBINADAS Y LOSA DE CIMENTACIÓN**, debido a las solicitaciones de carga a las que estará sometido el terreno de fundación.

CÁLCULO Y ANÁLISIS DE LA CAPACIDAD ADMISIBLE DE CARGA

** CALCULAR PARA DIFERENTES DF, FORMAS (ZAPATA CUADRADA Y RECTANGULAR) Y CIMIENTO CORRIDO POR CADA CALICATA, TENER EN CUENTA EFECTOS DEL N.F.*

La capacidad de carga más adecuada para el presente proyecto se determinó para cada punto de exploración.

Adicionalmente se evalúa las condiciones hidrológicas e hidrogeológicas (Nivel freático). Para el presente no se evidencio la presencia de nivel freático, hasta la profundidad de investigación.

Para mayor detalle del cálculo, ver memoria de cálculo de cada punto de exploración, el cual se trabajó con el valor más conservador.

A) CALCULO DE LA CAPACIDAD PORTANTE Y ADMISIBLE CALICATA 01


En los cálculos realizados para la calicata 01, se obtuvo un q_a de 0.73 kg/cm².

B) CALCULO DE LA CAPACIDAD PORTANTE Y ADMISIBLE CALICATA 02

En los cálculos realizados para la calicata 02, se obtuvo un q_a de 0.79 kg/cm².

C) CALCULO DE LA CAPACIDAD PORTANTE Y ADMISIBLE CALICATA 03

En los cálculos realizados para la calicata 03, se obtuvo un q_a de 0.68 kg/cm²

	SERVICIO DE ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS CON FINES DE CIMENTACION PARA LA SUB ESTACION SANTA MARIA	GXT	
		Rev.	1
		Fecha	JULIO 2023

7.3. CÁLCULO DE ASENTAMIENTOS TOTALES

El desarrollo del cálculo del asentamiento se aprecia a más detalle en la memoria de cálculo de cada punto de exploración. En el Cuadro 20 se observa los asentamientos inmediatos elásticos.

ASENTAMIENTO INMEDIATO ELASTICO	
C-01	0.52 cm
C-02	0.57 cm
C-03	0.47 cm

Cuadro 20 Asentamiento en las calicatas.

7.4. DISTORSIÓN ANGULAR

Para determinar la distorsión angular se deberá de tomar en cuenta el asentamiento diferencial de cada punto de exploración realizado, para después realizar el cálculo con la siguiente ecuación:

$$DISTORSION\ ANGULAR\ (\alpha) = \frac{\delta}{L} = \frac{\delta_{TA} - \delta_{TB}}{L}$$

Donde:


δ_{TA} : Asentamiento total en A.

δ_{TB} : Asentamiento total en B.

L: Luz mayor de los ejes de columnas de la edificación.

***Nota:** Los asentamientos diferenciales no deben de ocasionar una distorsión angular mayor a $L/500$.

$\alpha = \delta/L$	DESCRIPCION
1/150	Limite en el que se debe esperar daño estructural en edificios convencionales
1/250	Limite en que la pérdida de verticalidad de edificios altos y rígidos puede ser visible

	SERVICIO DE ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS CON FINES DE CIMENTACION PARA LA SUB ESTACION SANTA MARIA	GXT	
		Rev.	1
		Fecha	JULIO
			2023

1/300	Límite en que se debe esperar dificultades con puentes grúas
1/300	Límite en que se debe esperar las primeras grietas en paredes.
1/500	Límite seguro para edificios en los que no se permiten grietas.
1/500	Límite para cimentaciones rígidas circulares o para anillos de Cimentación de estructuras rígidas, altas y esbeltas.
1/650	Límite para edificios rígido de concretos cimentados sobre un solado de espesor aproximado de 1.20 m.
1/750	Límite donde se esperan dificultades en maquinaria sensible a asentamientos.

Cuadro 21 Límites de asentamiento diferencial, de acuerdo a la distorsión angular (α)

Fuente: E.050.

De acuerdo al análisis de distorsión angular, se establece que la edificación no experimentara distorsión angular significativa.

VIII. ESTABILIDAD DE TALUDES (SEGÚN CORRESPONDA)

No se tiene evidencia de taludes en el contexto del terreno del proyecto.

IX. AGRESIÓN QUÍMICA DEL SUELO DE CIMENTACIÓN Y NAFA FREÁTICA

Con el fin de conocer el grado de agresividad del suelo a la cimentación, se realizó el análisis químico de las muestras extraídas de las excavaciones, los ensayos se realizaron siguiendo los lineamientos de la NTP.


9.1. AGRESIVIDAD DEL AGUA

No se detectó la presencia de nivel freático hasta la profundidad de investigación.

9.2. AGRESIVIDAD DEL SUELO

La evaluación de agresividad química de suelos, se realizó bajo el lineamiento de las siguientes normas:

- POTENCIAL HIDROGENO (PH) – NTP. 339.073.
- CONTENIDO DE SULFATOS – METODO GRAVIMETRICO. NTP 339.074.
- CONTENIDO DE CLORUROS, METODO MOHR. NTP 339.076.
- ENSAYO DE CONTENIDO DE MATERIA ORGANICA – DQO.
- TOTAL, DE SOLIDOS SUSPENDIDOS.

	SERVICIO DE ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS CON FINES DE CIMENTACION PARA LA SUB ESTACION SANTA MARIA	GXT	
		Rev.	1
		Fecha	JULIO 2023

Posterior al Ensayo, los resultados obtenidos deberán ser comparados con los siguientes límites máximos permisibles de agua y suelo.

DESCRIPCION	LIMITES PERMISIBLES	REFERENCIA
SULFATO (Ion SO ₄)	600 ppm	Comité 318-83 ACI
SALES SOLUBLES	15000 ppm	Walsh Perú S.A. 2015
CLORUROS (Ion Cl)	1000 ppm	Walsh Perú S.A. 2015
Ph	5 a 8	NTP 339.088

Cuadro 22 Cuadro de límites permisibles en suelos.

RESULTADOS OBTENIDOS DEL ANÁLISIS EN LABORATORIO.

UBICACIÓN	SUCS	ph	SALES SOLUBLES	SULFATOS SOLUBLES	CLORUROS SOLUBLES
C-01	GM	7.30	232 ppm	495 ppm	656 ppm
C-02	GP-GM	7.40	366 ppm	560 ppm	636 ppm
C-03	ML	7.80	185 ppm	175 ppm	587 ppm

Cuadro 23 Resultados de los suelos en evaluación.


9.3. RECONOCIMIENTO DE AGUAS FREÁTICAS

No se evidencio en el presente proyecto.

X. ENSAYO DE PERMEABILIDAD (SEGÚN CORRESPONDA PARA ESTRUCTURAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES)

No aplica.


GEOXPLOTEC
CONSULTORES S.A.C

	SERVICIO DE ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS CON FINES DE CIMENTACION PARA LA SUB ESTACION SANTA MARIA		GXT
			Rev. 1
		Fecha	JULIO
			2023

XI. CONCLUSIONES – RECOMENDACIONES Y ANEXOS

11.1. CONCLUSIONES

- Los esfuerzos admisibles calculados se pueden observar en las hojas de cálculo adjuntadas al presente informe se determinó las capacidades de cargas de la calicata a diferentes profundidades, donde el proyectista determinara la profundidad de empotramiento que garantice el buen comportamiento de la estructura ante las fuerzas de volteo que podrían suscitarse.
- El ensayo de peso específico relativo de solidos se determinó en campo, mediante el ensayo de campo del cono de arena.
- De acuerdo a las investigaciones en campo y laboratorio se determinó la resistencia del terreno desde los **1.00 m Aprox.** por debajo del terreno natural.
- El asentamiento inmediato máximo calculado se puede observar en las hojas de cálculo que si está dentro de los parámetros permisibles.
- El contexto geológico se describe en el **ANEXO – PLANO GEOLOGICO.**
- El presente estudio de mecánica de suelos se realizó con base a la normativa vigente (RNE, E030, E 050, CE 010, CE 020, G050, IS020).
- Las capacidades de carga recomendadas son adecuadas para la instalación de las estructuras proyectadas.
- Para la estimación de los asentamientos inmediatos elásticos, se realizo mediante la capacidad portante obtenida al df proyectado, la geometría tentativa de la estructura de apoyo con el suelo de fundación, el módulo de elasticidad y módulo de poisson, estos dos últimos obtenidos de tablas.
- La determinación de la capacidad portante se realizó bajo los lineamientos de la E050 – Art. 20. Donde el apartado 20.3, señala: “En suelos cohesivos (arcilla, arcilla limosa y limo-arcilloso), se emplea un ángulo de fricción interna (ϕ) igual a cero” y el apartado 20.4, señala: “En suelos friccionantes (gravas, arenas y gravas-arenosas), se emplea una cohesión (c) igual a cero.”. Para el presente caso se tomó en

	SERVICIO DE ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS CON FINES DE CIMENTACION PARA LA SUB ESTACION SANTA MARIA		GXT
	Rev.		1
	Fecha		JULIO 2023


consideración lo indicado en el apartado 20.4, esto por el tipo de suelo encontrado “friccionantes”.

CONCLUSIONES PARA LAS CONDICIONES DE CIMENTACION

- La geología del terreno corresponde a una depositación de materiales mixtos gravas arenas y limos.

De lo expuesto, se recomienda considerar la capacidad de carga más crítica encontrada en la calicata C-01. Con un **qa** de 0.98 kg/cm².

- La profundidad de cimentación para los bloques proyectados será de **1.50 m** como mínimo desde el nivel de terreno natural. La profundidad de cimentación recomendada garantizará el empotramiento y soporte de las cargas a las que estará sometida las estructuras.
- Se recomienda el Sistema constituido por **ZAPATAS AISLADAS, COMBINADAS Y LOSA DE CIMENTACIÓN**, dejando al Proyectista la posibilidad de modificar, siempre que se adopte otro sistema de características técnicas similares o mejores.
- Se recomienda la capacidad de carga más conservadora de acuerdo al análisis de las investigaciones en las calicatas que se pudo emplear el ensayo de **CORTE DIRECTO**, según **MEYERHOF** y **VESIC**.
- El ángulo de fricción interna y cohesiones obtenidas están dentro del rango admisible para las solicitaciones de cargas.
- El área del proyecto se encuentra en una plataforma de deposición de materiales aluviales, pobremente consolidados.
- El asentamiento inmediato máximo calculado son inferiores a 2.54 cm (1”) establecidos por normativa como asentamiento máximo admisible. Por el cual no se espera dificultades en el presente proyecto con respecto a este parámetro, los

	SERVICIO DE ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS CON FINES DE CIMENTACION PARA LA SUB ESTACION SANTA MARIA	GXT	
		Rev.	1
		Fecha	JULIO 2023

resultados obtenidos son aplicables para todo tipo de cimentación (edificaciones, muros de contención, defensa riverieña, puentes, presas, etc.). Se puede observar en las hojas de cálculo que si está dentro de los parámetros permisibles. Norma E 050.


- No se requerirá ensayos complementarios, porque no se localizó nivel freático hasta la profundidad de exploración.

CONCLUSIONES DE LA AGRESIVIDAD QUIMICA DEL SUELO

- De los ensayos de laboratorio realizados al suelo de cimentación de acuerdo a la NTP citadas, se concluye que los suelos presentan valores de sales totales, cloruros y sulfatos, inferiores a los límites máximos permisibles.
- Para la elaboración de las obras de cimentación y columnas que estén en contacto con el suelo se deberá usar cemento tipo I.
- Para las obras de cimentación se deberá de realizar tanto diseño de mezclas de durabilidad y diseño de mezclas de resistencia, de los cuales se usará el diseño más apropiado que cumpla con ambas solicitudes.

11.2. RECOMENDACIONES


- ❖ Durante el proceso constructivo se comunicará al suscrito para hacer unas verificaciones respectivas de cualquier variación en la estratigrafía y de encontrar suelos o bolsones de material que no preste las condiciones resistivas presentadas en el presente informe, será responsabilidad del ejecutor si no comunica al suscrito.
- ❖ El resultado del ensayo de la exploración es puntual y puede variar ligeramente en otro punto, sin embargo, no es de esperarse mayores cambios dado que los resultados de capacidad de carga están dentro de los valores para la clasificación del suelo de fundación.
- ❖ En cuanto al nivel freático hay que resaltar que no es un dato constante en el tiempo, sino que depende de la estación en que se realice el ensayo.

	SERVICIO DE ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS CON FINES DE CIMENTACION PARA LA SUB ESTACION SANTA MARIA		GXT
			Rev. 1
			Fecha JULIO 2023

- ❖ Se recomienda trabajo de entibado para la excavación de la cimentación para evitar posibles colapsos de los taludes, debido a que estos presentan regular ángulo de fricción y cohesión.

11.3. ANEXO N°01 – NORMA E-050 2018

PROFESIONAL RESPONSABLE (PR)		ING.JHONATTAN ALEXANDER MOLINA LOAIZA	
ING. CIVIL CIP		223927	
TIPO DE CIMENTACION		ZAPATAS AISLADAS, COMBINADAS Y LOSA DE CIMENTACIÓN	
ESTRATOS DE APOYO DE LA CIMENTACION		MATERIALES FRICCIONANTES, GRAVA LIMOSA	
PROFUNDIDAD DE LA NAPA FREATICA		NO SE DETECTO LA PRESENCIA DE NIVEL FREATICO	FECHA JULIO, 2023
PARAMETROS DE DISEÑO DE LA CIMENTACION			
PROFUNDIDAD DE CIMENTACION		1.50 m	
PRESION ADMISIBLE	0.98 Kg/cm2 (VALOR MAS CONSERVADOR)		
FACTOR DE SEGURIDAD POR CORTE (ESTATICO, DINAMICO)		3.00 (MAS CONSERVADOR)	
ASENTAMIENTO DIFERENCIAL MAXIMO ADMISIBLE		0.520 cm	
PARAMETROS SISMICOS DEL SUELO DE ACUERDO A LA NORMA E 030			
ZONA SISMICA		Zona 2 (0.25)	
TIPO DE PERFIL DE SUELO		2	
FACTOR DEL SUELO (S)		1.20 (tipo s2 – suelos intermedios)	
PERIODO TP (S)		0.60 seg	
PERIODO TL (S)		2.00 seg	
AGRESIVIDAD DEL SUELO A LA CIMENTACION			
El Tipo de Suelo no presentan agresividad al Concreto y Acero. Debido al análisis químico en laboratorio. Por ende, se recomienda emplear cemento tipo IP.			
PROBLEMAS ESPECIALES DE CIMENTACION			
LICUACION		NO PRESENTA	
COLAPSO		NO PRESENTA	
EXPANSION		NO PRESENTA	
INDICACIONES ADICIONALES		VER RECOMENDACIONES	

	SERVICIO DE ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS CON FINES DE CIMENTACION PARA LA SUB ESTACION SANTA MARIA		GXT
	Rev.	1	
	Fecha	JULIO 2023	

11.4. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Lacroix, Y., & HORN, H. (1972). *EVALUATION OF RELATIVE DENSITY AND ITS ROLE IN GEOTECHNIAL PROJECTS INVOLVING COHESIONLESS SOILS*. LOS ANGELES, CALIFORNIA: ASTM SPECIAL TECHNICAL PUBLICATION 523.

ALVA HURTADO, J. (s.f.). *DISEÑO DE CIMENTACIONES*.

B. SOWER, G. (1965). *Introductory Soil Mechanics and Foundations*.

CRESPO VILLALAZ, C. (s.f.). *MECANICA DE SUELOS Y CIMENTACIONES*.

DELGADO VARGAS, M. (2000). *INGENIERIA DE CIMENTACIONES: FUNDAMENTOS E INTRODUCCION AL ANALISIS GEOTECNICO*. ALFAOMEGA GRUPO EDITOR.

E. BOWLES, J. (s.f.). *MANUAL DE LABORATORIO DE SUELOS Y CIMENTACIONES*.

García, J. M. (s.f.). *Microzonificación de la Ciudad del Cusco*. Cusco. Obtenido de <http://bvpad.indecigob.pe/doc/pdf/esp/doc1012/doc1012-contenido.pdf>


M. DAS, B. (s.f.). *PRINCIPIOS DE INGENIERIA DE CIMENTACIONES*.

PECK HANSON, R. (1982). *Ingeniería de Cimentaciones” Mecánica de Suelos Y Cimentaciones*.

R.N.E. - REGLAMENTO NACIONAL DE EDIFICACIONES DEL PERU. (2018). *N.T. E 030 - DISEÑO SISMORESISTENTE*. LIMA.

R.N.E. - REGLAMENTO NACIONAL DE EDIFICACIONES DEL PERU. (2018). *N.T. E050 - SUELOS Y CIMENTACIONES*. LIMA.

RICO RODRIGUEZ, A., & JUAREZ BADILLO, E. (1999). *Teoría y Aplicaciones de la Mecánica de Suelos* (Vol. II). MEXICO.

	GXT	
	Rev.	1
	Fecha	JULIO 2023

RODRIGUEZ ORTIZ, J. (2015). *CURSO APLICADO DE CIMENTACIONES* (6TA EDICION ed.). MADRID.

SOCIEDAD MEXICANA DE INGENIERIA GEOTECNICA A.C. (2010). *REUNION NACIONAL DE MECANICA DE SUELOS E INGENIERIA GEOTECNICA* (Vol. 1). ACAPULCO, MEXICO.

TERZAGUI, K., & PECK, R. (1967). *SOIL MECHANICS ENGINEERING PRACTICE*. NEW YORK.

VESIC, A. (1973). *Análisis de la capacidad de carga de cimentaciones superficiales* (Vol. VOLUMEN XLII). MEXICO: REVISTA DE INGENIERIA.


Expediente técnico de la caracterización de las unidades geológicas y del inventario de recursos metálicos, no metálicos y peligros geodinámicos - La Convención. Autor Ing. Walter Cipriani Usca, Editorial Gobierno Regional del Cusco. - 2012

Geología de los cuadrángulos de Quillabamba y Machupicchu hojas 26-q y 27-q, Autor INGEMMET-Víctor Carlotto, José Cárdenas, Darwin Romero, Waldir Valdivia, Daniel Tintaya - 1999

Benavente, C.; Delgado, F.; Taipe, E.; Audin, L & Pari, W. (2013) - Neotectónica y peligro sísmico en la región Cusco. INGEMMET, Boletín, Serie C: Geodinámica e Ingeniería Geológica, 55, 261 p. <https://hdl.handle.net/20.500.12544/296>

TAVERA, H. & AGÜERO, C. (2000). Catalogo Sísmico de Perú, 1471-1982. Versión revizada y actualizada. Centro Nacional de Datos Geofísicos-IGP, 420p

GEOXPLOTEC
CONSULTORES S.A.C

	SERVICIO DE ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS CON FINES DE CIMENTACION PARA LA SUB ESTACION SANTA MARIA	GXT	
		Rev.	1
		Fecha	JULIO 2023

11.5. FIGURAS Y PLANO DE UBICACIÓN DE CALICATAS

Se detalla en la sección de anexos.

11.6. TABLAS

Se detalla en la memoria de cálculo.

11.7. RESUMEN DE ENSAYOS REALIZADOS

Nº DE CALIC.	SUCS	IP	HUMEDAD	Ang. De fricción	Cohesión (kg/cm ²)	Df (m)*	Qa (kg/cm ²)
C-01	GM	NP	2.54 %	31.01°	0.08	1.50 m	3.89kg/cm ²
C-02	GW	NP	2.73 %	36.08°	0.05	1.50 m	3.60kg/cm ²
C-03	SM	NP	10.77 %	30.08°	0.16	1.50 m	1.53kg/cm ²

Cuadro 24 Resumen de las condiciones de cimentación.

* La profundidad recomendada es considerada por debajo de la superficie.


ANEXO I: REGISTRO DE EXCAVACIONES Y PERFIL ESTRATIGRÁFICO

Se detallan en el panel fotográfico e ítem IV del presente informe.

ANEXO II: ENSAYOS DE LABORATORIO

ENSAYO GRANULOMÉTRICO METODO MECANICO (TAMIZADO)	ASTM D 422
ENSAYO DE LÍMITES DE CONSISTENCIA	ASTM D 4318
LÍMITE LÍQUIDO	ASTM D 4318
LÍMITE PLÁSTICO	ASTM D 4318
CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL	ASTM D 4643
CLASIFICACION DE SUELOS (SUCS)	ASTM D 2487

Cuadro 25 Ensayos de laboratorio realizados en el presente informe.

	GXT	
	Rev.	1
	Fecha	JULIO 2023

SERVICIO DE ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS CON
FINES DE CIMENTACION PARA LA SUB ESTACION SANTA
MARIA

TRABAJOS DE LABORATORIO


CALICATA 01



ENSAYO DE LIMITES DE CONSISTENCIA

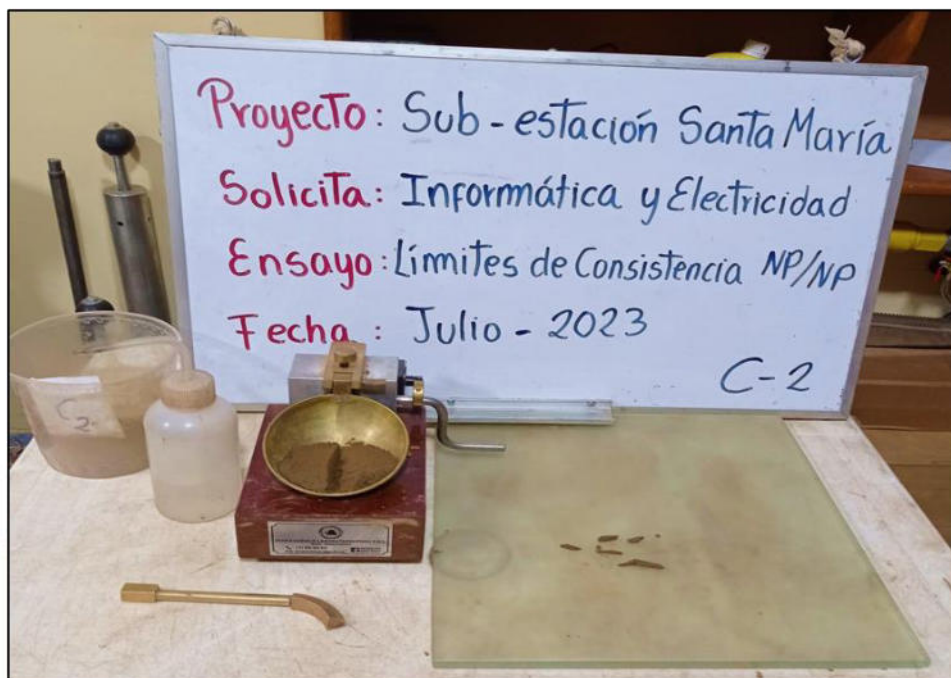


ENSAYO DE GRANULOMETRIA

	GXT	
	Rev.	1
	Fecha	JULIO 2023

SERVICIO DE ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS CON
FINES DE CIMENTACION PARA LA SUB ESTACION SANTA
MARIA


CALICATA 02



ENSAYO DE LIMITES DE CONSISTENCIA

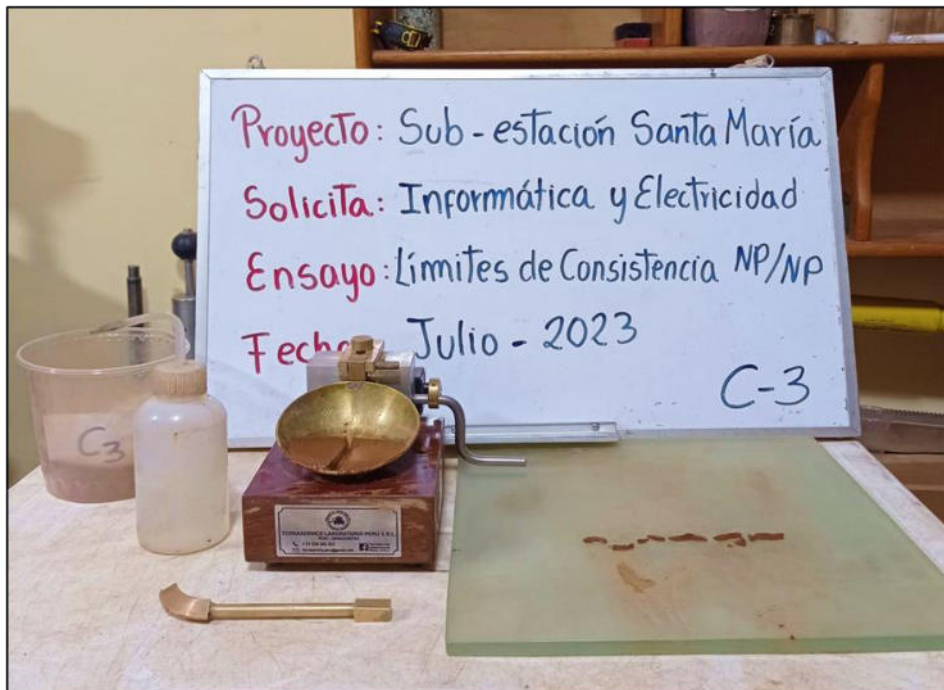


ENSAYO DE GRANULOMETRIA

	GXT	
	Rev.	1
	Fecha	JULIO 2023

SERVICIO DE ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS CON
FINES DE CIMENTACION PARA LA SUB ESTACION SANTA
MARIA

CALICATA 03



ENSAYO DE LIMITES DE CONSISTENCIA



ENSAYO DE GRANULOMETRIA



**SERVICIO DE ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS CON
FINES DE CIMENTACION PARA LA SUB ESTACION SANTA
MARIA**

GXT

Rev.

1

Fecha

JULIO
2023

**ANEXO III: PANEL FOTOGRÁFICO DE SUELOS CAMPO
CALICATA 01**



1.- VISTA DE LA CALICATA



2.- ENSAYO DE PDL



3.- MUESTRA DEL ENSAYO DE CONO DE ARENA



4.- PERFIL ESTRATIGRÁFICO



**SERVICIO DE ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS CON
FINES DE CIMENTACION PARA LA SUB ESTACION SANTA
MARIA**

GXT

Rev.	1
Fecha	JULIO 2023

CALICATA 02




1.- VISTA DE LA CALICATA



2.- ENSAYO DE PDL

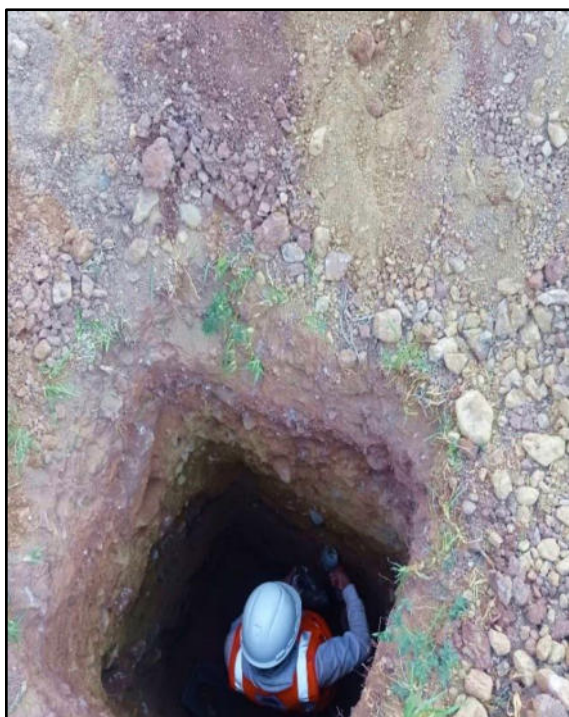


3.- PERFIL ESTRATIGRÁFICO

	GXT	
	Rev.	1
	Fecha	JULIO 2023

**SERVICIO DE ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS CON
FINES DE CIMENTACION PARA LA SUB ESTACION SANTA
MARIA**

CALICATA 03



1.- VISTA DE LA CALICATA




2.- ENSAYO PDL



3.- MUESTRA DEL ENSAYO DE CONO DE ARENA

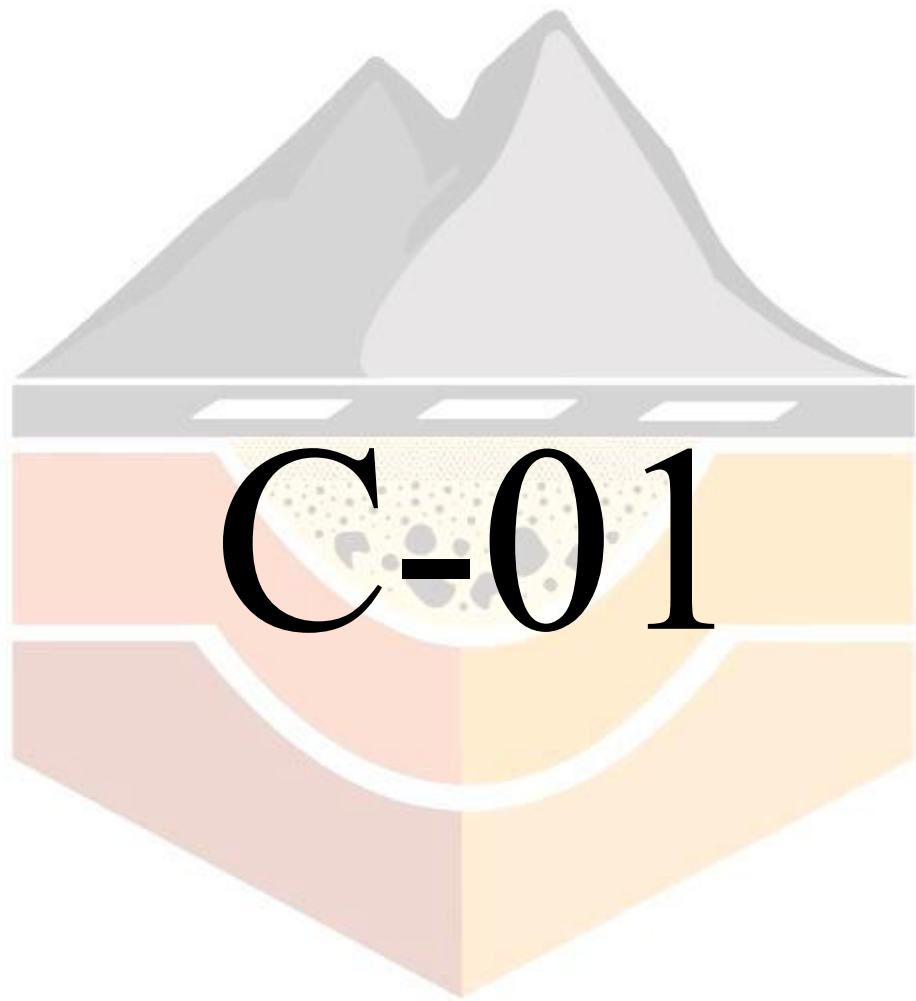


4.- PERFIL ESTRATIGRAFICA

	GXT	
	Rev.	1
	Fecha	JULIO 2023

SERVICIO DE ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS CON
FINES DE CIMENTACION PARA LA SUB ESTACION SANTA
MARIA

ANEXO IV: MEMORIA DE CALCULOS



GEOXPLOTEC
CONSULTORES S.A.C



SERVICIO DE ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS CON
FINES DE CIMENTACION PARA LA SUB ESTACION SANTA
MARIA

GXT

Rev. 1

Fecha JULIO
2023



GEOXPLOTEC S.A.C.
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO, CONTROL DE CALIDAD Y ASISTENCIA TÉCNICA.
-ESTUDIO DE INGENIERÍA, CONSULTORÍA, SUPERVISIÓN Y EJECUCIÓN DE OBRAS CIVILES
AV. JORGE CHAVEZ B-3-5 WANCHAQ-CUSCO-PERÚ
CEL: 929191436 - 964200692

DEPARTAMENTO DE GEOTECNIA

PROYECTO: Estudio de Mecánica de Suelos para la Sub - Estación Santa María.

UBICACION: Sub - Estación Santa María.

SOLICITA: Informática y Electricidad.

FECHA: Julio del 2023

CALICATA: C-01

PROFUND: 3,00 mts

General

PENETRÓMETRO DINÁMICO LIGERO (DPL)

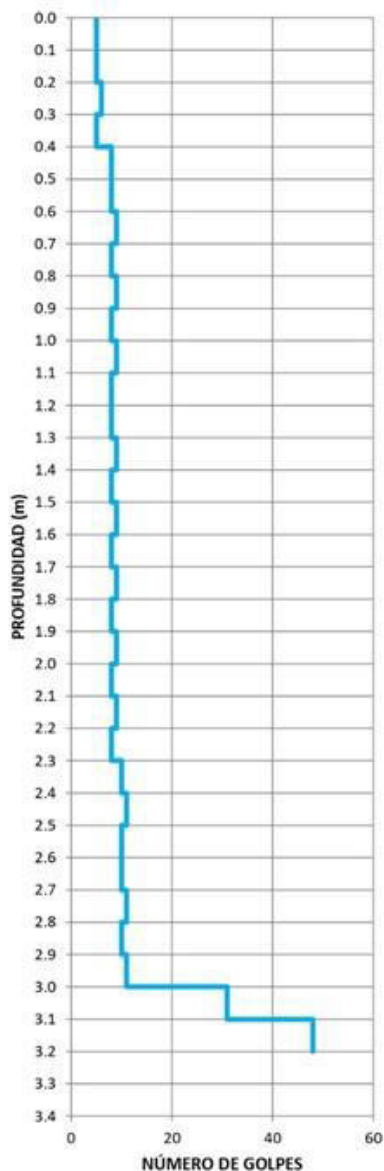
NTP 339.159, Norma DIN 4094 y Norma IRTP/DP

DPL

PROFUNDIDAD (m)	NRO DE GOLPES
0.10	
0.20	
0.30	
0.40	
0.50	
0.60	
0.70	
0.80	
0.90	
1.00	
1.10	
1.20	
1.30	
1.40	
1.50	
1.60	
1.70	
1.80	
1.90	
2.00	
2.10	
2.20	
2.30	
2.40	
2.50	
2.60	
2.70	
2.80	
2.90	
3.00	
3.10	31
3.20	48

Calicata de Exploración

DPL



CORRELACIÓN ENTRE DPL Y SPT

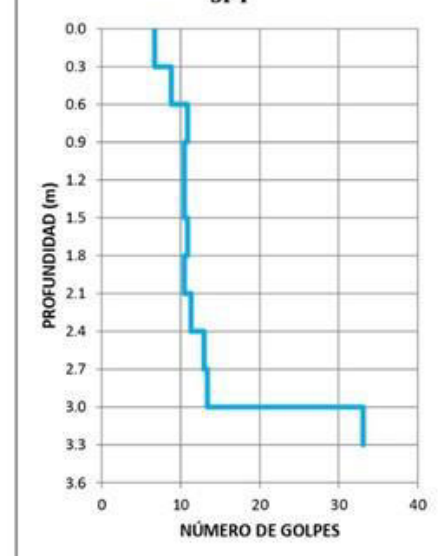
$$W_0 = N \cdot W \cdot H = q_{din} \cdot A \cdot E$$
$$q_{din} = \frac{N_{SPT} \cdot W_{SPT} \cdot H_{SPT}}{A_{SPT} \cdot E_{SPT}} = \frac{N_{DPL} \cdot W_{DPL} \cdot H_{DPL}}{A_{DPL} \cdot E_{DPL}}$$
$$N_{SPT} = N_{DPL} \cdot \frac{W_{DPL} \cdot H_{DPL}}{A_{DPL} \cdot E_{DPL}} \cdot \frac{A_{SPT} \cdot E_{SPT}}{W_{SPT} \cdot H_{SPT}}$$


Tipo Penetrómetro	DPL	SPT
Peso de Martillo W (kg)	10.00	63.50
Altura de Caída H (cm)	50.00	76.20
Área de Punta A (cm ²)	5.00	20.27
Espesor de Hincia E (cm)	30.00	30.00

SPT

PROFUNDIDAD (m)	NRO DE GOLPES
0.30	6.70
0.60	8.79
0.90	10.89
1.20	10.47
1.50	10.47
1.80	10.89
2.10	10.47
2.40	11.31
2.70	12.98
3.00	13.40
3.30	33.08

SPT



	SERVICIO DE ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS CON FINES DE CIMENTACION PARA LA SUB ESTACION SANTA MARIA	GXT	Rev.	1
			Fecha	JULIO
		2023		



GEOXPLOTEC S.A.C.

**LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO, CONTROL DE CALIDAD Y ASISTENCIA
TÉCNICA.**

ESTUDIO DE INGENIERÍA, CONSULTORÍA, SUPERVISIÓN Y EJECUCIÓN DE OBRAS CIVILES

AV. JORGE CHAVEZ B-3-5 WANCHAQ-CUSCO-PERÚ

CEL: 929191436 - 964200692

DEPARTAMENTO DE GEOTECNIA

PROYECTO: Estudio de Mecanica de Suelos para la Sub - Estación Santa María.

UBICACION: Sub - Estación Santa María.

SOLICITA: Informática y Electricidad.

FECHA: Julio del 2023

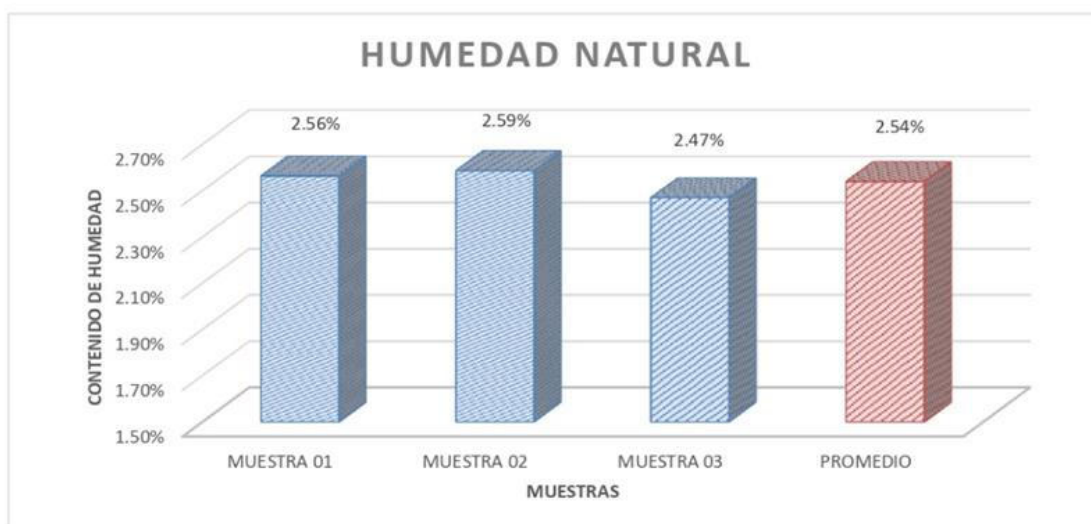
CALICATA: C-01

PROFUND: 3.00 mts

HUMEDAD NATURAL

NTP - 339.127, Basado en la Norma ASTM D-2216

DESCRIPCIÓN	MUESTRA 01	MUESTRA 02	MUESTRA 03
Peso de Capsula (gr)	8.70	8.73	9.27
Peso de Capsula + Muestra Húmeda (gr)	12.70	11.11	11.76
Peso de Capsula + Muestra Seca (gr)	12.60	11.05	11.70
Peso del Agua (gr)	0.10	0.06	0.06
Peso de la Muestra Seca (gr)	3.90	2.32	2.43
Contenido de Humedad	2.56%	2.59%	2.47%



CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL = 2.54%



SERVICIO DE ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS CON
FINES DE CIMENTACION PARA LA SUB ESTACION SANTA
MARIA

GXT

Rev. 1

Fecha JULIO
2023



GEOXPLOTEC S.A.C.
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO, CONTROL DE CALIDAD Y ASISTENCIA TÉCNICA.
-ESTUDIO DE INGENIERÍA, CONSULTORÍA, SUPERVISIÓN Y EJECUCIÓN DE OBRAS CIVILES
AV. JORGE CHAVEZ B-3-5 WANCHAQ-CUSCO-PERÚ
CEL: 929191436 - 964200692

DEPARTAMENTO DE GEOTECNIA

PROYECTO: Estudio de Mecanica de Suelos para la Sub - Estación Santa María.

UBICACION: Sub - Estación Santa María.

SOLICITA: Informática y Electricidad.

FECHA: Julio del 2023

CALICATA: C-01
PROFUND: 3.00 mts

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

MTC E 107 - 2000, Basado en la Norma ASTM D-422 y AASHTO T-88

Antes del lavado

Peso de la Muestra Seca total= 2000.00 gr

Peso de la fracción final = 500

Después del lavado

Peso de la Muestra Seca = 1729.00 gr

% de Error en Peso = 0.00% Ok!

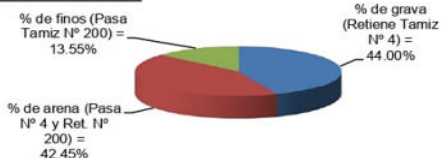
TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (gr)	PESO QUE PASA (gr)	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
4"	100	0.00	2000.00	0.00%	0.00%	100.00%
3"	75	0.00	2000.00	0.00%	0.00%	100.00%
2"	50	0.00	2000.00	0.00%	0.00%	100.00%
1½"	37.5	157.00	1843.00	7.85%	7.85%	92.15%
1"	25	284.00	1559.00	14.20%	22.05%	77.95%
¾"	19	79.00	1480.00	3.95%	26.00%	74.00%
3/8"	9.5	197.00	1283.00	9.85%	35.85%	64.15%
Nº 4	4.75	163.00	1120.00	8.15%	44.00%	56.00%
Nº 10	2	157.00	963.00	7.85%	51.85%	48.15%
Nº 20	0.850	204.00	759.00	10.20%	62.05%	37.95%
Nº 40	0.425	249.00	510.00	12.45%	74.50%	25.50%
Nº 60	0.250	38.00	472.00	1.90%	76.40%	23.60%
Nº 100	0.150	167.00	305.00	8.35%	84.75%	15.25%
Nº 200	0.075	34.00	271.00	1.70%	86.45%	13.55%
Cazuela	-	0.00	-	0.00%	86.45%	-
Lavado	-	271.00	-	13.55%	100.00%	-

Total Fracción Retenida en Lavado =

1729.00

100.00%

PROPORCIÓN GRANULOMÉTRICA



% de grava (Retiene Tamiz Nº 4) = 44.00%

% de arena (Pasa Nº 4 y Ret. Nº 200) = 42.45%

% de finos (Pasa Tamiz Nº 200) = 13.55%

Total: 100.00%

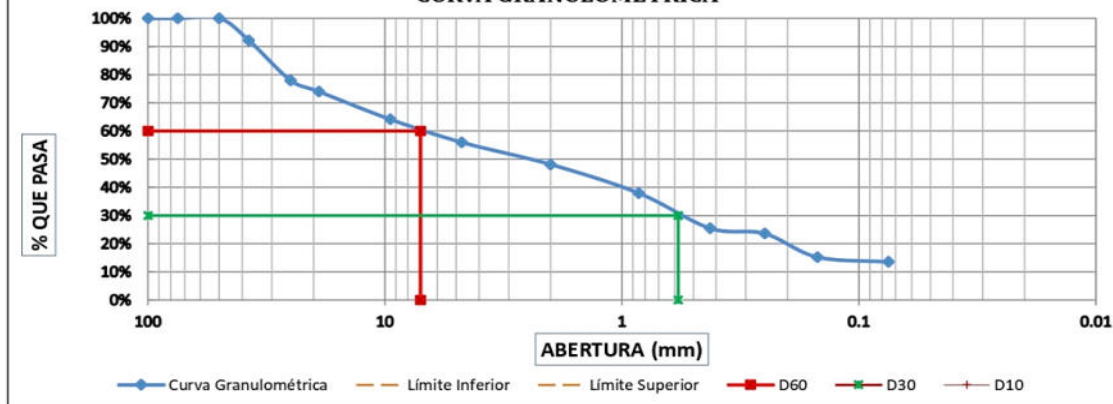
Fracción Gruesa

% de grava = 50.90%

% de arena = 49.10%

Total = 100.00%

CURVA GRANULOMÉTRICA



D60 = 7.08 mm

D30 = 0.58 mm

D10 = -

Cu = -

Cc = -



SERVICIO DE ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS CON
FINES DE CIMENTACION PARA LA SUB ESTACION SANTA
MARIA

GXT

Rev.

1

Fecha

JULIO
2023



GEOXPLOTEC S.A.C.
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO, CONTROL DE CALIDAD Y ASISTENCIA TÉCNICA.
-ESTUDIO DE INGENIERÍA, CONSULTORÍA, SUPERVISIÓN Y EJECUCIÓN DE OBRAS CIVILES
AV. JORGE CHAVEZ B-3-5 WANCHAQ-CUSCO-PERÚ
CEL: 929191436 - 964200692

DEPARTAMENTO DE GEOTECNIA

PROYECTO: Estudio de Mecanica de Suelos para la Sub - Estación Santa María.

UBICACION: Sub - Estación Santa María.

SOLICITA: Informática y Electricidad.

FECHA: Julio del 2023

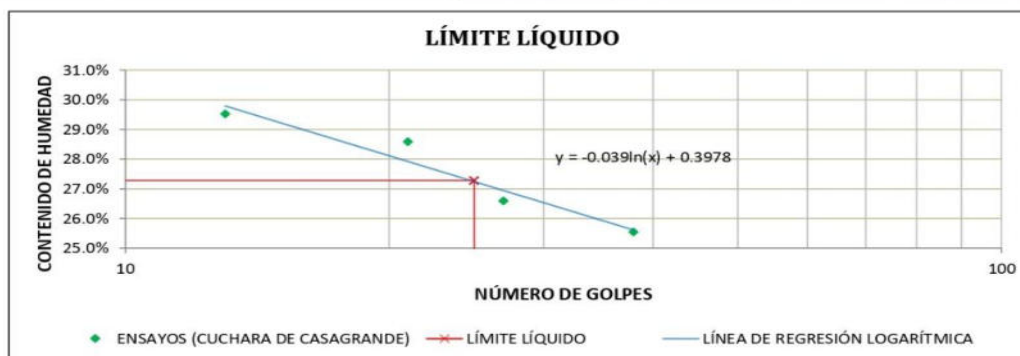
CALCATA: C-01

PROFUND: 3.00 mts

LÍMITE LÍQUIDO

MTC E 110 - 2000, Basado en la Norma ASTM D-4318 y AASHTO T-89

DESCRIPCIÓN	MUESTRA 01	MUESTRA 02	MUESTRA 03	MUESTRA 04
Peso de Capsula (gr)	7.63	8.25	7.19	11.50
Peso de Capsula + Muestra Húmeda (gr)	22.47	24.34	25.99	20.58
Peso de Capsula + Muestra Seca (gr)	19.45	20.96	21.81	18.51
Peso del Agua (gr)	3.02	3.38	4.18	2.07
Peso de la Muestra Seca (gr)	11.82	12.71	14.62	7.01
Contenido de Humedad	25.55%	26.59%	28.59%	29.53%
Número de Golpes	38	27	21	13



LÍMITE PLÁSTICO

MTC E 111 - 2000, Basado en la Norma ASTM D-4318 y AASHTO T-90

DESCRIPCIÓN	MUESTRA 01	MUESTRA 02	MUESTRA 03
Peso de Capsula (gr)	0.00	0.00	0.00
Peso de Capsula + Muestra Húmeda (gr)	0.00	0.00	0.00
Peso de Capsula + Muestra Seca (gr)	0.00	0.00	0.00
Peso del Agua (gr)	0.00	0.00	0.00
Peso de la Muestra Seca (gr)	0.00	0.00	0.00
Contenido de Humedad	0.00%	0.00%	0.00%



LÍMITE LÍQUIDO = 27.28%

LÍMITE PLÁSTICO = NO PRESENTA

ÍNDICE DE PLASTICIDAD = NO PRESENTA



SERVICIO DE ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS CON
FINES DE CIMENTACION PARA LA SUB ESTACION SANTA
MARIA

GXT

Rev.

1

Fecha

JULIO
2023



GEOPLOTEC S.A.C.
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO, CONTROL DE CALIDAD Y ASISTENCIA TÉCNICA.

-ESTUDIO DE INGENIERÍA, CONSULTORÍA, SUPERVISIÓN Y EJECUCIÓN DE OBRAS CIVILES
AV. JORGE CHAVEZ B-3-5 WANCHAQ-CUSCO-PERÚ

CEL: 929191436 - 964200692

DEPARTAMENTO DE GEOTECNIA

Proyecto: Estudio de Mecánica de Suelos para la Sub - Estación Santa María.

UBICACION: Sub - Estación Santa María.

SOLICITA: Informática y Electricidad.

FECHA: Julio del 2023

CALCUTA:

C-01

PROFUND:

3.00 mts


SISTEMA UNIFICADO DE CLASIFICACIÓN DE SUELOS (SUCS)
ASTM D-2487

DATOS PARA CLASIFICACIÓN
De Granulometría
% de Gruesos = 80.45%
% de Finos = 13.55%
Total = 100.00%
% de Grava = 44.00%
% de Arena = 42.45%
Total = 86.45%
Fracción Gruesa
% de Grava = 50.90%
% de Arena = 49.10%
Total = 100.00%
Coefficientes
Cu = -
Cc = -
De Límites de Consistencia
LL = 27.28%
LP = NO PRESENTA
IP = NO PRESENTA
Otros Datos
Tipo = Inorgánico

CRITERIOS PARA LA ASIGNACIÓN DE SÍMBOLOS DE GRUPO Y NOMBRE DE GRUPO CON EL USO DE ENSAYOS DE LABORATORIO		SÍMBOLO	NOMBRE DE GRUPO
GRAVAS Más del 50% de la fracción gruesa es retenida en la malla Nº 4	GRAVAS LIMPIAS Menos del 5% pasa la malla Nº 200	$Cu \geq 4$ y $1 \leq Cc \leq 3$	GW Grava bien graduada
		$Cu < 4$ ó $1 > Cc > 3$	GP Grava mal graduada
	GRAVAS CON FINOS Mas del 12% pasa la malla Nº 200	IP < 4 ó abajo de la línea "A" en la carta de plasticidad	GM Grava limosa
		IP > 7 y arriba de la línea "A" en la carta de plasticidad	GC Grava arcillosa
		$4 \leq IP \leq 7$ y arriba de la línea "A" en la carta de plasticidad	GC - GM Grava limosa arcillosa
	GRAVAS LIMPIAS Y CON FINOS Entre el 5 y 12% pasa malla Nº 200	Cumple los criterios para GW y GM	GW - GM Grava bien graduada con limo
		Cumple los criterios para GW y GC o para GW y GC - GM	GW - GC Grava bien graduada con arcilla
		Cumple los criterios para GP y GM	GP - GM Grava mal graduada con limo
		Cumple los criterios para GP y GC o para GP y GC - GM	GP - GC Grava mal graduada con arcilla
SUELOS DE PARTÍCULAS GRUESAS Más del 50% es retenido en la malla Nº 200	ARENAS LIMPIAS Menos del 5% pasa la malla Nº 200	$Cu \geq 6$ y $1 \leq Cc \leq 3$	SW Arena bien graduada
		$Cu < 6$ ó $1 > Cc > 3$	SP Arena mal graduada
	ARENAS CON FINOS Mas del 12% pasa la malla Nº 200	IP < 4 ó abajo de la línea "A" en la carta de plasticidad	SM Arena limosa
		IP > 7 y arriba de la línea "A" en la carta de plasticidad	SC Arena arcillosa
		$4 \leq IP \leq 7$ y arriba de la línea "A" en la carta de plasticidad	SC - SM Arena limosa arcillosa
	ARENAS LIMPIAS Y CON FINOS Entre el 5 y 12% pasa malla Nº 200	Cumple los criterios para SW y SM	SW - SM Arena bien graduada con limo
		Cumple los criterios para SW y SC o para SW y SC - SM	SW - SC Arena bien graduada con arcilla
		Cumple los criterios para SP y SM	SP - SM Arena mal graduada con limo
		Cumple los criterios para SP y SC o para SP y SC - SM	SP - SC Arena mal graduada con arcilla
SUELOS DE PARTÍCULAS FINAS El 50% o más pasa la malla Nº 200	LIMOS Y ARCILLAS Limite Líquido menor que 50	Inorgánicos	ML Limo de baja plasticidad
		Orgánicos	CL Arcilla de baja plasticidad
			CL - ML Arcilla limosa
		$\frac{\text{Limite Líquido secado al horno}}{\text{Limite Líquido no secado}} < 0.75$	OL Limo orgánico
			Arcilla orgánica
	LIMOS Y ARCILLAS Limite Líquido 50 o mayor	Inorgánicos	MH Limo de alta plasticidad
		Orgánicos	CH Arcilla de alta plasticidad
		$\frac{\text{Limite Líquido secado al horno}}{\text{Limite Líquido no secado}} < 0.75$	OH Limo orgánico
			Arcilla orgánica
	SUELOS ALTAMENTE ORGÁNICOS	Principalmente materia orgánica de color oscuro	Pt Turba

GM = Grava limosa arenosa

CONSULTORES S.A.C

	SERVICIO DE ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS CON FINES DE CIMENTACION PARA LA SUB ESTACION SANTA MARIA	GXT	
		Rev.	1
		Fecha	JULIO
			2023



GEOXPLOTEC S.A.C.

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO, CONTROL DE CALIDAD Y ASISTENCIA TÉCNICA.

-ESTUDIO DE INGENIERÍA, CONSULTORÍA, SUPERVISIÓN Y EJECUCIÓN DE OBRAS CIVILES

AV. JORGE CHAVEZ B-3-5 WANCHAQ-CUSCO-PERÚ

CEL: 929191436 - 964200692

DEPARTAMENTO DE GEOTECNIA

PROYECTO: Estudio de Mecanica de Suelos para la Sub - Estación Santa María.

UBICACION: Sub - Estación Santa María.

SOLICITA: Informática y Electricidad.

FECHA: Julio del 2023

CALICATA: C-01

PROFUND: 3.00 mts

DENSIDAD EN CAMPO POR EL MÉTODO DEL CONO DE ARENA

MTC E 117 - 2000, Basado en la Norma ASTM D-1556 y AASHTO T-191

DATOS DE LA ARENA	
Tipo de Arena utilizada: Machupicchu	
Peso Unitario de la Arena (gr/cm ³) = 1.49 gr/cm ³	

DATOS DEL ENSAYO	
Número de Cono	1
Peso del Frasco + Cono antes de usarlo (gr)	6327.00
Peso del Frasco + Cono después de usarlo (gr)	3395.00
Peso del Suelo Húmedo (gr)	1223.00
Peso de la Arena Utilizada, hueco + cono (gr)	2932.00
Peso de la Arena en el Cono (gr)	1881.00
Peso de la Arena en el Hueco (gr)	1051.00
Volumen del Hueco (cm ³)	705.37
Densidad Natural Húmeda (gr/cm ³)	1.73

CONTENIDO DE HUMEDAD	
Peso de Capsula (gr)	19.68
Peso de Capsula + Muestra Húmeda (gr)	79.04
Peso de Capsula + Muestra Seca (gr)	77.52
Peso del Agua (gr)	1.52
Peso de la Muestra Seca (gr)	57.84
Contenido de Humedad	2.63%

DENSIDAD NATURAL HUMEDA = 1.73 gr/cm ³

DENSIDAD NATURAL SECA = 1.69 gr/cm ³

CONDICION PARA CASOS CON NIVEL FREATICO

γ_{sat} = peso específico saturado del suelo

γ_w = peso específico del agua

Además, el valor de γ en el último término de las ecuaciones se tiene que reemplazar por $\gamma' =$

$\gamma_{sat} - \gamma_w$.

peso específico del agua (γ_w):

1.0

gr/cm³

peso específico saturado del material (γ_{sat}):

1.6


gr/cm³

peso específico sumergido del material (γ'):

0.6

gr/cm³

El peso específico sumergido del suelo se usará para los cálculos a partir del nivel freático

	SERVICIO DE ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS CON FINES DE CIMENTACION PARA LA SUB ESTACION SANTA MARIA	GXT	
		Rev.	1
		Fecha	JULIO
			2023



GEOXPLOTEC S.A.C.
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO, CONTROL DE CALIDAD Y ASISTENCIA TÉCNICA.
 -ESTUDIO DE INGENIERÍA, CONSULTORÍA, SUPERVISIÓN Y EJECUCIÓN DE OBRAS CIVILES
 AV. JORGE CHAVEZ B-3-5 WANCHAQ-CUSCO-PERÚ
 CEL: 929191436 - 964200692

DEPARTAMENTO DE GEOTECNIA

PROYECTO: Estudio de Mecanica de Suelos para la Sub - Estación Santa María.

UBICACION: Sub - Estación Santa María.

SOLICITA: Informática y Electricidad.

FECHA: Julio del 2023

CALCATA: C-01

PROFUND: 3.00 mts

CORRELACIONES DEL ENSAYO DE PENETRACIÓN ESTÁNDAR (SPT)

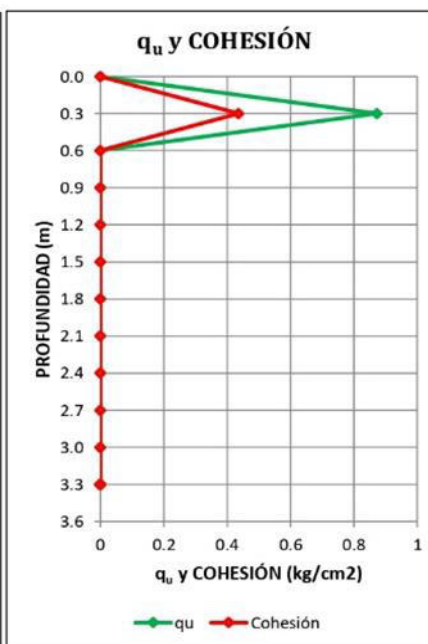
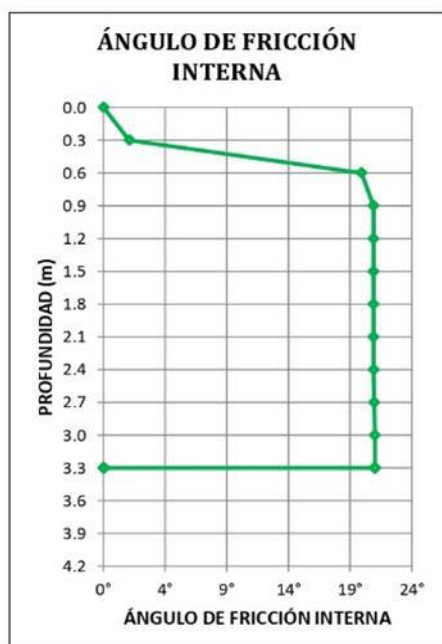
NO Presenta Nivel Freático

0.00 m

ESTRATO		PROFUNDIDAD		CLASIFICACIÓN
NÚMERO	ESPESOR (m)	INICIAL (m)	FINAL (m)	SUCS
Estrato 1	0.40	0.00	0.40	CH
Estrato 2	2.60	0.40	3.00	GM

Profundidad de Investigación alcanzada en campo: 3.00 m

PROFUNDIDAD (m)	NÚMERO DE GOLPES EN SPT Ncampo	ESFUERZO TOTAL DEL SUELO (kg/cm ²)	ESFUERZO EFECTIVO DEL SUELO (kg/cm ²)	FACTOR DE CORRECCIÓN POR PROFUNDIDAD C _N	NÚMERO DE GOLPES EN SPT CORREGIDO Ncorr	ÁNGULO DE FRICCIÓN INTERNA (° ' ")	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN SIMPLE q _u (kg/cm ²)	COHESIÓN c (kg/cm ²)
0.30	6.70	0.05	0.05	1.00	6.70	3° 21' 01"	0.87	0.44
0.60	8.79	0.09	0.08	1.00	8.79	29° 35' 54"	-	-
0.90	10.89	0.14	0.13	1.00	10.89	30° 16' 00"	-	-
1.20	10.47	0.18	0.18	1.00	10.47	30° 08' 27"	-	-
1.50	10.47	0.23	0.22	1.00	10.47	30° 08' 27"	-	-
1.80	10.89	0.27	0.26	1.58	17.23	30° 16' 00"	-	-
2.10	10.47	0.32	0.31	1.53	16.03	30° 08' 27"	-	-
2.40	11.31	0.36	0.35	1.48	16.70	30° 23' 32"	-	-
2.70	12.98	0.41	0.41	1.42	18.46	30° 53' 41"	-	-
3.00	13.40	0.45	0.45	1.38	18.43	31° 01' 13"	-	-



ANGULO DE FRICCIÓN INTERNA CORREGIDA (° ' ")	PROFUNDIDAD D (m)
2° 01' 04"	0.30
20° 05' 05"	0.60
21° 01' 07"	0.90
21° 01' 00"	1.20
21° 01' 01"	1.50
21° 01' 07"	1.80
21° 01' 01"	2.10
21° 02' 02"	2.40
21° 04' 06"	2.70
21° 08' 03"	3.00



SERVICIO DE ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS CON
FINES DE CIMENTACION PARA LA SUB ESTACION SANTA
MARIA

GXT

Rev.

1

Fecha

JULIO
2023



GEOXPLOTEC S.A.C.
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO, CONTROL DE CALIDAD Y ASISTENCIA TÉCNICA.
-ESTUDIO DE INGENIERÍA, CONSULTORÍA, SUPERVISIÓN Y EJECUCIÓN DE OBRAS CIVILES
AV. JORGE CHAVEZ B-3-5 WANCHAQ-CUSCO-PERÚ
CEL: 929191436 - 964200692

DEPARTAMENTO DE GEOTECNIA

PROYECTO: Estudio de Mecánica de Suelos para la Sub - Estación Santa María.

UBICACION: Sub - Estación Santa María.

SOLICITA: Informática y Electricidad.

FECHA: Julio del 2023

CALICATA: C-01

PROFUND: 3.00 mts

CAPACIDAD DE CARGA ÚLTIMA Y ADMISIBLE SEGÚN TERZAGHI
CIMIENTO CUADRADO FALLA LOCAL

$$q_{cu} = 0.867c + N_c + q + N_q + 0.4 \cdot B \cdot \gamma \cdot N_\gamma$$

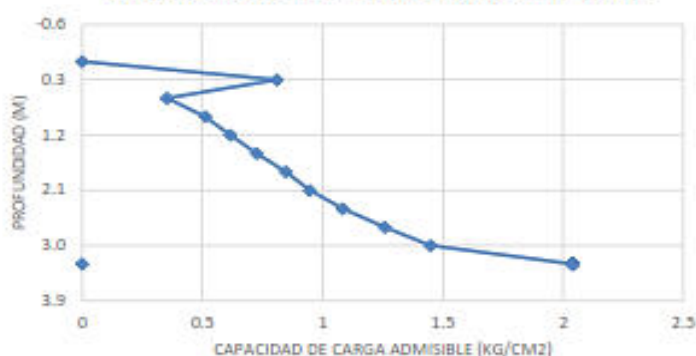
$$q = \gamma \cdot D_f$$

B= 1.50 m
L= 2.00 m

F.S. = 3

D _f (m)	c (kg/cm ²)	γ (gr/cm ³)	K _{py}	q (kg/cm ²)	N _c	N _q	N _γ	q _{cu} (kg/cm ²)	q _a (kg/cm ²)
0.30	0.44	1.62	11.40	0.05	6.34	1.24	0.19	2.43	0.81
0.60	-	1.44	26.10	0.09	18.36	7.88	5.39	1.06	0.35
0.90	-	1.51	27.35	0.14	19.15	8.42	5.90	1.54	0.51
1.20	-	1.50	27.23	0.18	19.07	8.36	5.85	1.85	0.62
1.50	-	1.50	27.23	0.22	19.07	8.36	5.85	2.18	0.73
1.80	-	1.51	27.35	0.27	19.15	8.42	5.90	2.54	0.85
2.10	-	1.50	27.23	0.31	19.07	8.36	5.85	2.84	0.95
2.40	-	1.51	27.46	0.36	19.22	8.47	5.94	3.25	1.08
2.70	-	1.55	27.93	0.42	19.53	8.68	6.14	3.77	1.26
3.00	-	1.55	28.68	0.47	20.05	9.03	6.47	4.35	1.45

CAPACIDAD DE CARGA ADMISIBLE



$$q = \gamma \cdot D_f$$

K_{py} = passive pressure coefficient

Ang. Fric.	K _{py}	kpy D _f : 250
0	10.8	27.23
5	12.2	27.23
10	14.7	27.35
15	18.6	27.23
20	25	27.46
25	35	27.93
30	52	28.68
35	82	0.00
40	141	0.00
45	298	0.00
50	800	0.00

FACTORES DE CARGA

$$N_c = \cot \phi [N_q - 1]$$

$$N_q = \frac{a^2}{2 \cos^2 \left(45 + \frac{\phi}{2} \right)}$$

$$N_\gamma = \frac{1}{2} \left(\frac{K_{py}}{\cos^2 \phi} - 1 \right) \cdot L \cdot \tan \phi$$

$$a = c \cdot \left(\frac{0.75 \cdot \pi - \phi/2}{\pi} \right) \cdot \tan \phi$$





**SERVICIO DE ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS CON
FINES DE CIMENTACION PARA LA SUB ESTACION SANTA
MARIA**

GXT

Rev.

1

Fecha

JULIO
2023

GEOXPLOTEC S.A.C.

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO, CONTROL DE CALIDAD Y ASISTENCIA TÉCNICA.



-ESTUDIO DE INGENIERÍA, CONSULTORÍA, SUPERVISIÓN Y EJECUCIÓN DE OBRAS CIVILES

AV. JORGE CHAVEZ B-3-5 WACHAQ-CUSCO-PERÚ

CEL: 929191436 - 964200692

DEPARTAMENTO DE GEOTECNIA

PROYECTO: Estudio de Mecánica de Suelos para la Sub - Estación Santa María.

UBICACION: Sub - Estación Santa María.

SOLICITA: Informática y Electricidad.

FECHA: Julio del 2023

CALICATA: C-01

PROFUND: 3.00 mts

**CAPACIDAD DE CARGA ÚLTIMA Y ADMISIBLE SEGÚN MEYERHOF
CIMIENTO CUADRADO CORTE LOCAL**

$$q_{cu} = 2/3c * N_c * F_{cs} * F_{cd} * F_{ci} + q * N_q * F_{qs} * F_{qd} * F_{qi} + 0.5 * B * \gamma * N_\gamma * F_{ys} * F_{yd} * F_{yi}$$

Ángulo de Inclinación de la Carga
con respecto a la Vertical:

0° 00' 00"

B= 1.50 m

L= 2.00 m

F.S. = 3

D _f (m)	F _{cs}	F _{qs}	F _{ys}	F _{cd}	F _{qd}	F _{yd}	F _{ci}	F _{qi}	F _{yi}
0.30	1.16	1.03	0.70	1.08	1.01	1.00	1.00	1.00	1.00
0.60	1.33	1.28	0.70	1.16	1.13	1.00	1.00	1.00	1.00
0.90	1.34	1.29	0.70	1.24	1.19	1.00	1.00	1.00	1.00
1.20	1.34	1.29	0.70	1.32	1.25	1.00	1.00	1.00	1.00
1.50	1.34	1.29	0.70	1.40	1.32	1.00	1.00	1.00	1.00
1.80	1.34	1.29	0.70	1.35	1.28	1.00	1.00	1.00	1.00
2.10	1.34	1.29	0.70	1.38	1.30	1.00	1.00	1.00	1.00
2.40	1.34	1.29	0.70	1.40	1.32	1.00	1.00	1.00	1.00
2.70	1.34	1.29	0.70	1.43	1.34	1.00	1.00	1.00	1.00
3.00	1.35	1.30	0.70	1.44	1.35	1.00	1.00	1.00	1.00

FACTORES DE CARGA

$$N_q = e^{\pi \tan \phi} * \tan^2 \left(45 + \frac{\phi}{2} \right)$$

$$N_c = (N_q - 1) \cot \phi$$

$$N_\gamma = (N_q - 1) \tan(1.4 \phi)$$

FACTORES DE FORMA

$$F_{cs} = 1 + \frac{B'}{L} * \frac{N_q}{N_c}$$

$$F_{qs} = 1 + \frac{B'}{L} * \tan \phi$$

$$F_{\gamma s} = 1 - \frac{0.4}{L} * B'$$

FACTORES DE PROFUNDIDAD

$$F_{cd} = 1 + 0.4 * \frac{D_f}{B'}$$

$$F_{qd} = 1 + 2 \tan \phi * (1 - \sin \phi)^2 * \frac{D_f}{B'}$$

$$F_{yd} = 1$$

FACTORES DE INCLINACION

$$F_{ci} = \left(1 - \frac{\beta}{90} \right)^2$$

$$F_{qi} = \left(1 - \frac{\beta}{90} \right)^2$$

$$F_{\gamma i} = \left(1 - \frac{\beta}{\phi} \right)^2$$



**SERVICIO DE ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS CON
FINES DE CIMENTACION PARA LA SUB ESTACION SANTA
MARIA**

GXT

Rev.

1

Fecha

JULIO
2023

**GEOXPLOTEC S.A.C.
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO, CONTROL DE CALIDAD Y ASISTENCIA TÉCNICA.**



- ESTUDIO DE INGENIERÍA, CONSULTORÍA, SUPERVISIÓN Y EJECUCIÓN DE OBRAS CIVILES
AV. JORGE CHAVEZ B-3-5 WANCHAQ-CUSCO-PERÚ

CEL: 929191436 - 964200692

DEPARTAMENTO DE GEOTECNIA

PROYECTO: Estudio de Mecánica de Suelos para la Sub - Estación Santa María.

UBICACION: Sub - Estación Santa María.

SOLICITA: Informática y Electricidad.

FECHA: Julio del 2023

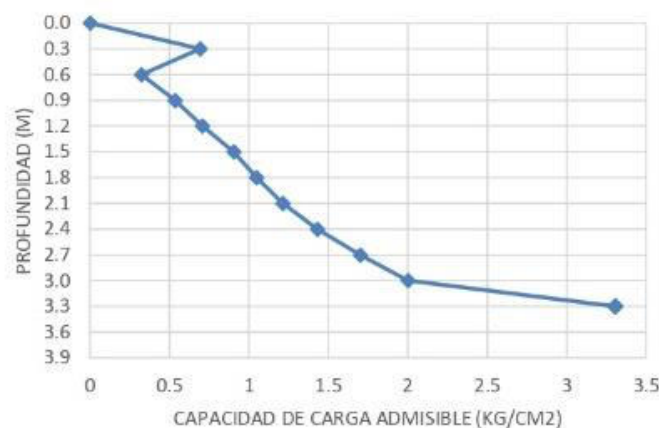
CALICATA: C-01


PROFUND: 3.00 mts

CAPACIDAD DE CARGA ÚLTIMA Y ADMISIBLE SEGÚN MEYERHOF

D_f (m)	D_f/B	c (kg/cm ²)	γ (gr/cm ³)	q (kg/cm ²)	N_c	N_q	N_γ	q_{cu} (kg/cm ²)	q_a (kg/cm ²)
0.30	0.20	0.44	1.62	0.05	5.67	1.21	0.01	2.08	0.69
0.60	0.40	-	1.44	0.08	15.36	6.76	3.16	0.97	0.32
0.90	0.60	-	1.51	0.13	16.00	7.20	3.53	1.61	0.54
1.20	0.80	-	1.50	0.18	15.93	7.15	3.49	2.12	0.71
1.50	1.00	-	1.50	0.22	15.93	7.15	3.49	2.71	0.90
1.80	1.20	-	1.51	0.26	16.00	7.20	3.53	3.15	1.05
2.10	1.40	-	1.50	0.31	15.93	7.15	3.49	3.64	1.21
2.40	1.60	-	1.51	0.35	16.05	7.24	3.56	4.29	1.43
2.70	1.80	-	1.55	0.41	16.30	7.41	3.71	5.11	1.70
3.00	2.00	-	1.55	0.45	16.70	7.69	3.95	6.00	2.00

**CAPACIDAD DE CARGA
ADMISIBLE**



	SERVICIO DE ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS CON FINES DE CIMENTACION PARA LA SUB ESTACION SANTA MARIA	GXT	Rev.	1
			Fecha	JULIO
				2023

GEOXPLOTEC S.A.C.

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO, CONTROL DE CALIDAD Y ASISTENCIA TÉCNICA.

-ESTUDIO DE INGENIERÍA, CONSULTORÍA, SUPERVISIÓN Y EJECUCIÓN DE OBRAS CIVILES

AV. JORGE CHAVEZ B-3-5 WACHAQ-CUSCO-PERÚ CEL: 929191436 - 964200692

DEPARTAMENTO DE GEOTECNIA

PROYECTO: Estudio de Mecanica de Suelos para la Sub - Estación Santa María.

UBICACION: Sub - Estación Santa María.

SOLICITA: Informática y Electricidad.

FECHA: Julio del 2023

CALICATA: C-01

PROFUND: 3.00 mts

CAPACIDAD DE CARGA ÚLTIMA Y ADMISIBLE SEGÚN VESIC CIMIENTO CUADRADO CORTE LOCAL

$$q_{cu} = 2/3c * N_c * F_{cs} * F_{cd} * F_{ci} * F_{cc} + q * N_q * F_{qs} * F_{qd} * F_{qi} * F_{qc} + 0.5 * B * \gamma * N_\gamma * F_{\gamma s} * F_{\gamma d} * F_{\gamma i} * F_{\gamma c}$$

Ángulo de Inclinación de la Carga
con respecto a la Vertical:

0° 00' 00"

B= 1.50 m

L= 2.00 m

F.S. = 3

D _f (m)	F _{cs}	F _{qs}	F _{γs}	F _{cd}	F _{qd}	F _{γd}	F _{ci} = F _{qi}	F _{γi}	F _{cc}	F _{qc} = F _{γc}
0.30	1.16	1.03	0.70	1.08	1.01	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
0.60	1.33	1.28	0.70	1.16	1.13	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
0.90	1.34	1.29	0.70	1.24	1.19	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
1.20	1.34	1.29	0.70	1.32	1.25	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
1.50	1.34	1.29	0.70	1.40	1.32	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
1.80	1.34	1.29	0.70	1.35	1.28	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
2.10	1.34	1.29	0.70	1.38	1.30	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
2.40	1.34	1.29	0.70	1.40	1.32	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
2.70	1.34	1.29	0.70	1.43	1.34	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
3.00	1.35	1.30	0.70	1.44	1.35	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

FACTORES DE CARGA

$$N_q = \tan^2 \left(45 + \frac{\phi}{2} \right) * e^{\pi * \tan \phi}$$

$$N_c = (N_q - 1) \cot \phi$$

$$N_\gamma = 2(N_q + 1) \tan \phi$$

FACTORES DE PROFUNDIDAD

$$F_{cd} = 1 + 0.4 * \frac{D_f}{B'}$$

$$F_{qd} = 1 + 2 \tan \phi * (1 - \sin \phi)^2 * \frac{D_f}{B'}$$

$$F_{\gamma d} = 1$$

FACTORES DE FORMA

$$F_{cs} = 1 + \frac{B'}{L} * \frac{N_q}{N_c}$$

$$F_{qs} = 1 + \frac{B'}{L} * \tan \phi$$

$$F_{\gamma s} = 1 - \frac{0.4}{L} * B'$$

FACTORES DE INCLINACION

$$F_{ci} = \left(1 - \frac{\beta}{90} \right)^2$$

$$F_{qi} = \left(1 - \frac{\beta}{90} \right)^2$$

$$F_{\gamma i} = \left(1 - \frac{\beta}{\phi} \right)^2$$

	SERVICIO DE ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS CON FINES DE CIMENTACION PARA LA SUB ESTACION SANTA MARIA	GXT	
		Rev.	1
		Fecha	JULIO
			2023



GEOXPLOTEC S.A.C.
LABORATORIO DE SUELOS,CONCRETO, CONTROL DE CALIDAD Y ASISTENCIA TÉCNICA.
 -ESTUDIO DE INGENIERÍA, CONSULTORÍA, SUPERVISIÓN Y EJECUCIÓN DE OBRAS CIVILES
 AV. JORGE CHAVEZ B-3-5 WANCHAQ-CUSCO-PERÚ

CEL: 929191436 - 964200692

DEPARTAMENTO DE GEOTECNIA

PROYECTO: Estudio de Mecanica de Suelos para la Sub - Estación Santa María.

UBICACION: Sub - Estación Santa María.

SOLICITA: Informática y Electricidad.

FECHA: Julio del 2023


CALICATA: C-01

PROFUND: 3.00 mts

CAPACIDAD DE CARGA ÚLTIMA Y ADMISIBLE SEGÚN VESIC

D _f (m)	c (kg/cm2)	γ (gr/cm3)	q (kg/cm2)	N _c	N _q	N _γ	q _{cu} (kg/cm2)	q _a (kg/cm2)
0.30	0.44	1.62	0.05	5.67	1.21	0.17	2.09	0.70
0.60	-	1.44	0.08	15.36	6.76	5.82	1.17	0.39
0.90	-	1.51	0.13	16.00	7.20	6.35	1.83	0.61
1.20	-	1.50	0.18	15.93	7.15	6.30	2.34	0.78
1.50	-	1.50	0.22	15.93	7.15	6.30	2.93	0.98
1.80	-	1.51	0.26	16.00	7.20	6.35	3.37	1.12
2.10	-	1.50	0.31	15.93	7.15	6.30	3.86	1.29
2.40	-	1.51	0.35	16.05	7.24	6.40	4.52	1.51
2.70	-	1.55	0.41	16.30	7.41	6.61	5.34	1.78
3.00	-	1.55	0.45	16.70	7.69	6.97	6.25	2.08



	SERVICIO DE ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS CON FINES DE CIMENTACION PARA LA SUB ESTACION SANTA MARIA	GXT	
		Rev.	1
		Fecha	JULIO
			2023

GEOXPLOTEC S.A.C. LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO, CONTROL DE CALIDAD Y ASISTENCIA TÉCNICA. -ESTUDIO DE INGENIERÍA, CONSULTORÍA, SUPERVISIÓN Y EJECUCIÓN DE OBRAS CIVILES AV. JORGE CHAVEZ B-3-5 WANCHAQ-CUSCO-PERÚ		CEL: 929191436 - 964200692
		DEPARTAMENTO DE GEOTECNIA

PROYECTO: Estudio de Mecanica de Suelos para la Sub - Estación Santa María.

UBICACION: Sub - Estación Santa María.

SOLICITA: Informática y Electricidad.

FECHA: Julio del 2023

CALICATA: C-01

PROFUND: 3.00 mts

ASENTAMIENTO INMEDIATO

ASENTAMIENTO EN EL CENTRO DE LA ZAPATA

$$S = 2 * q_a * B * \frac{1 - \mu^2}{E} * N$$

B= 1.50 m

L= 2.00 m

D_f= 2.50 m

ASENTAMIENTO EN LAS ESQUINAS DE LA ZAPATA

$$S = q_a * B * \frac{1 - \mu^2}{E} * N$$

El valor mas crítico es el
Asentamiento en el Centro

D _f (m)	q _a (kg/cm ²)				μ	E (kg/cm ²)	N	q _a (kg/cm ²) Hanssen
	Skempton	Terzaghi	Meyerhof	Vesic				
0.30	0.96	0.81	0.69	0.70	0.33	75.38	0.63	1.17
0.60	-	0.35	0.32	0.39	0.15	219.87	0.63	1.13
0.90	-	0.51	0.54	0.61	0.15	261.11	0.63	1.88
1.20	-	0.62	0.71	0.78	0.15	255.87	0.63	2.45
1.50	-	0.73	0.90	0.98	0.15	255.87	0.63	3.10
1.80	-	0.85	1.05	1.12	0.15	340.36	0.63	3.61
2.10	-	0.95	1.21	1.29	0.15	325.37	0.63	4.16
2.40	-	1.08	1.43	1.51	0.15	333.80	0.63	4.91
2.70	-	1.26	1.70	1.78	0.15	355.75	0.63	5.87
3.00	-	1.45	2.00	2.08	0.15	355.41	0.63	6.98

D _f (m)	ASENTAMIENTOS EN EL CENTRO DE LA ZAPATA (cm)									
	Skempton		Terzaghi		Meyerhof		Vesic		Hanssen	
	Calculado	Corregido	Calculado	Corregido	Calculado	Corregido	Calculado	Corregido	Calculado	Corregido
0.30	2.14	2.14	1.81	1.81	1.55	1.55	1.56	1.56	2.61	2.50
0.60	-	-	0.29	0.29	0.27	0.27	0.33	0.33	0.94	0.94
0.90	-	-	0.36	0.36	0.38	0.38	0.43	0.43	1.32	1.32
1.20	-	-	0.44	0.44	0.51	0.51	0.56	0.56	1.76	1.76
1.50	-	-	0.52	0.52	0.65	0.65	0.70	0.70	2.22	2.22
1.80	-	-	0.46	0.46	0.57	0.57	0.61	0.61	1.95	1.95
2.10	-	-	0.53	0.53	0.69	0.69	0.73	0.73	2.35	2.35
2.40	-	-	0.60	0.60	0.79	0.79	0.83	0.83	2.70	2.50
2.70	-	-	0.65	0.65	0.88	0.88	0.92	0.92	3.03	2.50
3.00	-	-	0.75	0.75	1.03	1.03	1.08	1.08	3.61	2.50


S _{max} (cm)	ASENTAMIENTOS MÁXIMOS CALCULADOS				
	Skempton	Terzaghi	Meyerhof	Vesic	Hanssen
		1.81	1.55	1.56	

S_{max} = 1.81 cm ≤ 2.5 cm Ok!

Se observa que los Asentamientos a diferentes profundidades estan dentro de los parámetros permisibles

S _{max} (cm)	ASENTAMIENTOS MÁXIMOS CORREGIDOS				
	Skempton	Terzaghi	Meyerhof	Vesic	Hanssen
		1.81	1.55	1.56	

S_{max} = 1.81 cm ≤ 2.5 cm Ok!

	SERVICIO DE ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS CON FINES DE CIMENTACION PARA LA SUB ESTACION SANTA MARIA	GXT	Rev.	1
			Fecha	JULIO
				2023

GEOXPLOTEC S.A.C.
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO, CONTROL DE CALIDAD Y ASISTENCIA TÉCNICA.
 -ESTUDIO DE INGENIERÍA, CONSULTORÍA, SUPERVISIÓN Y EJECUCIÓN DE OBRAS CIVILES
 AV. JORGE CHAVEZ B-3-5 WANCHAQ-CUSCO-PERÚ CEL: 929191436 - 964200692
DEPARTAMENTO DE GEOTECNIA

PROYECTO: Estudio de Mecanica de Suelos para la Sub - Estación Santa María.

UBICACION: Sub - Estación Santa María.

SOLICITA: Informática y Electricidad.

FECHA: Julio del 2023

CALICATA: C-01

PROFUND: 3.00 mts

CORRECCIÓN DE CAPACIDAD DE CARGA ADMISIBLE POR ASENTAMIENTO

CAPACIDAD ADMISIBLE PARA ASENTAMIENTO = 2.54 cm

$$q_a = \frac{S * E}{2 * B * (1 - \mu^2) * N}$$

B= 1.50 m

L= 2.00 m

D_f= 2.50 m

D _f (m)	q _a Calculados (kg/cm ²)					q _a Corregidos (kg/cm ²)				
	Skempton	Terzaghi	Meyerhof	Vesic	Hanssen	Skempton	Terzaghi	Meyerhof	Vesic	Hanssen
0.30	0.96	0.81	0.69	0.70	1.17	0.96	0.81	0.69	0.70	1.12
0.60	-	0.35	0.32	0.39	1.13	-	0.35	0.32	0.39	1.13
0.90	-	0.51	0.54	0.61	1.88	-	0.51	0.54	0.61	1.88
1.20	-	0.62	0.71	0.78	2.45	-	0.62	0.71	0.78	2.45
1.50	-	0.73	0.90	0.98	3.10	-	0.73	0.90	0.98	3.10
1.80	-	0.85	1.05	1.12	3.61	-	0.85	1.05	1.12	3.61
2.10	-	0.95	1.21	1.29	4.16	-	0.95	1.21	1.29	4.16
2.40	-	1.08	1.43	1.51	4.91	-	1.08	1.43	1.51	4.54
2.70	-	1.26	1.70	1.78	5.87	-	1.26	1.70	1.78	4.84
3.00	-	1.45	2.00	2.08	6.98	-	1.45	2.00	2.08	4.84

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO, CONTROL DE CALIDAD Y ASISTENCIA TÉCNICA.



-ESTUDIO DE INGENIERÍA, CONSULTORÍA, SUPERVISIÓN Y EJECUCIÓN DE OBRAS CIVILES
 AV. JORGE CHAVEZ B-3-5 WANCHAQ-CUSCO-PERÚ CEL: 929191436 - 964200692

DEPARTAMENTO DE GEOTECNIA

PROYECTO: Estudio de Mecanica de Suelos para la Sub - Estación Santa María.

UBICACION: Sub - Estación Santa María.

SOLICITA: Informática y Electricidad.

FECHA: Julio del 2023

CALICATA: C-01

PROFUND: 3.00 mts

RESUMEN DE RESULTADOS

		q _a (kg/cm ²)					q _a Mínima (kg/cm ²)
		Skempton	Terzaghi	Meyerhof	Vesic	Hanssen	
D _f (m)	0.30	0.96	0.81	0.69	0.70	1.12	0.69
	0.60	-	0.35	0.32	0.39	1.13	0.32
	0.90	-	0.51	0.54	0.61	1.88	0.51
	1.20	-	0.62	0.71	0.78	2.45	0.62
	1.50	-	0.73	0.90	0.98	3.10	0.73
	1.80	-	0.85	1.05	1.12	3.61	0.85
	2.10	-	0.95	1.21	1.29	4.16	0.95
	2.40	-	1.08	1.43	1.51	4.54	1.08
	2.70	-	1.26	1.70	1.78	4.84	1.26
	3.00	-	1.45	2.00	2.08	4.84	1.45



SERVICIO DE ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS CON
FINES DE CIMENTACION PARA LA SUB ESTACION SANTA
MARIA

GXT

Rev.

1

Fecha

JULIO
2023

GEOXPLOTEC S.A.C.

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO, CONTROL DE CALIDAD Y ASISTENCIA TÉCNICA.



-ESTUDIO DE INGENIERÍA, CONSULTORÍA, SUPERVISIÓN Y EJECUCIÓN DE OBRAS CIVILES

AV. JORGE CHAVEZ B-3-5 WANCHAQ-CUSCO-PERÚ

CEL: 929191436 - 964200692

DEPARTAMENTO DE GEOTECNIA

PROYECTO: Estudio de Mecanica de Suelos para la Sub - Estación Santa María.

UBICACION: Sub - Estación Santa María.

SOLICITA: Informática y Electricidad.

FECHA: Julio del 2023

CALICATA: C-01

PROFUND: 3.00 mts

INCREMENTO DEL ESFUERZO VERTICAL CAUSADO POR UNA CARGA

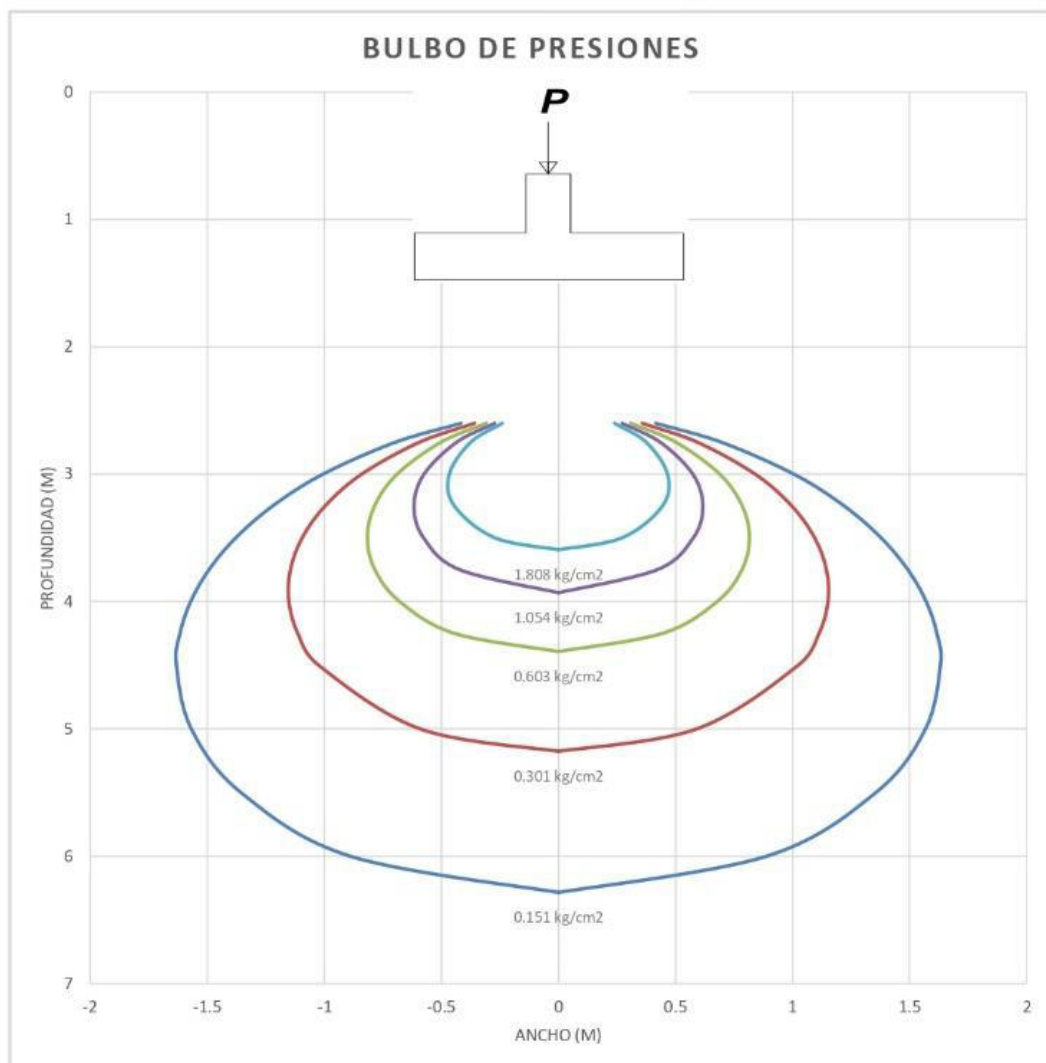
$$\sigma_z = \frac{3 * P * z^3}{2 * \pi * (r^2 + z^2)^{5/2}}$$

B= 1.50 m

L= 2.00 m

Profundidad de Cimentación Recomendada (D_{rl}): 2.50 m

P = 45190 kg





**SERVICIO DE ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS CON
FINES DE CIMENTACION PARA LA SUB ESTACION SANTA
MARIA**

GXT

Rev.

1

Fecha

JULIO
2023



C - 02

GEOXPLOTEC
CONSULTORES S.A.C



SERVICIO DE ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS CON
FINES DE CIMENTACION PARA LA SUB ESTACION SANTA
MARIA

GXT

Rev.

1

Fecha

JULIO

2023



GEOXPLOTEC S.A.C.
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO, CONTROL DE CALIDAD Y ASISTENCIA TÉCNICA.

-ESTUDIO DE INGENIERÍA, CONSULTORÍA, SUPERVISIÓN Y EJECUCIÓN DE OBRAS CIVILES
AV. JORGE CHAVEZ B-3-5 WANCHAQ-CUSCO-PERÚ

CEL: 929191436 - 964200692

DEPARTAMENTO DE GEOTECNIA

PROYECTO: Estudio de Mecanica de Suelos para la Sub - Estación Santa María.

UBICACION: Sub - Estación Santa María.

SOLICITA: Informática y Electricidad.

FECHA: Julio del 2023

CALICATA: C-02

PROFUND: 2.9 mts

General

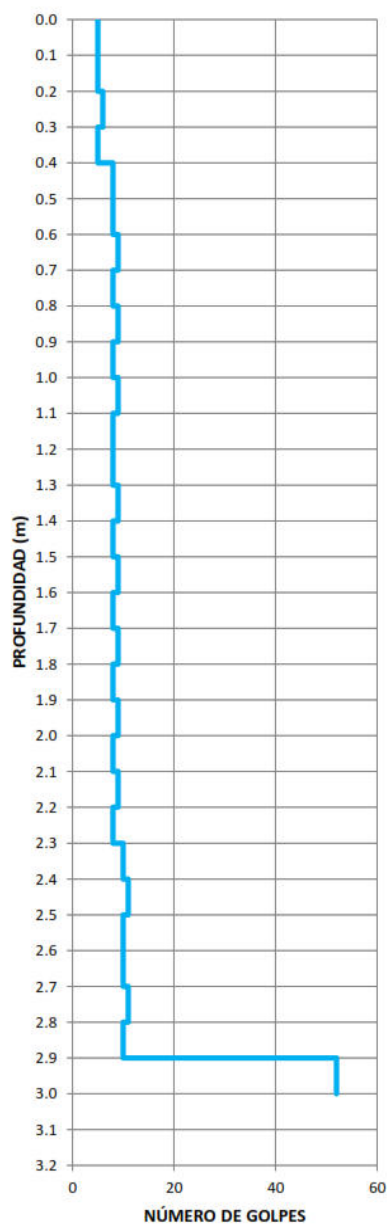
PENETRÓMETRO DINÁMICO LIGERO (DPL)

NTP 339.159, Norma DIN 4094 y Norma IRTP/DP

DPL

PROFUNDIDAD (m)	NRO DE GOLPES
0.10	Calicata de Exploración
0.20	
0.30	
0.40	
0.50	
0.60	
0.70	
0.80	
0.90	
1.00	
1.10	
1.20	
1.30	
1.40	
1.50	
1.60	
1.70	
1.80	
1.90	
2.00	
2.10	
2.20	
2.30	
2.40	
2.50	
2.60	
2.70	
2.80	
2.90	
3.00	52

DPL



CORRELACIÓN ENTRE DPL Y SPT

$$W_0 = N * W * H = q_{din} * A * E$$

$$q_{din} = \frac{N_{SPT} * W_{SPT} * H_{SPT}}{A_{SPT} * E_{SPT}} = \frac{N_{DPL} * W_{DPL} * H_{DPL}}{A_{DPL} * E_{DPL}}$$

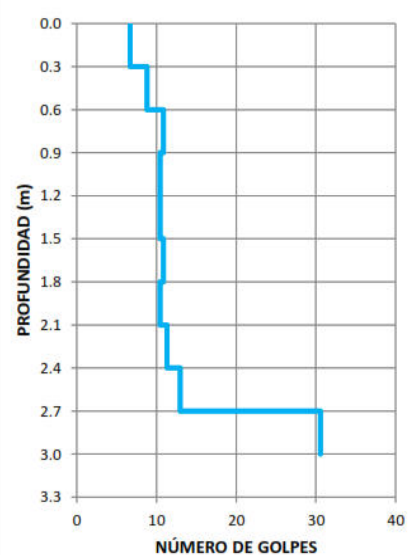
$$N_{SPT} = N_{DPL} * \frac{W_{DPL} * H_{DPL}}{A_{DPL} * E_{DPL}} * \frac{A_{SPT} * E_{SPT}}{W_{SPT} * H_{SPT}}$$

Tipo Penetrómetro	DPL	SPT
Peso de Martillo W (kg)	10.00	63.50
Altura de Caída H (cm)	50.00	76.20
Área de Punta A (cm²)	5.00	20.27
Espesor de Hínca E (cm)	30.00	30.00

SPT

PROFUNDIDAD (m)	NRO DE GOLPES
0.30	6.70
0.60	8.79
0.90	10.89
1.20	10.47
1.50	10.47
1.80	10.89
2.10	10.47
2.40	11.31
2.70	12.98
3.00	30.57

SPT





**SERVICIO DE ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS CON
FINES DE CIMENTACION PARA LA SUB ESTACION SANTA
MARIA**

GXT

Rev.

1

Fecha

JULIO
2023



GEOXPLOTEC S.AC.

**LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO, CONTROL DE CALIDAD Y ASISTENCIA
TÉCNICA.**

ESTUDIO DE INGENIERÍA, CONSULTORÍA, SUPERVISIÓN Y EJECUCIÓN DE OBRAS CIVILES

AV. JORGE CHAVEZ B-3-5 WANCHAQ-CUSCO-PERÚ

CEL: 929191436 - 964200692

DEPARTAMENTO DE GEOTECNIA

PROYECTO: Estudio de Mecanica de Suelos para la Sub - Estación Santa María.

UBICACION: Sub - Estación Santa María.

SOLICITA: Informática y Electricidad.

FECHA: Julio del 2023

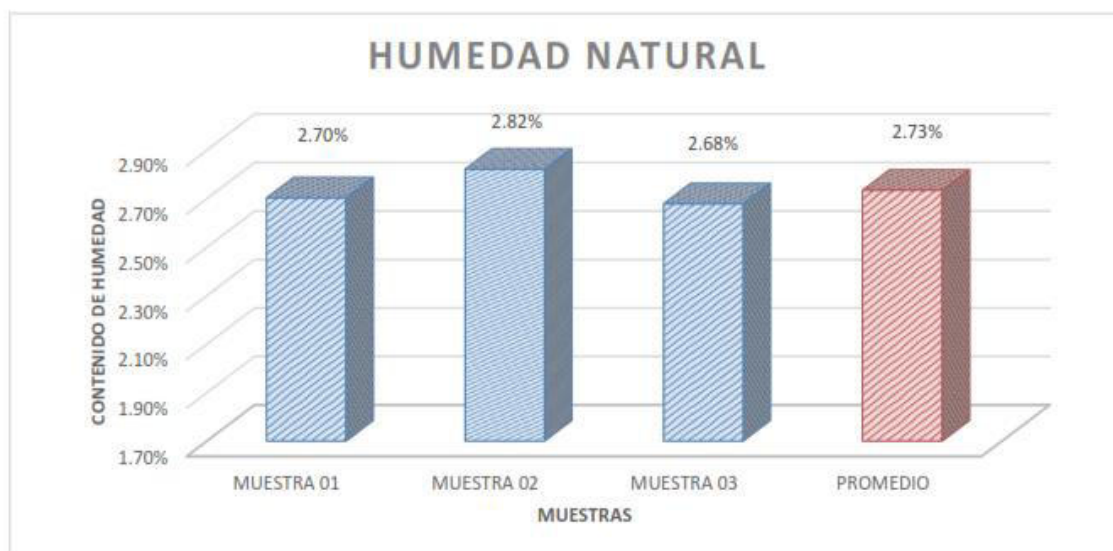
CALICATA: C-02

PROFUND: 2.9 mts

HUMEDAD NATURAL

NTP - 339.127, Basado en la Norma ASTM D-2216

DESCRIPCIÓN	MUESTRA 01	MUESTRA 02	MUESTRA 03
Peso de Capsula (gr)	9.35	9.22	9.32
Peso de Capsula + Muestra Húmeda (gr)	12.77	12.50	11.62
Peso de Capsula + Muestra Seca (gr)	12.68	12.41	11.56
Peso del Agua (gr)	0.09	0.09	0.06
Peso de la Muestra Seca (gr)	3.33	3.19	2.24
Contenido de Humedad	2.70%	2.82%	2.68%



CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL =

2.73%



SERVICIO DE ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS CON
FINES DE CIMENTACION PARA LA SUB ESTACION SANTA
MARIA

GXT

Rev.

1

Fecha

JULIO

2023



GEOXPLOTEC S.A.C.
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO, CONTROL DE CALIDAD Y ASISTENCIA TÉCNICA.

-ESTUDIO DE INGENIERÍA, CONSULTORÍA, SUPERVISIÓN Y EJECUCIÓN DE OBRAS CIVILES
AV. JORGE CHAVEZ B-3-5 WANCHAQ-CUSCO-PERÚ

CEL: 929191436 - 964200692

DEPARTAMENTO DE GEOTECNIA

PROYECTO: Estudio de Mecánica de Suelos para la Sub - Estación Santa María.

UBICACION: Sub - Estación Santa María.

SOLICITA: Informática y Electricidad.

FECHA: Julio del 2023

CALICATA: C-02

PROFUND: 2.9 mts

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

MTC E 107 - 2000, Basado en la Norma ASTM D-422 y AASHTO T-88

Antes del lavado

Peso de la Muestra Seca total= 2189.00 gr

Peso de la fracción final = 500

Después del lavado

Peso de la Muestra Seca = 1729.00 gr

% de Error en Peso = -22.33% Mal

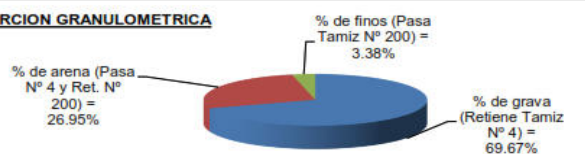
TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (gr)	PESO QUE PASA (gr)	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
4"	100	0.00	2189.00	0.00%	0.00%	100.00%
3"	75	0.00	2189.00	0.00%	0.00%	100.00%
2"	50	0.00	2189.00	0.00%	0.00%	100.00%
1½"	37.5	717.00	1472.00	32.75%	32.75%	67.25%
1"	25	464.00	1008.00	21.20%	53.95%	46.05%
¾"	19	29.00	979.00	1.32%	55.28%	44.72%
3/8"	9.5	192.00	787.00	8.77%	64.05%	35.95%
Nº 4	4.75	123.00	664.00	5.62%	69.67%	30.33%
Nº 10	2	202.00	462.00	9.23%	78.89%	21.11%
Nº 20	0.850	177.00	285.00	8.09%	86.98%	13.02%
Nº 40	0.425	140.00	145.00	6.40%	93.38%	6.62%
Nº 60	0.250	14.00	131.00	0.64%	94.02%	5.98%
Nº 100	0.150	47.00	84.00	2.15%	96.16%	3.84%
Nº 200	0.075	10.00	74.00	0.46%	96.62%	3.38%
Cazuela	-	0.00	-	0.00%	96.62%	-
Lavado	-	460.00	-	3.38%	100.00%	-

Total Fracción Retenida en Lavado =

2115.00

100.00%

PROPORCIÓN GRANULOMÉTRICA



% de grava (Retiene Tamiz Nº 4) = 69.67%

% de arena (Pasa Nº 4 y Ret. Nº 200) = 26.95%

% de finos (Pasa Tamiz Nº 200) = 3.38%

Total: 100.00%

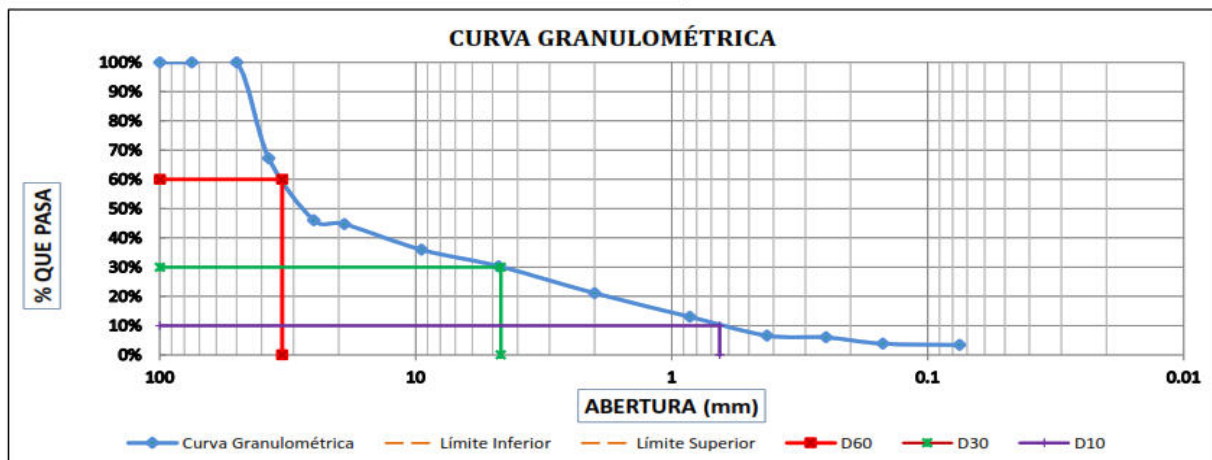
Fracción Gruesa

% de grava = 72.10%

% de arena = 27.90%

Total = 100.00%

CURVA GRANULOMÉTRICA




D60 = 33.23 mm


D30 = 4.65 mm

D10 = 0.649 mm

Cu = 51.17

Cc = 1.002

	SERVICIO DE ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS CON FINES DE CIMENTACION PARA LA SUB ESTACION SANTA MARIA	GXT	Rev.	1
			Fecha	JULIO
				2023

	GEOXPLOTEC S.A.C. LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO, CONTROL DE CALIDAD Y ASISTENCIA TÉCNICA. -ESTUDIO DE INGENIERÍA, CONSULTORÍA, SUPERVISIÓN Y EJECUCIÓN DE OBRAS CIVILES AV. JORGE CHAVEZ B-3-5 WANCHAQ-CUSCO-PERÚ CEL: 929191436 - 964200692	
	DEPARTAMENTO DE GEOTECNIA	

PROYECTO: Estudio de Mecanica de Suelos para la Sub - Estación Santa María.

UBICACION: Sub - Estación Santa María.

SOLICITA: Informática y Electricidad.

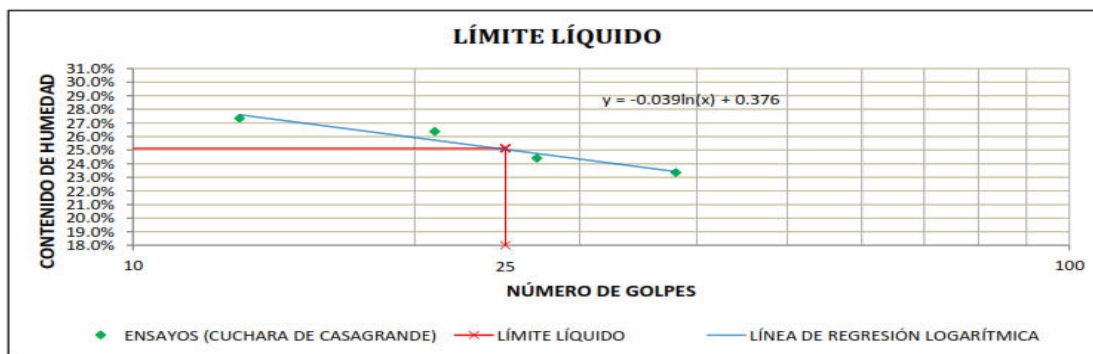
FECHA: Julio del 2023

CALICATA: C-02
PROFUND: 2.9 mts

LÍMITE LÍQUIDO

MTC E 110 - 2000, Basado en la Norma ASTM D-4318 y AASHTO T-89

DESCRIPCIÓN	MUESTRA 01	MUESTRA 02	MUESTRA 03	MUESTRA 04
Peso de Capsula (gr)	9.17	7.67	8.82	8.19
Peso de Capsula + Muestra Húmeda (gr)	22.16	19.95	23.34	25.23
Peso de Capsula + Muestra Seca (gr)	19.70	17.54	20.31	21.57
Peso del Agua (gr)	2.46	2.41	3.03	3.66
Peso de la Muestra Seca (gr)	10.53	9.87	11.49	13.38
Contenido de Humedad	23.36%	24.42%	26.37%	27.35%
Número de Golpes	38	27	21	13



LÍMITE PLÁSTICO

MTC E 111 - 2000, Basado en la Norma ASTM D-4318 y AASHTO T-90

DESCRIPCIÓN	MUESTRA 01	MUESTRA 02	MUESTRA 03
Peso de Capsula (gr)	0.00	0.00	0.00
Peso de Capsula + Muestra Húmeda (gr)	0.00	0.00	0.00
Peso de Capsula + Muestra Seca (gr)	0.00	0.00	0.00
Peso del Agua (gr)	0.00	0.00	0.00
Peso de la Muestra Seca (gr)	0.00	0.00	0.00
Contenido de Humedad	0.00%	0.00%	0.00%



LÍMITE LÍQUIDO = 25.13%
LÍMITE PLÁSTICO = NO PRESENTA
ÍNDICE DE PLASTICIDAD = NO PRESENTA



SERVICIO DE ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS CON
FINES DE CIMENTACION PARA LA SUB ESTACION SANTA
MARIA

GXT

Rev.

1

Fecha

JULIO

2023



GEOXPLOTEC S.A.C.
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO, CONTROL DE CALIDAD Y ASISTENCIA TÉCNICA.

-ESTUDIO DE INGENIERÍA, CONSULTORÍA, SUPERVISIÓN Y EJECUCIÓN DE OBRAS CIVILES
AV. JORGE CHAVEZ B-3-5 WANCHAQ-CUSCO-PERÚ

CEL: 929191436 - 964200692

DEPARTAMENTO DE GEOTECNIA

Proyecto: Estudio de Mecánica de Suelos para la Sub - Estación Santa María.

UBICACION: Sub - Estación Santa María.

SOLICITA: Informática y Electricidad.

FECHA: Julio del 2023

CALICATA:

C-02

PROFUND:

2.9 mts

SISTEMA UNIFICADO DE CLASIFICACIÓN DE SUELOS (SUCS)
ASTM D-2487

DATOS PARA CLASIFICACIÓN		CRITERIOS PARA LA ASIGNACIÓN DE SÍMBOLOS DE GRUPO Y NOMBRE DE GRUPO CON EL USO DE ENSAYOS DE LABORATORIO		SÍMBOLO	NOMBRE DE GRUPO	
De Granulometría		GRAVAS LIMPIAS		$Cu \geq 4$ y $1 \leq Cc \leq 3$	GW	Grava bien graduada
% de Gruesos = 96.62%		Menos del 5% pasa la malla Nº 200		$Cu < 4$ ó $1 > Cc > 3$	GP	Grava mal graduada
% de Finos = 3.38%		GRAVAS CON FINOS		IP < 4 ó abajo de la línea "A" en la carta de plasticidad	GM	Grava limosa
Total = 100.00%		Mas del 12% pasa la malla Nº 200		IP > 7 y arriba de la línea "A" en la carta de plasticidad	GC	Grava arcillosa
% de Grava = 69.67%		GRAVAS LIMPIAS Y CON FINOS		$4 \leq IP \leq 7$ y arriba de la línea "A" en la carta de plasticidad	GC - GM	Grava limosa arcillosa
% de Arena = 26.95%		Entre el 5 y 12% pasa malla Nº 200		Cumple los criterios para GW y GM	GW - GM	Grava bien graduada con limo
Total = 96.62%		GRAVAS LIMPIAS Y CON FINOS		Cumple los criterios para GW y GC o para GW y GC - GM	GW - GC	Grava bien graduada con arcilla
Fracción Gruesa		Entre el 5 y 12% pasa malla Nº 200		Cumple los criterios para GP y GM	GP - GM	Grava mal graduada con limo
% de Grava = 72.10%		ARENAS LIMPIAS		Cumple los criterios para GP y GC o para GP y GC - GM	GP - GC	Grava mal graduada con arcilla
% de Arena = 27.90%		Menos del 5% pasa la malla Nº 200		$Cu \geq 6$ y $1 \leq Cc \leq 3$	SW	Arena bien graduada
Total = 100.00%		ARENAS CON FINOS		$Cu < 6$ ó $1 > Cc > 3$	SP	Arena mal graduada
Coeficientes		Mas del 12% pasa la malla Nº 200		IP < 4 ó abajo de la línea "A" en la carta de plasticidad	SM	Arena limosa
Cu = 51.17		ARENAS CON FINOS		IP > 7 y arriba de la línea "A" en la carta de plasticidad	SC	Arena arcillosa
Cc = 1.002		Mas del 12% pasa la malla Nº 200		$4 \leq IP \leq 7$ y arriba de la línea "A" en la carta de plasticidad	SC - SM	Arena limosa arcillosa
De Límites de Consistencia		ARENAS LIMPIAS Y CON FINOS		Cumple los criterios para SW y SM	SW - SM	Arena bien graduada con limo
LL = 25.13%		Entre el 5 y 12% pasa malla Nº 200		Cumple los criterios para SW y SC o para SW y SC - SM	SW - SC	Arena bien graduada con arcilla
LP = NO PRESENTA		ARENAS LIMPIAS Y CON FINOS		Cumple los criterios para SP y SM	SP - SM	Arena mal graduada con limo
IP = NO PRESENTA		Entre el 5 y 12% pasa malla Nº 200		Cumple los criterios para SP y SC o para SP y SC - SM	SP - SC	Arena mal graduada con arcilla
Otros Datos		LIMOS Y ARCILLAS		IP < 4 ó abajo de la línea "A" en la carta de plasticidad	ML	Limo de baja plasticidad
Tipo = Inorgánico		Inorgánicos		IP > 7 y arriba de la línea "A" en la carta de plasticidad	CL	Arcilla de baja plasticidad
		Límite Líquido menor que 50		$4 \leq IP \leq 7$ y arriba de la línea "A" en la carta de plasticidad	CL - ML	Arcilla limosa
		Orgánicos		$\frac{\text{Límite Líquido secado al horno}}{\text{Límite Líquido no secado}} < 0.75$	OL	Limo orgánico
		Inorgánicos		Se grafica en la carta de plasticidad abajo de la línea "A"	MH	Arcilla orgánica
		Orgánicos		Se grafica en la carta de plasticidad arriba de la línea "A"	CH	Limo de alta plasticidad
		Inorgánicos		$\frac{\text{Límite Líquido secado al horno}}{\text{Límite Líquido no secado}} < 0.75$	OH	Arcilla de alta plasticidad
		Orgánicos			OH	Limo orgánico
		Inorgánicos			OH	Arcilla orgánica
		Orgánicos			Pt	Turba
		Inorgánicos			Pt	Turba
		Orgánicos			Pt	Turba
		Inorgánicos			Pt	Turba
		Orgánicos			Pt	Turba
		Inorgánicos			Pt	Turba
		Orgánicos			Pt	Turba
		Inorgánicos			Pt	Turba
		Orgánicos			Pt	Turba
		Inorgánicos			Pt	Turba
		Orgánicos			Pt	Turba
		Inorgánicos			Pt	Turba
		Orgánicos			Pt	Turba
		Inorgánicos			Pt	Turba
		Orgánicos			Pt	Turba
		Inorgánicos			Pt	Turba
		Orgánicos			Pt	Turba
		Inorgánicos			Pt	Turba
		Orgánicos			Pt	Turba
		Inorgánicos			Pt	Turba
		Orgánicos			Pt	Turba
		Inorgánicos			Pt	Turba
		Orgánicos			Pt	Turba
		Inorgánicos			Pt	Turba
		Orgánicos			Pt	Turba
		Inorgánicos			Pt	Turba
		Orgánicos			Pt	Turba
		Inorgánicos			Pt	Turba
		Orgánicos			Pt	Turba
		Inorgánicos			Pt	Turba
		Orgánicos			Pt	Turba
		Inorgánicos			Pt	Turba
		Orgánicos			Pt	Turba
		Inorgánicos			Pt	Turba
		Orgánicos			Pt	Turba
		Inorgánicos			Pt	Turba
		Orgánicos			Pt	Turba
		Inorgánicos			Pt	Turba
		Orgánicos			Pt	Turba
		Inorgánicos			Pt	Turba
		Orgánicos			Pt	Turba
		Inorgánicos			Pt	Turba
		Orgánicos			Pt	Turba
		Inorgánicos			Pt	Turba
		Orgánicos			Pt	Turba
		Inorgánicos			Pt	Turba
		Orgánicos			Pt	Turba
		Inorgánicos			Pt	Turba
		Orgánicos			Pt	Turba
		Inorgánicos			Pt	Turba
		Orgánicos			Pt	Turba
		Inorgánicos			Pt	Turba
		Orgánicos			Pt	Turba
		Inorgánicos			Pt	Turba
		Orgánicos			Pt	Turba
		Inorgánicos			Pt	Turba
		Orgánicos			Pt	Turba
		Inorgánicos			Pt	Turba
		Orgánicos			Pt	Turba
		Inorgánicos			Pt	Turba
		Orgánicos			Pt	Turba
		Inorgánicos			Pt	Turba
		Orgánicos			Pt	Turba
		Inorgánicos			Pt	Turba
		Orgánicos			Pt	Turba
		Inorgánicos			Pt	Turba
		Orgánicos			Pt	Turba
		Inorgánicos			Pt	Turba
		Orgánicos			Pt	Turba
		Inorgánicos			Pt	Turba
		Orgánicos			Pt	Turba
		Inorgánicos				



SERVICIO DE ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS CON
FINES DE CIMENTACION PARA LA SUB ESTACION SANTA
MARIA

GXT

Rev.

1

Fecha

JULIO
2023



GEOXPLOTEC S.A.C.

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO, CONTROL DE CALIDAD Y ASISTENCIA TÉCNICA.

-ESTUDIO DE INGENIERÍA, CONSULTORÍA, SUPERVISIÓN Y EJECUCIÓN DE OBRAS CIVILES

AV. JORGE CHAVEZ B-3-5 WANCHAQ-CUSCO-PERÚ

CEL: 929191436 - 964200692

DEPARTAMENTO DE GEOTECNIA

PROYECTO: Estudio de Mecanica de Suelos para la Sub - Estación Santa María.

UBICACION: Sub - Estación Santa María.

SOLICITA: Informática y Electricidad.

FECHA: Julio del 2023

CALICATA: C-02

PROFUND: 2.9 mts

DENSIDAD EN CAMPO POR EL MÉTODO DEL CONO DE ARENA

MTC E 117 - 2000, Basado en la Norma ASTM D-1556 y AASHTO T-191

DATOS DE LA ARENA

Tipo de Arena utilizada: Machupicchu

Peso Unitario de la Arena (gr/cm³) = 1.49 gr/cm³

DATOS DEL ENSAYO

Número de Cono	1
Peso del Frasco + Cono antes de usarlo (gr)	6328.00
Peso del Frasco + Cono después de usarlo (gr)	3270.00
Peso del Suelo Húmedo (gr)	1398.00
Peso de la Arena Utilizada, hueco + cono (gr)	3058.00
Peso de la Arena en el Cono (gr)	1881.00
Peso de la Arena en el Hueco (gr)	1177.00
Volumen del Hueco (cm ³)	789.93
Densidad Natural Húmeda (gr/cm ³)	1.77

CONTENIDO DE HUMEDAD

Peso de Capsula (gr)	18.82
Peso de Capsula + Muestra Húmeda (gr)	69.88
Peso de Capsula + Muestra Seca (gr)	68.55
Peso del Agua (gr)	1.33
Peso de la Muestra Seca (gr)	49.73
Contenido de Humedad	2.67%

DENSIDAD NATURAL HUMEDA = 1.77 gr/cm³

DENSIDAD NATURAL SECA = 1.72 gr/cm³

CONDICION PARA CASOS CON NIVEL FREATICO

γ_{sat} = peso específico saturado del suelo

γ_w = peso específico del agua

Además, el valor de γ en el último término de las ecuaciones se tiene que reemplazar por $\gamma' =$

$\gamma_{sat} - \gamma_w$

peso específico del agua (γ_w):	1.0	gr/cm ³
peso específico saturado del material (γ_{sat}):	1.6	gr/cm ⁴
peso específico sumergido del material (γ'):	0.6	gr/cm ⁵

El peso específico sumergido del suelo se usará para los cálculos a partir del nivel freático



SERVICIO DE ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS CON
FINES DE CIMENTACION PARA LA SUB ESTACION SANTA
MARIA

GXT

Rev.

1

Fecha

JULIO
2023



GEOXPLOTEC S.A.C.

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO, CONTROL DE CALIDAD Y ASISTENCIA TÉCNICA.

-ESTUDIO DE INGENIERÍA, CONSULTORÍA, SUPERVISIÓN Y EJECUCIÓN DE OBRAS CIVILES-

AV. JORGE CHAVEZ B-3-5 WANCHAQ-CUSCO-PERÚ

CEL: 929191436 - 964200692

DEPARTAMENTO DE GEOTECNIA

PROYECTO: Estudio de Mecánica de Suelos para la Sub - Estación Santa María.

UBICACION: Sub - Estación Santa María.

SOLICITA: Informática y Electricidad.

FECHA: Julio del 2023

CALICATA: C-02

PROFUND: 2.9 mts

CORRELACIONES DEL ENSAYO DE PENETRACIÓN ESTÁNDAR (SPT)

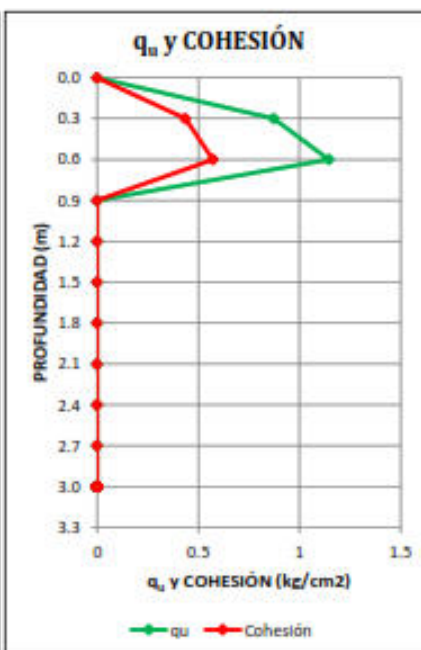
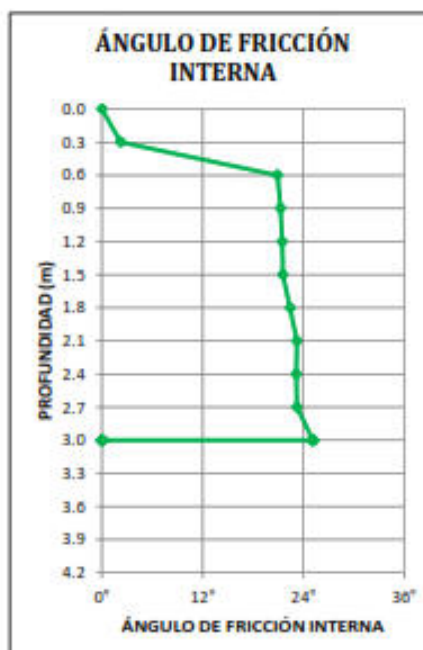
NO Presenta Nivel Freático

0.00 m

ESTRATO		PROFUNDIDAD		CLASIFICACIÓN SUCS
NÚMERO	ESPESOR (m)	INICIAL (m)	FINAL (m)	
Estrato 1	0.50	0.00	0.50	CH
Estrato 2	2.40	0.50	2.90	GW

Profundidad de Investigación alcanzada en campo: 2.90 m

PROFUNDIDAD (m)	NÚMERO DE GOLPES EN SPT Ncampo	ESFUERZO TOTAL DEL SUELO (kg/cm ²)	ESFUERZO EFFECTIVO DEL SUELO (kg/cm ²)	FACTOR DE CORRECCIÓN POR PROFUNDIDAD C _N	NÚMERO DE GOLPES EN SPT CORREGIDO Ncorr	ÁNGULO DE FRICCIÓN INTERNA (° ' ")	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN SIMPLE q _u (kg/cm ²)	COHESIÓN c (kg/cm ²)
0.30	6.70	0.05	0.05	1.00	6.70	3° 21' 01"	0.87	0.44
0.60	8.79	0.10	0.10	1.00	8.79	4° 13' 37"	1.14	0.57
0.90	10.89	0.15	0.14	1.00	10.89	30° 16' 00"	-	-
1.20	10.47	0.20	0.19	1.00	10.47	30° 08' 27"	-	-
1.50	10.47	0.24	0.23	1.00	10.47	30° 08' 27"	-	-
1.80	10.89	0.29	0.28	1.56	17.02	30° 16' 00"	-	-
2.10	10.47	0.34	0.32	1.51	15.80	30° 08' 27"	-	-
2.40	11.31	0.39	0.37	1.46	16.45	30° 23' 32"	-	-
2.70	12.98	0.44	0.43	1.40	18.18	30° 53' 41"	-	-
3.00	30.57	0.49	0.56	1.28	39.24	30° 08' 35"	-	-



ANGULO DE FRICCIÓN INTERNA CORREGIDA (° ' ")	PROFUNDIDAD D (m)
2° 14' 12"	0.30
20° 55' 08"	0.60
21° 17' 57"	0.90
21° 29' 21"	1.20
21° 35' 05"	1.50
22° 25' 31"	1.80
23° 14' 24"	2.10
23° 09' 07"	2.40
23° 14' 21"	2.70
25° 09' 08"	3.00



SERVICIO DE ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS CON
FINES DE CIMENTACION PARA LA SUB ESTACION SANTA
MARIA

GXT

Rev.

1

Fecha

JULIO
2023



GEOXPLATEC S.A.C.
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO, CONTROL DE CALIDAD Y ASISTENCIA TÉCNICA.
-ESTUDIO DE INGENIERÍA, CONSULTORÍA, SUPERVISIÓN Y EJECUCIÓN DE OBRAS CIVILES
AV. JORGE CHAVEZ B-3-5 WANCHAQ-CUSCO-PERÚ

CEL: 929191436 - 964200692

DEPARTAMENTO DE GEOTECNIA

PROYECTO: Estudio de Mecánica de Suelos para la Sub - Estación Santa María.

UBICACION: Sub - Estación Santa María.

SOLICITA: Informática y Electricidad.

FECHA: Julio del 2023

CALICATA: C-02

PROFUND: 2.9 mts

**CAPACIDAD DE CARGA ÚLTIMA Y ADMISIBLE SEGÚN TERZAGHI
CIMIENTO CUADRADO FALLA LOCAL**

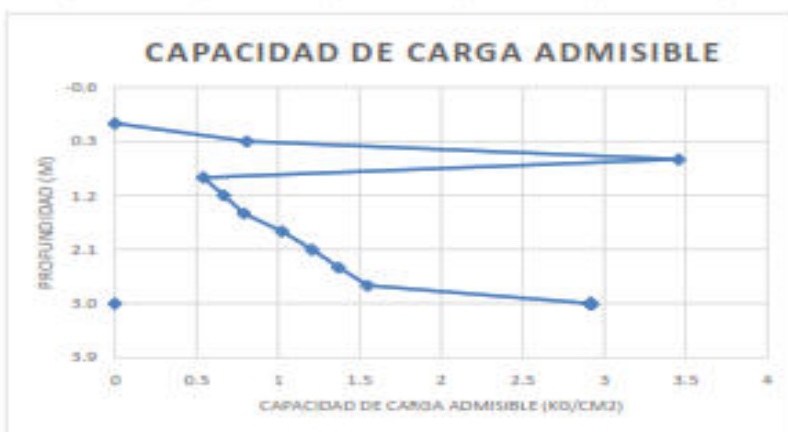
$$q_{cu} = 0.867c + N_c + q + N_q + 0.4 \cdot B \cdot \gamma + N_\gamma$$

$$q = \gamma \cdot D_f$$

B= 1.50 m
L= 2.00 m

F.S. = 3

D _f (m)	c (kg/cm ²)	γ (gr/cm ³)	K _{py}	q (kg/cm ²)	N _c	N _q	N _γ	q _{cu} (kg/cm ²)	q _a (kg/cm ²)
0.30	0.44	1.62	11.40	0.05	6.34	1.24	0.19	2.43	0.81
0.60	0.57	1.72	26.10	0.10	18.36	7.88	5.39	10.37	3.46
0.90	-	1.60	27.35	0.14	19.15	8.42	5.90	1.63	0.54
1.20	-	1.59	27.58	0.19	19.31	8.52	6.00	2.01	0.67
1.50	-	1.59	27.58	0.24	19.38	8.57	6.02	2.38	0.79
1.80	-	1.60	29.51	0.29	20.63	9.44	6.84	3.08	1.03
2.10	-	1.59	30.25	0.33	21.18	9.82	7.19	3.63	1.21
2.40	-	1.60	30.37	0.38	21.27	9.89	7.25	4.12	1.37
2.70	-	1.63	30.48	0.44	21.35	9.95	7.30	4.65	1.55
3.00	-	1.91	38.09	0.57	26.90	14.07	11.19	8.77	2.92



$$q = \gamma \cdot D_f$$

K_{py} = passive pressure coefficient

Ang. Fric.	K _{py}	kpy D _f : 250
0	10.8	27.58
5	12.2	27.58
10	14.7	29.51
15	18.6	30.25
20	25	30.37
25	35	30.48
30	52	38.09
35	82	0.00
40	141	0.00
45	298	0.00
50	800	0.00

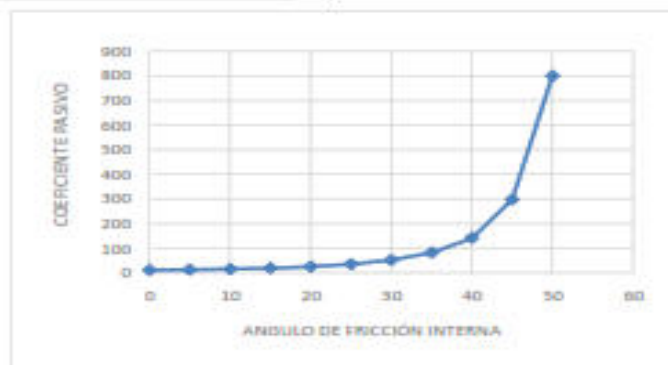
FACTORES DE CARGA

$$N_c = \cot \phi [N_q - 1]$$

$$N_q = \frac{a^2}{2 \cos^2 \left(45 + \frac{\phi}{2} \right)}$$

$$N_\gamma = \frac{1}{2} \left(\frac{K_{py}}{\cos^2 \phi} - 1 \right) \cdot \tan \phi$$

$$a = e^{(0.75 \cdot \phi - \phi/2) \cdot \tan \phi}$$





**SERVICIO DE ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS CON
FINES DE CIMENTACION PARA LA SUB ESTACION SANTA
MARIA**

GXT

Rev.

1

Fecha

JULIO
2023



GEOXPLOTEC S.A.C.

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO, CONTROL DE CALIDAD Y ASISTENCIA TÉCNICA.

-ESTUDIO DE INGENIERÍA, CONSULTORÍA, SUPERVISIÓN Y EJECUCIÓN DE OBRAS CIVILES

AV. JORGE CHAVEZ B-3-5 WANCHAQ-CUSCO-PERÚ

CEL: 929191436 - 964200692

DEPARTAMENTO DE GEOTECNIA

PROYECTO: Estudio de Mecanica de Suelos para la Sub - Estación Santa María.

UBICACION: Sub - Estación Santa María.

SOLICITA: Informática y Electricidad.

FECHA: Julio del 2023

CALICATA: C-02

PROFUND: 2.9 mts

**CAPACIDAD DE CARGA ÚLTIMA Y ADMISIBLE SEGÚN MEYERHOF
CIMIENTO CUADRADO CORTE LOCAL**

$$q_{cu} = 2/3c * N_c * F_{cs} * F_{cd} * F_{ci} + q * N_q * F_{qs} * F_{qd} * F_{qi} + 0.5 * B * \gamma * N_\gamma * F_{\gamma s} * F_{\gamma d} * F_{\gamma i}$$

Ángulo de Inclinación de la Carga
con respecto a la Vertical:

0° 00' 00"

B= 1.50 m

L= 2.00 m

F.S. = 3

D _f (m)	F _{cs}	F _{qs}	F _{ys}	F _{cd}	F _{qd}	F _{yd}	F _{ci}	F _{qi}	F _{yi}
0.30	1.16	1.03	0.70	1.08	1.01	1.00	1.00	1.00	1.00
0.60	1.33	1.28	0.70	1.16	1.13	1.00	1.00	1.00	1.00
0.90	1.34	1.29	0.70	1.24	1.19	1.00	1.00	1.00	1.00
1.20	1.34	1.29	0.70	1.32	1.25	1.00	1.00	1.00	1.00
1.50	1.34	1.29	0.70	1.40	1.32	1.00	1.00	1.00	1.00
1.80	1.35	1.31	0.70	1.35	1.28	1.00	1.00	1.00	1.00
2.10	1.36	1.31	0.70	1.38	1.30	1.00	1.00	1.00	1.00
2.40	1.36	1.31	0.70	1.40	1.32	1.00	1.00	1.00	1.00
2.70	1.36	1.31	0.70	1.43	1.34	1.00	1.00	1.00	1.00
3.00	1.40	1.36	0.70	1.44	1.34	1.00	1.00	1.00	1.00

FACTORES DE CARGA

$$N_q = e^{\gamma \tan \phi} * \tan^2 \left(45 + \frac{\phi}{2} \right)$$

$$N_c = (N_q - 1) \cot \phi$$

$$N_\gamma = (N_q - 1) \tan(1.4 \phi)$$

FACTORES DE FORMA

$$F_{cs} = 1 + \frac{B'}{L} * \frac{N_q}{N_c}$$

$$F_{qs} = 1 + \frac{B'}{L} * \tan \phi$$

$$F_{\gamma s} = 1 - \frac{0.4}{L} * B'$$

FACTORES DE PROFUNDIDAD

$$F_{cd} = 1 + 0.4 * \frac{D_f}{B'}$$

$$F_{qd} = 1 + 2 \tan \phi * (1 - \sin \phi)^2 * \frac{D_f}{B'}$$

$$F_{yd} = 1$$

FACTORES DE INCLINACION

$$F_{ci} = \left(1 - \frac{\beta}{90} \right)^2$$

$$F_{qi} = \left(1 - \frac{\beta}{90} \right)^2$$

$$F_{\gamma i} = \left(1 - \frac{\beta}{\phi} \right)^2$$



**SERVICIO DE ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS CON
FINES DE CIMENTACION PARA LA SUB ESTACION SANTA
MARIA**

GXT

Rev.

1

Fecha

JULIO
2023

GEOXPLOTEC S.A.C.

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO, CONTROL DE CALIDAD Y ASISTENCIA TÉCNICA.



- ESTUDIO DE INGENIERÍA, CONSULTORÍA, SUPERVISIÓN Y EJECUCIÓN DE OBRAS CIVILES

AV. JORGE CHAVEZ B-3-5 WANCHAQ-CUSCO-PERÚ

CEL: 929191436 - 964200692

DEPARTAMENTO DE GEOTECNIA

PROYECTO: Estudio de Mecánica de Suelos para la Sub - Estación Santa María.

UBICACION: Sub - Estación Santa María.

SOLICITA: Informática y Electricidad.

FECHA: Julio del 2023

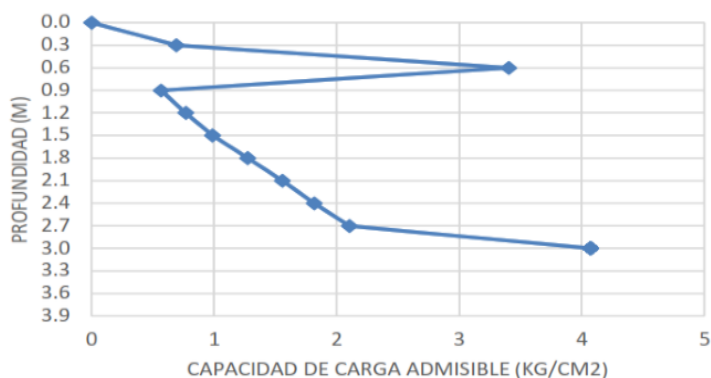
CALICATA: C-02

PROFUND: 2.9 mts

CAPACIDAD DE CARGA ÚLTIMA Y ADMISIBLE SEGÚN MEYERHOF

D_f (m)	D_f/B	c (kg/cm ²)	γ (gr/cm ³)	q (kg/cm ²)	N_c	N_q	N_γ	q_{cu} (kg/cm ²)	q_a (kg/cm ²)
0.30	0.20	0.44	1.62	0.05	5.67	1.21	0.01	2.08	0.69
0.60	0.40	0.57	1.72	0.10	15.36	6.76	3.16	10.21	3.40
0.90	0.60	-	1.60	0.14	16.00	7.20	3.53	1.70	0.57
1.20	0.80	-	1.59	0.19	16.12	7.28	3.60	2.30	0.77
1.50	1.00	-	1.59	0.23	16.17	7.32	3.63	2.96	0.99
1.80	1.20	-	1.60	0.28	17.17	8.02	4.25	3.82	1.27
2.10	1.40	-	1.59	0.32	17.60	8.33	4.52	4.67	1.56
2.40	1.60	-	1.60	0.37	17.67	8.39	4.57	5.45	1.82
2.70	1.80	-	1.63	0.43	17.74	8.44	4.62	6.31	2.10
3.00	2.00	-	1.91	0.56	22.11	11.74	7.88	12.22	4.07

**CAPACIDAD DE CARGA
ADMISIBLE**



CONSULTORES S.A.C



**SERVICIO DE ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS CON
FINES DE CIMENTACION PARA LA SUB ESTACION SANTA
MARIA**

GXT

Rev.

1

Fecha

JULIO
2023

GEOXPLOTEC S.A.C.

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO, CONTROL DE CALIDAD Y ASISTENCIA TÉCNICA.



-ESTUDIO DE INGENIERÍA, CONSULTORÍA, SUPERVISIÓN Y EJECUCIÓN DE OBRAS CIVILES

AV. JORGE CHAVEZ B-3-5 WANCHAQ-CUSCO-PERÚ

CEL: 929191436 - 964200692

DEPARTAMENTO DE GEOTECNIA

PROYECTO: Estudio de Mecánica de Suelos para la Sub - Estación Santa María.

UBICACION: Sub - Estación Santa María.

SOLICITA: Informática y Electricidad.

FECHA: Julio del 2023

CALICATA: C-02

PROFUND: 2.9 mts

**CAPACIDAD DE CARGA ÚLTIMA Y ADMISIBLE SEGÚN VESIC
CIMIENTO CUADRADO CORTE LOCAL**

$$q_{cu} = 2/3c * N_c * F_{cs} * F_{cd} * F_{ci} * F_{cc} + q * N_q * F_{qs} * F_{qd} * F_{qi} * F_{qc} + 0.5 * B * \gamma * N_\gamma * F_{\gamma s} * F_{\gamma d} * F_{\gamma i} * F_{\gamma c}$$

Ángulo de inclinación de la Carga
con respecto a la Vertical:

0° 00' 00"

B= 1.50 m

L= 2.00 m

F.S. = 3

D _f (m)	F _{cs}	F _{qs}	F _{ys}	F _{cd}	F _{qd}	F _{yd}	F _{ci} = F _{qi}	F _{yi}	F _{cc}	F _{qc} = F _{yc}
0.30	1.16	1.03	0.70	1.08	1.01	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
0.60	1.33	1.28	0.70	1.16	1.13	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
0.90	1.34	1.29	0.70	1.24	1.19	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
1.20	1.34	1.29	0.70	1.32	1.25	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
1.50	1.34	1.29	0.70	1.40	1.32	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
1.80	1.35	1.31	0.70	1.35	1.28	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
2.10	1.36	1.31	0.70	1.38	1.30	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
2.40	1.36	1.31	0.70	1.40	1.32	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
2.70	1.36	1.31	0.70	1.43	1.34	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
3.00	1.40	1.36	0.70	1.44	1.34	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

FACTORES DE CARGA

$$N_q = \tan^2 \left(45 + \frac{\phi}{2} \right) * e^{\pi * \tan \phi}$$

$$N_c = (N_q - 1) \cot \phi$$

$$N_\gamma = 2(N_q + 1) \tan \phi$$

FACTORES DE PROFUNDIDAD

$$F_{cd} = 1 + 0.4 * \frac{D_f}{B'}$$

$$F_{qd} = 1 + 2 \tan \phi * (1 - \sin \phi)^2 * \frac{D_f}{B'}$$

$$F_{\gamma d} = 1$$

FACTORES DE FORMA

$$F_{cs} = 1 + \frac{B'}{L} * \frac{N_q}{N_c}$$

$$F_{qs} = 1 + \frac{B'}{L} * \tan \phi$$

$$F_{\gamma s} = 1 - \frac{0.4}{L} * B'$$

FACTORES DE INCLINACION

$$F_{ci} = \left(1 - \frac{\beta}{90} \right)^2$$

$$F_{qi} = \left(1 - \frac{\beta}{90} \right)^2$$

$$F_{\gamma i} = \left(1 - \frac{\beta}{\phi} \right)^2$$



**SERVICIO DE ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS CON
FINES DE CIMENTACION PARA LA SUB ESTACION SANTA
MARIA**

GXT

Rev.

1

Fecha

JULIO
2023

GEOXPLOTEC S.A.C.

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO, CONTROL DE CALIDAD Y ASISTENCIA TÉCNICA.

-ESTUDIO DE INGENIERÍA, CONSULTORÍA, SUPERVISIÓN Y EJECUCIÓN DE OBRAS CIVILES

AV. JORGE CHAVEZ B-3-5 WANCHAQ-CUSCO-PERÚ

CEL: 929191436 - 964200692

DEPARTAMENTO DE GEOTECNIA

PROYECTO: Estudio de Mecanica de Suelos para la Sub - Estación Santa María.

UBICACION: Sub - Estación Santa María.

SOLICITA: Informática y Electricidad.

FECHA: Julio del 2023

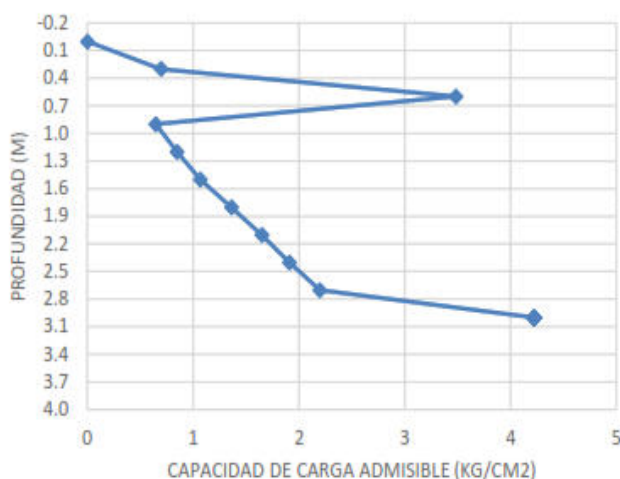
CALICATA: C-02

PROFUND: 2.9 mts

CAPACIDAD DE CARGA ÚLTIMA Y ADMISIBLE SEGÚN VESIC

D_f (m)	c (kg/cm ²)	γ (gr/cm ³)	q (kg/cm ²)	N_c	N_q	N_γ	q_{cu} (kg/cm ²)	q_a (kg/cm ²)
0.30	0.44	1.62	0.05	5.67	1.21	0.17	2.09	0.70
0.60	0.57	1.72	0.10	15.36	6.76	5.82	10.45	3.48
0.90	-	1.60	0.14	16.00	7.20	6.35	1.94	0.65
1.20	-	1.59	0.19	16.12	7.28	6.45	2.54	0.85
1.50	-	1.59	0.23	16.17	7.32	6.50	3.20	1.07
1.80	-	1.60	0.28	17.17	8.02	7.39	4.08	1.36
2.10	-	1.59	0.32	17.60	8.33	7.78	4.94	1.65
2.40	-	1.60	0.37	17.67	8.39	7.85	5.73	1.91
2.70	-	1.63	0.43	17.74	8.44	7.91	6.59	2.20
3.00	-	1.91	0.56	22.11	11.74	12.38	12.67	4.22

**CAPACIDAD DE CARGA
ADMISIBLE**





SERVICIO DE ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS CON
FINES DE CIMENTACION PARA LA SUB ESTACION SANTA
MARIA

GXT

Rev.

1

Fecha

JULIO
2023



GEOXPLOTEC S.A.C.
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO, CONTROL DE CALIDAD Y ASISTENCIA TÉCNICA.

-ESTUDIO DE INGENIERÍA, CONSULTORÍA, SUPERVISIÓN Y EJECUCIÓN DE OBRAS CIVILES

AV. JORGE CHAVEZ B-3-5 WANCHAQ-CUSCO-PERÚ

CEL: 929191436 - 964200692

DEPARTAMENTO DE GEOTECNIA

PROYECTO: Estudio de Mecanica de Suelos para la Sub - Estación Santa María.

UBICACION: Sub - Estación Santa María.

SOLICITA: Informática y Electricidad.

FECHA: Julio del 2023

CALICATA: C-02

PROFUND: 2.9 mts

ASENTAMIENTO INMEDIATO

ASENTAMIENTO EN EL CENTRO DE LA ZAPATA

$$S = 2 * q_a * B * \frac{1 - \mu^2}{E} * N$$

B= 1.50 m

L= 2.00 m

D_f= 2.50 m

ASENTAMIENTO EN LAS ESQUINAS DE LA ZAPATA

$$S = q_a * B * \frac{1 - \mu^2}{E} * N$$

El valor mas crítico es el
Asentamiento en el Centro

D _f (m)	q _a (kg/cm ²)				μ	E (kg/cm ²)	N	q _a (kg/cm ²)
	Skempton	Terzaghi	Meyerhof	Vesic				Hanssen
0.30	0.96	0.81	0.69	0.70	0.33	75.38	0.63	1.17
0.60	1.31	3.46	3.40	3.48	0.33	102.49	0.63	10.91
0.90	-	0.54	0.57	0.65	0.15	261.11	0.63	1.99
1.20	-	0.67	0.77	0.85	0.15	255.87	0.63	2.68
1.50	-	0.79	0.99	1.07	0.15	255.87	0.63	3.41
1.80	-	1.03	1.27	1.36	0.15	337.71	0.63	4.57
2.10	-	1.21	1.56	1.65	0.15	322.55	0.63	5.65
2.40	-	1.37	1.82	1.91	0.15	330.66	0.63	6.59
2.70	-	1.55	2.10	2.20	0.15	352.21	0.63	7.62
3.00	-	2.92	4.07	4.22	0.15	731.10	0.63	16.77

D _f (m)	ASENTAMIENTOS EN EL CENTRO DE LA ZAPATA (cm)									
	Skempton		Terzaghi		Meyerhof		Vesic		Hanssen	
	Calculado	Corregido	Calculado	Corregido	Calculado	Corregido	Calculado	Corregido	Calculado	Corregido
0.30	2.14	2.14	1.81	1.81	1.55	1.55	1.56	1.56	2.61	2.50
0.60	2.15	2.15	5.67	2.50	5.58	2.50	5.71	2.50	17.90	2.50
0.90	-	-	0.38	0.38	0.40	0.40	0.45	0.45	1.40	1.40
1.20	-	-	0.48	0.48	0.55	0.55	0.61	0.61	1.92	1.92
1.50	-	-	0.57	0.57	0.71	0.71	0.77	0.77	2.45	2.45
1.80	-	-	0.56	0.56	0.69	0.69	0.74	0.74	2.49	2.49
2.10	-	-	0.69	0.69	0.89	0.89	0.94	0.94	3.22	2.50
2.40	-	-	0.76	0.76	1.01	1.01	1.06	1.06	3.66	2.50
2.70	-	-	0.81	0.81	1.10	1.10	1.15	1.15	3.98	2.50
3.00	-	-	0.73	0.73	1.02	1.02	1.06	1.06	4.21	2.50

S _{max} (cm)	ASENTAMIENTOS MÁXIMOS CALCULADOS				
	Skempton	Terzaghi	Meyerhof	Vesic	Hanssen
		5.67	5.58	5.71	

$$S_{max} = 5.71 \text{ cm} \leq 2.5 \text{ cm} \quad \text{MAL}$$

Los asentamientos superan los límites permisibles, por lo que se debe realizar correcciones en la Capacidad de Carga Admisible, Reduciendo el Asentamiento

S _{max} (cm)	ASENTAMIENTOS MÁXIMOS CORREGIDOS				
	Skempton	Terzaghi	Meyerhof	Vesic	Hanssen
		2.50	2.50	2.50	

$$S_{max} = 2.50 \text{ cm} \leq 2.5 \text{ cm} \quad \text{Ok!}$$



**SERVICIO DE ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS CON
FINES DE CIMENTACION PARA LA SUB ESTACION SANTA
MARIA**

GXT

Rev.

1

Fecha

JULIO
2023

GEOXPLOTEC S.A.C.

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO, CONTROL DE CALIDAD Y ASISTENCIA TÉCNICA.



-ESTUDIO DE INGENIERÍA, CONSULTORÍA, SUPERVISIÓN Y EJECUCIÓN DE OBRAS CIVILES
AV. JORGE CHAVEZ B-3-5 WACHAQ-CUSCO-PERÚ

CEL: 929191436 - 964200692

DEPARTAMENTO DE GEOTECNIA

PROYECTO: Estudio de Mecanica de Suelos para la Sub - Estación Santa María.

UBICACION: Sub - Estación Santa María.

SOLICITA: Informática y Electricidad.

FECHA: Julio del 2023

CALICATA: C-02

PROFUND: 2.9 mts

CORRECCIÓN DE CAPACIDAD DE CARGA ADMISIBLE POR ASENTAMIENTO

CAPACIDAD ADMISIBLE PARA ASENTAMIENTO = 2.54 cm

$$q_a = \frac{S * E}{2 * B * (1 - \mu^2) * N}$$

B= 1.50 m

L= 2.00 m

D_f= 2.50 m

D _f (m)	q _s Calculados (kg/cm ²)					q _s Corregidos (kg/cm ²)				
	Skempton	Terzaghi	Meyerhof	Vesic	Hanssen	Skempton	Terzaghi	Meyerhof	Vesic	Hanssen
0.30	0.96	0.81	0.69	0.70	1.17	0.96	0.81	0.69	0.70	1.12
0.60	1.31	3.46	3.40	3.48	10.91	1.31	1.52	1.52	1.52	1.52
0.90	-	0.54	0.57	0.65	1.99	-	0.54	0.57	0.65	1.99
1.20	-	0.67	0.77	0.85	2.68	-	0.67	0.77	0.85	2.68
1.50	-	0.79	0.99	1.07	3.41	-	0.79	0.99	1.07	3.41
1.80	-	1.03	1.27	1.36	4.57	-	1.03	1.27	1.36	4.57
2.10	-	1.21	1.56	1.65	5.65	-	1.21	1.56	1.65	4.39
2.40	-	1.37	1.82	1.91	6.59	-	1.37	1.82	1.91	4.50
2.70	-	1.55	2.10	2.20	7.62	-	1.55	2.10	2.20	4.79
3.00	-	2.92	4.07	4.22	16.77	-	2.92	4.07	4.22	9.95

**LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO, CONTROL DE CALIDAD Y ASISTENCIA
TÉCNICA.**



-ESTUDIO DE INGENIERÍA, CONSULTORÍA, SUPERVISIÓN Y EJECUCIÓN DE OBRAS CIVILES
AV. JORGE CHAVEZ B-3-5 WACHAQ-CUSCO-PERÚ

CEL: 929191436 - 964200692

DEPARTAMENTO DE GEOTECNIA

PROYECTO: Estudio de Mecanica de Suelos para la Sub - Estación Santa María.

UBICACION: Sub - Estación Santa María.

SOLICITA: Informática y Electricidad.

FECHA: Julio del 2023

CALICATA: C-02

PROFUND: 2.9 mts

RESUMEN DE RESULTADOS

		q _s (kg/cm ²)					q _s Mínima (kg/cm ²)
		Skempton	Terzaghi	Meyerhof	Vesic	Hanssen	
D_f (m)	0.30	0.96	0.81	0.69	0.70	1.12	0.69
	0.60	1.31	1.52	1.52	1.52	1.52	1.31
	0.90	-	0.54	0.57	0.65	1.99	0.54
	1.20	-	0.67	0.77	0.85	2.68	0.67
	1.50	-	0.79	0.99	1.07	3.41	0.79
	1.80	-	1.03	1.27	1.36	4.57	1.03
	2.10	-	1.21	1.56	1.65	4.39	1.21
	2.40	-	1.37	1.82	1.91	4.50	1.37
	2.70	-	1.55	2.10	2.20	4.79	1.55
	3.00	-	2.92	4.07	4.22	9.95	2.92



SERVICIO DE ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS CON
FINES DE CIMENTACION PARA LA SUB ESTACION SANTA
MARIA

GXT

Rev.

1

Fecha

JULIO
2023

GEOXPLOTEC S.A.C.
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO, CONTROL DE CALIDAD Y ASISTENCIA TÉCNICA.



-ESTUDIO DE INGENIERÍA, CONSULTORÍA, SUPERVISIÓN Y EJECUCIÓN DE OBRAS CIVILES
AV. JORGE CHAVEZ B-3-5 WACHAQ-CUSCO-PERÚ

CEL: 929191436 - 964200692

DEPARTAMENTO DE GEOTECNIA

PROYECTO: Estudio de Mecánica de Suelos para la Sub - Estación Santa María.

UBICACION: Sub - Estación Santa María.

SOLICITA: Informática y Electricidad.

FECHA: Julio del 2023

CALICATA: C-02

PROFUND: 2.9 mts

INCREMENTO DEL ESFUERZO VERTICAL CAUSADO POR UNA CARGA

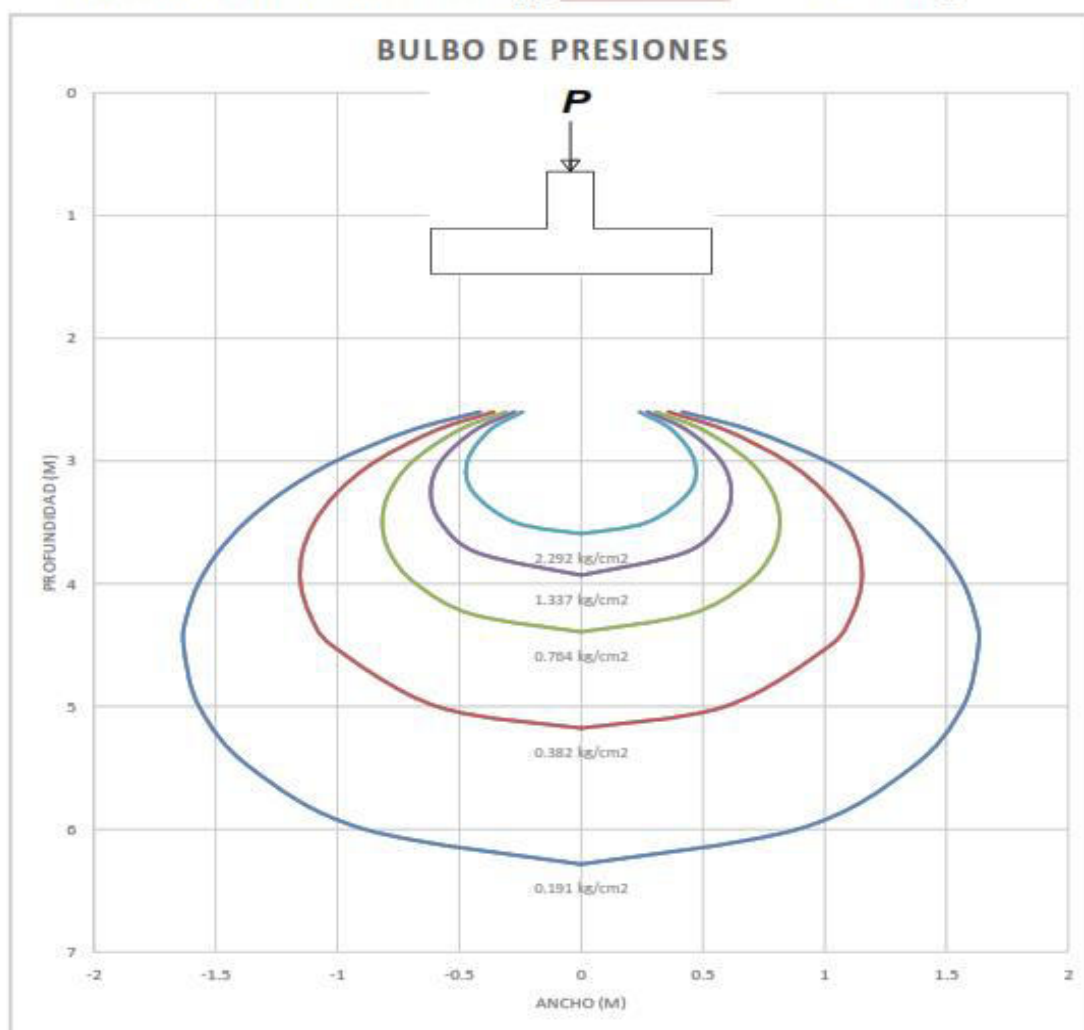
$$\sigma_z = \frac{3 * P * z^3}{2 * \pi * (r^2 + z^2)^{5/2}}$$

B= 1.50 m

L= 2.00 m

Profundidad de Cimentación Recomendada (D_r): 2.50 m

P = 57301 kg





**SERVICIO DE ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS CON
FINES DE CIMENTACION PARA LA SUB ESTACION SANTA
MARIA**

GXT

Rev.

1

Fecha

JULIO
2023

C - 03

GEOXPLOTEC
CONSULTORES S.A.C.



**SERVICIO DE ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS CON
FINES DE CIMENTACION PARA LA SUB ESTACION SANTA
MARIA**

GXT

Rev.

1

Fecha

JULIO
2023



GEOXPLOTEC S.A.C.

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO, CONTROL DE CALIDAD Y ASISTENCIA TÉCNICA.

-ESTUDIO DE INGENIERÍA, CONSULTORÍA, SUPERVISIÓN Y EJECUCIÓN DE OBRAS CIVILES

AV. JORGE CHAVEZ B-3-5 WANCHAQ-CUSCO-PERÚ

CEL: 929191436 - 964200692

DEPARTAMENTO DE GEOTECNIA

PROYECTO: Estudio de Mecanica de Suelos para la Sub - Estación Santa María.

UBICACION: Sub - Estación Santa María.

SOLICITA: Informática y Electricidad.

FECHA: Julio del 2023

CALICATA: C-03

PROFUND: 2.60 mts

General

PENETRÓMETRO DINÁMICO LIGERO (DPL)

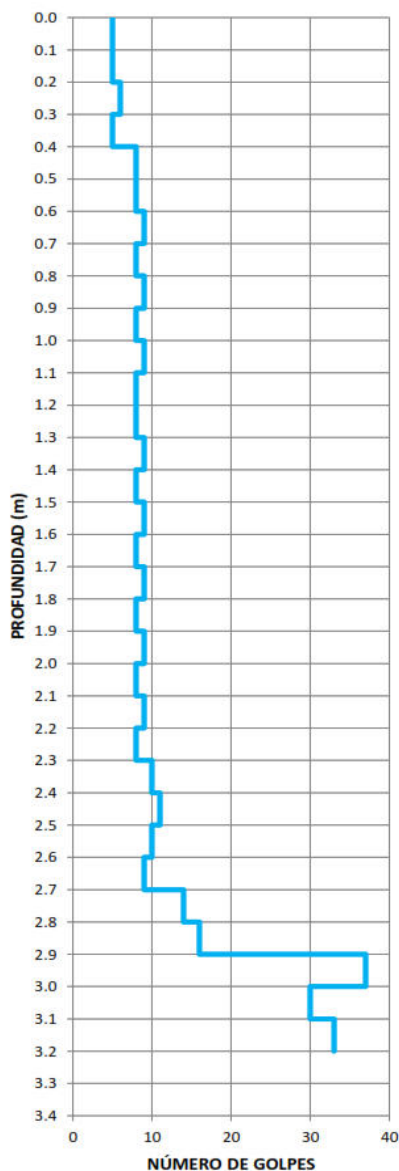
NTP 339.159, Norma DIN 4094 y Norma IRTP/DP

DPL

PROFUNDIDAD (m)	NRO DE GOLPES
0.10	
0.20	
0.30	
0.40	
0.50	
0.60	
0.70	
0.80	
0.90	
1.00	
1.10	
1.20	
1.30	
1.40	
1.50	
1.60	
1.70	
1.80	
1.90	
2.00	
2.10	
2.20	
2.30	
2.40	
2.50	
2.60	
2.70	9
2.80	14
2.90	16
3.00	37
3.10	30
3.20	33

Calicata de Exploración

DPL



CORRELACIÓN ENTRE DPL Y SPT

$$W_0 = N * W * H = q_{din} * A * E$$

$$q_{din} = \frac{N_{SPT} * W_{SPT} * H_{SPT}}{A_{SPT} * E_{SPT}} = \frac{N_{DPL} * W_{DPL} * H_{DPL}}{A_{DPL} * E_{DPL}}$$

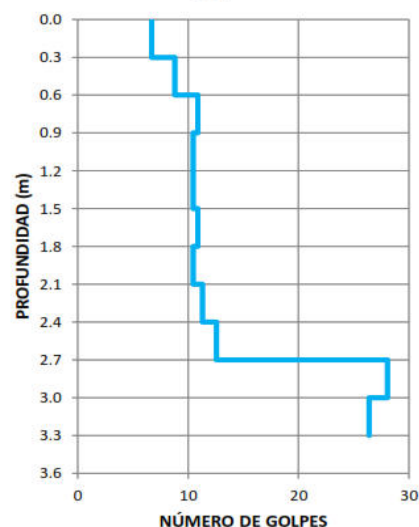
$$N_{SPT} = N_{DPL} * \frac{W_{DPL} * H_{DPL}}{A_{DPL} * E_{DPL}} * \frac{A_{SPT} * E_{SPT}}{W_{SPT} * H_{SPT}}$$


Tipo Penetrómetro	DPL	SPT
Peso de Martillo W (kg)	10.00	63.50
Altura de Caída H (cm)	50.00	76.20
Área de Punta A (cm²)	5.00	20.27
Espesor de Hínca E (cm)	30.00	30.00

SPT

PROFUNDIDAD (m)	NRO DE GOLPES
0.30	6.70
0.60	8.79
0.90	10.89
1.20	10.47
1.50	10.47
1.80	10.89
2.10	10.47
2.40	11.31
2.70	12.56
3.00	28.06
3.30	26.38

SPT



	SERVICIO DE ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS CON FINES DE CIMENTACION PARA LA SUB ESTACION SANTA MARIA	GXT	
		Rev.	1
		Fecha	JULIO
			2023



GEOXPLOTEC S.A.C.

**LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO, CONTROL DE CALIDAD Y ASISTENCIA
TÉCNICA.**

ESTUDIO DE INGENIERÍA, CONSULTORÍA, SUPERVISIÓN Y EJECUCIÓN DE OBRAS CIVILES

AV. JORGE CHAVEZ B-3-5 WANCHAQ-CUSCO-PERÚ

CEL: 929191436 - 964200692

DEPARTAMENTO DE GEOTECNIA

PROYECTO: Estudio de Mecanica de Suelos para la Sub - Estación Santa María.

UBICACION: Sub - Estación Santa María.

SOLICITA: Informática y Electricidad.

FECHA: Julio del 2023

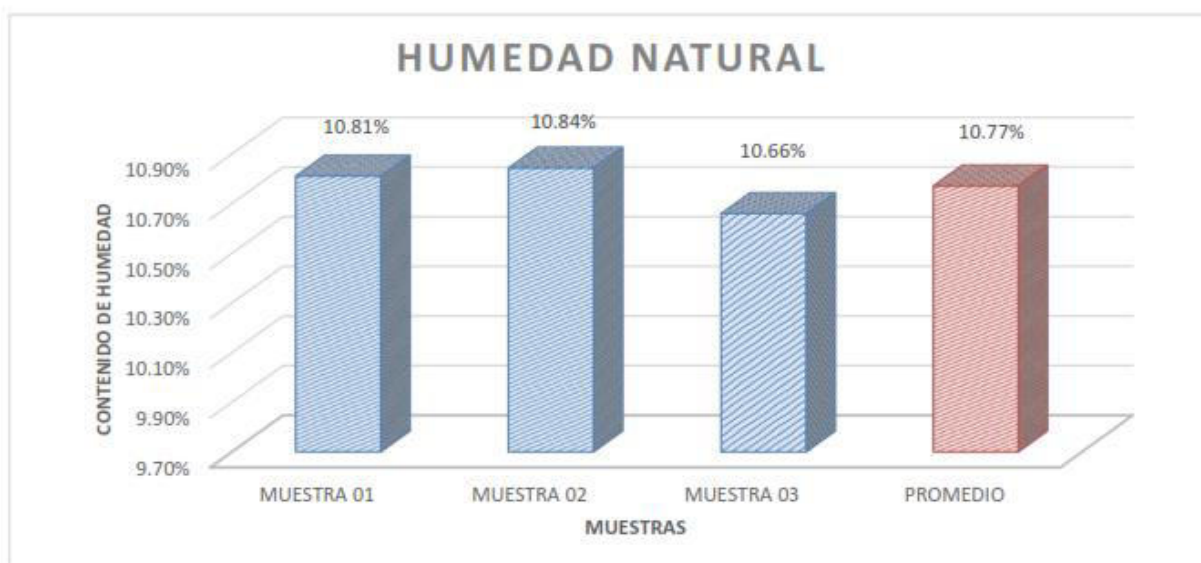
CALICATA: C-03

PROFUND: 2.60 mts

HUMEDAD NATURAL

NTP - 339.127, Basado en la Norma ASTM D-2216

DESCRIPCIÓN	MUESTRA 01	MUESTRA 02	MUESTRA 03
Peso de Capsula (gr)	9.77	9.94	9.50
Peso de Capsula + Muestra Húmeda (gr)	13.05	11.78	11.68
Peso de Capsula + Muestra Seca (gr)	12.73	11.60	11.47
Peso del Agua (gr)	0.32	0.18	0.21
Peso de la Muestra Seca (gr)	2.96	1.66	1.97
Contenido de Humedad	10.81%	10.84%	10.66%



CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL =

10.77%



SERVICIO DE ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS CON
FINES DE CIMENTACION PARA LA SUB ESTACION SANTA
MARIA

GXT

Rev.

1

Fecha

JULIO
2023



GEOXPLOTEC S.A.C.

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO, CONTROL DE CALIDAD Y ASISTENCIA TÉCNICA.

-ESTUDIO DE INGENIERÍA, CONSULTORÍA, SUPERVISIÓN Y EJECUCIÓN DE OBRAS CIVILES

AV. JORGE CHAVEZ B-3-5 WANCHAQ-CUSCO-PERÚ

CEL: 929191436 - 964200692

DEPARTAMENTO DE GEOTECNIA

PROYECTO: Estudio de Mecanica de Suelos para la Sub - Estación Santa María.

UBICACION: Sub - Estación Santa María.

SOLICITA: Informática y Electricidad.

FECHA: Julio del 2023

CALICATA: C-03

PROFUND: 2.60 mts

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

MTC E 107 - 2000, Basado en la Norma ASTM D-422 y AASHTO T-88

Antes del lavado

Peso de la Muestra Seca total= 1500.00 gr

Peso de la fraccion final = 500

Después del lavado

Peso de la Muestra Seca = 1079.00 gr

% de Error en Peso = 0.00%

Ok!

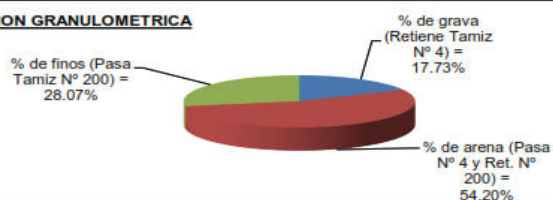
TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (gr)	PESO QUE PASA (gr)	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
4"	100	0.00	1500.00	0.00%	0.00%	100.00%
3"	75	0.00	1500.00	0.00%	0.00%	100.00%
2"	50	0.00	1500.00	0.00%	0.00%	100.00%
1½"	37.5	168.00	1332.00	11.20%	11.20%	88.80%
1"	25	40.00	1292.00	2.67%	13.87%	86.13%
¾"	19	0.00	1292.00	0.00%	13.87%	86.13%
3/8"	9.5	35.00	1257.00	2.33%	16.20%	83.80%
Nº 4	4.75	23.00	1234.00	1.53%	17.73%	82.27%
Nº 10	2	47.00	1187.00	3.13%	20.87%	79.13%
Nº 20	0.850	43.00	1144.00	2.87%	23.73%	76.27%
Nº 40	0.425	207.00	937.00	13.80%	37.53%	62.47%
Nº 60	0.250	81.00	856.00	5.40%	42.93%	57.07%
Nº 100	0.150	357.00	499.00	23.80%	66.73%	33.27%
Nº 200	0.075	78.00	421.00	5.20%	71.93%	28.07%
Cazuela	-	0.00	-	0.00%	71.93%	-
Lavado	-	421.00	-	28.07%	100.00%	-

Total Fracción Retenida en Lavado =

1079.00

100.00%

PROPORCIÓN GRANULOMÉTRICA



% de grava (Retiene Tamiz Nº 4) = 17.73%

% de arena (Pasa Nº 4 y Ret. Nº 200) = 54.20%

% de finos (Pasa Tamiz Nº 200) = 28.07%

Total: 100.00%

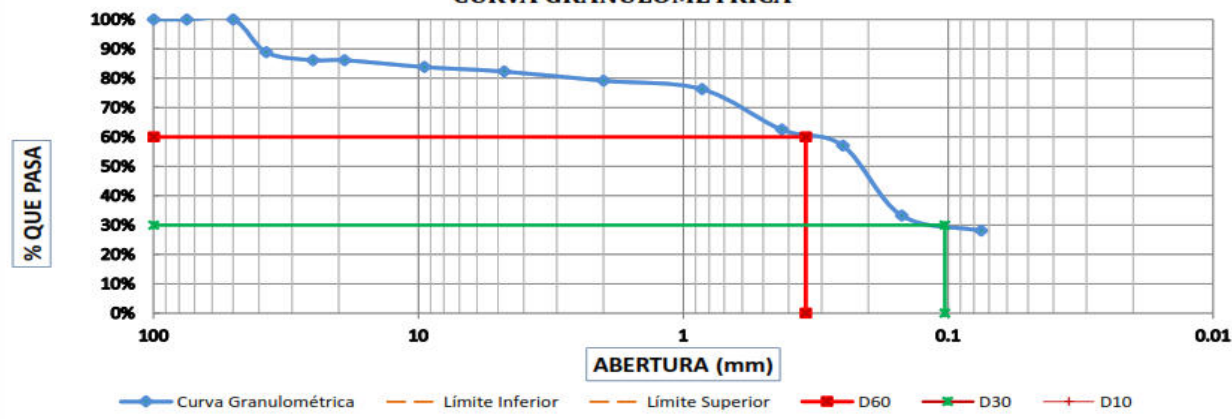
Fracción Gruesa

% de grava = 24.65%

% de arena = 75.35%

Total = 100.00%

CURVA GRANULOMÉTRICA




D60 = 0.35 mm

D30 = 0.10 mm

D10 = -

Cu = -

Cc = -

	SERVICIO DE ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS CON FINES DE CIMENTACION PARA LA SUB ESTACION SANTA MARIA	GXT	1
		Rev.	
		Fecha	JULIO
			2023



GEOXPLOTEC S.A.C.
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO, CONTROL DE CALIDAD Y ASISTENCIA TÉCNICA.
 -ESTUDIO DE INGENIERÍA, CONSULTORÍA, SUPERVISIÓN Y EJECUCIÓN DE OBRAS CIVILES
 AV. JORGE CHAVEZ B-3-5 WANCHAQ-CUSCO-PERÚ
 CEL: 929191436 - 964200692

DEPARTAMENTO DE GEOTECNIA

PROYECTO: Estudio de Mecánica de Suelos para la Sub - Estación Santa María.

UBICACION: Sub - Estación Santa María.

SOLICITA: Informática y Electricidad.

FECHA: Julio del 2023

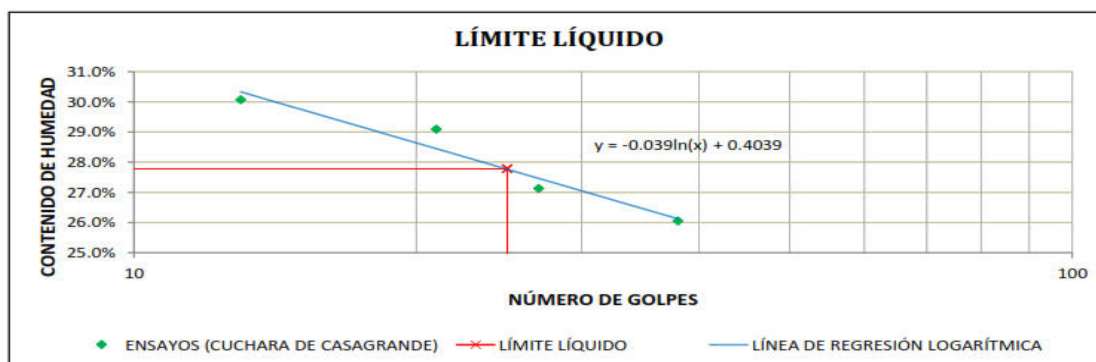
CALICATA: C-03

PROFUND: 2.60 mts

LÍMITE LÍQUIDO

MTC E 110 - 2000, Basado en la Norma ASTM D-4318 y AASHTO T-89

DESCRIPCIÓN	MUESTRA 01	MUESTRA 02	MUESTRA 03	MUESTRA 04
Peso de Capsula (gr)	9.77	7.92	9.86	8.82
Peso de Capsula + Muestra Húmeda (gr)	19.88	23.29	22.06	20.67
Peso de Capsula + Muestra Seca (gr)	17.79	20.01	19.31	17.93
Peso del Agua (gr)	2.09	3.28	2.75	2.74
Peso de la Muestra Seca (gr)	8.02	12.09	9.45	9.11
Contenido de Humedad	26.06%	27.13%	29.10%	30.08%
Número de Golpes	38	27	21	13



LÍMITE PLÁSTICO

MTC E 111 - 2000, Basado en la Norma ASTM D-4318 y AASHTO T-90

DESCRIPCIÓN	MUESTRA 01	MUESTRA 02	MUESTRA 03
Peso de Capsula (gr)	0.00	0.00	0.00
Peso de Capsula + Muestra Húmeda (gr)	0.00	0.00	0.00
Peso de Capsula + Muestra Seca (gr)	0.00	0.00	0.00
Peso del Agua (gr)	0.00	0.00	0.00
Peso de la Muestra Seca (gr)	0.00	0.00	0.00
Contenido de Humedad	0.00%	0.00%	0.00%



LÍMITE LÍQUIDO = 27.78%

LÍMITE PLÁSTICO = NO PRESENTA

ÍNDICE DE PLASTICIDAD = NO PRESENTA



SERVICIO DE ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS CON
FINES DE CIMENTACION PARA LA SUB ESTACION SANTA
MARIA

GXT

Rev.

1

Fecha

JULIO

2023



GEOXPLOTEC S.A.C.
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO, CONTROL DE CALIDAD Y ASISTENCIA TÉCNICA.

-ESTUDIO DE INGENIERÍA, CONSULTORÍA, SUPERVISIÓN Y EJECUCIÓN DE OBRAS CIVILES
AV. JORGE CHAVEZ B-3-5 WANCHAQ-CUSCO-PERÚ

CEL: 929191436 - 964200692

DEPARTAMENTO DE GEOTECNIA

Proyecto: Estudio de Mecanica de Suelos para la Sub - Estación Santa María.

UBICACION: Sub - Estación Santa María.

SOLICITA: Informática y Electricidad.

FECHA: Julio del 2023

CALICATA:

C-03

PROFUND:


2.60 mts


SISTEMA UNIFICADO DE CLASIFICACIÓN DE SUELOS (SUCS)
ASTM D-2487

DATOS PARA CLASIFICACIÓN
De Granulometría
% de Gruesos = 71.93%
% de Finos = 28.07%
Total = 100.00%
% de Grava = 17.73%
% de Arena = 54.20%
Total = 71.93%
Fracción Gruesa
% de Grava = 24.65%
% de Arena = 75.35%
Total = 100.00%
Coefficientes
Cu = -
Cc = -
De Límites de Consistencia
LL = 27.78%
LP = NO PRESENTA
IP = NO PRESENTA
Otros Datos
Tipo = Inorgánico

CRITERIOS PARA LA ASIGNACIÓN DE SÍMBOLOS DE GRUPO Y NOMBRE DE GRUPO CON EL USO DE ENSAYOS DE LABORATORIO			SÍMBOLO	NOMBRE DE GRUPO
SUELOS DE PARTÍCULAS GRUESAS Más del 50% de la fracción gruesa es retenida en la malla Nº 4	GRAVAS LIMPIAS Menos del 5% pasa la malla Nº 200	$Cu \geq 4$ y $1 \leq Cc \leq 3$	GW	Grava bien graduada
		$Cu < 4$ ó $1 > Cc > 3$	GP	Grava mal graduada
	GRAVAS CON FINOS Mas del 12% pasa la malla Nº 200	IP < 4 ó abajo de la línea "A" en la carta de plasticidad	GM	Grava limosa
		IP > 7 y arriba de la línea "A" en la carta de plasticidad	GC	Grava arcillosa
		$4 \leq IP \leq 7$ y arriba de la línea "A" en la carta de plasticidad	GC - GM	Grava limosa arcillosa
	GRAVAS LIMPIAS Y CON FINOS Entre el 5 y 12% pasa malla Nº 200	Cumple los criterios para GW y GM	GW - GM	Grava bien graduada con limo
		Cumple los criterios para GW y GC o para GW y GC - GM	GW - GC	Grava bien graduada con arcilla
		Cumple los criterios para GP y GM	GP - GM	Grava mal graduada con limo
		Cumple los criterios para GP y GC o para GP y GC - GM	GP - GC	Grava mal graduada con arcilla
	ARENAS LIMPIAS Menos del 5% pasa la malla Nº 200	$Cu \geq 6$ y $1 \leq Cc \leq 3$	SW	Arena bien graduada
SUELOS DE PARTÍCULAS FINAS El 50% o más de la fracción gruesa pasa la malla Nº 4		$Cu < 6$ ó $1 > Cc > 3$	SP	Arena mal graduada
	ARENAS CON FINOS Mas del 12% pasa la malla Nº 200	IP < 4 ó abajo de la línea "A" en la carta de plasticidad	SM	Arena limosa
		IP > 7 y arriba de la línea "A" en la carta de plasticidad	SC	Arena arcillosa
		$4 \leq IP \leq 7$ y arriba de la línea "A" en la carta de plasticidad	SC - SM	Arena limosa arcillosa
	ARENAS LIMPIAS Y CON FINOS Entre el 5 y 12% pasa malla Nº 200	Cumple los criterios para SW y SM	SW - SM	Arena bien graduada con limo
		Cumple los criterios para SW y SC o para SW y SC - SM	SW - SC	Arena bien graduada con arcilla
		Cumple los criterios para SP y SM	SP - SM	Arena mal graduada con limo
		Cumple los criterios para SP y SC o para SP y SC - SM	SP - SC	Arena mal graduada con arcilla
	LIMOS Y ARCILLAS Límite Líquido menor que 50	IP < 4 ó abajo de la línea "A" en la carta de plasticidad	ML	Limo de baja plasticidad
		IP > 7 y arriba de la línea "A" en la carta de plasticidad	CL	Arcilla de baja plasticidad
SUELOS ALTAMENTE ORGÁNICOS		$4 \leq IP \leq 7$ y arriba de la línea "A" en la carta de plasticidad	CL - ML	Arcilla limosa
	LIMOS Y ARCILLAS Límite Líquido 50 o mayor	$\frac{\text{Límite Líquido secado al horno}}{\text{Límite Líquido no secado}} < 0.75$	OL	Limo orgánico
		Se grafica en la carta de plasticidad abajo de la línea "A"	MH	Limo de alta plasticidad
		Se grafica en la carta de plasticidad arriba de la línea "A"	CH	Arcilla de alta plasticidad
		$\frac{\text{Límite Líquido secado al horno}}{\text{Límite Líquido no secado}} < 0.75$	OH	Limo orgánico
			Pt	Arcilla orgánica
Principalmente materia orgánica de color oscuro			Pt	Turba

SM = Arena limosa con grava

	SERVICIO DE ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS CON FINES DE CIMENTACION PARA LA SUB ESTACION SANTA MARIA		GXT
			Rev. 1
			Fecha JULIO 2023

	GEOXPLOTEC S.A.C. LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO, CONTROL DE CALIDAD Y ASISTENCIA TÉCNICA. -ESTUDIO DE INGENIERÍA, CONSULTORÍA, SUPERVISIÓN Y EJECUCIÓN DE OBRAS CIVILES AV. JORGE CHAVEZ B-3-5 WANCHAQ-CUSCO-PERÚ		CEL: 929191436 - 964200692
	DEPARTAMENTO DE GEOTECNIA		

PROYECTO: Estudio de Mecanica de Suelos para la Sub - Estación Santa María.

UBICACION: Sub - Estación Santa María.

SOLICITA: Informática y Electricidad.

FECHA: Julio del 2023

CALICATA: C-03

PROFUND: 2.60 mts

DENSIDAD EN CAMPO POR EL MÉTODO DEL CONO DE ARENA

MTC E 117 - 2000, Basado en la Norma ASTM D-1556 y AASHTO T-191

DATOS DE LA ARENA	
Tipo de Arena utilizada:	Machupicchu
Peso Unitario de la Arena (gr/cm ³) =	1.49 gr/cm ³

DATOS DEL ENSAYO	
Número de Cono	1
Peso del Frasco + Cono antes de usarlo (gr)	6341.00
Peso del Frasco + Cono después de usarlo (gr)	3250.00
Peso del Suelo Húmedo (gr)	1372.00
Peso de la Arena Utilizada, hueco + cono (gr)	3091.00
Peso de la Arena en el Cono (gr)	1881.00
Peso de la Arena en el Hueco (gr)	1210.00
Volumen del Hueco (cm ³)	812.08
Densidad Natural Húmeda (gr/cm ³)	1.69

CONTENIDO DE HUMEDAD	
Peso de Capsula (gr)	19.67
Peso de Capsula + Muestra Húmeda (gr)	106.56
Peso de Capsula + Muestra Seca (gr)	98.18
Peso del Agua (gr)	8.38
Peso de la Muestra Seca (gr)	78.51
Contenido de Humedad	10.67%

DENSIDAD NATURAL HUMEDA = 1.69 gr/cm³

DENSIDAD NATURAL SECA = 1.53 gr/cm³

CONDICION PARA CASOS CON NIVEL FREATICO
--

γ_{sat} = peso específico saturado del suelo

γ_w = peso específico del agua

Además, el valor de γ en el último término de las ecuaciones se tiene que reemplazar por $\gamma' =$

$\gamma_{sat} - \gamma_w$.

pesoe específico del agua (Yw):	1.0	gr/cm ³
peso específico saturado del material (Ysat):	1.6	gr/cm ⁴
peso específico sumergido del material (Y!):	0.6	gr/cm ⁵

El pesoe específico sumergido del suelo se usara para los calculos a partir del nivel freatico



**SERVICIO DE ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS CON
FINES DE CIMENTACION PARA LA SUB ESTACION SANTA
MARIA**

GXT

Rev.	1
Fecha	JULIO 2023



GEOXPLOTEC S.A.C.
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO, CONTROL DE CALIDAD Y ASISTENCIA TÉCNICA.
-ESTUDIO DE INGENIERÍA, CONSULTORÍA, SUPERVISIÓN Y EJECUCIÓN DE OBRAS CIVILES
AV. JORGE CHAVEZ B-3-5 WANCHAQ-CUSCO-PERÚ
CEL: 929191436 - 964200692

DEPARTAMENTO DE GEOTECNIA

PROYECTO: Estudio de Mecánica de Suelos para la Sub - Estación Santa María.

UBICACION: Sub - Estación Santa María.

SOLICITA: Informática y Electricidad.

FECHA: Julio del 2023

CALICATA: C-03

PROFUND: 2.60 mts

**CAPACIDAD DE CARGA ÚLTIMA Y ADMISIBLE SEGÚN TERZAGHI
CIMIENTO CUADRADO FALLA LOCAL**

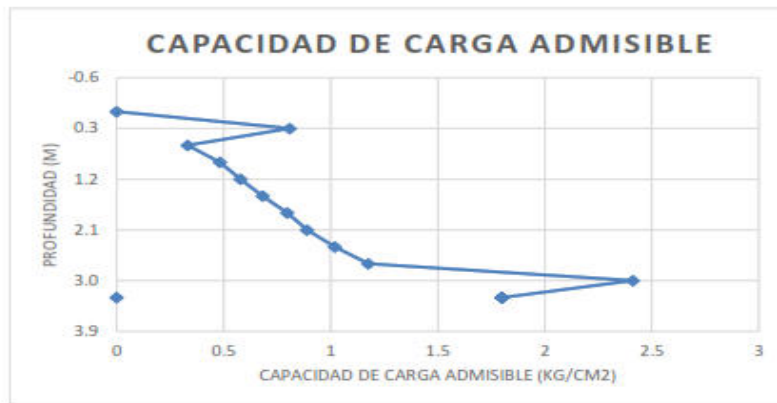
$$q_{cu} = 0.867c * N_c + q * N_q + 0.4 * B * \gamma * N_\gamma$$

$$q = \gamma * D_f$$

B= 1.50 m
L= 2.00 m

F.S. = 3

D _f (m)	c (kg/cm ²)	γ (gr/cm ³)	K _{py}	q (kg/cm ²)	N _c	N _q	N _γ	q _{cu} (kg/cm ²)	q _a (kg/cm ²)
0.30	0.44	1.33	11.40	0.04	6.34	1.24	0.19	2.42	0.81
0.60	-	1.35	26.10	0.08	18.36	7.88	5.39	1.00	0.33
0.90	-	1.42	27.35	0.13	19.15	8.42	5.90	1.45	0.48
1.20	-	1.41	27.23	0.17	19.07	8.36	5.85	1.74	0.58
1.50	-	1.41	27.23	0.21	19.07	8.36	5.85	2.05	0.68
1.80	-	1.42	27.35	0.25	19.15	8.42	5.90	2.39	0.80
2.10	-	1.41	27.23	0.30	19.07	8.36	5.85	2.67	0.89
2.40	-	1.42	27.46	0.34	19.22	8.47	5.94	3.06	1.02
2.70	-	1.44	27.93	0.39	19.53	8.68	6.14	3.53	1.18
3.00	-	1.72	35.77	0.51	25.56	13.04	10.06	7.24	2.41



$$q = \gamma * D_f$$

K_{py} = passive pressure coefficient

Ang. Fric.	K _{py}	kpy D _f : 250
0	10.8	27.23
5	12.2	27.23
10	14.7	27.35
15	18.6	27.23
20	25	27.46
25	35	27.93
30	52	35.77
35	82	0.00
40	141	0.00
45	298	0.00
50	800	0.00

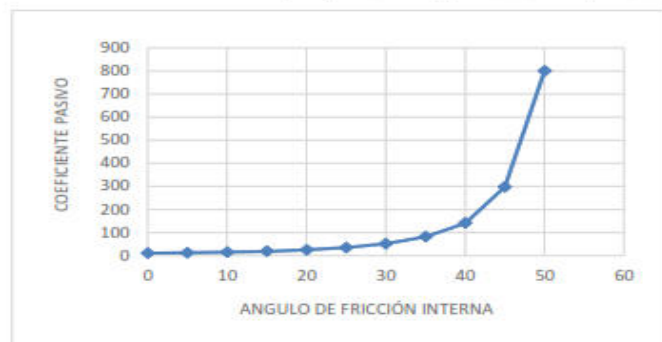
FACTORES DE CARGA


$$N_c = \cot \phi [N_q - 1]$$


$$N_q = \frac{a^2}{2 \cos^2 \left(45 + \frac{\phi}{2} \right)}$$

$$N_\gamma = \frac{1}{2} \left(\frac{K_{py}}{\cos^2 \phi} - 1 \right) * \tan \phi$$

$$a = e^{(0.75 \pi - \phi/2) * \tan \phi}$$



	SERVICIO DE ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS CON FINES DE CIMENTACION PARA LA SUB ESTACION SANTA MARIA	GXT	Rev.	1
			Fecha	JULIO
			2023	



GEOXPLOTEC S.A.C.
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO, CONTROL DE CALIDAD Y ASISTENCIA TÉCNICA.
 -ESTUDIO DE INGENIERÍA, CONSULTORÍA, SUPERVISIÓN Y EJECUCIÓN DE OBRAS CIVILES
 AV. JORGE CHAVEZ B-3-5 WANCHAQ-CUSCO-PERÚ
 CEL: 929191436 - 964200692
DEPARTAMENTO DE GEOTECNIA

PROYECTO: Estudio de Mecánica de Suelos para la Sub - Estación Santa María.

UBICACION: Sub - Estación Santa María.

SOLICITA: Informática y Electricidad.

FECHA: Julio del 2023

CALICATA: C-03

PROFUND: 2.60 mts

CAPACIDAD DE CARGA ÚLTIMA Y ADMISIBLE SEGÚN MEYERHOF CIMIENTO CUADRADO CORTE LOCAL

$$q_{cu} = 2/3c * N_c * F_{cs} * F_{cd} * F_{ci} + q * N_q * F_{qs} * F_{qd} * F_{qi} + 0.5 * B * \gamma * N_{\gamma} * F_{\gamma s} * F_{\gamma d} * F_{\gamma i}$$

Ángulo de Inclinación de la Carga
con respecto a la Vertical:

0° 00' 00"

B= 1.50 m
L= 2.00 m

F.S. = 3

D _f (m)	F _{cs}	F _{qs}	F _{γs}	F _{cd}	F _{qd}	F _{γd}	F _{ci}	F _{qi}	F _{γi}
0.30	1.16	1.03	0.70	1.08	1.01	1.00	1.00	1.00	1.00
0.60	1.33	1.28	0.70	1.16	1.13	1.00	1.00	1.00	1.00
0.90	1.34	1.29	0.70	1.24	1.19	1.00	1.00	1.00	1.00
1.20	1.34	1.29	0.70	1.32	1.25	1.00	1.00	1.00	1.00
1.50	1.34	1.29	0.70	1.40	1.32	1.00	1.00	1.00	1.00
1.80	1.34	1.29	0.70	1.35	1.28	1.00	1.00	1.00	1.00
2.10	1.34	1.29	0.70	1.38	1.30	1.00	1.00	1.00	1.00
2.40	1.34	1.29	0.70	1.40	1.32	1.00	1.00	1.00	1.00
2.70	1.34	1.29	0.70	1.43	1.34	1.00	1.00	1.00	1.00
3.00	1.39	1.35	0.70	1.44	1.34	1.00	1.00	1.00	1.00

FACTORES DE CARGA

$$N_q = e^{\pi \tan \varphi} * \tan^2 \left(45 + \frac{\varphi}{2} \right)$$

$$N_c = (N_q - 1) \cot \varphi$$

$$N_{\gamma} = (N_q - 1) \tan(1.4 \varphi)$$

FACTORES DE FORMA

$$F_{cs} = 1 + \frac{B'}{L} * \frac{N_q}{N_c}$$

$$F_{qs} = 1 + \frac{B'}{L} * \tan \varphi$$

$$F_{\gamma s} = 1 - \frac{0.4}{L} * B'$$

FACTORES DE PROFUNDIDAD

$$F_{cd} = 1 + 0.4 * \frac{D_f}{B'}$$

$$F_{qd} = 1 + 2 \tan \varphi * (1 - \sin \varphi)^2 * \frac{D_f}{B'}$$


$$F_{\gamma d} = 1$$


FACTORES DE INCLINACION

$$F_{ci} = \left(1 - \frac{\beta}{90} \right)^2$$

$$F_{qi} = \left(1 - \frac{\beta}{90} \right)^2$$

$$F_{\gamma i} = \left(1 - \frac{\beta}{\varphi} \right)^2$$

	SERVICIO DE ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS CON FINES DE CIMENTACION PARA LA SUB ESTACION SANTA MARIA	GXT	
		Rev.	1
		Fecha	JULIO
			2023



GEOXPLOTEC S.A.C.
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO, CONTROL DE CALIDAD Y ASISTENCIA TÉCNICA.
 -ESTUDIO DE INGENIERÍA, CONSULTORÍA, SUPERVISIÓN Y EJECUCIÓN DE OBRAS CIVILES
 AV. JORGE CHAVEZ B-3-5 WACHAQ-CUSCO-PERÚ
 CEL: 929191436 - 964200692
DEPARTAMENTO DE GEOTECNIA

PROYECTO: Estudio de Mecanica de Suelos para la Sub - Estación Santa María.

UBICACION: Sub - Estación Santa María.

SOLICITA: Informática y Electricidad.

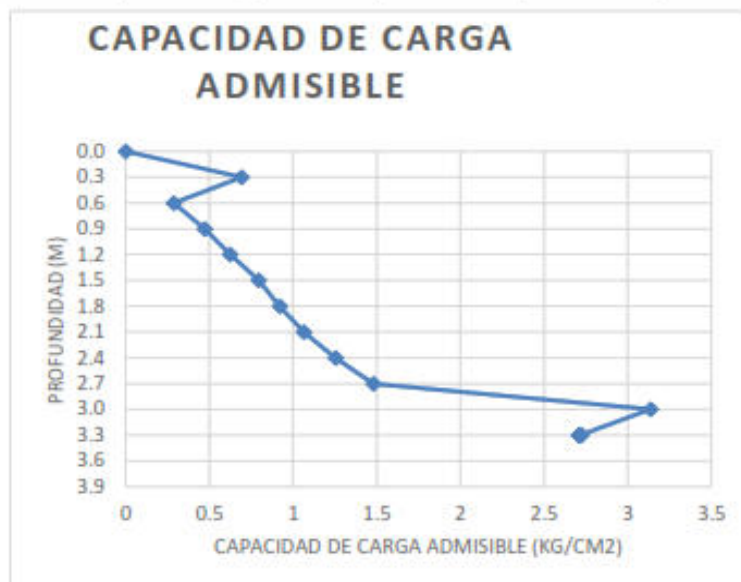
FECHA: Julio del 2023


CAICATA: C-03


PROFUND: 2.60 mts

CAPACIDAD DE CARGA ÚLTIMA Y ADMISIBLE SEGÚN MEYERHOF

D_f (m)	D_f/B	c (kg/cm ²)	γ (gr/cm ³)	q (kg/cm ²)	N_c	N_q	N_γ	q_{cu} (kg/cm ²)	q_a (kg/cm ²)
0.30	0.20	0.44	1.33	0.04	5.67	1.21	0.01	2.08	0.69
0.60	0.40	-	1.35	0.07	15.36	6.76	3.16	0.87	0.29
0.90	0.60	-	1.42	0.12	16.00	7.20	3.53	1.42	0.47
1.20	0.80	-	1.41	0.15	15.93	7.15	3.49	1.87	0.62
1.50	1.00	-	1.41	0.19	15.93	7.15	3.49	2.38	0.79
1.80	1.20	-	1.42	0.23	16.00	7.20	3.53	2.76	0.92
2.10	1.40	-	1.41	0.27	15.93	7.15	3.49	3.19	1.06
2.40	1.60	-	1.42	0.31	16.05	7.24	3.56	3.76	1.25
2.70	1.80	-	1.44	0.35	16.30	7.41	3.71	4.45	1.48
3.00	2.00	-	1.72	0.47	21.06	10.92	7.03	9.41	3.14



	SERVICIO DE ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS CON FINES DE CIMENTACION PARA LA SUB ESTACION SANTA MARIA	GXT	Rev.	1
			Fecha	JULIO
				2023



GEOXPLOTEC S.A.C.
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO, CONTROL DE CALIDAD Y ASISTENCIA TÉCNICA.
 -ESTUDIO DE INGENIERÍA, CONSULTORÍA, SUPERVISIÓN Y EJECUCIÓN DE OBRAS CIVILES
 AV. JORGE CHAVEZ B-3-5 WANCHAQ-CUSCO-PERÚ
 CEL: 929191436 - 964200692
DEPARTAMENTO DE GEOTECNIA

PROYECTO: Estudio de Mecanica de Suelos para la Sub - Estación Santa María.

UBICACION: Sub - Estación Santa María.

SOLICITA: Informática y Electricidad.

FECHA: Julio del 2023

CALICATA: C-03

PROFUND: 2.60 mts

CAPACIDAD DE CARGA ÚLTIMA Y ADMISIBLE SEGÚN VESIC CIMIENTO CUADRADO CORTE LOCAL

$$q_{cu} = 2/3c * N_c * F_{cs} * F_{cd} * F_{ci} * F_{cc} + q * N_q * F_{qs} * F_{qd} * F_{qi} * F_{qc} + 0.5 * B * \gamma * N_\gamma * F_{\gamma s} * F_{\gamma d} * F_{\gamma i} * F_{\gamma c}$$

Ángulo de Inclinación de la Carga
con respecto a la Vertical:

0° 00' 00"

B= 1.50 m
L= 2.00 m

F.S. = 3

D _f (m)	F _{cs}	F _{qs}	F _{γs}	F _{cd}	F _{qd}	F _{γd}	F _{ci} = F _{qi}	F _{γi}	F _{cc}	F _{qc} = F _{γc}
0.30	1.16	1.03	0.70	1.08	1.01	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
0.60	1.33	1.28	0.70	1.16	1.13	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
0.90	1.34	1.29	0.70	1.24	1.19	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
1.20	1.34	1.29	0.70	1.32	1.25	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
1.50	1.34	1.29	0.70	1.40	1.32	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
1.80	1.34	1.29	0.70	1.35	1.28	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
2.10	1.34	1.29	0.70	1.38	1.30	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
2.40	1.34	1.29	0.70	1.40	1.32	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
2.70	1.34	1.29	0.70	1.43	1.34	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
3.00	1.39	1.35	0.70	1.44	1.34	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

FACTORES DE CARGA

$$N_q = \tan^2 \left(45 + \frac{\phi}{2} \right) * e^{\pi * \tan \phi}$$

$$N_c = (N_q - 1) \cot \phi$$

$$N_\gamma = 2(N_q + 1) \tan \phi$$

FACTORES DE PROFUNDIDAD

$$F_{cd} = 1 + 0.4 * \frac{D_f}{B'}$$

$$F_{qd} = 1 + 2 \tan \phi * (1 - \sin \phi)^2 * \frac{D_f}{B'}$$

$$F_{\gamma d} = 1$$

FACTORES DE FORMA

$$F_{cs} = 1 + \frac{B'}{L} * \frac{N_q}{N_c}$$

$$F_{qs} = 1 + \frac{B'}{L} * \tan \phi$$


$$F_{\gamma s} = 1 - \frac{0.4}{L} * B'$$

FACTORES DE INCLINACION

$$F_{ci} = \left(1 - \frac{\beta}{90} \right)^2$$

$$F_{qi} = \left(1 - \frac{\beta}{90} \right)^2$$

$$F_{\gamma i} = \left(1 - \frac{\beta}{\phi} \right)^2$$

	SERVICIO DE ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS CON FINES DE CIMENTACION PARA LA SUB ESTACION SANTA MARIA		GXT
			Rev. 1
			Fecha JULIO 2023

GEOPLOTEC S.A.C.
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO, CONTROL DE CALIDAD Y ASISTENCIA TÉCNICA.
-ESTUDIO DE INGENIERÍA, CONSULTORÍA, SUPERVISIÓN Y EJECUCIÓN DE OBRAS CIVILES
AV. JORGE CHAVEZ B-3-5 WANCHAQ-CUSCO-PERÚ **CEL: 929191436 - 964200692**
DEPARTAMENTO DE GEOTECNIA

PROYECTO: Estudio de Mecanica de Suelos para la Sub - Estación Santa María.

UBICACION: Sub - Estación Santa María.

SOLICITA: Informática y Electricidad.

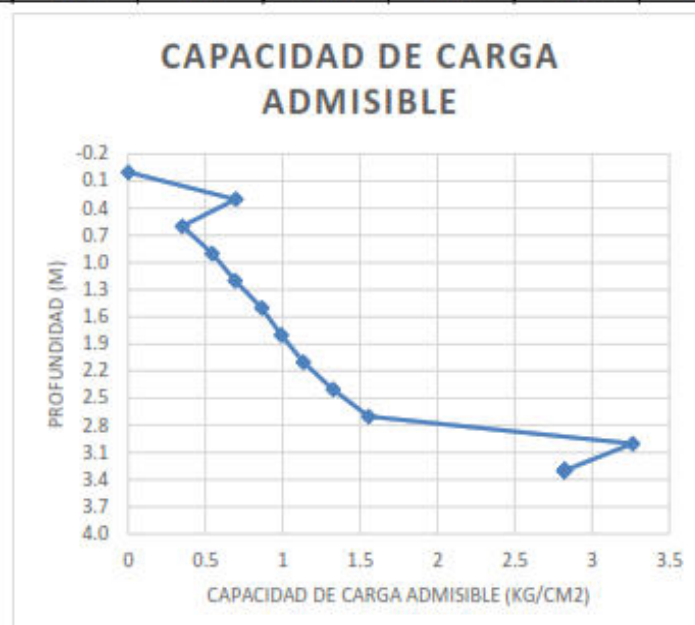
FECHA: Julio del 2023


CALICATA: C-03

PROFUND: 2.60 mts

CAPACIDAD DE CARGA ÚLTIMA Y ADMISIBLE SEGÚN VESIC

D_f (m)	c (kg/cm ²)	γ (gr/cm ³)	q (kg/cm ²)	N_c	N_q	N_γ	q_{cu} (kg/cm ²)	q_a (kg/cm ²)
0.30	0.44	1.33	0.04	5.67	1.21	0.17	2.09	0.70
0.60	-	1.35	0.07	15.36	6.76	5.82	1.05	0.35
0.90	-	1.42	0.12	16.00	7.20	6.35	1.63	0.54
1.20	-	1.41	0.15	15.93	7.15	6.30	2.08	0.69
1.50	-	1.41	0.19	15.93	7.15	6.30	2.59	0.86
1.80	-	1.42	0.23	16.00	7.20	6.35	2.97	0.99
2.10	-	1.41	0.27	15.93	7.15	6.30	3.40	1.13
2.40	-	1.42	0.31	16.05	7.24	6.40	3.97	1.32
2.70	-	1.44	0.35	16.30	7.41	6.61	4.67	1.56
3.00	-	1.72	0.47	21.06	10.92	11.23	9.79	3.26



	SERVICIO DE ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS CON FINES DE CIMENTACION PARA LA SUB ESTACION SANTA MARIA	GXT	
		Rev.	1
		Fecha	JULIO
			2023


GEOXPLOTEC S.A.C.
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO, CONTROL DE CALIDAD Y ASISTENCIA TÉCNICA.
 -ESTUDIO DE INGENIERÍA, CONSULTORÍA, SUPERVISIÓN Y EJECUCIÓN DE OBRAS CIVILES
 AV. JORGE CHAVEZ B-3-5 WACHAQ-CUSCO-PERÚ
 CEL: 929191436 - 964200692

DEPARTAMENTO DE GEOTECNIA

PROYECTO: Estudio de Mecanica de Suelos para la Sub - Estación Santa María.

UBICACION: Sub - Estación Santa María.

SOLICITA: Informática y Electricidad.

FECHA: Julio del 2023

CALICATA: C-03

PROFUND: 2.60 mts

ASENTAMIENTO INMEDIATO

ASENTAMIENTO EN EL CENTRO DE LA ZAPATA

$$S = 2 * q_a * B * \frac{1 - \mu^2}{E} * N$$

B= 1.50 m

L= 2.00 m

D_f= 2.50 m

ASENTAMIENTO EN LAS ESQUINAS DE LA ZAPATA

$$S = q_a * B * \frac{1 - \mu^2}{E} * N$$

El valor mas crítico es el
Asentamiento en el Centro

D _f (m)	q _a (kg/cm ²)				μ	E (kg/cm ²)	N	q _a (kg/cm ²)
	Skempton	Terzaghi	Meyerhof	Vesic				Hanssen
0.30	0.96	0.81	0.69	0.70	0.33	75.38	0.63	1.16
0.60	-	0.33	0.29	0.35	0.25	219.87	0.63	1.00
0.90	-	0.48	0.47	0.54	0.25	261.11	0.63	1.66
1.20	-	0.58	0.62	0.69	0.25	255.87	0.63	2.16
1.50	-	0.68	0.79	0.86	0.25	255.87	0.63	2.72
1.80	-	0.80	0.92	0.99	0.25	261.11	0.63	3.17
2.10	-	0.89	1.06	1.13	0.25	331.57	0.63	3.65
2.40	-	1.02	1.25	1.32	0.25	341.04	0.63	4.30
2.70	-	1.18	1.48	1.56	0.25	357.25	0.63	5.11
3.00	-	2.41	3.14	3.26	0.25	707.47	0.63	12.54

D _f (m)	ASENTAMIENTOS EN EL CENTRO DE LA ZAPATA (cm)									
	Skempton		Terzaghi		Meyerhof		Vesic		Hanssen	
	Calculado	Corregido	Calculado	Corregido	Calculado	Corregido	Calculado	Corregido	Calculado	Corregido
0.30	2.14	2.14	1.80	1.80	1.54	1.54	1.55	1.55	2.59	2.50
0.60	-	-	0.27	0.27	0.23	0.23	0.28	0.28	0.81	0.81
0.90	-	-	0.33	0.33	0.32	0.32	0.37	0.37	1.12	1.12
1.20	-	-	0.40	0.40	0.43	0.43	0.48	0.48	1.49	1.49
1.50	-	-	0.47	0.47	0.55	0.55	0.59	0.59	1.88	1.88
1.80	-	-	0.54	0.54	0.62	0.62	0.67	0.67	2.14	2.14
2.10	-	-	0.47	0.47	0.57	0.57	0.60	0.60	1.94	1.94
2.40	-	-	0.53	0.53	0.65	0.65	0.68	0.68	2.22	2.22
2.70	-	-	0.58	0.58	0.73	0.73	0.77	0.77	2.52	2.50
3.00	-	-	0.60	0.60	0.78	0.78	0.81	0.81	3.13	2.50


S _{max} (cm)	ASENTAMIENTOS MÁXIMOS CALCULADOS				
	Skempton	Terzaghi	Meyerhof	Vesic	Hanssen
		1.80	1.54	1.55	

S_{max} = 1.80 cm ≤ 2.5 cm Ok!

Se observa que los Asentamientos a diferentes profundidades estan dentro de los parámetros permisibles

S _{max} (cm)	ASENTAMIENTOS MÁXIMOS CORREGIDOS				
	Skempton	Terzaghi	Meyerhof	Vesic	Hanssen
		1.80	1.54	1.55	

S_{max} = 1.80 cm ≤ 2.5 cm Ok!

	SERVICIO DE ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS CON FINES DE CIMENTACION PARA LA SUB ESTACION SANTA MARIA	GXT	Rev.	1
			Fecha	JULIO
		2023		



GEOXPLOTEC S.A.C.
LABORATORIO DE SUELOS,CONCRETO, CONTROL DE CALIDAD Y ASISTENCIA TÉCNICA.
-ESTUDIO DE INGENIERÍA, CONSULTORÍA, SUPERVISIÓN Y EJECUCIÓN DE OBRAS CIVILES
AV. JORGE CHAVEZ B-3-5 WANCHAQ-CUSCO-PERÚ
CEL: 929191436 - 964200692

DEPARTAMENTO DE GEOTECNIA

PROYECTO: Estudio de Mecanica de Suelos para la Sub - Estación Santa María.
UBICACION: Sub - Estación Santa María.
SOLICITA: Informática y Electricidad.
FECHA: Julio del 2023

CALICATA: C-03
PROFUND: 2.60 mts

CORRECCIÓN DE CAPACIDAD DE CARGA ADMISIBLE POR ASENTAMIENTO

CAPACIDAD ADMISIBLE PARA ASENTAMIENTO = 2.54 cm

B= 1.50 m
L= 2.00 m
D_f= 2.50 m

$$q_a = \frac{S * E}{2 * B * (1 - \mu^2) * N}$$

D _f (m)	q _a Calculados (kg/cm2)					q _a Corregidos (kg/cm2)				
	Skempton	Terzaghi	Meyerhof	Vesic	Hanssen	Skempton	Terzaghi	Meyerhof	Vesic	Hanssen
0.30	0.96	0.81	0.69	0.70	1.16	0.96	0.81	0.69	0.70	1.12
0.60	-	0.33	0.29	0.35	1.00	-	0.33	0.29	0.35	1.00
0.90	-	0.48	0.47	0.54	1.66	-	0.48	0.47	0.54	1.66
1.20	-	0.58	0.62	0.69	2.16	-	0.58	0.62	0.69	2.16
1.50	-	0.68	0.79	0.86	2.72	-	0.68	0.79	0.86	2.72
1.80	-	0.80	0.92	0.99	3.17	-	0.80	0.92	0.99	3.17
2.10	-	0.89	1.06	1.13	3.65	-	0.89	1.06	1.13	3.65
2.40	-	1.02	1.25	1.32	4.30	-	1.02	1.25	1.32	4.30
2.70	-	1.18	1.48	1.56	5.11	-	1.18	1.48	1.56	5.07
3.00	-	2.41	3.14	3.26	12.54	-	2.41	3.14	3.26	10.04



LABORATORIO DE SUELOS,CONCRETO, CONTROL DE CALIDAD Y ASISTENCIA TÉCNICA.
-ESTUDIO DE INGENIERÍA, CONSULTORÍA, SUPERVISIÓN Y EJECUCIÓN DE OBRAS CIVILES
AV. JORGE CHAVEZ B-3-5 WANCHAQ-CUSCO-PERÚ
CEL: 929191436 - 964200692


DEPARTAMENTO DE GEOTECNIA

PROYECTO: Estudio de Mecanica de Suelos para la Sub - Estación Santa María.
UBICACION: Sub - Estación Santa María.
SOLICITA: Informática y Electricidad.
FECHA: Julio del 2023

CALICATA: C-03
PROFUND: 2.60 mts

RESUMEN DE RESULTADOS

		q _a (kg/cm2)					q _a Mínima (kg/cm2)
		Skempton	Terzaghi	Meyerhof	Vesic	Hanssen	
D _f (m)	0.30	0.96	0.81	0.69	0.70	1.12	0.69
	0.60	-	0.33	0.29	0.35	1.00	0.29
	0.90	-	0.48	0.47	0.54	1.66	0.47
	1.20	-	0.58	0.62	0.69	2.16	0.58
	1.50	-	0.68	0.79	0.86	2.72	0.68
	1.80	-	0.80	0.92	0.99	3.17	0.80
	2.10	-	0.89	1.06	1.13	3.65	0.89
	2.40	-	1.02	1.25	1.32	4.30	1.02
	2.70	-	1.18	1.48	1.56	5.07	1.18
	3.00	-	2.41	3.14	3.26	10.04	2.41

	SERVICIO DE ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS CON FINES DE CIMENTACION PARA LA SUB ESTACION SANTA MARIA		GXT	
			Rev.	1
			Fecha	JULIO
				2023

GEOXPLOTEC S.A.C.
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO, CONTROL DE CALIDAD Y ASISTENCIA TÉCNICA.



- ESTUDIO DE INGENIERÍA, CONSULTORÍA, SUPERVISIÓN Y EJECUCIÓN DE OBRAS CIVILES
AV. JORGE CHAVEZ B-3-5 WACHAQ-CUSCO-PERÚ

CEL: 929191436 - 964200692

DEPARTAMENTO DE GEOTECNIA

PROYECTO: Estudio de Mecanica de Suelos para la Sub - Estación Santa María.

UBICACION: Sub - Estación Santa María.

SOLICITA: Informática y Electricidad.

FECHA: Julio del 2023

CALICATA: C-03

PROFUND: 2.60 mts

INCREMENTO DEL ESFUERZO VERTICAL CAUSADO POR UNA CARGA

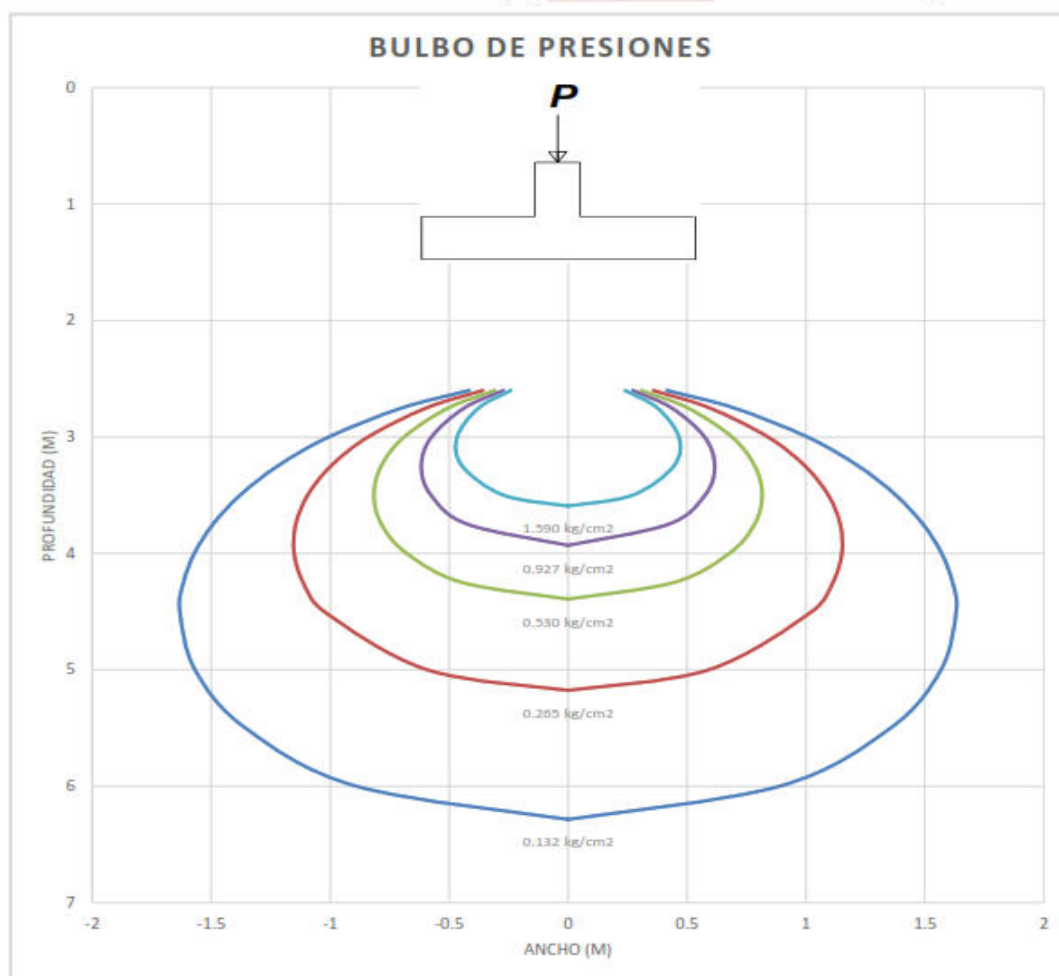
$$\sigma_z = \frac{3 * P * z^3}{2 * \pi * (r^2 + z^2)^{5/2}}$$


B= 1.50 m

L= 2.00 m

Profundidad de Cimentación Recomendada (D_f): 2.50 m

P = 39741 kg



	GXT	
	Rev.	1
	Fecha	JULIO 2023

SERVICIO DE ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS CON
FINES DE CIMENTACION PARA LA SUB ESTACION SANTA
MARIA

ANEXO V: PLANOS Y/O MAPAS

N°	DESCRIPCION
01	MAPA DE UBICACION
02	MAPA GEOLOGICO

GEOXPLOTEC
CONSULTORES S.A.C



**SERVICIO DE ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS CON
FINES DE CIMENTACION PARA LA SUB ESTACION SANTA
MARIA**

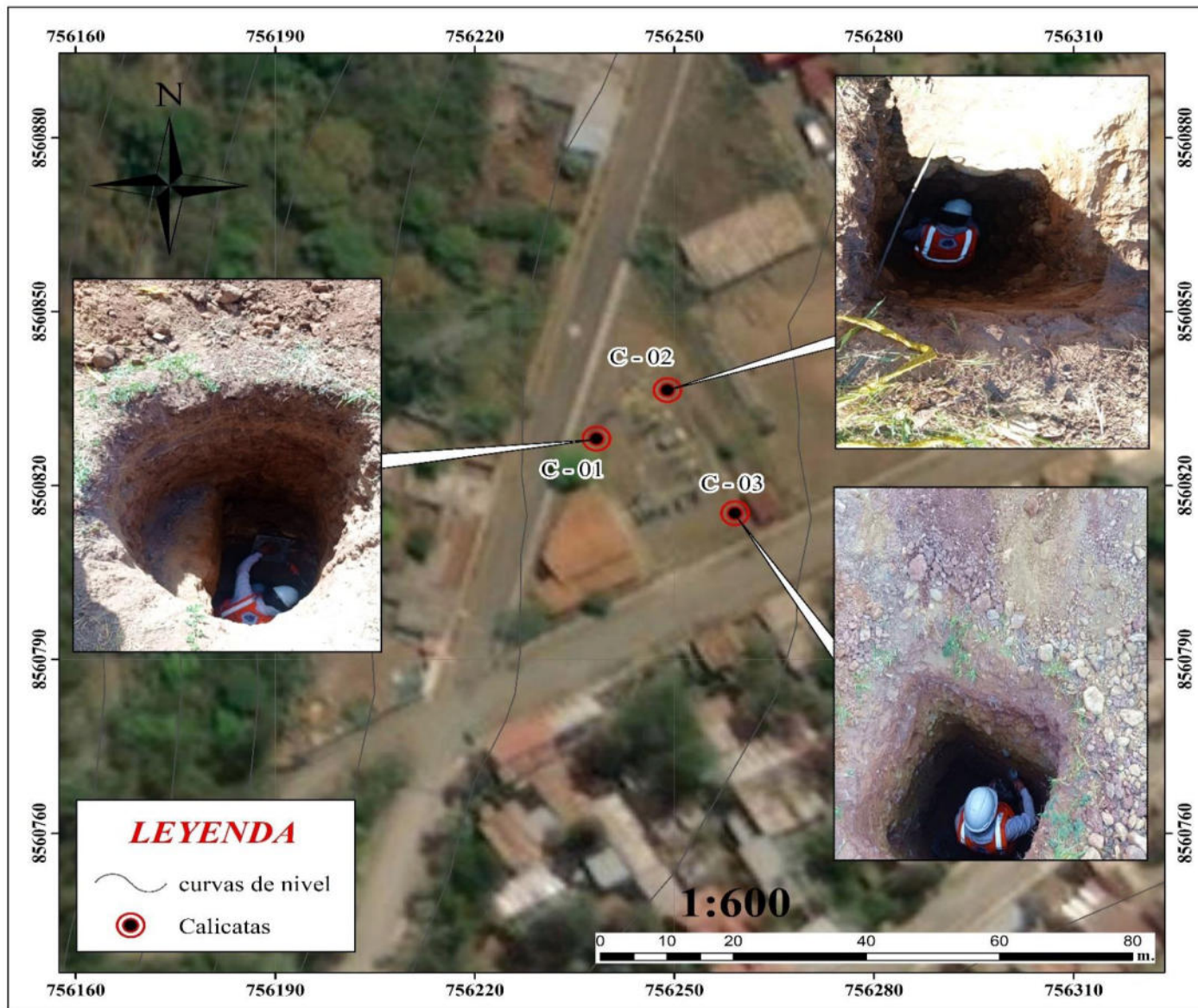
GXT

Rev.

1

Fecha

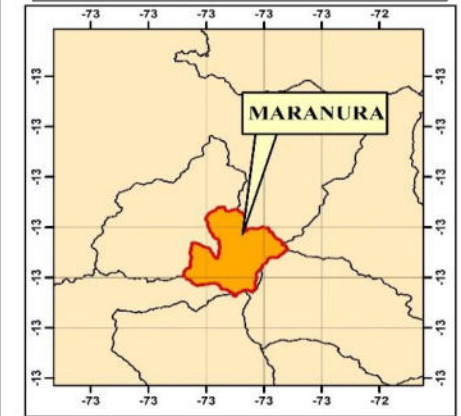
JULIO
2023




UBICACIÓN DEPARTAMENTAL



UBICACIÓN PROVINCIAL-DISTRITAL



PROYECTO: "SUB - ESTACIÓN SANTA MARÍA"		
DESCRIPCIÓN: MAPA DE UBICACIÓN		
DISTRITO: MARANURA	FECHA: JULIO 2023	PRESENTADO POR: 
PROVINCIA: I.A CONVENCIÓN	ESCALA: 1 : 600	
DISEÑADOR: CUSCO	ELABORADO POR: E.B.C.P	PLANO Nº: GE-01



**SERVICIO DE ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS CON
FINES DE CIMENTACION PARA LA SUB ESTACION SANTA
MARIA**

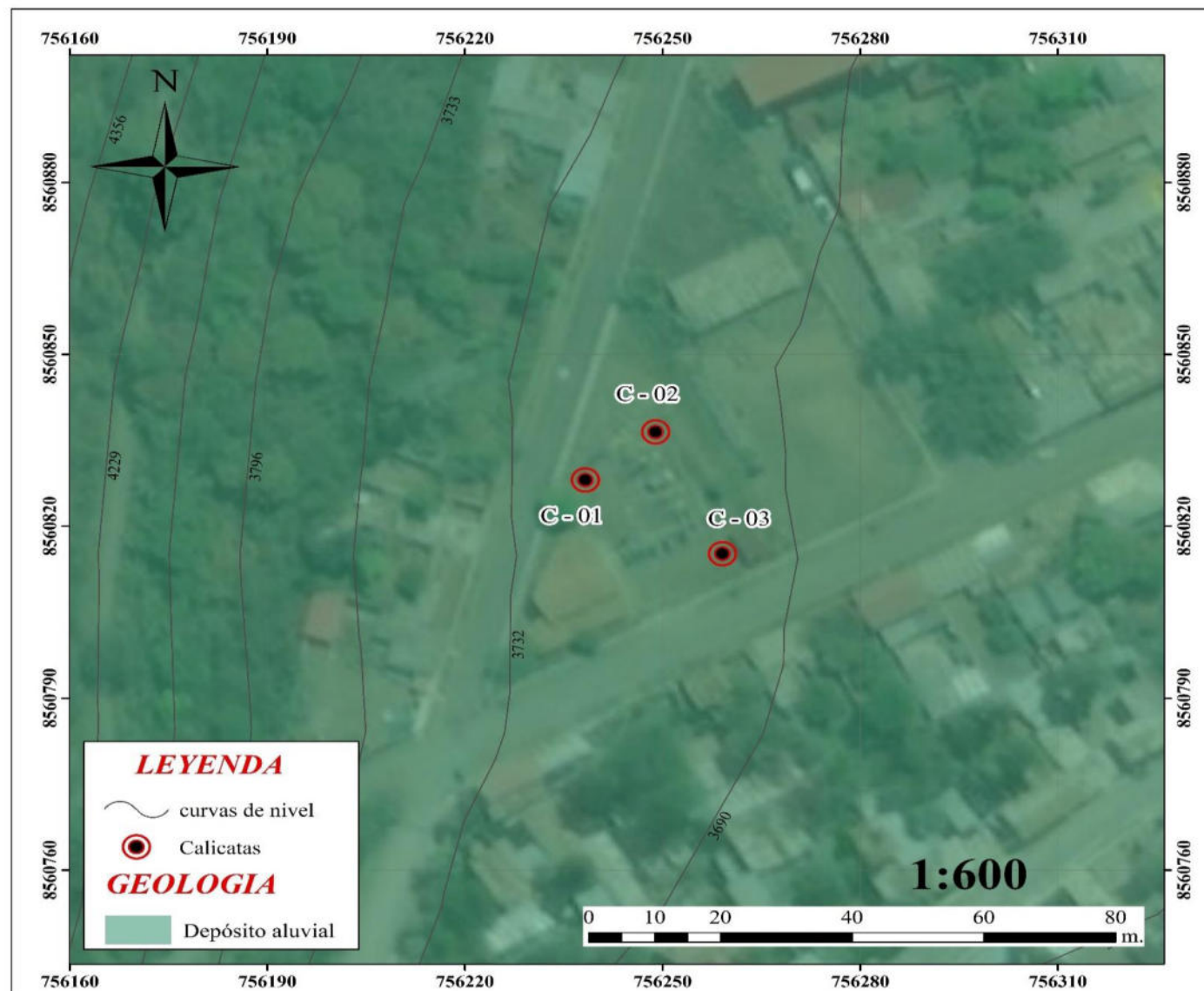
GXT

Rev.

1

Fecha

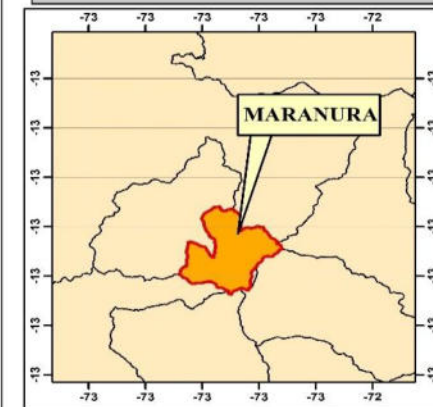
JULIO
2023



UBICACIÓN DEPARTAMENTAL



UBICACIÓN PROVINCIAL-DISTRITAL



PROYECTO:		
"SUB - ESTACIÓN SANTA MARÍA"		
DESCRIPCION:		
MAPA GEOLOGICO		
DIRECCION:	FECHA:	PREPAREDADO POR:
MARANURA	JULIO 2023	
PROVINCIA:	ESCALA:	
LA CONVENCION	1 : 600	
DEPARTAMENTO:	ELABORADO POR:	PLANO N°
CUSCO	E.B.C.P	GE-02