



unl

Universidad
Nacional
de Loja

Universidad Nacional de Loja

**Facultad de la Energía, las Industrias y los Recursos
Naturales no Renovables**

**Carrera de Ingeniería en Geología Ambiental y Ordenamiento
Territorial**

**Mapa de zonificación geotécnico del proyecto de vivienda de interés
social "09 de Junio" ubicado en el barrio Menfis Alto en el cantón y
provincia de Loja**

**Trabajo de Titulación, Previo a la
obtención del Título de Ingeniero en
Geología Ambiental y Ordenamiento
Territorial.**

AUTOR:

Henry Vicente Ruiz Escovar

DIRECTOR:

Ing. Diego Castillo Jaramillo Mg, Sc.

Loja – Ecuador

2024



Certificación

Loja, 15 de agosto de 2024

Ing. Diego Israel Castillo Jaramillo Mg. Sc.

DIRECTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

CERTIFICO:

Que he revisado y orientado todo el proceso de elaboración del Trabajo de Titulación denominado: **Mapa de zonificación geotécnico del proyecto de vivienda de interés social "09 de Junio" ubicado en el barrio Menfis Alto en el cantón y provincia de Loja**, previo a la obtención del título de **Ingeniero en Geología Ambiental y Ordenamiento Territorial**, de la autoría del estudiante **Henry Vicente Ruiz Escovar**, con **cédula de identidad Nro. 1104727100**, una vez que el trabajo cumple con todos los requisitos exigidos por la Universidad Nacional de Loja, para el efecto, autorizo la presentación del mismo para su respectiva sustentación y defensa.

Ing. Diego Israel Castillo Jaramillo Mg. Sc.

DIRECTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN



Autoría

Yo, **Henry Vicente Ruiz Escovar**, declaro ser autor del presente Trabajo de Titulación y eximo expresamente a la Universidad Nacional de Loja y a sus representantes jurídicos, de posibles reclamos y acciones legales, por el contenido del mismo. Adicionalmente acepto y autorizo a la Universidad Nacional de Loja la publicación de mi Trabajo de Titulación, en el Repositorio Digital Institucional – Biblioteca Virtual.

Firma

Cedula de identidad: 1104727100

Fecha: 15 de agosto de 2024

Correo electrónico: hvruize@unl.edu.ec

Teléfono: 0998691086



Carta de autorización por parte del autor, para la consulta, reproducción parcial o total y publicación electrónica del texto completo, del Trabajo de Titulación.

Yo, **Henry Vicente Ruiz Escovar**, declaro ser autor del Trabajo de Titulación denominado: **Mapa de zonificación geotécnico del proyecto de vivienda de interés social "09 de Junio" ubicado en el barrio Menfis Alto en el cantón y provincia de Loja**, como requisito para optar el título de **Ingeniero en Geología Ambiental y Ordenamiento Territorial**, autorizo al sistema Bibliotecario de la Universidad Nacional de Loja para que con fines académicos muestre la producción intelectual de la Universidad, a través de la visibilidad de su contenido de la siguiente manera en el Repositorio Institucional.

Los usuarios pueden consultar el contenido de este trabajo en el Repositorio Institucional, en las redes de información del país y del exterior, con las cuales tenga convenio la Universidad.

La Universidad Nacional de Loja, no se responsabiliza por el plagio o copia del Trabajo de Titulación que realice un tercero.

Para constancia de esta autorización, suscribo, en la ciudad de Loja, a los quince días del mes de agosto del dos mil veinticuatro.

Firma

Autor: Henry Vicente Ruiz Escovar

Cedula: 1104727100

Dirección: Cdla. 08 de diciembre

Correo electrónico: hvruize@unl.edu.ec

Teléfono: 0998691086

DATOS COMPLEMENTARIOS:

Director del Trabajo de Titulación: Ing. Diego Castillo Jaramillo Mg, Sc.



Dedicatoria

Este trabajo de titulación se lo dedico primeramente a Dios por haberme dado fuerza y voluntad para culminar con esta carrera, así mismo, con mucho cariño y aprecio se lo dedico a mis padres María Escobar Valdiviezo y Vicente Ruiz Jumbo por ser el pilar fundamental de mi vida, por ser quienes han hecho de mí una persona de bien, una persona que con un granito de arena espera aportar al país y a la sociedad, dedico este trabajo a mis hermanos Maritza, Steven, Jason y Brayan, sobrinos Janick, Arleth e Ivanna que gracias a su amor, cariño y apoyo incondicional sumaron ese granito de arena para poder lograr escalar un peldaño profesional.

Por último y no menos importante dedico este trabajo a mis abuelitos Cesar Ruiz (†), Mercedes Jumbo (†), Santos Escobar (†) y María Valdiviezo (†) quienes gozan del descanso eterno, siendo mi mano guía y quienes me inculcaron valores tales como el respeto y amor hacia los demás.

Henry Vicente Ruiz Escovar



Agradecimiento

Agradezco primeramente a Dios por permitirme estar en el lugar que estoy y darme las capacidades psicológicas, cognitivas, psicomotoras para seguir en la lucha ante la adversidad.

También agradezco a mis padres Vicente y María por haber depositado su confianza en mí a pesar de haberles fallado en más de una ocasión, siendo ellos los que fomentaron en mí esa gana de luchar y salir adelante en la vida, a mis hermanos y sobrinos porque si ellos no siguieran mis pasos no sabría cual hubiese sido el rumbo de mi vida.

Quiero agradecer a mis queridos abuelos que gozan de la gracia de Dios en especial a mi abuelita María Valdivieso que fue siempre un pilar fundamental en mi vida y me encantaría dedicarle gran parte de este triunfo.

Así mismo agradecer a mis tíos (as) y primos (as) quienes sabían que estaba cursando la carrera de Geología Ambiental y Ordenamiento Territorial, quienes sabían que me propuse una meta la cual logré terminar.

No quiero dejar de lado a mis amigos de colegio Alex Bravo, Cristian González, David Cuenca, Byron Celi, Santiago Astudillo, Pablo Jiménez quienes siempre me extendieron la mano cuando más necesitaba y a mis amigos de universidad Paul Toledo, Nathaly Aranda, Santiago Pugo, Edison Baculima, George Aguilar, Adrián Navas, Leonardo Rivera y Leonardo Correa seres humanos con las que pasamos altos y bajos, personas que me tuvieron paciencia y cariño, con quienes se compartió experiencia de vida y dejan huella en mi persona.

Al Ing. Diego Castillo, mentor y amigo, gracias a sus conocimientos hizo que el desarrollo de este proyecto de titulación sea fructífero, agradecer a la empresa ESTSUELCOM por abrirme las puertas de su establecimiento para realizar los estudios correspondientes al desarrollo de mi tesis, a aquellos docentes que estuvieron presentes en todo ámbito académico.

Agradezco a todos quienes conforman la Facultad de Energía, las Industrias y los Recursos Naturales No Renovables, a la Carrera de Geología Ambiental y Ordenamiento Territorial y por ende a la Universidad Nacional de Loja que con sus conocimientos forjan jóvenes estudiantes en grandes profesionales.

Henry Vicente Ruiz Escovar



Índice de contenido

Portada	i
Certificación.....	ii
Autoría.....	iii
Carta de autorización.....	iv
Dedicatoria	v
Agradecimiento.....	vi
Índice de contenido.....	vii
Índice de figuras	x
Índice de tablas	xi
Índice de anexos	xv
1. Título	1
2. Resumen.....	2
Abstract.....	3
3. Introducción	4
4. Marco teórico	5
4.1. Topografía.....	5
4.1.1. Levantamiento topográfico.....	5
4.1.2. Tipos de levantamiento topográfico	6
4.1.3. Equipos utilizados para realizar mediciones topográficas.....	6
4.1.4. Curvas de Nivel	7
4.2. Geología.....	7
4.2.1. Definición de suelos y rocas	7
4.2.2. Ciclo de las Rocas.....	8
4.2.3. Litología de los Depósitos Sedimentarios	9
4.2.4. Geología Estructural	10
4.2.5. Muestreo Geológico.....	10



4.2.6. Mapeo Geológico.....	11
4.2.7. Geomorfología.....	11
4.3. Caracterización geotécnica	12
4.3.1. Métodos de exploración.....	12
4.4. Exploración por métodos indirectos	13
4.4.1. Mecánica de suelos	14
4.5. Propiedades físicas de los suelos	14
4.5.1. Límites de Atterberg	14
4.6. Clasificación de los suelos.....	15
4.6.1. Sistema unificado de clasificación (SUCS).....	15
4.6.2. Clasificación de los suelos (AASHTO).....	15
4.7. Hidrogeología	15
4.8. Zonificación geotécnica.....	16
4.8.1. Metodologías de zonificación.....	16
4.9. Definición de mapas geotécnicos	16
4.10. Tipologías de mapas geotécnicos.....	17
4.10.1. Mapas en función de su objetivo.....	17
4.10.2. Mapas en función de su contenido	17
4.10.3. Mapas en función de su escala	17
5. Metodología	18
5.1. Métodos	18
5.2. Área de estudio	19
5.2.1. Ubicación.....	19
5.2.2. Acceso.....	20
5.2.3. Clima.....	21
5.2.4. Hidrografía.....	21
5.2.5. Geología Regional	22



5.3. Materiales	26
5.3.1. Materiales de campo	26
5.3.2. Materiales de gabinete:	26
5.4. Procedimiento	26
5.4.1. Pre-Campo	26
5.4.2. Metodología para el cumplimiento del Primer Objetivo	26
5.4.3. Metodología para el cumplimiento del Segundo Objetivo	34
5.4.4. Metodología para el cumplimiento del Tercer Objetivo.....	45
6. Resultados.....	47
6.1. Resultados del Primer objetivo	47
6.1.1. Topografía.....	47
6.1.2. Pendientes	49
6.1.3. Geomorfología.....	50
6.1.4. Geología.....	51
6.1.5. Inventario de deslizamientos	63
6.2. Resultados del segundo objetivo	67
6.2.1. Exploración de campo: Calicatas geotécnicas	67
6.3. Resultados del tercer objetivo.....	93
6.3.1. Clasificación de suelos (física)	93
6.3.2. Capacidad de carga admisible (mecánica).....	95
6.3.3. Mapeo de deslizamientos y agrietamientos	98
6.3.4. Zonificación Geotécnica	99
7. Discusión	102
8. Conclusiones	105
9. Recomendaciones	107
10. Bibliografía.....	108
11. Anexos.....	111



Índice de tablas:

Tabla 1. Puntos de control para el levantamiento de información.	28
Tabla 2. Clasificación de pendientes	28
Tabla 3. Clasificación Geomorfológica.....	29
Tabla 4. Clasificación geomorfológica.....	30
Tabla 5. Ficha de afloramientos	31
Tabla 6. Ubicación geográfica de las calicatas geológicas.....	32
Tabla 7. Ficha de campo para Calicatas	32
Tabla 8. Ficha para la determinación de movimientos en masa.....	34
Tabla 9. Coordenadas SPT	36
Tabla 10. Ensayos realizados de acuerdo a la norma ASTM	39
Tabla 11. Consistencia relativa.....	39
Tabla 12. Comportamiento de suelos en función del IL.....	40
Tabla 13. Numero de actividad aplicada a los suelos plásticos.....	40
Tabla 14. Valores típicos del comportamiento “A”.....	40
Tabla 15. Criterios para determinar el cambio de volumen.....	41
Tabla 16. Criterios para determinar el potencial expansivo	41
Tabla 17. Ubicación de las líneas de los sondeos eléctricos verticales (SEV´s).....	42
Tabla 18. Numero de muestras cálculo de coeficiente de permeabilidad.....	44
Tabla 19. Clasificación de pendientes del área de estudio	50
Tabla 20. Clasificación de geoformas del área de estudio.	50
Tabla 21. Resultados geotécnicos de las calicatas.....	67
Tabla 22. Datos obtenidos en campo para el SEV 1.....	76
Tabla 23. Capacidad portante en base al SPT según Meyerhof. (1963).....	81
Tabla 24. Resultado Consistencia relativa.....	86
Tabla 25. Resultado de índice de liquidez	87
Tabla 26. Resultado del comportamiento “A”.....	87
Tabla 27. Muestra 1 Arcilla de alta plasticidad.	92
Tabla 28. Muestra 2 Arcilla de media plasticidad.	92
Tabla 29. Muestra 3 Arcilla de media plasticidad.	92
Tabla 30. Zonificación geotécnica proyecto de vivienda “09 de Junio”	99



Índice de figuras:

Figura 1. Curvas de nivel principales realizadas mediante levantamiento topográfico. .	5
Figura 2. Ciclo de las rocas. Procesos que atraviesan las rocas para su transformación	9
Figura 3. Columnas sedimentarias típicas de depósitos coluviales y aluviales	10
Figura 4. Esquema del ensayo de penetración estándar (SPT).....	12
Figura 5. Esquema de interpretación de un SEV en campo por arreglo Schlumberger.	13
Figura 6. Sísmica de refracción; ejemplo de sismograma.	13
Figura 7. Límites de Atterberg utilizado para el comportamiento de suelos finos.....	14
Figura 8. Mapa Provincial del Ecuador	19
Figura 9. Ubicación política del Proyecto “09 de Junio”.	19
Figura 10. Ubicación local del Proyecto “09 de Junio”.	19
Figura 11. Acceso a la zona de estudio ruta Quito-Loja	20
Figura 12. Acceso zona de estudio ruta Terminal Terrestre – Proyecto “09 de Junio”	20
Figura 13. Acuífero ubicado en la parte alta de la zona de estudio.	21
Figura 14. Columna estratigráfica de la Cuenca sedimentaria de Loja.	22
Figura 15. Geología Regional permite ver la división de Formaciones del Proyecto “09 de Junio”	25
Figura 16. Levantamiento topográfico con GPS Diferencial del proyecto de vivienda “09 de Junio”	28
Figura 17. Nomenclatura de las partes de un movimiento en masa.	33
Figura 18. Terminología para definir la morfometría de un movimiento en masa.	33
Figura 19. Equipo de sondeo de penetración estándar SPT, el cual permite realizar perforaciones e identificar la litología subterránea de la zona de estudio.	36
Figura 20. Ubicación geográfica de los ensayos SPT’s del Proyecto “09 de Junio.	37
Figura 21. Ubicación geográfica de las líneas SEV’s del Proyecto “09 de Junio”.	42
Figura 22. Permeabilidad de carga constante	44
Figura 23. Cortes geoelectricos SEV’s.....	45
Figura 24. Mapa Topográfico, presenta las curvas de nivel del proyecto "09 de Junio".	47
Figura 25. Mapa topográfico presenta las líneas de corte para realizar los perfiles.....	48
Figura 26. Perfil Topográfico A-A’	48
Figura 27. Perfil Topográfico B-B’	49
Figura 28. Perfil Topográfico C-C’	49
Figura 29. Mapa de pendientes, presenta la clasificación Demek (1972)	50



Figura 30. Mapa Geomorfológico presenta la realidad de las geoformas actuales del terreno.....	51
Figura 31. Limolitas intercaladas con areniscas, material perteneciente a la Formación Belén.....	52
Figura 32. Afloramiento con presencia de limos y arenas.	53
Figura 33. Erosión de material presente en la zona.....	53
Figura 34. Arrastre de material.....	54
Figura 35. Afloramiento con presencia de limolitas Formación Trigal.	54
Figura 36. Afloramiento zona de estudio presencia de limos y areniscas.....	55
Figura 37. Presencia de conglomerados y arenas.	55
Figura 38. Presencia de conglomerados y arenas.	56
Figura 39. Agrietamiento de afloramiento.	56
Figura 40. Características de la Formación Trigal.	57
Figura 41. Areniscas y conglomerados pertenecientes a la Formación Trigal.....	58
Figura 42. Sedimentación de la Formación Trigal.	58
Figura 43. Material altamente erosionado.	59
Figura 44. Depósitos coluviales de rocas metamórficas.	60
Figura 45. Quebrada “Las Pavas”.	60
Figura 46. Cambio de material entre arenas y arenisca con presencia de conglomerados.	61
Figura 47. Depósito de material aluvial.	61
Figura 48. Calicata 1.	62
Figura 49. Calicata 2.	62
Figura 50. Calicata 3.	63
Figura 51. Deslizamiento en el área de estudio.....	63
Figura 52. Deslizamiento Rotacional I.....	64
Figura 53. Deslizamiento rotacional II.....	64
Figura 54. Deslizamiento rotacional III.	65
Figura 55. Deslizamiento Rotacional IV.....	66
Figura 56. Mapa Litológico superficial de la zona de estudio.	66
Figura 57. Perfil litológico representa la sección A-A’.....	67
Figura 58. Datos SPT1.	68
Figura 59. Datos SPT2.	69
Figura 60. Datos SPT3.	69



Figura 61. Datos SPT4.	71
Figura 62. Datos SPT5.	72
Figura 63. Datos SPT6.	73
Figura 64. Datos SPT7.	74
Figura 65. Correlación estratigráfica.	75
Figura 66. Perfil estratigráfico.	75
Figura 67. Curva de resistividad SEV 1.	76
Figura 68. Corte geoelectrico SEV 1.	77
Figura 69. Curva de resistividad SEV 2.	77
Figura 70. Corte geo eléctrico SEV 2.	78
Figura 71. Curva de resistividad SEV 2.	78
Figura 72. Corte geoelectrico SEV 3.	79
Figura 73. Corte geoelectrico SEV 4.	80
Figura 74. Corte geoelectrico SEV 5.	80
Figura 75. Corte geoelectrico SEV 6.	81
Figura 76. Carga admisible SPT 1.	83
Figura 77. Carga admisible SPT 2.	83
Figura 78. Carga admisible SPT 3.	84
Figura 79. Carga admisible SPT 4.	84
Figura 80. Carga admisible SPT 5.	85
Figura 81. Carga admisible SPT 6.	85
Figura 82. Carga admisible SPT 7.	86
Figura 83. Profundidad vs Humedad_SPT 1.	88
Figura 84. Profundidad vs Humedad_SPT 1.	89
Figura 85. Profundidad vs Humedad_SPT 1.	89
Figura 86. Profundidad vs Humedad_SPT 4.	90
Figura 87. Profundidad vs Humedad_SPT 5.	90
Figura 88. Profundidad vs Humedad_SPT 6.	91
Figura 89. Profundidad vs Humedad_SPT 7.	91
Figura 90. Profundidad vs Humedad promedio de SPT's.	92
Figura 91. Correlación geoelectrica 1,2 y 3.	93
Figura 92. Correlación geoelectrica 4,5 y 6.	93
Figura 93. Clasificación de suelos a 1m de profundidad.	94
Figura 94. Clasificación de suelos a 2m de profundidad.	94



Figura 95. Clasificación de suelos a 3m de profundidad.	95
Figura 96. Carga admisible de los suelos a 1m de profundidad.	96
Figura 97. Carga admisible de los suelos a 2m de profundidad.	96
Figura 98. Carga admisible de los suelos a 3m de profundidad.	97
Figura 99. Carga admisible de los suelos a 4m de profundidad.	97
Figura 100. Carga admisible promedio de los suelos hasta 4m de profundidad.	98
Figura 101. Deslizamientos presentes en el proyecto de vivienda "09 de Junio".....	99
Figura 102. Zonificación Geotécnica proyecto de vivienda "09 de Junio".....	100



Índice de anexos:

Anexo 1. Mapa topográfico del proyecto de vivienda “09 de Junio”	111
Anexo 2. Perfiles topográficos del proyecto de vivienda “09 de Junio”	111
Anexo 3. Mapa de pendientes del proyecto de vivienda “09 de Junio”	111
Anexo 4. Mapa geomorfológico del proyecto de vivienda “09 de Junio”	111
Anexo 5. Fichas de campo de descripción de afloramientos.	112
Anexo 6. Fichas de campo de descripción de calicatas.....	129
Anexo 7. Fichas de campo de descripción de movimientos en masa.....	132
Anexo 8. Mapa geológico del proyecto de vivienda “09 de Junio”.	136
Anexo 9. Resultados de Laboratorio de los ensayos SPT	137
Anexo 10. Estudios de permeabilidad	148
Anexo 11. Resumen de datos geotécnicos en base a los ensayos SPT	144
Anexo 12. Datos de campo y curvas de resistividad de los ensayos SEV´s	151
Anexo 13. Mapa de Zonificación geotécnica del proyecto de vivienda “09 de Junio”	153
Anexo 14. Certificación de traducción del resumen.....	154



Mapa de zonificación geotécnico del proyecto de vivienda de interés social "09 de Junio" ubicado en el barrio Menfis Alto en el cantón y provincia de Loja.



1. Título

Mapa de zonificación geotécnico del proyecto de vivienda de interés social "09 de Junio" ubicado en el barrio Menfis Alto en el cantón y provincia de Loja.



2. Resumen

La presente investigación tuvo como propósito realizar el “Mapa de zonificación geotécnica del proyecto de vivienda de interés social “09 de Junio” ubicado en el barrio Menfis Alto en el cantón y provincia de Loja” el trabajo inicio con el levantamiento topográfico a escala 1:2000, el cual sirvió como base para realizar el levantamiento geológico donde se encontró geo-materiales como areniscas, conglomerados, lutitas y arcillas pertenecientes a la formación Belén, conjuntamente con areniscas con lentes de conglomerados y limonitas perteneciente a la formación Trigal. Para la exploración geotécnica se aplicó Métodos directos e indirectos como Ensayos de penetración Estándar (SPT), y sondeos eléctricos verticales (SEV). Respecto a los métodos directos se analizó un total de 7 sondeos SPT hasta 10 metros de profundidad, a partir de las muestras obtenidas se realizó ensayos de laboratorio de acuerdo a la Normativa ASTM como son: granulometría, contenido de humedad, límites de Atterberg, clasificación AASTHO y SUCS, con estos resultados se calculó a su vez la capacidad de carga de los suelos, índice de liquidez, consistencia relativa y comportamiento de las capas de arcilla. Dentro de los métodos indirectos se analizaron 6 ensayos SEV, los cuales permitieron conocer la distribución litológica a profundidad y las características de estas capas respecto a la humedad presente en el área. Con variables como topografía, litología, estructura, capacidad de carga, humedad se confeccionó el mapa de zonificación geotécnica a escala 1:2000. A partir de los resultados de la presente investigación se recomienda algunas medidas preventivas como la canalización de las aguas superficiales, zonas urbanizables y no urbanizables.

Palabras clave: Topografía, Geología, Caracterización geotécnica, zonificación



Abstract

The purpose of this research was to carry out the "Geotechnical zoning map of the "09 de Junio" social housing project, located in the Menfis Alto neighborhood in Loja's city". The work began with the topographic survey at 1: 2000 scale, which served as a basis for the geological survey where geo-materials such as sandstones, conglomerates, shales, and clays belonging to the Belén formation, together with sandstones with lenses of conglomerates and limonites belonging to the Trigal formation were found. For the geotechnical exploration, direct and indirect approaches such as Standard Penetration Tests (SPT) and vertical electrical soundings (VES) were applied. Regarding direct methods, a total of 7 SPT surveys up to 10 meters deep were analyzed. From the samples obtained, laboratory tests, such as granulometry, moisture content, Atterberg limits, AASTHO, and SUCS classification were carried out. According to ASTM standards, and with these results, the bearing capacity of the soils, liquidity index, relative consistency, and behavior of the clay layers were calculated. Among the indirect approaches, 6 SEV tests were analyzed, which allowed us to know the lithological distribution at depth and the characteristics of these layers concerning the humidity present in the area. With variables such as topography, lithology, structure, load capacity, and humidity, a geotechnical zoning map was drawn up at a scale of 1:2000. Based on the results of this research, some preventive measures such as the channeling of surface water, urban and non-urban zones are recommended.

Key words: Topography, Geology, Geotechnical characterization, zoning.



3. Introducción

El cantón Loja se encuentra ubicado al sur del Ecuador continental, presenta una topografía irregular con mesetas y valles sobre los 2000msnm, temperaturas de 14 a 21°C, presenta precipitaciones anuales equivalente a 950 a 1028 mm/año. Dentro de su extensión existen diferentes zonas residenciales que se han visto afectados por fenómenos de carácter geológico- hidrogeológico como es el caso del proyecto de vivienda de interés social "09 de Junio" ubicado en el barrio Menfis Alto, al occidente de la ciudad.

Por tal motivo se ha optado por realizar el presente proyecto investigativo con la finalidad de conocer a detalle las características geológicas-geotécnicas utilizando una metodología de carácter experimental con información descriptiva, basándose en el levantamiento detallado de la topografía, pendientes, geología, ensayos de penetración estándar (SPT's) y sondeos eléctricos verticales (SEV's). La recopilación e interpretación de estas variables permitió zonificar el área de estudio en base al análisis multicriterio de las variables antes mencionadas.

Para dar cumplimiento a la investigación se ha propuesto los siguientes objetivos:

Objetivo general

- Desarrollar un mapa de zonificación geotécnica del proyecto de vivienda de interés social "09 de Junio" ubicado en el barrio Menfis Alto en el cantón y provincia de Loja.

Objetivos específicos

- Determinar las condiciones geológicas del proyecto de vivienda de interés social "09 de Junio"
- Analizar las propiedades físicas, mecánicas e hidrogeológicas de los materiales existentes en la zona de estudio.
- Elaborar un mapa de zonificación geotécnica del Proyecto de Vivienda de interés social "09 de Junio."



4. Marco teórico

4.1. Topografía

La topografía es una ciencia que comprende métodos para medir y recopilar información física sobre la tierra (relieves, litorales, cauces de corrientes hídricas, entre otros) y el medio ambiente. Se utilizan métodos clásicos de medición para encontrar posiciones relativas de puntos situados por encima y debajo de la superficie terrestre. (Wolf y Ghilani 2015).

4.1.1. Levantamiento topográfico

Un levantamiento topográfico es un conjunto de operaciones para determinar la posición de puntos en el espacio y su representación en un plano. (Vargas et al., 2017).

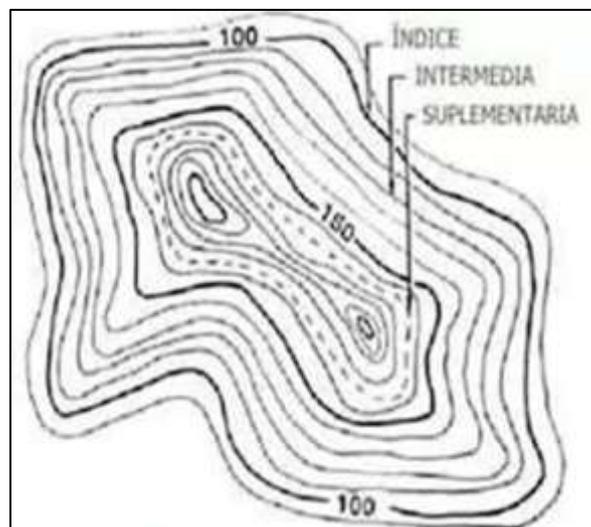


Figura 1. Curvas de nivel principales realizadas mediante levantamiento topográfico.
Nota. Obtenido de Hein, (1984)

Para ello se tomará en cuenta diferentes parámetros que se los menciona a continuación:

- Elección del método de levantamiento.
- Seleccione el equipo.
- Identificar y ubicar vértices de apoyo potenciales.
- Realice medidas en el terreno.
- Calcular y procesar datos.
- Preparación de planos

Cabe mencionar que un levantamiento topográfico son un conjunto de actividades realizadas en campo con el objetivo de obtener información necesaria que permita determinar coordenadas rectangulares de los puntos de un terreno de manera directa o



mediante un proceso de cálculo, obteniendo la representación gráfica del terreno levantado. (Vargas et al., 2017)

4.1.2. Tipos de levantamiento topográfico

Existen diferentes tipos de levantamientos que se hacen sobre superficies pequeñas, tales como: levantamientos topográficos, levantamientos de vías, de ciudades, levantamientos catastrales, levantamientos de construcción, levantamientos hidrográficos, mineros, forestales, geológicos, fotogramétricos y levantamientos con los cuales se establecen límites bajo el océano, en la luna y otros planetas (León, 2015).

Es por ello que para realizar un levantamiento topográfico se necesita de:

- Conocer el objetivo del levantamiento.
- Escoger el método y los instrumentos a utilizar.
- Llevar a cabo el trabajo de campo.
- Cuantificar los datos obtenidos.
- Elaborar un esquema o plano para el trabajo.
- Ubicación de señales para marcar o guiar trabajos de construcción, excavaciones, explotación de minerales, etc.

4.1.3. Equipos utilizados para realizar mediciones topográficas

- **Teodolito.** - Instrumento universal de la topografía debido a la diversidad de usos que se le pueden otorgar, tales como: medir y trazar ángulos horizontales y verticales, medir distancias, determinar diferencias de elevación, medir direcciones y trazar y prolongar alineamientos. (Zamarripa Medina, 2012).
Así mismo, este se conforma por una brújula y un compás, esto con la intención de realizar mediciones angulares horizontales, además de un cálculo matemático para la medición de distancias con menor precisión. (Zamarripa Medina, 2012).
- **Estación Total.** - Aparato con tecnología electrónica e informática, es decir, es un instrumento de medición que se apoya de la óptica, la electrónica y el manejo de información a través del procesamiento.
- **GPS Diferencial.** - La información adquirida complementaria permite corregir con las inexactitudes que se puedan introducir en las señales que el receptor recibe de los satélites, además existe un inconveniente con el GPS Diferencial, y es que la señal que emite la estación terrestre cubre solamente un radio aproximado de unos 200 kilómetros.



- **Drones.** - Equipo de navegación autónomo, el cual posee características técnicas particulares para realizar trabajos de todo tipo, se pueden utilizar en el exterior como en el interior de algunos lugares, pudiendo incorporar como carga útil diferentes tipos de sensores requeridos al momento de realizar la navegación, tales como: cámaras de video, cámaras fotográficas de espectro visible, infrarrojo, además, en el caso del levantamiento topográfico mediante el uso de drones, es eficiente, debido a que con la ayuda de sus cámaras de última generación se aporta mucha más información gráfica que lo que se lograría en un levantamiento tradicional. Así mismo, la información es mucho más completa en cuanto a la colorimetría, lo que consigue una mayor resolución y realismo del terreno.

4.1.4. Curvas de Nivel

Las curvas de nivel son líneas implementadas en un mapa, las cuales unen puntos de la misma altitud, por sobre o debajo de una superficie tomada como referencia, generalmente esta coincide con la línea marcada del nivel del mar, el cual tiene el fin de mostrar el relieve del terreno, además las curvas de nivel es una de las técnicas que se utilizan para reflejar de forma tridimensional la superficie terrestre en un mapa de dos dimensiones (Navarro S, 2008).

Dentro de ellas están, las curvas de nivel principales o directrices y curvas Intermedias

4.2. Geología

La geología es una ciencia reciente, sus progresos han tenido lugar a saltos, así como, los paisajes de la tierra en el pasado, la transformación y la sucesión de las poblaciones vivientes que la poblaron y la determinación experimental de las condiciones de formación de las rocas las cuales fueron etapas decisivas adquiridas en el curso de los últimos 150 años. (Paquet y Dercourt 1984)

De esta manera, se divide en geología física e histórica: la geología física estudia los materiales que componen la tierra, mientras que la geología histórica estudia el origen y la evolución de la tierra a lo largo del tiempo.

4.2.1. Definición de suelos y rocas

Según Arqhys Construcción (2012), A diferencia del suelo, que es todo el elemento natural compuesto por minerales separables con poca intensidad, tal como la presión ejercida con los dedos de una mano, "la roca es considerada como un agregado natural de partículas minerales unidas mediante grandes fuerzas cohesivas".



- **Origen y Formación de los Suelos.** - La meteorización, que es la alteración que experimentan las rocas en contacto con el aire, el agua y los seres vivos, es el origen o la causa principal de la formación de los suelos.

El suelo es el resultado y la interacción de al menos cinco tipos .de factores; estos incluyen el clima, el tiempo, relieve, la roca madre, los seres vivos y a veces el agua libre dentro del perfil de las capas freáticas. (Correa 2017).

La formación de un suelo o edafogénesis se divide en cuatro etapas o fases:

Primera etapa: Los agentes atmosféricos meteorizan una roca cuando aflora a la superficie y se fragmenta gradualmente.

Segunda etapa: Después de que la roca madre se haya meteorizado, se forma una capa mineral conocida como horizonte C, sobre la cual se colocan seres vivos como músculos, líquenes, bacterias y protistas.

Tercera etapa: Se trata de una etapa de maduración en la que la actividad de los seres vivos produce materia orgánica que se transforma, lo que da como resultado el humus, que forma el horizonte A.

Cuarta etapa: es la etapa climática, en la que el suelo se estructura completamente en horizontes.

- **Tipos de Suelos.** - Según Bellver (2022), hay cinco tipos de suelos, los cuales se forman por la unión de tres tipos de partículas de roca erosionada que componen el suelo, estos son:

- Arenosos
- Arcillosos
- Limosos
- Humíferos
- Arcillosos

4.2.2. Ciclo de las Rocas

Es el conjunto de procesos que atraviesan las rocas para transformarse. Este ciclo indica el tiempo geológico que le toma transformarse, y esto se debe a que las rocas están obligadas a cambiar debido a su conexión con otros ciclos, como el ciclo del agua o los movimientos de placas tectónicas.

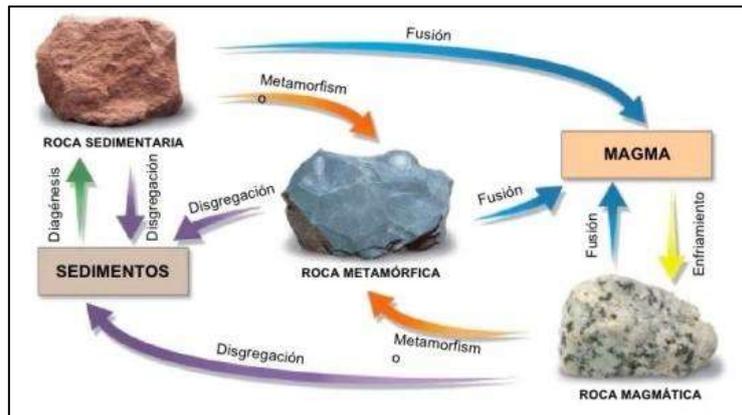


Figura 2. Ciclo de las rocas. Procesos que atraviesan las rocas para su transformación
Nota. (10 ciclo.xyz, 2015)

En lo que respecta al tipo de rocas tenemos:

- **Rocas Ígneas.** – Son las más comunes, conforman el 90% de la litosfera y se forman por la solidificación de una mezcla fundida llamada magma.
- **Rocas Sedimentarias.** – Estas rocas se forman por la acumulación de materiales transportados por agua, hielo o viento y a su vez sometidos por procesos físicos y químicos dando lugar a los materiales consolidados.
- **Rocas Metamórficas.** – Este tipo de roca se forman bajo la acción de la presión (P) y la temperatura (T), modificando otras preexistentes en el interior de la tierra.

4.2.3. *Litología de los Depósitos Sedimentarios*

La litología es una rama de la geología que estudia las propiedades físicas y químicas de las rocas que componen formaciones geológicas específicas y su impacto en el espacio libre de la tierra. Se diferencia de la petrología en que no se ocupa de un tipo particular de roca, sino que aborda el estudio desde el punto de vista del territorio, es decir, de todas las rocas que ocupan esa región.

- **Depósitos Coluviales.** - Se pueden encontrar tanto en climas áridos como secos. Se ven como conos o pequeños abanicos sin un espesor significativo porque están formados por acumulaciones locales. (Ayala, 2015).
- **Depósitos Aluviales.** - Proceden del período Cuaternario, asociado al Gran Cenozoico, se encuentran en los márgenes de los ríos que se encuentran constituidos por materiales cementicios pobres, cantos rodados y bloques metamorfismo y vulcanismo.

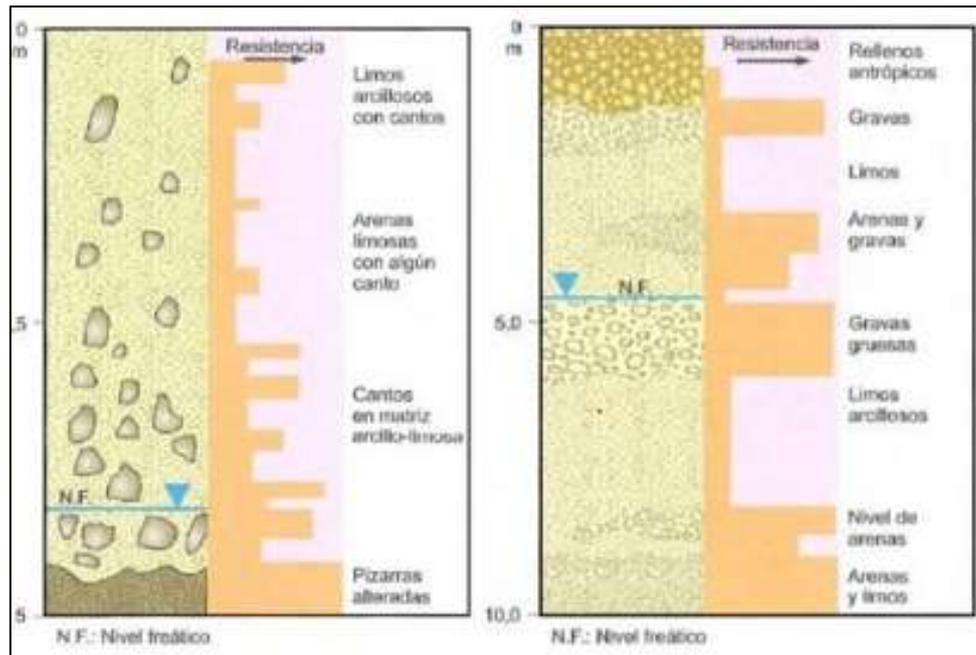


Figura 3. Columnas sedimentarias típicas de depósitos coluviales (izq.) y aluviales (der.)

Nota. (González de Vallejo, 2004)

4.2.4. Geología Estructural

La geología estructural según Belousov (1979) lo define como “una parte de la geotécnica para el estudio de la estructura y el desarrollo de la corteza terrestre, está asociado con procesos mecánicos, movimiento, y deformaciones”. Las deformaciones a menudo pueden determinar la superficie original y la naturaleza de las fuerzas que crearon estas estructuras rocosas.

La geología estructural comprende diferentes aspectos dentro de los cuales tenemos:

- Planos Geológicos
- Fallas
- Pliegues
- Diaclasas
- Discordancias

4.2.5. Muestreo Geológico

En lo que respecta al muestreo geológico se lo puede realizar en diferentes ámbitos por lo que el proyecto de investigación se enfocara con lo que respecta al suelo consistiendo prácticamente en una recolección de muestras en campo y mediante ensayos de campo y laboratorio determinar las características que presenta un suelo, teniendo en cuenta el desarrollo de estrategias adecuadas para obtener resultados que permitan una adecuada evaluación de la zona de estudio. Es por esto que las muestras se recogen



considerando normas de trabajo, las cuales aseguran la calidad, representatividad y equiprobabilidad de la población involucrada. Para el muestreo geológico pertinente se efectuará a través de:

- **Calicatas.** - Las excavaciones realizadas mediante medios mecánicos convencionales permiten la observación directa del terreno, así como la toma de muestras y ocasionalmente la realización de ensayos in situ. Tienen la ventaja de que permiten acceder directamente al terreno, lo que permite observar las variaciones biológicas, estructura, discontinuidades, etc., y también permiten la toma de muestras de gran tamaño para ensayos y análisis.

Sin embargo, presenta limitaciones tales como:

- La utilidad de esto se ve limitada por la presencia de agua.
- La profundidad suele ser menor o igual a 4m
- Es necesario permitir la excavación mecánica del suelo.
- Para su ejecución, es necesario cumplir con las normas de seguridad contra derrumbes de paredes y asegurarse de que no haya instalaciones, conducciones, cables, etc.

4.2.6. Mapeo Geológico

Es el proceso de transferir las observaciones de geología del campo a uno de los varios tipos de mapas base (Echeveste, 2018).

Los mapas geológicos en particular son representaciones gráficas de una parte de la superficie de la tierra donde los atributos proyectados en el plano deben guardar entre sí las mismas relaciones espaciales que tienen en el terreno, con una distribución que estará controlada por la escala en la que el mapa ha sido construido.

El análisis se basa en la identificación de sistemas de juntas y otras discontinuidades y su relación con las superficies de fallas potenciales.

4.2.7. Geomorfología

La geomorfología es la ciencia de la geología y la geografía que estudia las formas de la superficie de la tierra, es decir, un relieve en el que se representan las formas (morfología), su origen, estructura, historia del desarrollo, dinámica moderna, diagnóstico futuro y su relación con la actividad humana. Así mismo Escobar D. (2013) indica que es una ciencia que estudia las formas de la Tierra, especializándose en: estructura y clima.



4.3. Caracterización geotécnica

El objetivo de una caracterización geotécnica es recopilar e interpretar de forma técnica la información a través de los estudios geotécnicos con el fin de caracterizar los materiales existentes en una zona específica.

Para clasificar adecuadamente un perfil de suelo, se deben realizar campañas de exploración geotécnica según la categoría de la unidad de construcción mediante sondeos y/o exploraciones geofísicas. (NEC, 2014, p 18)

4.3.1. Métodos de exploración

La exploración geotécnica se realiza mediante métodos directos e indirectos. La recuperación de muestras mediante métodos directos como sondeos y excavaciones permite conocer las propiedades físicas, mecánicas e hidráulicas del suelo. Por otro lado, las mediciones indirectas de las propiedades físicas de las rocas y el suelo se realizan mediante métodos indirectos, también conocidos como geofísicos. (Braja Das, 2015, p. 8)

4.3.1.1. Exploración por métodos directos.

En la sección Geotecnia y Cimentaciones de un estudio geotécnico definitivo (NEC, 2015) se indica que se deben realizar pruebas de exploración directa o indirecta para determinar las propiedades físicas y geomecánicas del subsuelo.

- **Ensayos SPT.** - Un tipo de prueba de penetración dinámica que se utiliza para ensayar terrenos en los que se quiere realizar un reconocimiento geotécnico es el ensayo de penetración estándar, también conocido como SPT.

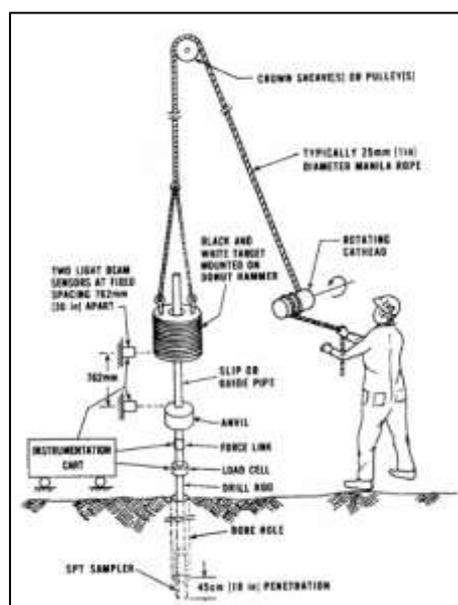


Figura 4. Esquema del ensayo de penetración estándar (SPT)
Nota. Obtenido de (Kovacs & Salomone, 1982)



4.4. Exploración por métodos indirectos

La geofísica como método indirecto tiene como objetivo brindar información del subsuelo, permite inferir la estructura geológica, mediante las distribuciones las propiedades físicas de los materiales y de la tierra en general; así como localizar niveles freáticos o anomalías, con técnicas aplicadas desde la superficie, para fines geotécnicos se puede medir la conductividad eléctrica del subsuelo, la velocidad de propagación de ondas de sonido en sus diferentes medios, la densidad de masa o la susceptibilidad magnética (Peláez Zapata, 2018).

- **Sondeos eléctricos verticales (SEV).** - Los sondeos eléctricos verticales según Equipo (2000) “en prospección eléctrica, se trata de una técnica en la que el espaciado entre electrodos o bobinas aumenta con el fin de incrementar la profundidad de investigación por debajo de la estación de medida” (p.713). Por otra parte, según González de Vallejo y Ferrer (2002) esta técnica consiste en: Medir la resistividad en cada disposición después de separar los electrodos de corriente A y B del punto central siguiendo una línea recta. La variación de la resistividad p con la profundidad en el punto central del perfil investigado es el resultado que se obtiene del SEV. (p.330)

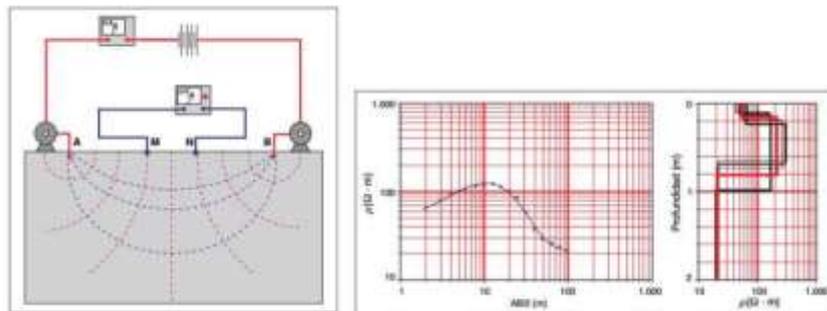


Figura 5. Esquema de interpretación de un SEV en campo por arreglo Schlumberger.
Nota. Obtenido de (González de Vallejo, 2004)

- **Sísmica de refracción.** – Dentro de los métodos sísmicos es el más empleado y consiste en la realización de perfiles longitudinales instrumentados con sensores (geófonos), espaciados entre sí. (Gonzales de Vallejo, et al. 2004)

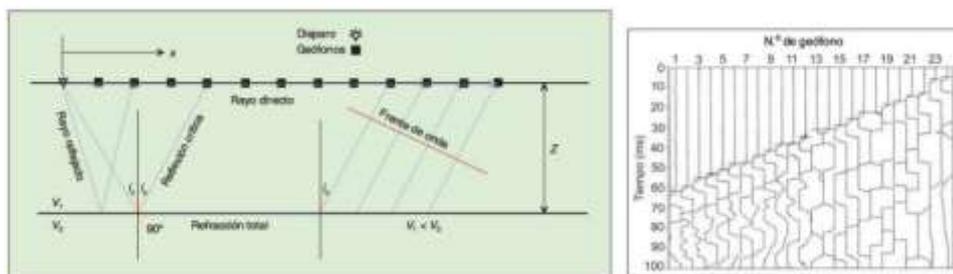


Figura 6. Sísmica de refracción; ejemplo de sismograma.
Nota. Obtenido de (González de Vallejo, 2004)



4.4.1. Mecánica de suelos

Crespo (2004) afirma que la mecánica del suelo es el campo de la física que estudia cómo las fuerzas afectan los cuerpos. La rama mecánica que estudia cómo las fuerzas afectan las masas del suelo se llama mecánica del suelo. (p. 17).

El Dr. Karl Terzaghi define la mecánica del suelo como la aplicación de las leyes de la mecánica y la hidráulica a los problemas de ingeniería que tratan con sedimentos y otras acumulaciones no consolidadas de partículas sólidas, que son el resultado de la desintegración química y mecánica de las rocas.

4.5. Propiedades físicas de los suelos

Según Marín (2008), los suelos son el resultado de la desintegración de partículas de la roca madre y se originan en procesos físico químicos, donde las propiedades físicas son las que permiten distinguirlos y categorizarlos. Algunas de estas características son cohesión, grado de saturación, porosidad, peso específico, densidad y contenido de humedad.

4.5.1. Límites de Atterberg

Los límites de consistencia o límites de Atterberg se utilizan para evaluar el comportamiento de los suelos finos (ASTM D4318). Los límites se basan en la idea de que solo pueden existir 4 estados de consistencia según la humedad en un suelo de grano fino, y se definen tres límites:

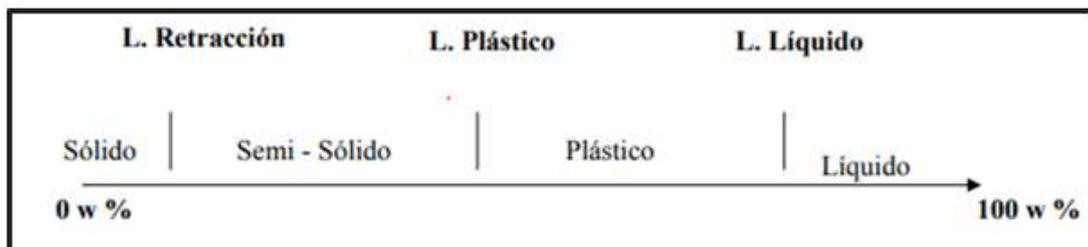


Figura 7. Límites de Atterberg utilizado para el comportamiento de suelos finos.

Nota. Obtenido de Commegna (2005)

- **Límite líquido.** - El límite líquido ocurre cuando el suelo se transforma de un estado semilíquido en uno plástico, lo que permite su moldeabilidad. La cuchara de Casagrande se emplea para establecer este límite.
- **Límite plástico.** – El límite plástico ocurre cuando el suelo se desmorona, es decir, cuando pasa de un estado plástico a un estado semisólido.
- **Límite de Contracción.** - El límite de contracción de un suelo se conoce como el contenido mínimo de agua, por debajo del cual una reducción de la cantidad de



agua no reducirá el volumen de la muestra de suelo, pero un aumento en el contenido de agua reducirá el volumen de la muestra de suelo.

4.6. Clasificación de los suelos

Los suelos se clasifican según sus propiedades mecánicas y su comportamiento en ingeniería. Para comunicar de manera clara las características generales del suelo, es necesario utilizar el mismo lenguaje conocido como sistemas de clasificación. Actualmente, para aplicaciones industriales, se utilizan dos sistemas de clasificación gradual que utilizan la distribución granulométrica y la plasticidad del suelo, siendo estas la American Association of State Highway Officials (AASHTO) y el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS). (Braja M. Das, 2013).

4.6.1. Sistema unificado de clasificación (SUCS)

Se realiza un análisis granulométrico cuando se pretende conocer la proporción de cada material que tiene un suelo, para partículas de tamaños superiores a 0,075 mm se utiliza la vía seca, y para tamaños iguales o inferiores a 0,075 mm la granulometría por sedimentación mediante el hidrómetro la vía húmeda. (González de Vallejo, 2004).

4.6.2. Clasificación de los suelos (AASHTO)

Este sistema de clasificación de suelos se creó por primera vez en 1929 como el Sistema de Clasificación de Administración de Carreteras (Braja M. Das, 2013). La Comisión de Clasificación de Materiales para los Tipos de Carreteras Subrasantes y Granulares de la Junta de Investigación de Carreteras es quien propone la versión actual en 1945 (Norma ASTM D-3282; método AASHTO M145).

Este sistema clasifica el suelo en siete grupos principales, de A-1 y A-7. Los materiales de suelo granulares clasificados en los grupos A-1, A-2 y A-3 pasan el 35% o menos de las partículas a través del tamiz 200. Los suelos pertenecen a los grupos A-4, A-5, A-6 y A-7 si más del 35% pasa a través del tamiz número 200. Estos consisten principalmente en limo y materiales de arcilla.

4.7. Hidrogeología

La hidrogeología es una rama de la hidrología que se ocupa de las aguas almacenadas y fluyendo en la tierra. La hidrogeología se enfocó principalmente en la búsqueda y explotación de aguas subterráneas durante muchos años. Sin embargo, la creciente conciencia de que la pérdida de calidad en las aguas subterráneas es un problema social y económico importante ha llevado a la creación de nuevas facetas como el transporte y la transformación de contaminantes, así como una variedad de enfoques para



caracterizar, acondicionar, mejorar y remediar los entornos afectados por la contaminación de las aguas. (Servicio Mexicano Hidrogeología, 2017)

4.8. Zonificación geotécnica

La zonificación es la división de un área en función de un criterio predeterminado, lo que produce una sectorización en función de los niveles o valores de ese criterio. La zonificación geotécnica se refiere a la determinación de áreas relativamente homogéneas con características físico-mecánicas similares, donde se establecen parámetros claves que anticipan posibles problemas constructivos, y también permite evaluar la idoneidad del terreno para diversos usos desde la perspectiva del desarrollo urbano. (López & Robayo, n.d.)

4.8.1. Metodologías de zonificación

Aunque existen numerosas técnicas de zonificación, su objetivo general es representar gráficamente una región utilizando datos geológicos y geotécnicos. Algunas de las características generales que frecuentemente se toma en cuenta en una metodología son las siguientes:

- Incluye los parámetros esenciales requeridos.
- Aplicable a una variedad de análisis específicos y escalas de trabajo
- El procedimiento de análisis se puede adaptar según la magnitud del problema y las implicaciones que conlleva. (López & Robayo, n.d.)

4.9. Definición de mapas geotécnicos

Los mapas geotécnicos son un método en ingeniería geológica para presentar información geológica y geotécnica de manera cartográfica para la planificación y uso del territorio, así como para el proyecto, la construcción y el mantenimiento de obras de ingeniería. Los mapas geotécnicos proporcionan datos sobre las características y propiedades del suelo y del subsuelo de una zona específica para evaluar su comportamiento y prevenir problemas geológicos y geotécnicos.

Los datos incluidos en los mapas geológicos (topografía, relieve, litología, estructura, etc.) permiten determinar información valiosa sobre las propiedades de los materiales, sin embargo, las descripciones geológicas no son suficientes para su aplicación en ingeniería geológica porque no aportan datos cuantitativos sobre las propiedades físicas y mecánicas, ni sobre la heterogeneidad y anisotropía de los materiales, y no representan los componentes del medio geológico



4.10. Tipologías de mapas geotécnicos

4.10.1. Mapas en función de su objetivo

- **Específicos:** Los mapas específicos ofrecen información sobre un aspecto específico de la ingeniería geológica o para un propósito específico.
- **Múltiples:** Los mapas múltiples ofrecen información sobre una variedad de aspectos de la ingeniería geológica.

4.10.2. Mapas en función de su contenido

- **Temático:** son aquellos que exhiben las características estructurales de un fenómeno geográfico específico.
- **Integrado:** aportan las condiciones geotécnicas descriptivas de los componentes principales del medio geológico
- **Auxiliar:** mapa complementario a otro.
- **Complementario:** proporciona información fundamental sobre aspectos geológicos, geomorfológicos o hidrogeológicos específicos.

4.10.3. Mapas en función de su escala

- **Gran escala (local):** Son los que representan áreas menores a 1:10.000 de la Tierra.
- **Escala media:** Son representaciones que no tienen en cuenta la curvatura del planeta. Las escalas medias oscilan entre 1:10.000 y 1:100.000.
- **Escala pequeña (regional):** Los mapas de escala pequeña generalmente muestran menos detalle que los mapas de escala grande, pero cubren grandes áreas de la Tierra, a menos que sea de 1:100,000.



5. Metodología

5.1. Métodos

Para el desarrollo del presente proyecto de investigación se utilizó los métodos científico, cuantitativo, cualitativo y descriptivo descritos a continuación:

- De acuerdo con Muñoz Rocha (2015), el método científico se define como un procedimiento planificado que se desarrolla y lleva a cabo tanto en el ámbito teórico como en el práctico, es decir, en el trabajo o actividad que se realiza durante una investigación, ya que analiza y cuestiona las posibilidades de aplicación. Por lo tanto, el método científico es fundamental en la investigación; su estudio filtra y determina cómo se realiza la investigación.
- Según Fernández Collado et al. (2014), el método cuantitativo, que incluye una serie de procedimientos, sigue una secuencia lógica y basada en pruebas. Cada etapa precede a la siguiente, y no podemos "brincar" o pasar por alto algunos de ellos. El orden es complicado, pero podemos redefinir algunas etapas. Parte de una idea que se desarrolla y, una vez que se ha delimitado, se derivan objetivos y preguntas de investigación, se revisa la literatura y se crea un marco o perspectiva teórica.
- Para Fernández Collado et al. (2014), las áreas o temas de investigación importantes también guían el enfoque cualitativo. Sin embargo, los estudios cualitativos pueden desarrollar preguntas e hipótesis antes, durante o después de la recolección y el análisis de los datos, en lugar de que la claridad sobre las preguntas e hipótesis de la investigación precede a la recolección y al análisis de los datos.
- Fernández Collado et al. (2014), establece que los estudios descriptivos tienen como objetivo determinar las características, propiedades y perfiles de individuos, grupos, comunidades, procesos, objetos o cualquier otro fenómeno que sea objeto de análisis. En otras palabras, su único objetivo es medir o recopilar información sobre los conceptos o variables a los que se refieren de manera independiente o conjunta.



5.2. Área de estudio

5.2.1. Ubicación

El área de estudio denominado proyecto de vivienda de interés social “09 de Junio” se encuentra al sur de la región interandina del Ecuador, en la provincia y cantón de Loja, en la parroquia urbana Sucre, sector Menfis Alto al occidente de la provincia.

El proyecto se encuentra ubicado la Ciudadela o Barrio Ciudad Victoria, para poder ingresar seguimos la Av. Transito Amaguaña cuya avenida comienza en el redondel del barrio Ciudad Victoria y termina en el proyecto de vivienda de interés social “09 de Junio” perteneciente al Barrio Menfis Alto de la Ciudad de Loja, específicamente en las coordenadas X: 696200 Y: 9557000 con Datum: WGS84 UTM; Zona 17S.



Figura 8. Mapa Provincial del Ecuador

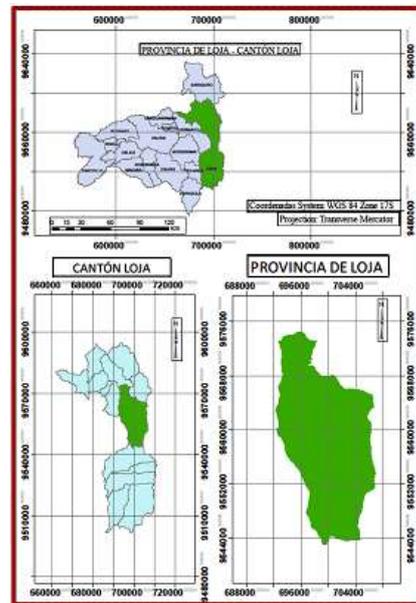


Figura 9. Ubicación política del Proyecto “09 de Junio”.

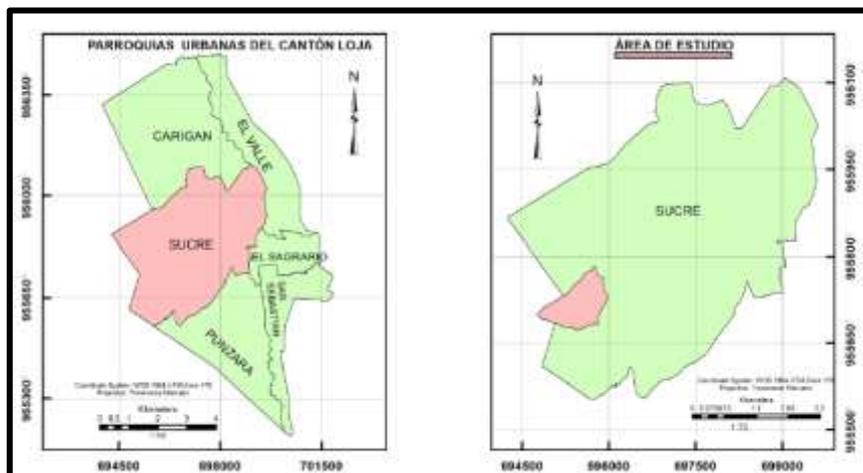


Figura 10. Ubicación local del Proyecto “09 de Junio”.



5.2.2. Acceso

El acceso al proyecto de vivienda de interés social “09 de Junio” viene realizada desde Quito tomando en cuenta el Terminal Terrestre de Quito “Quitumbe” para transportarse vía terrestre con un recorrido aproximado de 675 Km en vía de primer orden con un tiempo estimado de 10 a 12 horas hasta llegar al Terminal Terrestre de Loja. Otra alternativa es vía aérea desde el Aeropuerto Mariscal Sucre hasta el Aeropuerto de Catamayo para continuar vía terrestre de Catamayo – Loja con un recorrido aproximado de 35 Km y un tiempo estimado de 35 minutos hasta la ciudad de Loja.

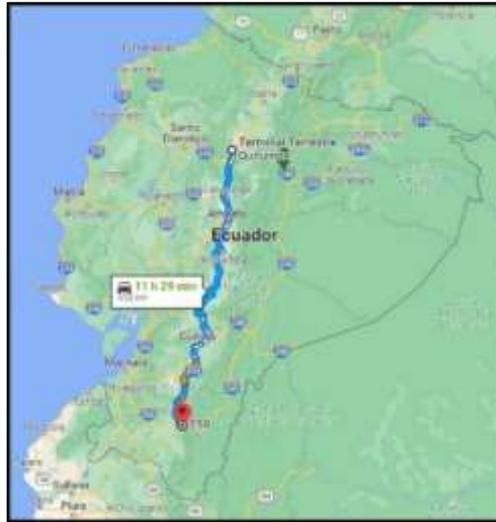


Figura 11. Acceso a la zona de estudio ruta Quito-Loja
Nota. Google Maps; (2022)

En la figura 12 se observa el acceso desde el Terminal Terrestre de Loja a la zona de estudio y para dirigirse hay que seguir la vía a Camayo hasta el redondel del barrio el Plateado, luego se gira a la izquierda hasta el redondel del Barrio Ciudad Victoria y por último seguir la Av. Transito Amaguaña misma que termina en la zona de estudio.

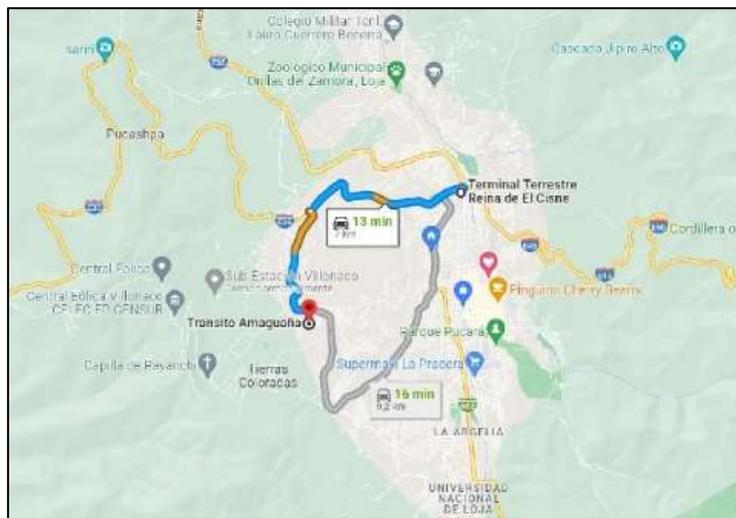


Figura 12. Acceso zona de estudio ruta Terminal Terrestre – Proyecto “09 de Junio”
Nota. Google Maps (2022)



5.2.3. *Clima*

Debido a su ubicación en la cuenca alta del Zamora, afectada principalmente por la latitud y el relieve, Loja se encuentra en el área Templado Andino influenciado por el clima típico amazónico y los vientos alisos. Las mesetas y valles pequeños se ubican en una altitud de 2000 metros sobre el nivel del mar, con temperaturas que oscilan entre los 14° y 21°C, sin mencionar a los Andes, que se encuentran en dirección sur. En Ecuador, las cordilleras occidental y oriental están situadas paralelamente. (Jumbo Y, 2012)

5.2.4. *Hidrografía*

La red hidrográfica principal de la hoya de Loja está conformada por los ríos Zamora y Malacatos, cuyos caudales toman una dirección Norte, sin embargo, a los alrededores del área de estudio se encuentra la quebrada Las Pavas, que es una red hídrica secundaria de tipo detrítico con caudales que presenta volúmenes poco considerables, con una longitud de 1.54 Km, tomando una dirección de flujo Noroeste para consecutivamente unirse a otras redes hídricas secundarias para luego desembocar en el río Zamora. (Guamán, 2008)

En el área de estudio observamos la figura 13 en el que se determina un ojo de agua, probablemente su existencia se presenta por la filtración que existe desde la parte superior debido a la existencia de dos lagunas y su cauce se conduce para formar la quebrada Las Pavas el cual permite su traslado hacia la quebrada Turunuma y permitiéndose desembocar en el río Zamora.



Figura 13. Acuífero ubicado en la parte alta de la zona de estudio.



5.2.5. Geología Regional

El cantón Loja perteneciente a la provincia de Loja está asentada sobre el basamento metamórfico de la formación Chiguinda (Paleozoico) Devoniano a Permiano, cuenta con una altitud máxima de 2230 msnm y una altitud mínima de 2060 msnm y considerando la hoja geológica Gonzanamá, Edición 2, Serie J62-G, Hoja 57, N VII-B a escala 1:100000 cuenta con una topografía bastante irregular, desde contrafuertes montañosos hasta zonas planas rellenas con depósitos sedimentarios.

Incluye así los dominios metamórficos del macizo metamórfico de la Cordillera Real, así como las cuencas sedimentarias intramontañosas de Gonzanamá, Malacatos, Vilcabamba, Nambacola y la parte sur de la cuenca de Loja., así mismo, las rocas metamórficas de la Cordillera Real constituyen el basamento cristalino en la parte oriental mientras que las rocas volcánicas y vulcano sedimentarias constituyen la parte oriental conocidas antiguamente por formar parte de la Formación Sacapalca. (Hungerbuhler D. 2002)

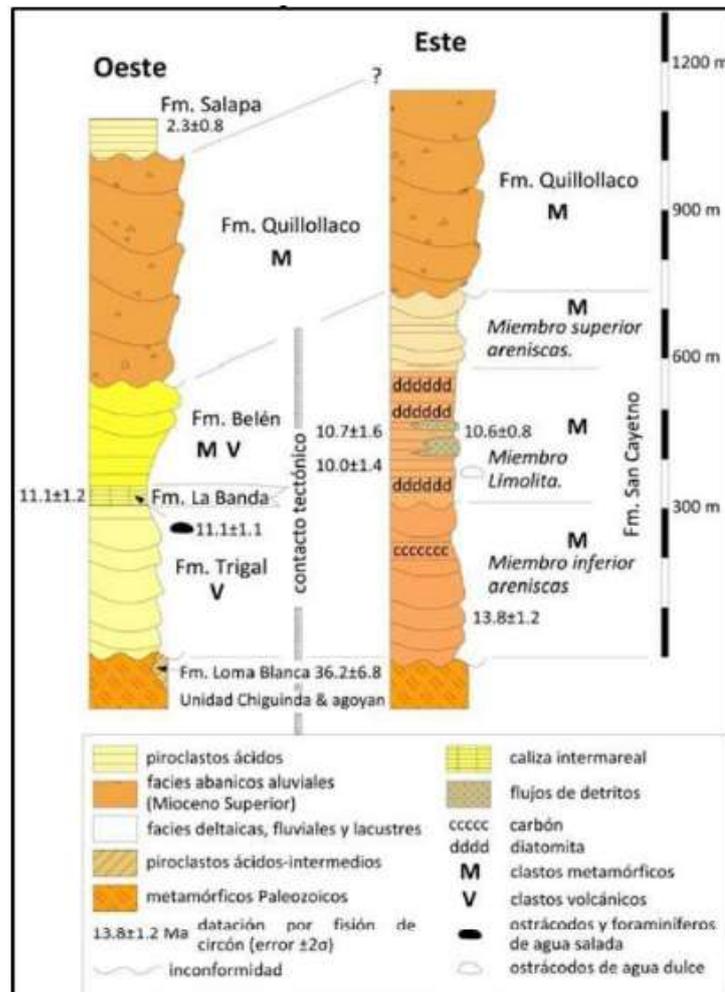


Figura 14. Columna estratigráfica de la Cuenca sedimentaria de Loja.

Nota. Obtenido de Hungerbuhler D. (2002)



5.2.5.1. Unidad Chiguinda (Pzch).

La unidad se encuentra en la Cordillera Real y sirve como base de la Cuenca de Loja. Está compuesta por rocas metamórficas de la época Paleozoica, que incluyen cuarcitas, filitas, esquistos, pizarras y pocas metacuarcitas.

Tiene un espesor desconocido, pero se supone que consta de varios kilómetros y aflora a través de los flancos occidentales y orientales de la Cuenca de Loja, formando parte de la Cordillera Real. (Hungerbuhler D. 2002)

5.2.5.2. Formación Trigal (Mioceno).

La formación Trigal se encuentra en el margen Nor-Occidente de la Cuenca sedimentaria de Loja y está compuesta por arenisca de grano grueso con láminas finas de conglomerados y capas menores de limonitas. Los conglomerados son clastos volcánicos que fluctúan con granos > 1cm y hay capas paralelas estratificadas dentro de las areniscas.

La Formación Trigal se encuentra en línea con la Formación San Cayetano hacia el Este (E), mientras que se encuentra en línea discordante con la Formación Chiguinda hacia el Oeste (W). (Hungerbuhler D. 2002)

5.2.5.3. Formación La Banda (Mioceno medio – tardío).

Esta Formación es exclusiva de la región Nor-Oeste de la Cuenca de Loja y es un intervalo de caliza blanca con moluscos y ostrácodos, repeticiones rítmicas de lutitas carbonatadas y calizas, capas de Chert (silice) y areniscas amarillas de grano fino.

La Formación La Banda se encuentra encima de la Formación Trigal y se puede observar localmente en un contacto poco erosivo o concordante. Además, se encuentra cerca de la Formación Belén y cuenta con una gran cantidad de ostrácodos y foraminíferos, lo que indica una deposición marina, poco profundo en un ambiente de estuario. (Hungerbuhler D. 2002)

5.2.5.4. Formación Belén (Mioceno Inferior).

La formación se encuentra al Oeste (W) del río Zamora en la región Nor-Occidental de la Cuenca, la cual, se aflora adyacente al barrio Belén. Se apoya en la formación La Banda, cuyo límite cambia gradualmente entre las calizas y las areniscas.

El contacto entre las formaciones Belén y San Cayetano está formado por una falla de cobijadura limitada al Oeste (W), y la Formación Quillollaco descansa con una discordancia angular sobre la Formación Belén. Las capas gruesas de arenisca de color marrón granulado contienen lentes de conglomerados de clastos de rocas metamórficas, estratificadas horizontalmente, y depósitos de desfase. (Hungerbuhler D. 2002)



5.2.5.5. Formación San Cayetano (Mioceno medio tardío).

La mayoría de esta formación se encuentra en el río Zamora y se puede observar en el barrio San Cayetano, que pertenece a la zona Centro-Oriental de la ciudad de Loja. Está compuesta litológicamente por areniscas, conglomerado y lutitas; capas de carbón, diatomitas y algunos piroclastos horizontales. Está dividido en tres miembros con límites transicionales.

Debido a su fuerte plegamiento, es difícil estimar el espesor de esta formación, sin embargo, se cree que debe ser de 800 metros, ya que hay gasterópodos, hojas y esqueletos de peces fosilizados.

La Unidad Metamórfica Chiguinda y la Formación Quillollaco tienen una discrepancia angular, mientras que la Formación San Cayetano tiene una disconformidad. (Hungerbuhler D. 2002)

5.2.5.6. Formación Quillollaco (Mioceno tardío).

La presencia de esta formación se puede encontrar en toda la cuenca, excepto en el borde nor-oeste, donde predominan conglomerados muy granulados con escasas intercalaciones de areniscas.

Los conglomerados son sostenidos y están compuestos por clastos metamórficos redondeados, filitas, cuarcitas, vetas de cuarzo y esquistos de hasta 50 cm de diámetro. Los conglomerados tienen capas de 4 metros de espesor y a veces están canalizados. Desde los 600 m al sur de la cuenca, su espesor fluctúa y solo alcanza los 100 metros en la parte central este, mientras que en el margen Este (E) de la cuenca, el espesor es de 500 m, se cree que la formación del Cerro Mandango de la cuenca Malacatos - Vilcabamba, que tiene una trayectoria litológica similar, se remonta al Mioceno Tardío.

La mayoría de la cuenca presenta una discrepancia angular entre la Formación Quillollaco y las formaciones Trigal, Belén y San Cayetano. (Hungerbuhler D. 2002)

5.2.5.7. Formación Salapa (Mioceno).

Con una potencia de aproximadamente 10 m, descansa discordantemente sobre el metamórfico que bordea la Cuenca, contiene líticos y tobas ricas en vidrio que están fuertemente alteradas, a veces se transforma en caolinita y no se observan estructuras primarias. (Hungerbuhler D. 2002)

El mapa geológico se elaboró sobre la base topográfica a escala 1:8500, la carta geológica regional Gonzanamá 2017 a escala 1:100000, así mismo como la carta regional de Loja 2017 a escala 1:100000 georreferenciada en el software ArcGIS 10.5. La información se verificó en campo a través de la descripción de afloramientos "in situ" a



5.3. Materiales

5.3.1. *Materiales de campo*

- Brújula Brunton
- GPS
- Martillo geológico
- Libreta de campo
- Lápiz, esfero y borrador
- Cámara fotográfica o celular
- GPS diferencial
- Barreta
- Pico
- Pala
- Bolsas para muestras.
- Equipo para desarrollo SPT
- Equipo para desarrollo SEV

5.3.2. *Materiales de gabinete:*

- Computadora
- Fichas de levantamiento de afloramientos
- Documentos bibliográficos
- Flash memory
- Impresora
- Software de SIG

5.4. Procedimiento

5.4.1. *Pre-Campo*

Para la realización de esta etapa se recopiló información del área de estudio y de la misma manera se la analizó, con la finalidad de obtener una idea clara y concisa de la actualidad de terreno y luego de analizada poderla plasmar en el campo. Para lograrlo, se recopiló información bibliográfica y se revisó las normas geotécnicas.

5.4.2. *Metodología para el cumplimiento del Primer Objetivo*

Determinar las condiciones geológicas del proyecto de vivienda de interés social "09 de Junio"

5.4.2.1. **Levantamiento topográfico.**

Para realizar el levantamiento topográfico se utilizó como metodología un levantamiento de poligonación, sin embargo, esta metodología ocupa poligonal abierta y poligonal cerrada para el caso de mi trabajo de titulación se realizó la de poligonal cerrada mediante G.P.S. Diferencial de alta precisión enlazado a la red geodésica Nacional.

Se inicia el GPS Diferencial con las coordenadas georreferenciadas, así mismo, se procedió a tomar puntos al contorno del área de estudio en una libreta digital, una vez terminado el trabajo de campo se descargó la información a detalle en un computador para postprocesar estos puntos en el programa CivilCAD, es decir, unir los puntos de igual código para proceder a triangular y generar las curvas de nivel, estas curvas de nivel



son suavizadas mediante el método de A-B-C y se procedió a interpolar los datos y luego se ajustó la topografía de tal manera que aparezca lo más real posible y estos datos dio como resultado un mapa topográfico.

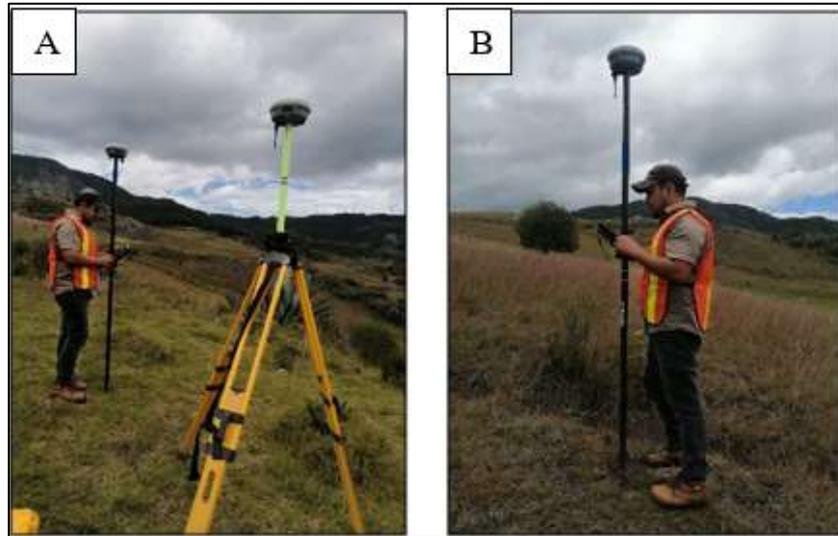


Figura 16. Levantamiento topográfico con GPS Diferencial del proyecto de vivienda “09 de Junio”.

En la tabla 1 se muestra el punto de control del GPS base y el GPS móvil (B) utilizados mediante la elaboración del levantamiento topográfico. Una vez culminada la etapa de campo se procedió a guardar dicha información para generar las curvas de nivel mediante el uso de software y herramientas GIS.

Tabla 1. Puntos de control para el levantamiento de información.

Marcadores	Este (m)	Norte (m)	Altitud (m)
Punto 1	696321	9557182	2273
Punto 2	696330	9557179	2273
Punto 3	696322	9557174	2273

Nota. Ruiz Escovar (2023)

5.4.2.2. Mapa de pendientes.

Para crear el mapa de pendientes, se empleó metodología general de Demek (1972) utilizando herramientas de ArcGIS. Primero se creó un modelo de terreno utilizando la topografía original del área de estudio, luego se escaló para utilizar la herramienta y la siguiente clasificación:

Tabla 2. Clasificación de pendientes

Categoría	Ancho de clase	Termino de pendiente	Gradiente
0-2°	2°	Plano (Planicie)	3.5
>2° – 5°	3°	Ligeramente inclinado	3.6-3.7
>5° – 15°	10°	Fuertemente inclinado	3.7-26.8
>15° – 35°	20°	Muy inclinado	26.8-70
>35° – 55°	20°	Empinado	70-143
>55°-90°	35°	Vertical	143-∞

Nota. Obtenido de Demek, (1972), Modificado por Ruiz Escovar (2023)



Mediante el software ArcGIS se tomó en cuenta las curvas de nivel y el polígono del área de estudio, de esta manera, se creó un Modelo TIN, una vez realizado el TIN se procede a la creación de un DEM (modelo digital de elevación), ya realizado el DEM se sigue la creación de un Slope, luego de esto se procedió a hacer una reclasificación para lo cual se tomó la metodología propuesta por Demek (1972), (ver tabla 2). Seguidamente al Slope se lo pasó de Raster a Polígono, disolvemos el polígono colocamos los rangos correspondientes como área, perímetro, porcentaje y de esta manera se obtuvo el modelo de pendientes.

5.4.2.3. Mapa geomorfológico.

Para crear el mapa de geomorfológico se empleó la metodología general de la superposición de capas, dicho esto, se procedió a utilizar la topografía original del área de estudio y el mapa de pendientes.

Se demuestra que la clasificación de las Unidades de Geoformas se adaptó para clasificar las geoformas del área de estudio utilizando la clasificación del MAE (2013).

Tabla 3. Clasificación Geomorfológica

Clasificación	Descripción
Relieve General	Representa la primera y más grande categoría de unidades geomorfológicas a escala regional, correspondiente a las regiones naturales del Ecuador y constituida por conjuntos de unidades de relieve con similares génesis, litología y estructura.
Macrorelieve	Representa la categoría intermedia de unidades geomorfológicas a escala de paisajes (100-200 Km) e implica relaciones de relieve tipo geo genético, litológico y topográfico. Distinguen relieves menores que los anteriores tales como: cordillera, llanura, valles, montañas, serranía, piedemontes, penillanura.
Mesorelieve	Son unidades menores con escala local comprendida entre 1-10 Km y se representa a un paisaje tridimensional (geoformas) caracterizado por uno o más atributos morfométricos, litológicos y estructurales

Nota. Obtenido de Ministerio del Ambiente (2013), Modificación por Ruiz Escovar (2023)

Debido a la extensión del área de estudio (10.89 ha) y la clasificación geomorfológica, se decidió clasificar Mesorelieve de acuerdo con la metodología descrita en la tabla 3.



Tabla 4. Clasificación geomorfológica

Clasificación	Descripción
Edificios volcánicos	En esta unidad se agrupan todo paisaje morfológico determinado por el vulcanismo, los cuales han sufrido en diverso grado los efectos de la denudación conservando rasgos definidos de sus formas iniciales, estas estructuras volcánicas según sus rasgos morfológicos pueden ser recientes, antiguas y muy antiguas y poseen materiales de roca extrusiva, lavas y piroclastos.
Relieves Montañosos	Se le incluye montañas cuya altura y forma se debe al plegamiento de las rocas superiores de la corteza terrestre y que aún conservan rasgos reconocibles de sus estructuras originales aun estas se hayan visto afectadas en diverso grado por los procesos de denudación fluvio – erosional y glaciárica.
Montañas Bajas	Presenta elevaciones debido a los procesos orogénicos que fluctúan entre 0-100 msnm
Colinas Altas	Presentan una topografía colinada arrugada con una diferencia de altura relativa de 75-200 metros con pendiente de 14-20%
Colinas Medianas	Presentan una topografía ondulada con una diferencia de altura que va de 25-75 metros con un pendiente de 8-13%
Colinas Bajas	Presentan una topografía suavemente ondulada con una diferencia de altura relativa de 5-25 metros y una pendiente que va de 3-7%
Vertientes	Estas tienen una topografía inclinada situada entre los puntos altos (picos, crestas, bordes de mesetas o puntos culminantes de relieve) y los bajos (pie de vertientes o vaguadas), siendo el perfil de vertiente regular, irregular, mixta, rectilínea, convexa y cóncava (rupturas de pendiente) dependiendo de la litología y la acción de la erosión.

Nota. Obtenido de Ministerio del Ambiente (2013), Modificación por Ruiz Escovar (2023)

Esta elaboración permitió hacer uso de mapa geomorfológico, el mapa de pendientes y el Modelo de Elevación Digital (DEM) luego se procedió a realizar el mapa de sombras para así poder generar el índice de posición topográfica (TPI) lo que permitió la observación de líneas de quiebre y curvaturas del terreno y poder determinar la geomorfología del área de estudio. El anexo 4 muestra el mapa Geomorfológico del “Proyecto de vivienda 09 de Junio”.

5.4.2.4. Levantamiento Geológico – Estructural..

- **Levantamiento por afloramientos**

La metodología para el levantamiento por afloramientos se realizó mediante un levantamiento cartográfico y geológico, a través de levantamiento de afloramientos, se complementa con exploración mediante calicatas geológicas en puntos estratégicos y descripción de movimientos en masa que no permitieron la visualización de datos, además de la correlación de valores de exploración de estudios de suelo como son SPT’s y SEV’s, que permitió determinar geología, estructuras y deslizamientos basado en el manual de levantamiento de Echeveste, (2018) “Mapeo por afloramientos” considerando tanto afloramientos naturales como artificiales. La información levantada se plasmó en fichas técnicas como la que se observa en la Tabla 5, 6 y 8.



Tabla 5. Ficha de afloramientos

Mapa de zonificación geotécnico del proyecto de vivienda de interés social "09 de Junio" ubicado en el barrio Menfis Alto en el cantón y provincia de Loja.				
Información General				
Código:	FA-HR-01		Fecha:	
Responsable:	Henry Ruiz Escovar	Estado de Afloramiento:		
Dimensiones Afloramiento:	<i>Altura (m)</i>		Pto. Referencia (m):	
	<i>Ancho (m)</i>			
Tipo de Afloramiento:	<i>Natural</i>		Vías de acceso:	<i>1er Orden</i>
	<i>Antrópico</i>			<i>2do orden</i>
	<i>Galería</i>			<i>Sendero</i>
Coordenadas UTM (WGS 84)	Norte (Y):		Este (X):	Cota (Z):
		9558201	695299	2233
Ubicación Geográfica	Sitio/Referencia:		Cantón:	Provincia:
		La Victoria	Loja	Loja
Características Geológicas				
Datos estructurales:	<i>Rumbo</i>			
	<i>Buzamiento (Bz):</i>			
	<i>Dirección de Buzamiento (Dr.Bz):</i>			
Formación Geológica:		Ambiente:	<i>Ígneo</i>	
			<i>Sedimentario</i>	
			<i>Metamórfico</i>	
Litología:		Recolección de muestra:	<i>SI</i>	
			<i>NO</i>	
Descripción:		Fotografía:		
Observaciones:				

Nota. Ruiz Escovar (2023)

Las calicatas geológicas se elaboraron de forma manual y en base a la Norma NTP 339.162 (ASTM D-430).

Dentro del área de estudio se realizó 3 calicatas geológicas distribuidas de manera sistemática, con la finalidad de complementar la información debido a la falta de afloramientos. La exploración directa a través de las mismas permitió conocer detalladamente como se dispone la litología en el subsuelo hasta una profundidad de 1m. La tabla 6 muestra la ubicación geográfica de las calicatas, y la tabla 7 ficha que se elaboró con la finalidad de obtener la información del sector.



Tabla 6. Ubicación geográfica de las calicatas geológicas.

N° de calicata	Ubicación (DATUM, WGS84/17S)			Dimensiones
	X	Y	Z	
1	696195	9557147	2261	1*1*1
2	696247	9557207	2282	1*1*1
3	696193	9557251	2287	1*1*1

Nota. Ruiz Escovar (2023)

Tabla 7. Ficha de campo para Calicatas

Mapa de zonificación geotécnico del proyecto de vivienda de interés social "09 de Junio" ubicado en el barrio Menfis Alto en el cantón y provincia de Loja.				
Información General				
N°:		Fecha:		
Responsable:		Código		
Dimensiones Calicata:	Largo (m): Ancho (m): Profundidad (m)	Pto. Referencia (m):		
Coordenadas UTM (WGS 84)	Norte (Y):	Este (X):	Cota (Z):	
Ubicación Geográfica	Sitio/Referencia:	Cantón:	Provincia:	
Características Geológicas				
Datos estructurales:	Buzamiento (Bz):	Dirección de Buzamiento (Dr.Bz):		Rumbo (R):
	--	--		--
Formación Geológica:		Ambiente:	Ígneo Sedimentario Metamórfico	() () ()
Litología:		Meteorización	Alta Media Baja	() () ()
Fotografía	Columna Estratigráfica			
Observaciones:				

Nota. Ruiz Escovar (2023)

Con lo que respecta a movimientos en masa se utilizó una ficha técnica elaborada manualmente planteada en la tabla 8 y con base en la nomenclatura propuesta por (PMA: GCA 2007) como se observa en la figura 17 y 18, donde, se obtuvo una imagen del Google earth, la que se georreferenció en ArcGIS con el objetivo de determinar en base a la topografía y un mapa de sombras como se generó el movimiento presente dentro del área de estudio.

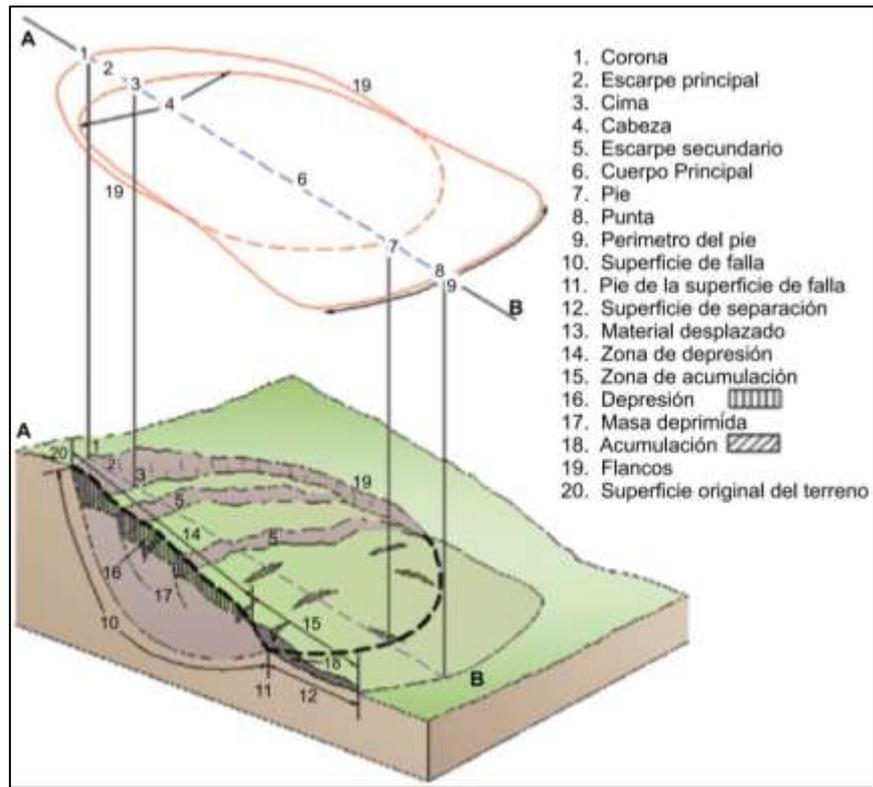


Figura 17. Nomenclatura de las partes de un movimiento en masa.
 Nota: PMA: GCA, (2007)

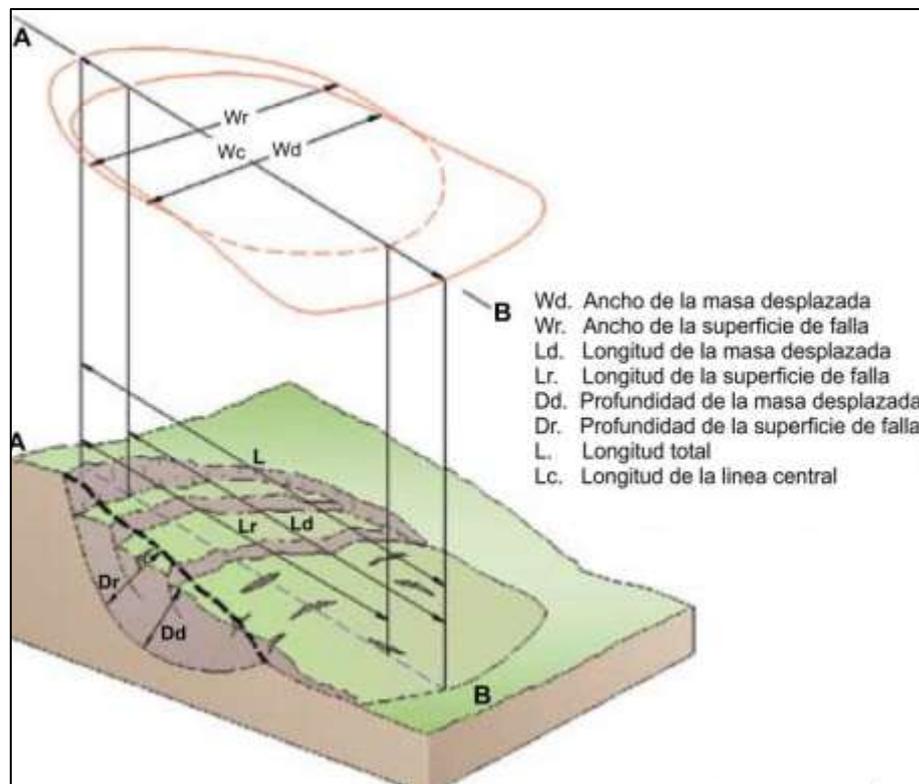


Figura 18. Terminología para definir la morfometría de un movimiento en masa.
 Nota: PMA: GCA, (2007)



Tabla 8. Ficha para la determinación de movimientos en masa

Mapa de zonificación geotécnico del proyecto de vivienda de interés social "09 de Junio" ubicado en el barrio Menfis Alto en el cantón y provincia de Loja.						
LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA						
N° de movimiento en masa	FD-HR-01	COORDENADA S	PROYECCIÓN		DIVISIO N POLITIC A	Provincia
Fecha			X			Cantón
Nombre del encuestador			Y			Parroquia
			Z			Barrio
DESCRIPCIÓN DE LOS FRM (FENOMENOS EN REMOCIÓN EN MASA)						
CLASIFICACIÓN DEL MOVIMIENTO						
ESTADO	ESTILO	DISTRIBUCIÓN	TIPO DE MOVIMIENTO	HUMEDAD DEL SUELO	MATERIAL	VELOCIDAD
Activo ()	Completo ()	Retrogrado ()	Deslizamiento rotacional ()	Seco ()	Cantos ()	Extr. Rápido (>5m/s) ()
Reactivado ()	Compuesto ()	Avanzado ()	Deslizamiento Traslacional ()	Húmedo ()	Arcilla ()	Rápido (>1.8 m/h) ()
Suspendido ()	Múltiple ()	Ensanchado ()	Deslizamiento Compuesto ()	Muy Húmedo ()	Fino ()	Lento (>1.6 m/año) ()
Latente ()	Sucesivo ()	Confinado ()		Mojado ()	M.O. ()	Extr. Lento (<16mm/año) ()
Abandonado ()	Único ()	Creciente ()	COBERTURA Y USO DEL SUELO			
Estabilizado ()	Enjambre ()	Decreciente ()	TIPO DE COBERTURA	Veg. Herbacea () Bosque/Selva () Matorrales () Cultivos () Sin cobertura ()		
Relicto ()	Sencillo ()	Progresivo ()	TIPO DE SUELO	Ganadería () Area Protegida () Zona arqueológica () Vivienda () Vías () Minería ()		
FACTORES CONDICIONANTES Y DETONANTES	Material plástico débil () Material meteorizado físicamente () Material meteorizado químicamente () Material fallado por corte () Erosión superficial () Material fisurado o agrietado () Meteorización por expansión/contracción () Deforestación o ausencia de vegetación () Viento () Lluvias () Sismo () Movimiento Tectónico () Erupción Volcánica () Modificación del talud () Disposición deficiente de estériles/escombros ()					
DAÑO	Leve ()	Moderado ()	Severo ()	Destrucción Total ()	REGISTRO FOTOGRÁFICO	
DIMENSIONES						
Ancho de la superficie de ruptura (Wr)			Longitud total (Lt)			
Ancho de la masa desplazada (Wd)			Longitud línea Central (Lcl)			
Longitud de la masa desplazada (Ld)			Área (m ²)			
Longitud de la superficie de ruptura (Lr)			Perímetro (m)			

Nota. Ruiz Escovar (2023)

Seguidamente ya con las coordenadas de los puntos tomados en campo tanto de geología, estructuras y deslizamientos, se procedió a generar un mapa geológico-estructural, lo que permitió observar cómo esta generada la zona litológica dentro del área de estudio.

5.4.3. Metodología para el cumplimiento del Segundo Objetivo

Analizar las propiedades físicas, mecánicas e hidrogeológicas de los materiales existentes en la zona de estudio.



5.4.3.1. Exploración Geotécnica.

- **Ensayo de penetración estándar (SPT)**

La metodología para el desarrollo de los SPT's determinó la preparación del sitio, identificar el lugar donde se realizó el ensayo, limpiar el área. Después se procedió a armar el equipo, así mismo se calibró y verificó el funcionamiento adecuado de la máquina de perforación. Posterior a esto se comenzó a perforar el suelo utilizando la máquina de perforación y la barrena, cada golpe de la barrena debe ser registrado y contabilizado.

Se tomó nota de la profundidad en intervalos regulares, generalmente cada 150 mm o 300 mm, se registró la profundidad de perforación, el número de golpes SPT, la profundidad a la que se obtuvieron las muestras y cualquier observación relevante sobre las características del suelo y los datos obtenidos se utilizaron para determinar la resistencia del suelo y su capacidad de carga, así como para identificar las capas de suelo y su espesor.

Los sondeos SPT se realizaron en función de las unidades litológicas y en puntos estratégicos con la finalidad de recopilar la información necesaria para obtener las propiedades físicas y mecánicas de los suelos a diferentes profundidades del proyecto de vivienda 09 de Junio. Dichos ensayos se realizaron bajo la normativa ASTM-D1586, cabe mencionar que también se utilizó resultados realizados por la empresa NOVACONS para mejor interpretación de conocimientos en el área de estudio.



Figura 19. Equipo de sondeo de penetración estándar SPT, el cual permite realizar perforaciones e identificar la litología subterránea de la zona de estudio.

Dentro del área se realizó (3 SPT's), mismos que se elaboró con la finalidad de obtener información de la actualidad del terreno y determinar si la zona es apta para desarrollar un proyecto de vivienda de interés social. Además, se analizó información preliminar (4 SPT's) desarrollada en estudios previos.

Cada uno de los ensayos SPT cuenta con su respectiva coordenada (ver tabla 9), mismos que se elaboraron de manera longitudinal en el terreno cuya finalidad sirvió para determinar y caracterizar las propiedades del subsuelo y tener una idea clara de las zonas seguras para edificar en el área de estudio; para lo cual se determinó la capacidad portante del suelo y a su vez identificar las capas del subsuelo con sus deferentes propiedades.

Tabla 9. Coordenadas SPT

N° de Ensayo	Coordenadas WGS 84 Zona 17S		Profundidad(m)	Nivel freático
	X	Y		
SPT 1	696019	9557150	4	-
SPT 2	696119	9557109	4	-
SPT 3	696204	9557070	4	-
SPT 4	696067	9557238	10	9
SPT 5	696034	9557263	6	-
SPT 6	696178	9557261	7	-
SPT 7	696241	9557202	7	-

Nota. Ruiz Escovar (2023)



La figura 20 muestra la ubicación geográfica de los ensayos realizados, los resultados de campo y laboratorio se muestran en el (Anexo 9) y los mismos se describen a continuación:



Figura 20. Ubicación geográfica de los ensayos SPT's del Proyecto "09 de Junio.

La metodología para el trabajo de gabinete ya con los resultados de campo se procederá a realizar los respectivos cálculos y relaciones con base a teorías y procedimientos recomendados por diversos autores y para la determinación de los parámetros del suelo, con base en el N del SPT, se ha calculado el valor corregido, ajustado al 60% de energía. La corrección se realiza con base a la expresión recomendada por Bowles (1996), considerando algunos factores para su corrección.

$$N_1 = C_N * N \quad (1)$$

N_1 = Índice de penetración estándar corregido por penetración de confinamiento

C_N = Factor de corrección por presión efectiva de sobrecarga

N = Numero de penetración medido (Peck y otros, 1974)

$$C_N = 0.77 * \log \left[\frac{20}{\left(\frac{\sigma'_0}{\rho_a} \right)} \right] \quad (2)$$

σ'_0 = Tensión efectiva de confinamiento

ρ_a = Presión atmosférica



$$N_{60} = \frac{\eta_H * \eta_B * \eta_S * \eta_R}{60} \quad (3)$$

N_{60} = Corrección de SPT por condiciones de campo

η_H = Eficiencia de martillo (%)

η_B = Corrección por diámetro de perforación

η_S = Corrección del muestreador

η_R = Corrección por longitud de barra perforadora

Para el caso de arenas finas y limos bajo nivel freático, cumpliendo la condición de $N > 15$

$$N_{correc.} = 15 + \frac{N - 15}{2} \quad (4)$$

Una vez corregido el SPT tanto para efectos de sobrecarga como también efectos de afinidad del martillo la resultante se indicará como $N1_{60}$

$$N1_{60} = C_N * N_{60} \quad (5)$$

En los sondeos donde se ha obtenido la condición de rechazo se ha asumido un valor de 100 golpes para los cálculos correspondientes.

Con los valores obtenidos del N_{60} se han aplicado correlaciones cuya finalidad es la de establecer parámetros mecánicos del suelo tales como cohesión y fricción.

Ángulo de fricción

El ángulo de fricción de suelos granulares ha sido estimado en base al número de golpes N_{SPT} de acuerdo a la relación propuesta por Osaki (1962)

$$\phi = \sqrt{20 * N_{60}} + 15 \quad (6)$$

Análisis de capacidad de carga

La capacidad de carga por corte se ha estimado en base a la ecuación general de capacidad por carga propuesta por Meyerhof (1956, 1965). Para suelos granulares (arenas secas y húmedas) Meyerhof propuso la siguiente expresión suponiendo que la presión de apoyo permitida causa un asentamiento total de 25mm.

$$q_a = \frac{N}{10} \text{ para cualquier } B \quad (7)$$

En el caso de las arcillas la capacidad portante está basada en el valor de cohesión no drenada en función de la siguiente expresión.

$$q_u = 5,14 * C \text{ (para cualquier } B) \quad (8)$$

q_a = Capacidad admisible

q_u = Capacidad última



C = Cohesión

B = Ancho de la base

Para los ensayos realizados en laboratorio con las muestras inalteradas obtenidas en campo se trabajó bajo el respaldo de la Norma ASTM descrita en la tabla 10.

Tabla 10. Ensayos realizados de acuerdo a la norma ASTM

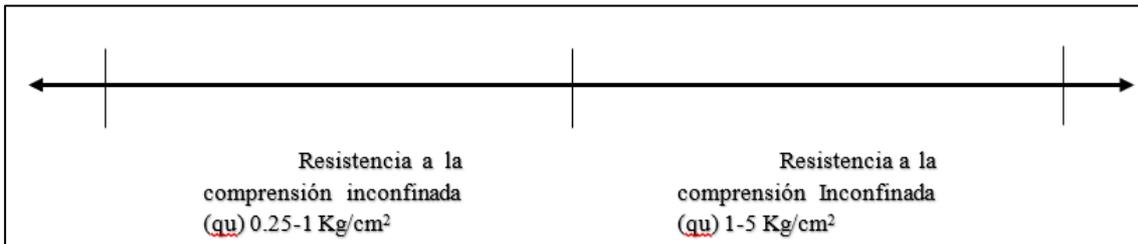
Ensayo	Norma
Humedad natural	ASTM D 2216-98
Límite líquido	ASTM D 421-58
Límite plástico	ASTM D 423-66
Granulometría	ASTM D 424-59

Con los datos obtenidos en laboratorio se procedió a calcular propiedades de los geos materiales tales como:

Consistencia relativa (CR)

Para determinar la firmeza y la solidez del suelo se usa la siguiente ecuación:

$$CR: \frac{LL - Wn}{IP} \quad (9)$$



Donde:

CR: Consistencia relativa

LL: Limite Liquido

IP: Índice plástico

Wn: contenido de Humedad

Tabla 11. Consistencia relativa

Intervalos	Descripción del suelo
0.00-0.25	Suelo muy blando
0.25-0.50	Suelo blando
0.50-0.75	Suelo de consistencia media
0.75-1.00	Suelo de consistencia rígida

Nota. Tomado de Gonzáles de Vallejo, (2002). Modificado por El Autor, (2023)

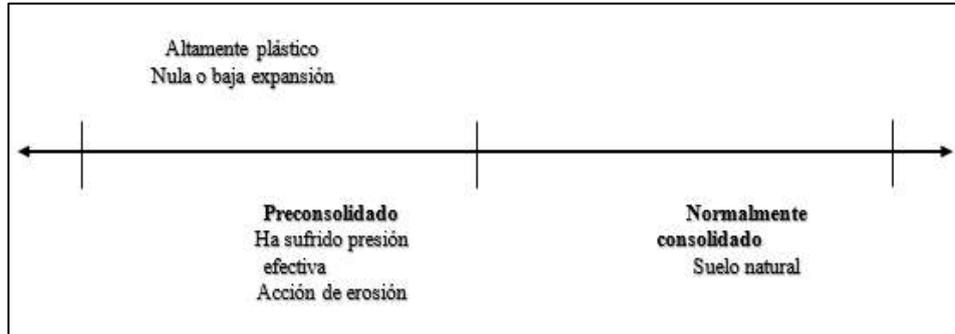
Índice de liquidez

El índice liquido permitió evaluar el comportamiento plástico de los suelos y obtener una idea de la historia de los esfuerzos a los que fueron sometidos. La evaluación



de los suelos a través de los límites de Atterberg y mediante tablas comparativas se indican en la tabla 12.

$$IL: \frac{Wn - LP}{IP} \quad (10)$$



Donde:

IL: Índice de liquidez

Wn: Contenido de Humedad

LP: Limite plástico

IP: Índice de plasticidad

Tabla 12. Comportamiento de suelos en función del IL

IL	Comportamiento de Suelos
< 0.00	Suelo en estado sólido a semi sólido
0.00-1.00	Plástico (Arcillas expansivas)
>1.00	Sensibles (En estado natural son estables, pero con carga colapsan)

Nota. Obtenido de Gonzáles de Vallejo, (2002). Modificado por El Autor, (2023)

Comportamiento de arcillas (A)

Es un valor adimensional que permitió determinar el comportamiento, actividad, potencial de cambio de volumen y el tipo de arcillas. Se lo determino mediante la siguiente ecuación:

$$A = \frac{IP}{\text{Fracción de arcillas (\% < 2mm)}} \quad (11)$$

Tabla 13. Numero de actividad aplicada a los suelos plásticos

Actividad	Clasificación	Tipo de arcilla	Potencial de cambio de volumen
<0.75	Inactiva	Caolinita	Bajo
0.75/1.25	Normal	Lilita	Medio
>1.25	Activa	Montmorillonita	Alto

Nota. Obtenido de Skempton & MacDonald, (1956). Modificado por El Autor, (2023)

Tabla 14. Valores típicos del comportamiento "A"

Tipo de arcilla	Valor del Parámetro A de Skempton
Altamente Sensitiva	0.75 a 1.5
Normalmente consolidada	0.5 a 1.0
Arcilla arenosa compacta	0.25 a 0.75



Arcillas ligeramente sobreconsolidada	0.0 a 0.5
Arcillas gravosas compactas	-0.25 a +0.25
Arcillas muy sobreconsolidadas	-0.5 a 0.0

Nota. Obtenido de Skempton & Macdonald, (1956)

Tabla 15. Criterios para determinar el cambio de volumen

Cambio de volumen de las arcillas (Δv)	Límites de concentración (LC)	IP
Bajo	>12	0-15
Moderado	10-12	15-30
Alto	0-10	>30

Nota: Obtenido de Holtz & Gibbs, (1956)

Tabla 16. Criterios para determinar el potencial expansivo

Potencial expansivo	Potencial (%)	LL (%)	IP (%)
Bajo	<0.5	<50	<25
Moderado	0.5-1.5	50-60	25-35
Alto	>1.5	>60	>35

Nota. Obtenido de Holtz & Gibbs, (1956)

5.4.3.2. Exploración Geofísica.

- **Sondeo eléctrico vertical SEV**

Para los SEV's, se empleó la metodología de Schlumberger, para lo cual se realizó 3 sondeos eléctricos verticales (SEV's) distribuidos equitativamente en la zona en estudio (NW del proyecto 09 de junio) con la finalidad de obtener datos sobre las resistividades de las litologías y realizar una correlación con tablas de resistividad eléctrica de los geomateriales, para lo cual se los realizó en dirección N-S (1); E-W (2) y N-S (3). Además, se analizó (3 SEV's) información preliminar realizada en estudios anteriores.

Orellana, E. (1972) menciona que los sondeos eléctricos mediante la velocidad de transmisión de onda sirven para reconocer las formaciones geológicas en base a la resistividad de los materiales, en la figura 21 y en la tabla 17 se representa la ubicación y coordenadas centrales de los SEV's, como también su apertura y dirección. El Anexo 11 muestra los datos obtenidos en campo de las líneas Sev's, lo que permite llevar a cabo sondeos eléctricos verticales, permitiendo examinar las características del subsuelo, cabe mencionar que me ayudare de estudios anteriores realizados por la ESTSUELCOM, empresa subcontratada por NOVACONS.



Figura 21. Ubicación geográfica de las líneas SEV's del Proyecto "09 de Junio".

Tabla 17. Ubicación de las líneas de los sondeos eléctricos verticales (SEV's)

Línea SEV	Eje central			Apertura AB/2	Dirección
	Este(X)	Norte(Y)	Cota(Z)		
Línea 1	696019	9557150		70	E-W
Línea 2	696119	9557109		100	N-S
Línea 3	696204	9557070		100	E-W
Línea 4	696044	9557250		70	E-W
Línea 5	696175	9557238		70	E-W
Línea 6	696260	9557234		70	E-W

Nota. Ruiz Escovar (2023)

Estos sondeos se llevan a cabo principalmente inyectando corriente eléctrica en el subsuelo y midiendo la respuesta eléctrica para caracterizar las capas geológicas y la presencia de agua subterránea. A continuación, proporciona una metodología básica para llevar a cabo a cabo sondeos eléctricos verticales, incluida la planificación del sitio, que define el objetivo del sondeo eléctrico vertical, como la identificación de acuíferos, la caracterización de capas geológicas, etc., y la selección del área de estudio y la determinación de las coordenadas GPS para continuar con la selección de la disposición de electrodos.

Para el estudio de resistividad eléctrica de los materiales se utilizó el resistímetro Marca ABEM Modelo Terrameter SAS 4000, mismo que utiliza un voltaje máximo de salida a los electrodos de corriente equivalente a 400 voltios y cuenta con una amplitud de corriente la cual es fijada automáticamente por el instrumento sin olvidar que así mismo puede ser controlada por el operador con la finalidad de satisfacer las condiciones reales de los estudios.



La disposición de las líneas fue con respecto al arreglo tipo Schlumberger lo que permitió medir la resistividad aparente del suelo, donde $AB/2$ estuvo en dependencia de la amplitud del terreno.

Se introdujo corriente eléctrica al subsuelo desde la superficie por medio de corriente AB y se midió la caída de potencial eléctrico con dos electrodos M y N, estos deben estar alineados horizontalmente, donde se va aumentando progresivamente la distancia entre ellos manteniendo un punto fijo central y registrando los resultados en fichas técnicas. La información conseguida en campo de los Sondeos Eléctricos Verticales se recopiló en fichas de campo, en donde se realizó el cálculo de la resistividad aparente con la fórmula, y la elaboración de la curva resistividad-distancia.

La resistividad aparente se coloca en el eje de las ordenadas mientras que las distancias entre los electrodos de corriente y el punto central del sondeo se coloca o registra en el eje de las abscisas.

$$\rho_a = K(\Delta v/I) \quad (12)$$

Donde:

ρ_a : resistividad aparente en Ohmios por metro ($\Omega.m$)

K: coeficiente del dispositivo Schlumberger (m)

ΔV : diferencia de potencial en milivoltios (mv)

I: intensidad de la corriente continua en miliamperios (ma)

$$K = \frac{\pi(AB^2 - MN^2)}{4MN} \quad (13)$$

Se realizó procesando los resultados de campo para obtener la potencia y resistividad de los materiales mediante SEV, posteriormente se define su litología en función de la geología observada, la geología regional y tablas con resistividades patrón en diferentes suelos.

Se utilizó el interpretador automático IP2WIN, mediante el cual se estableció los espesores de las capas y las resistividades correspondientes a cada una de ellas; para obtener estas curvas se ingresó en el programa los valores de $AB/2$, MN y ρ ($\Omega.m$), considerando que el error de software sea menor al 3% obteniendo resultados precisos.

5.4.3.3. Propiedades hidrogeológicas.

Para dar cumplimiento a esta actividad se mandó a realizar los ensayos de permeabilidad en el laboratorio DELTA y a su vez se correlacionó con la información que otorgan los sondeos eléctricos verticales (SEV's).



- **Coefficiente de permeabilidad por el método de carga constante y variable**

Para el desarrollo de esta actividad se trabajó bajo la norma ASTM-D2434, para lo cual, se analizaron 3 muestras detalladas en la tabla 18 y se utilizó el método de carga constante, método que consiste en la introducción de material en un cilindro y se mide la cantidad de agua en cm que pasa a través de un suelo arcilloso como se observa en la figura 22.

Tabla 18. Numero de muestras cálculo de coeficiente de permeabilidad

N.º Muestras	Coordenadas UTM Zona:17S	
	X	Y
Muestra 1	696112	9557180
Muestra 2	696297	9557362
Muestra 3	696090	9557171

Nota. Ruiz Escovar (2023)



Figura 22. Permeabilidad de carga constante

- **Tomografía eléctrica con información de los SEV's**

La metodología a utilizarse es la de tomografía eléctrica (ERT), esta metodología permitió representar la variación de resistividad eléctrica del subsuelo a lo largo de un perfil y se los utilizó para la identificación de estructuras subterráneas como acuíferos.

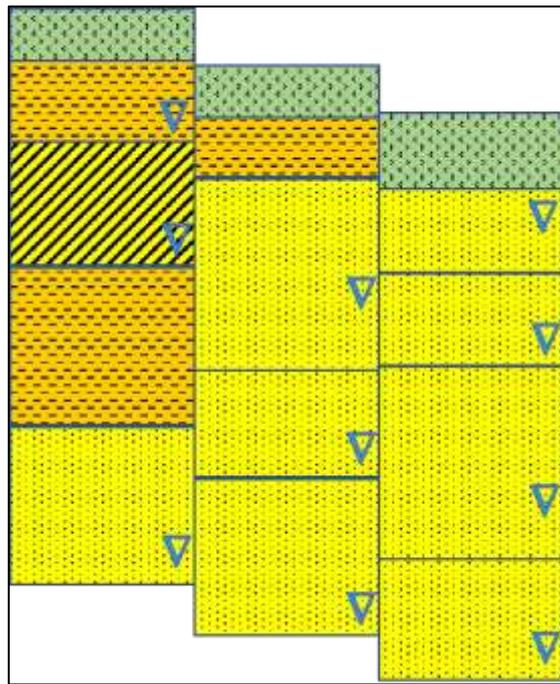


Figura 23. Cortes geoelectricos SEV's

5.4.4. Metodología para el cumplimiento del Tercer Objetivo

Elaborar un mapa de zonificación geotécnica del Proyecto de Vivienda de interés social “09 de Junio”

- **Mapa de zonificación**

La metodología para el mapa de zonificación geotécnica del proyecto de vivienda “09 de Junio” permitió conocer cómo se disponen los suelos dentro del área y a su vez interpretar de primera mano su viabilidad para la construcción de infraestructuras u obras civiles, es por ello que se consideró variables importantes como la recopilación de datos el cual antes de comenzar cualquier proceso de zonificación, es crucial recopilar una amplia gama de datos sobre el área en cuestión.

Esto incluye información sobre la topografía, geología, hidrología, clima, vegetación, infraestructura existente, población actual y proyectada, y cualquier regulación o legislación aplicable, así mismo, el análisis de necesidades y objetivos que permitirá definir claramente los objetivos de la zonificación y las necesidades a abordar, de esta manera incluir el desarrollo urbano, la conservación de áreas naturales, la protección contra desastres, la expansión de la infraestructura, entre otros y permitir la identificación de áreas sensibles o críticas dentro del territorio, como zonas de inundación, ecosistemas frágiles, sitios históricos o culturales, y cualquier otro elemento que deba protegerse o tener restricciones especiales y así culminar con la clasificación de zonas lo que permitirá dividir el área en diferentes zonas según su uso previsto.



Dentro de la metodología en oficina para la elaboración del mapa de zonificación geotécnica del proyecto de vivienda "09 de Junio" se consideró la superposición de capas utilizando variables como la topografía, geología, y la correlación de ensayos aplicados, cargas admisibles, contenidos de humedad, clasificación de suelos, permitiendo determinar zonas aptas para la construcción en base a la carga portante del terreno, mediante la superposición de capas.

La zonificación es la división de un área de acuerdo con un criterio específico, lo que resulta en una sectorización que se ajusta a los niveles o valores de ese criterio. La zonificación geotécnica se refiere a la determinación de bastantes áreas homogéneas con características físicas y mecánicas similares, donde se pueden identificar parámetros clave para evitar problemas y también permite conocer la amplitud del terreno para los diversos usos que se le pueden dar en el futuro. Forero y Dueñas (1994)

El trabajo fue netamente de oficina para ello se utilizó además de los factores antes mencionados también el programa ArcGIS 10.5, haciendo uso de la interpolación espacial de datos, debido a que este no necesita un preprocesamiento de datos y mediante el método IDW, método adecuado para mapear e interpolar propiedades asociadas al suelo según Kravchenko (1999)

Para el cumplimiento de este objetivo se tomó en cuenta diferentes aspectos tales como:

- Datos obtenidos en la fase de campo y laboratorio tales como los SPT's, SEV's calicatas y ensayos de permeabilidad.
- Adecuación organizada de información como la clasificación de suelos, cálculo de cargas admisibles.
- Seguidamente mediante el software ArcGIS 10.5 basado en el método de distancia inversa ponderada (IDW) se agrupó, interpoló y generó la zonificación, cabe mencionar que al ser método determinístico no necesita un pre procesamiento, siendo este totalmente automatizado.
- Se clasificó el área de estudio en zonas geotécnicas, las cuales presentan características propias, características que ayudarán a determinar la factibilidad de construcción.



6. Resultados

6.1. Resultados del Primer objetivo

6.1.1. Topografía

La topografía en la zona de estudio comprende cotas que fluctúan desde los 2227.5 msnm (siendo esta la parte más baja) hasta 2280 msnm (la parte más alta), cubriendo una superficie de 10.58 hectáreas las cuales cuatro corresponden al proyecto de vivienda de interés social "09 de Junio"; los puntos de control (Anexo 1) se los realizó en coordenadas UTM, según el sistema geodésico mundial 1984 (WGS 84). El (anexo 2) muestra el mapa de resultados del levantamiento topográfico.

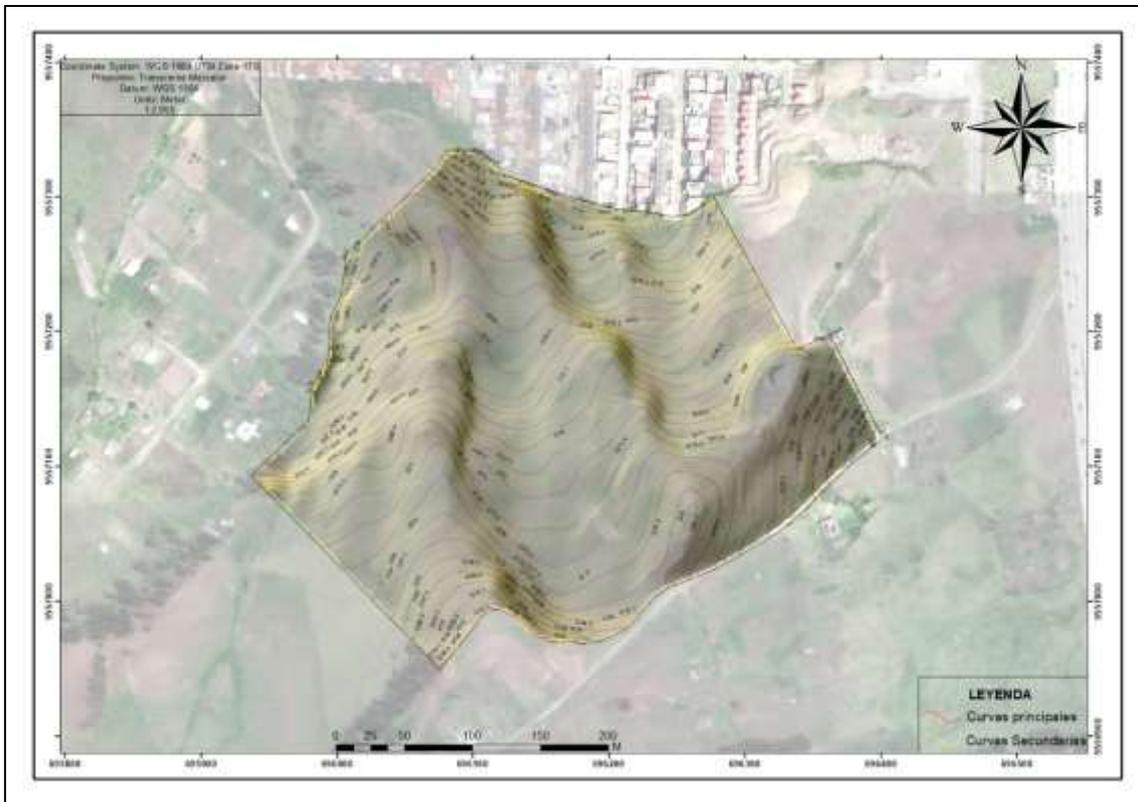


Figura 24. Mapa Topográfico, presenta las curvas de nivel del proyecto "09 de Junio".

La figura 25 presenta el modelo de elevación digital y las secciones de corte para realizar los perfiles topográficos del área de estudio.



Figura 25. Mapa topográfico presenta las líneas de corte para realizar los perfiles.

Seguido se presenta la elaboración de tres (3) perfiles topográficos y la unión de los mismos.

6.1.1.1. Perfil Topográfico A-A'.

En la figura 26 se presente el perfil topográfico A-A' el mismo que consta con una dirección NW con un recorrido de 400 m y una diferencia de altitudes que va desde los 2245 msnm hasta los 2285 msnm.

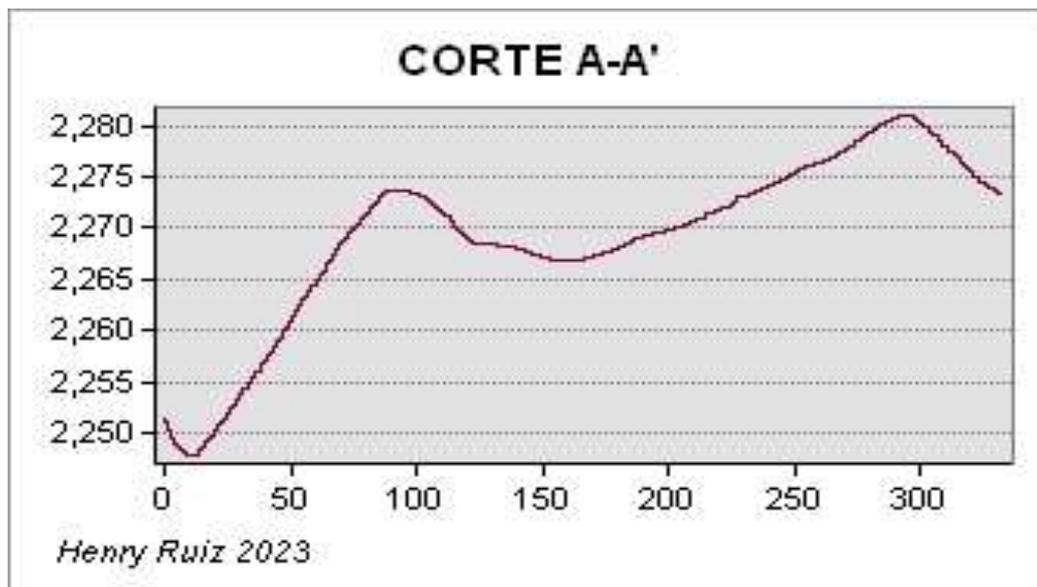


Figura 26. Perfil Topográfico A-A'.



6.1.1.2. Perfil Topográfico B-B'.

En la figura 27 se presente el perfil topográfico B-B' el mismo que consta con una dirección NW con un recorrido de 350 m y una diferencia de altitudes que va desde los 2235 msnm hasta los 2260 msnm

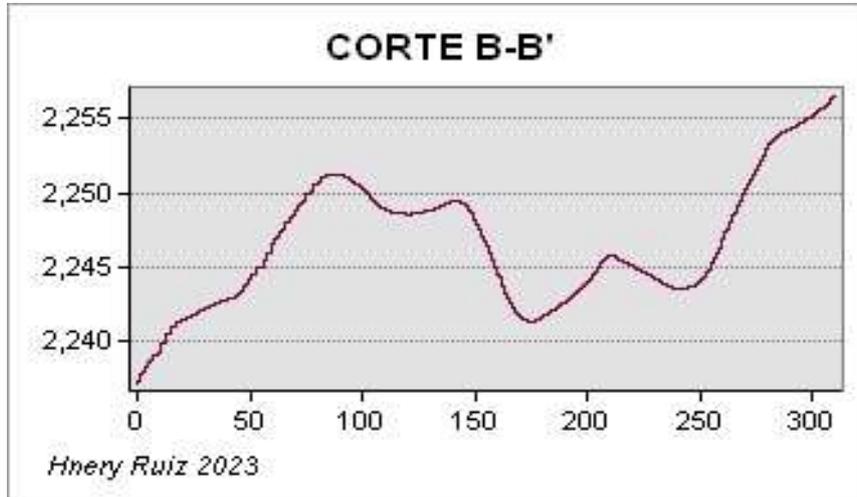


Figura 27. Perfil Topográfico B-B'.

6.1.1.3. Perfil Topográfico C-C'.

En la figura 28 se presente el perfil topográfico C-C' el mismo que consta con una dirección NW con un recorrido de 350 m y una diferencia de altitudes que va desde los 2225 msnm hasta los 2285 msnm

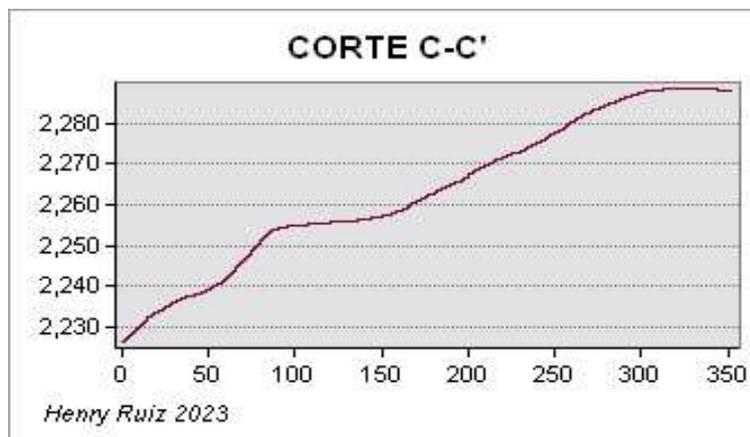


Figura 28. Perfil Topográfico C-C'.

6.1.2. Pendientes

Dentro del área en estudio se encontró cuatro clases o rangos, mismas que fueron reclasificadas de acuerdo a la metodología de Demek 1972. La Tabla 19 y figura 29 muestran los resultados correspondientes a la pendiente del área en investigación. El anexo 3 muestra el mapa de pendientes del "Proyecto de vivienda 09 de Junio".



Tabla 19. Clasificación de pendientes del área de estudio

Rango (°)	Descripción	Área (Km2)	Perímetro (Km)	Porcentaje %
0 – 5	Ligeramente inclinado	0.005142	2.023509	4.73232
5 – 15	Fuertemente inclinado	0.068918	7.098268	63.428601
15 -35	Muy inclinado	0.034089	4.947821	31.373445
35 – 55	Empinado	0.000506	0.283185	0.465345

Nota. Ruiz Escovar (2023)

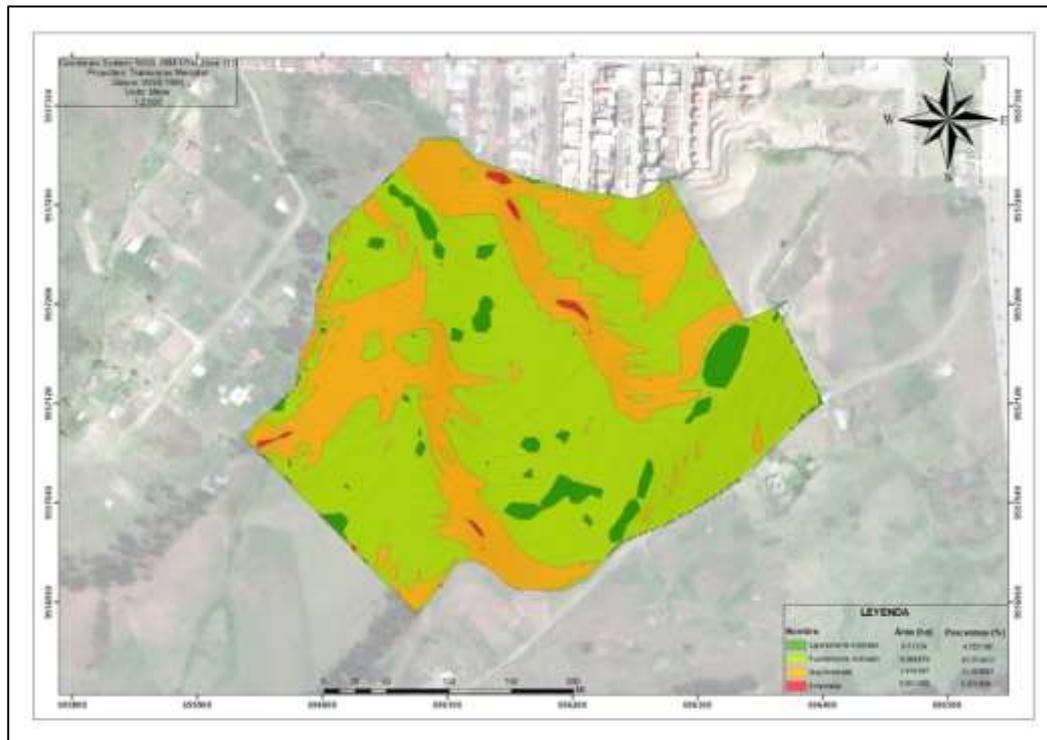


Figura 29. Mapa de pendientes, presenta la clasificación Demek (1972)

6.1.3. Geomorfología

En lo que respecta a la geomorfología se encontró dos clases de geoformas, la tabla 20 y figura 30 muestran los resultados correspondientes dentro de la zona de estudio. Así mismo, el anexo 4 muestra el mapa de geoformas del proyecto de vivienda de interés social 09 de Junio.

Tabla 20. Clasificación de geoformas del área de estudio.

Rango (°)	Descripción	Código	Área (Km2)	Perímetro (Km)	Porcentaje%
7-13°	Colinas Bajas	CB	0.064254	2.160955	59.536239
20-35°	Montañas Bajas	MB	0.04367	1.701734	40.463427

Nota. Ruiz Escovar (2023)



Figura 30. Mapa Geomorfológico presenta la realidad de las geomorfias actuales del terreno

6.1.4. Geología

6.1.4.1. Geología Local.

El área de estudio se encuentra en el marco geológico que abarca formaciones del margen Oeste (W) de la cuenca sedimentaria de Loja, es decir en la Unidad Chiguinda (basamento), otorgando mayor énfasis sobre la Formación Belén y la Formación Trigal mismas que afloran dentro del proyecto en investigación.

Para definir la geología del área de estudio se realizó el inventario, análisis e interpretación de información tanto de afloramiento(s) como de calicata(s). Para ello se mapeo siete afloramientos distribuidos dentro de la zona y se elaboró 3 calitas geológicas.

- **Formación Belén**

Esta Formación se encuentra localizada al Noroeste (NW) de la cuenca sedimentaria de Loja, subyace a la formación La Banda, está conformada por lutitas, limolitas con restos vegetales intercalados con areniscas y conglomerados, las características encontradas dentro del área de estudio determinan que probablemente sea originada por un depósito aluvial ya que consta de un material poco consolidado.

- **Lutitas, Limos, areniscas y conglomerados**

En la figura 31 se describe el afloramiento con código FA-HR-02 de tipo natural con coordenadas UTM WGS84 Zona 17S X=695299 Y=9558201, el cual cuenta con una



cobertura vegetal con una potencia no mayor a 15cm, una capa de arenisca con potencia de 1.50 y una capa de limolitas, el afloramiento descrito presenta se presenta con una erosión alta y cuenta con presencia de óxidos, aflora al NE del área de estudio y su litología pertenece a la descripción de la Formación Belén.



Figura 31. Limolitas intercaladas con areniscas, material perteneciente a la Formación Belén. **Nota.** Ruiz Escovar (2023)

En la figura 32 se describe el afloramiento con código FA-HR-04 de tipo natural con coordenadas UTM WGS84 Zona 17S X= 695802 Y=9557522, este afloramiento presenta una capa de 10cm de cobertura vegetal, una capa de arenas con una potencia de 2.5m, otra capa de limos con una potencia de 45cm presentándose como una interstratificación en la zona, seguido de una capa de arenas pertenecientes a la Formación Belén.



En la figura 34 se describe el afloramiento con código FA-HR-09 de tipo antrópico con coordenadas UTM WGS84 Zona 17S X= 696156 Y=9557225 en el que se puede observar una capa de 45cm de humus con cobertura vegetal y otra capa de arenas los cuales presentan un material disgregado con una erosión media, la presencia de estas arenas se da por arrastre de sedimentos desde la parte superior, teniendo a acumularse en la parte más baja del área de estudio.



Figura 34. Arrastre de material. **Nota.** Ruiz Escovar (2023)

En la figura 35 se describe el afloramiento con código FA-HR-16 de tipo antrópico con coordenadas UTM WGS84 Zona 17S X= 696138 Y=9556981, presenta una densa cobertura vegetal y un estrato de arenas limosas. La erosión y gravedad transportan el material a lo largo de la zona de estudio.



Figura 35. Afloramiento con presencia de limolitas Formación Trigal. **Nota.** Ruiz Escovar (2023)

En la figura 36 se describe el afloramiento con código FA-HR-17 de tipo antrópico con coordenadas UTM WGS84 Zona 17S X= 696145 Y=9556974 en este afloramiento se observa una cobertura vegetal densa, así mismo un estrato de 0.50m de limos con



presencia de canto rodado seguido a esto una capa de 50cm de limolitas con pigmentación ferrosa por último se observa un estrato de arenas, características propias de la Formación Trigal.



Figura 36. Afloramiento zona de estudio presencia de limos y areniscas. **Nota.** Ruiz Escovar (2023)

En la figura 37 se describe el afloramiento con código FA-HR-13 de tipo antrópico con coordenadas UTM WGS84 Zona 17S X= 696297 Y=9557362 ubicado en la parte Sur-Este (SE) del área de estudio. La unidad litológica presenta material con alta meteorización, con tonalidades entre gris y rojizas, clastos >0.5 mm a 16 mm, presenta intercalaciones de areniscas y clastos (coluvial) intercalado con capas de arcilla.



Figura 37. Presencia de conglomerados y arenas. **Nota.** Ruiz Escovar (2023)



En la figura 38 se describe el afloramiento con código FA-HR-10 de tipo antrópico con coordenadas UTM WGS84 Zona 17S X= 696185 Y=9557213, este afloramiento presenta una interestratificación debido a la acumulación de material precedido por arenas, sin embargo, el material de predominancia es la arenisca con grava.



Figura 38. Presencia de conglomerados y arenas. **Nota.** Ruiz Escovar (2023)

En la figura 39 se describe el afloramiento con código FA-HR-12 de tipo antrópico con coordenadas UTM WGS84 Zona 17S X= 696273 Y=9557257 en el siguiente afloramiento se puede observar cómo esta agrietado debido a la presión ejercida por los estratos en el sector producto de una falla, este afloramiento se encuentra a la altura de la vía de integración barrial en el barrio Ciudad Victoria al E del área de estudio



Figura 39. Agrietamiento de afloramiento. **Nota.** Ruiz Escovar (2023)



- **Formación Trigal**

Está representada por el basamento metamórfico de la hoya de Loja del Jurásico (Unidad Chiguinda), la geología corresponde a depósitos coluviales de origen metamórfico, areniscas, limolitas tobáceas y conglomerados

- **Areniscas, Limolitas tobáceas y conglomerados**

En la figura 40 se describe el afloramiento FA-HR-14 de tipo antrópico con coordenadas UTM WGS84 Zona 17S X= 696167 Y=9556972 presenta una capa de cobertura vegetal extensa, seguido un estrato de arenisca con presencia de conglomerado de 45cm de potencia y finalmente una capa de limolitas con arenisca, la presencia de erosión se hace presente en la zona arrastrando material a lo largo del área de estudio.



Figura 40. Características de la Formación Trigal. **Nota.** Ruiz Escovar (2023)

En la figura 41 se describe el afloramiento con código FA-HR-03 de tipo antrópico con coordenadas UTM WGS84 Zona 17S X=695788 Y=9557558, afloramiento que presenta una cobertura vegetal de 10cm, una capa de arenisca con conglomerado con una potencia de 1m, una capa de limo con una potencia no mayor a 20cm y una capa de arenisca con presencia de conglomerado, debido al material presente en la zona y según la litología el afloramiento formaría parte de la Formación Trigal.



Figura 41. Areniscas y conglomerados pertenecientes a la Formación Trigal. **Nota.** Ruiz Escovar (2023)

En la figura 42 se describe el afloramiento con código FA-HR-15 de tipo antrópico con coordenadas UTM WGS84 Zona 17S X= 696205 Y=9556985 presenta una capa de ardua cobertura vegetal, seguidamente un estrato de limolitas de 45cm de potencia y finalmente una capa de arenas limosas. La presencia de erosión se hace presente en la zona arrastrando material a lo largo del área de estudio.



Figura 42. Sedimentación de la Formación Trigal. **Nota.** Ruiz Escovar (2023)

En la figura 43 se describe el afloramiento con código FA-HR-06 de tipo antrópico con coordenadas UTM WGS84 Zona 17S X= 695920 Y=9557401, afloramiento que pertenece a la Formación trigal el cual se encuentra altamente



erosionado y presenta una cobertura vegetal de 10cm y una capa de arenisca con presencia de óxido.



Figura 43. Material altamente erosionado. **Nota.** Ruiz Escovar (2023)

- **Depósitos cuaternarios**

- **Depósitos Aluviales:** compuesto por cantos y guijarros de rocas volcánicas y metamórficas

En la figura 44 se describe el afloramiento con código FA-HR-01 de tipo natural con coordenadas UTM WGS84 Zona 17S X=695778 Y=9557471, en el que se observa una capa de cobertura vegetal de 10 cm; una capa arenisca con conglomerado de 2 m; una capa de arcilla de 2 m; una capa de conglomerado con potencia de 2.50 y por último se observa una capa de limos, afloramiento que se encuentra en la parte NW del área de estudio, presenta una estratificación inclinada conglomerado con diámetros que varían entre los 4mm a 20mm, propios de depósitos aluviales.

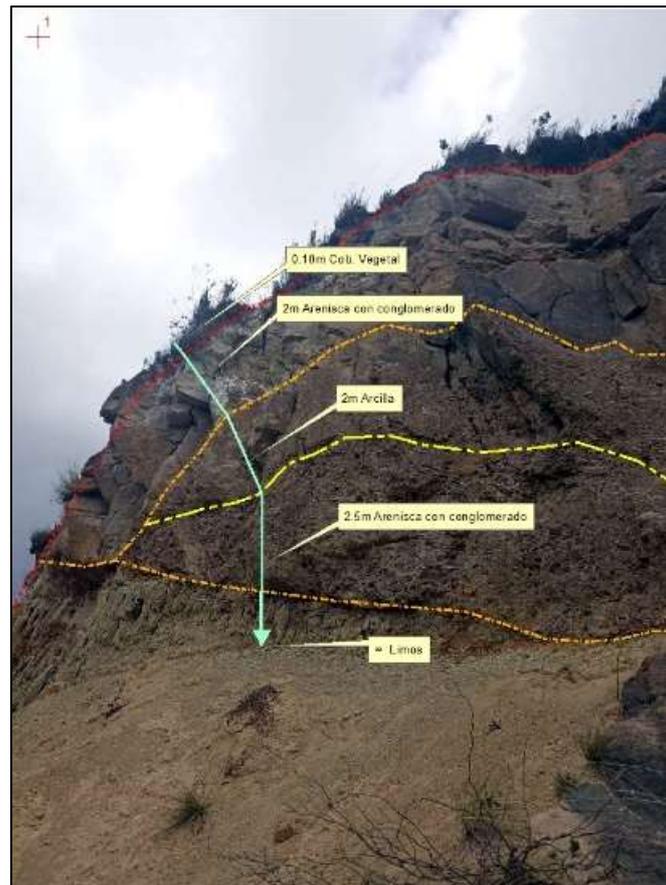


Figura 44. Depósitos coluviales de rocas metamórficas. **Nota.** Ruiz Escovar (2023)

En la figura 45 se describe el afloramiento con código FA-HR-05 de tipo natural con coordenadas UTM WGS84 Zona 17S X= 695774 Y=9557501 se puede observar la presencia de una quebrada, según lo mapeado en campo y sus coordenadas esta llevaría de nombre “Las Pavas” en el cual podemos observar una erosión media con una cobertura vegetal de 10cm, un material correspondiente a 2m de arenas mientras que en la parte baja se puede evidenciar una capa de esquisto.

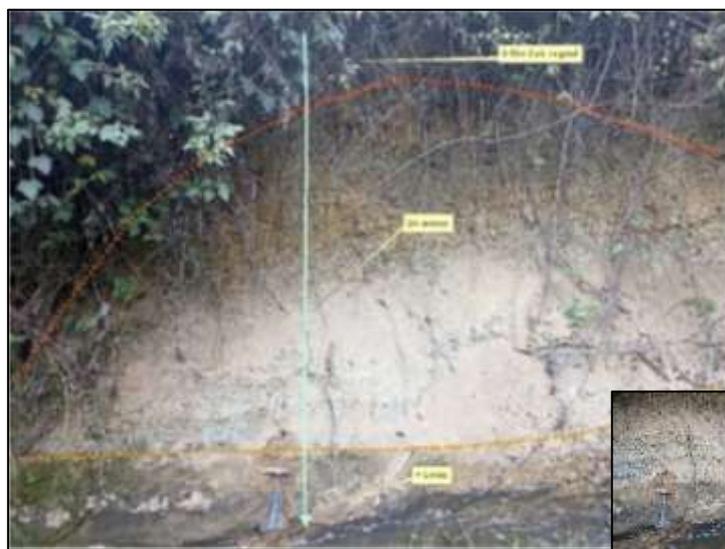


Figura 45. Quebrada “Las Pavas”. **Nota.** Ruiz Escovar (2023)



En la figura 46 se describe el afloramiento con código FA-HR-07 de tipo antrópico con coordenadas UTM WGS84 Zona 17S X= 696000 Y=9557448, este afloramiento presenta una cobertura vegetal con una potencia de 50cm, así mismo, en la ilustración se nota un cambio de material donde las arenas se sobreponen sobre las areniscas con conglomerados, además de la presencia de óxidos los cuales son producidos por procesos erosivos, la cual es afectada por la materia orgánica y por las bacterias.



Figura 46. Cambio de material entre arenas y arenisca con presencia de conglomerados. **Nota.** Ruiz Escovar (2023)

En la figura 47 se describe el afloramiento con código FA-HR-11 de tipo antrópico con coordenadas UTM WGS84 Zona 17S X= 696265 Y=9557255 podemos observar una cobertura vegetal de 40cm y un contacto de arenisca con matriz de grava presentando una erosión media en la zona, siendo este un material de compuesto por cantos y guijarros de roca metamórfica.



Figura 47. Depósito de material aluvial. **Nota.** Ruiz Escovar (2023)



- **Calicatas**

La calicata uno (1) construida al sur del área de estudio, presenta una primera capa de cobertura vegetal de 10 cm de potencia correspondiente a una vegetación herbácea y 80cm de un material presentando dificultad al momento de la excavación. La calicata se encuentra dentro de un ambiente sedimentario perteneciente a la Formación Belén, con una meteorización media y alto contenido de humedad. Este punto presenta una arcilla de alta plasticidad material perteneciente a la Formación Belén

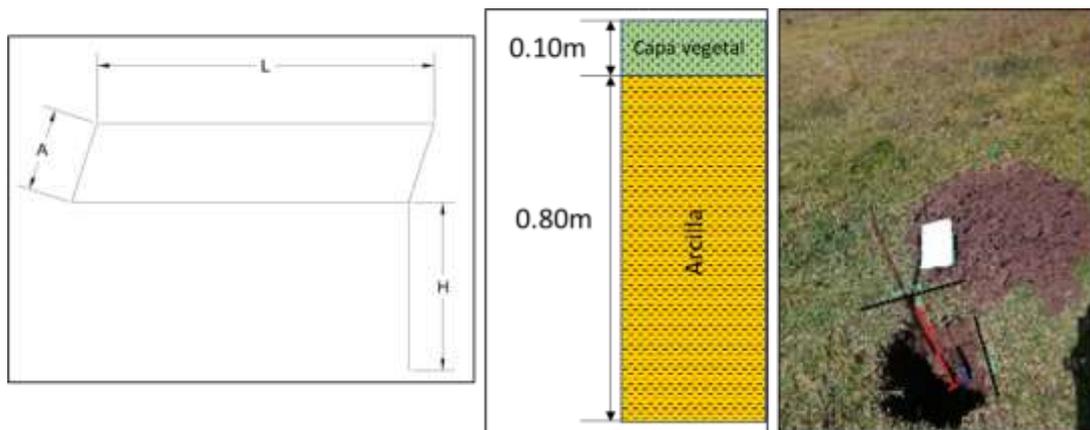


Figura 48. Calicata 1. **Nota.** Ruiz Escovar (2023)

La calicata dos (2) ubicada al oeste (W) del proyecto de vivienda de interés social, presenta una capa de 10cm que corresponde a una vegetación herbácea y 90cm de un limo con presencia de arenas compactada debido a la dificultad a la excavación. Presenta tonalidades grises obscuro, es de ambiente sedimentario perteneciente a la Formación Belén, con una meteorización media, material perteneciente a la Formación Belén

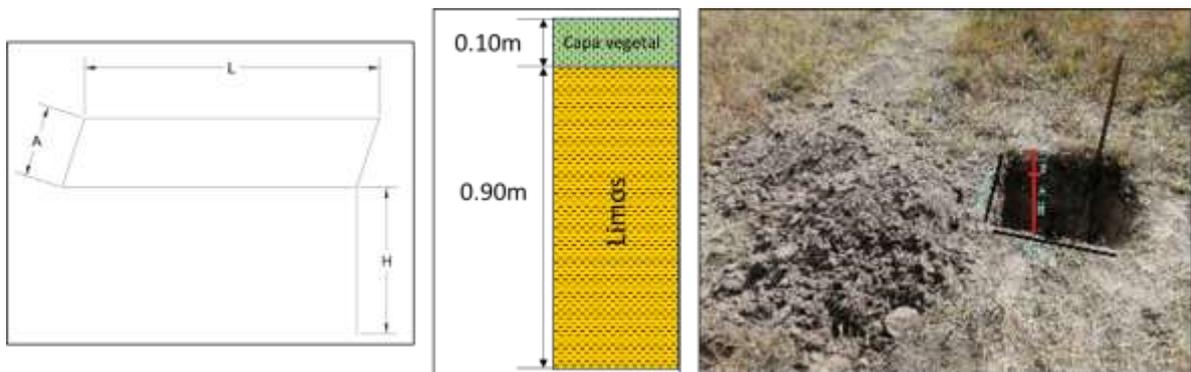


Figura 49. Calicata 2. **Nota.** Ruiz Escovar (2023)

La calicata tres (3) presenta un material más suelto respecto a las anteriores, sin embargo, en este sector existe la presencia de un deslizamiento rotacional, presuntamente asociado a las filtraciones de agua por lo cual se evidencia un asentamiento considerable



donde se puede observar los escarpes con una dirección NW, la humedad en el sector no tienen un flujo libre es decir el material se comporta como un sólido plástico, pero no fluye y presenta un material arcilloso con presencia de arenas, estas arenas procedentes de la formación Trigal por movimientos de tierra rotacionales que presenta la zona. Material que pertenece a la Formación Trigal.

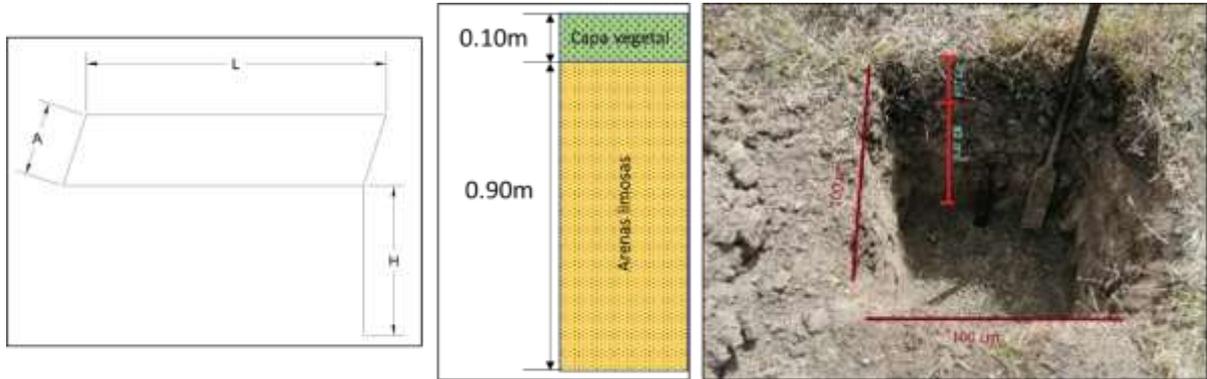


Figura 50. Calicata 3. Nota. Ruiz Escovar (2023)

6.1.5. Inventario de deslizamientos

En el área de estudio se evidenció la presencia de 4 deslizamientos el cual se detalla a continuación, se tomó una imagen de Google earth y se georreferenció con la finalidad de observar a mayor detalle cómo se pudo haber generado el deslizamiento, por lo que se concluyó que es un deslizamiento antiguo el que abarca toda la zona de estudio donde se obtiene como resultado la figura 51:



Figura 51. Deslizamiento en el área de estudio. Nota. Ruiz Escovar (2023)

- **Deslizamiento FD-HR-01:**

El deslizamiento con código FD-HR-01 con coordenadas UTM WGS84 Zona 17S X:696237 Y:9557257 Z:2249 según su clasificación está en un estado latente ya que se



puede reactivar por las causas que lo originaron, es decir, el asentamiento que presenta por filtración de aguas y su corrimiento con dirección NW, es de estilo sencillo debido a que aún no se desencadena, presenta una distribución creciente y es un tipo de deslizamiento rotacional por su forma cóncava a lo largo de la superficie, el suelo presenta humedad y el material que predomina el sector es la arcilla cuenta con una velocidad extremadamente lento ($<16\text{mm/año}$).

La cobertura que predomina en el sector es una vegetación herbácea. Los factores condicionantes y detonantes son presencia de un material plástico débil, erosión superficial, material fisurado, ausencia de vegetación, así como también lluvias y vientos, presenta daño leve, presenta una dirección NE y respecto a su morfometría cuenta con un ancho de la masa desplazada de 17 m y una longitud de 27 m.



Figura 52. Deslizamiento Rotacional I. **Nota.** Ruiz Escovar (2023)

- **Deslizamiento FD-HR-02:**

El deslizamiento con código FD-HR-02 con coordenadas UTM WGS84 Zona 17S X:696247 Y:9557273 Z:2247; al igual que el deslizamiento con código FD-HR-01 presentó prácticamente las mismas características, es un deslizamiento tipo rotacional en estado latente de estilo sencillo con una distribución creciente, presenta material arcilloso con presencia de humedad en las faldas del deslizamiento con una cobertura de vegetación herbácea. Dentro de sus factores condicionantes y detonantes estuvo el material plástico débil, una erosión superficial, lluvias, así mismo, genera un daño leve, presenta una morfometría de un ancho de masa desplazada de 8.50 m y una longitud de 14 m y una dirección de movimiento con sentido NE.



Figura 53. Deslizamiento rotacional II. **Nota.** Ruiz Escovar (2023)



- **Deslizamiento FD-HR-03:**

El deslizamiento con código FD-HR-03 presenta coordenadas UTM WGS84 Zona 17S X:696203 Y:9557216 Z:2261, deslizamiento tipo rotacional se observó el desplazamiento y la diferencia entre escarpes más aguda que en las ilustraciones anteriores; es de estilo sencillo con una distribución creciente donde se puede evidenciar claramente la presencia de suelo húmedo cuyo material predominante es la arcilla y con características similares a los anteriores ya que su velocidad es extremadamente lento (<16mm/año).

En lo que respecta a su tipo de cobertura es de vegetación herbácea y los factores condicionantes y desencadenantes que presentó el sector resaltan un material plástico débil, material meteorizado físicamente, erosión superficial además de vientos y lluvias, presenta un daño leve y con respecto a su morfometría cuenta con un ancho de masa desplazada de 21 m y una longitud de 25 m, presenta una dirección de movimiento sentido NE.

Las filtraciones de agua que presentó el sector son factores importantes causantes del asentamiento de masa en esta área, permitiendo así, desplazarse lentamente año por año convirtiéndose en una amenaza para los barrios aledaños.



Figura 54. Deslizamiento rotacional III. **Nota.** Ruiz Escovar (2023)

- **Deslizamiento FD-HR-04:**

El deslizamiento con código FD-HR-04 presenta coordenadas UTM WGS84 Zona 17S X:696117 Y:9557311 Z:2280 deslizamiento de tipo rotacional ubicado en las inmediaciones con la ciudadela Ciudad Victoria al cual por la filtración que presentó este MM se le realizó una canaleta de estabilización momentánea con la finalidad de que los daños a la ciudadela antes mencionada no sean más graves de los que presentó al momento de realizada la inspección en la zona, así mismo, este MM presenta un estado



latente con estilo sencillo de distribución creciente, presenta alto grado de humedad y el material que predomina es la arcilla, a pesar de ello su velocidad generada es lento ($>1.6\text{m/año}$), su cobertura es de vegetación herbácea presentó varios factores condicionantes y desencadenantes entre ellos tenemos un material plástico débil, erosión superficial, vientos y lluvia además de una modificación de talud.

Este MM presentó un daño severo ya que con el paso del tiempo va generando pérdidas cuantiosas, la dirección del movimiento tiene sentido NE, presenta un ancho de masa desplazada de 10 m y una longitud de 15 m



Figura 55. Deslizamiento Rotacional IV. **Nota.** Ruiz Escovar (2023)

Una vez determinados los afloramientos, calicatas, movimiento en masa y mapeado el lugar se procedió a elaborar el mapa litológico el cual dio como resultado el mapa presentado en la figura 56, así mismo, representado por su corte sentido NW-SE como se ve en la figura 57.

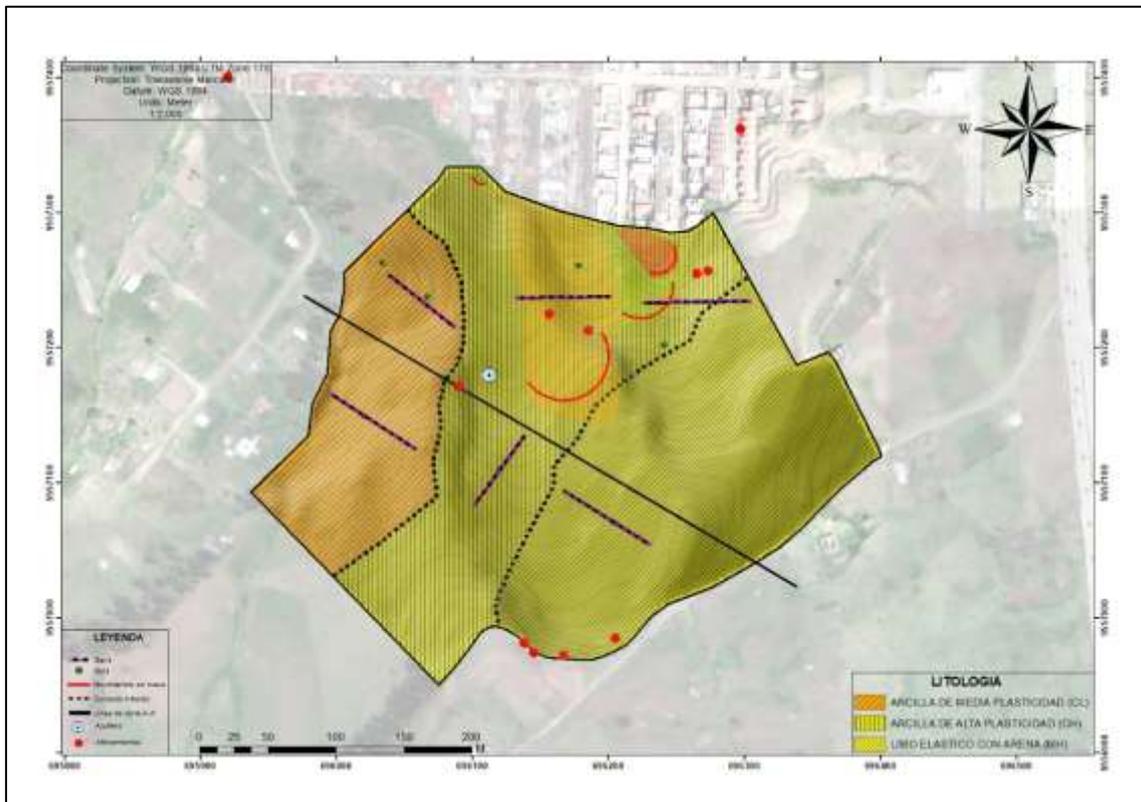


Figura 56. Mapa Litológico superficial de la zona de estudio. **Nota.** Ruiz Escovar (2023)

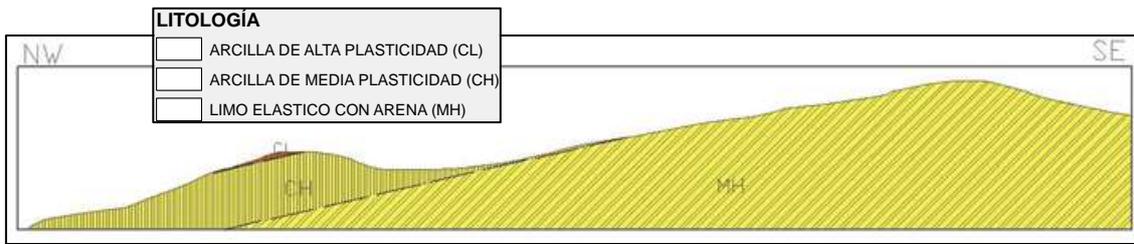


Figura 57. Perfil litológico representa la sección A-A'. Nota. Ruiz Escovar (2023)

6.2. Resultados del segundo objetivo

6.2.1. Exploración de campo: Calicatas geotécnicas

Para realizar el análisis geotécnico de los suelos se elaboraron 4 calicatas, obteniendo muestras de cada calicata para realizar el respectivo análisis en laboratorio obteniendo los resultados que se muestran en la (tabla 21).

Tabla 21. Resultados geotécnicos de las calicatas

C	Coordenadas		Prof.(m)	Humedad	Límites de Atterberg			Clasificación	Descripción
	X	Y		C.H %	LL	LP	IP		
C1	695994	9557293	0.5	39.31	50.5	24.12	26.38	CH	Arcilla inorgánica de alta plasticidad
			1	45.98	54	28.77	25.23	CH	
			1.5	41.27	55	27.7	27.3	CH	
			2	52.3	56	27.64	28.36	CH	
C2	696149	9557230	1	27.06	50	21.82	28.18	CH	
C3	696178	9557253	1	13.98	33.5	20	13.5	CL	Arcilla inorgánica de baja a media plasticidad
C4	696047	9557174	1	27.18	38	30.4	7.6	ML	Limo inorgánico con ligera plasticidad

Nota. Obtenido de Novacons (2023)

Conforme a la tabla 21 predominan suelos arcillosos de alta plasticidad presentes en la calicata 1 y 2, suelos arcillosos de media plasticidad en la calicata 3 y limos inorgánicos con ligera plasticidad en la calicata 4, además, se observa un % de humedad oscilante de 13 a 52%.

6.2.1.1. Ensayo de penetración estándar SPT.

• SPT 1

El SPT_1 ubicado en las coordenadas X:696019; Y:9557150; Z: 2270 comprende a 1m de profundidad una arcilla de alta plasticidad con arena el cual presento un N_{SPT} de 19 golpes, presentando un C.H.= 27.01% un L.L.= 51.27, un L.P.= 26.48% y un índice de plasticidad equivalente a 24.79 presentando una consistencia muy compacta.

A 2m de profundidad comprende a un material limo elástico con arena el cual presento un N_{SPT} de 19 golpes, presentando un C.H.= 27.82% un L.L.= 59.21, un L.P.= 33.74% y un índice de plasticidad equivalente a 25.47 presentando una consistencia muy compacta. A 3m de profundidad comprende a un material limo elástico con arena el cual



presento un N_{SPT} de 18 golpes, presentando un C.H.= 29.40% un L.L.= 64.84, un L.P.= 36.08% y un índice de plasticidad equivalente a 28.76 presentando una consistencia muy compacta.

A 4m de profundidad comprende a un material limo elástico con arena el cual presento un N_{SPT} de 21 golpes, presentando un C.H.= 31,82% un L.L.= 65.71, un L.P.= 34.82% y un índice de plasticidad equivalente a 30.89 presentando una consistencia muy compacta. Para visualizar información complementaria en base a los ensayos de laboratorio ver Anexo 9.

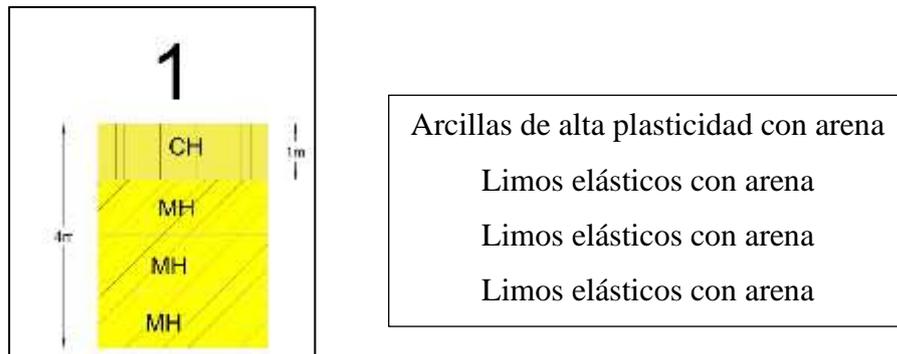


Figura 58. Datos SPT1. Nota. Ruiz Escovar (2023)

- **SPT 2**

El SPT_2 ubicado en las coordenadas X:696119; Y:9557109; Z: 2265 comprende a 1m de profundidad una arena limosa con grava el cual presento un N_{SPT} de 8 golpes, presentando un C.H.= 20.09% un L.L.= 53.96 y un L.P.= 32.84% y un índice de plasticidad equivalente a 24.09 presentando una consistencia media.

A 2m de profundidad comprende a un material limo elástico el cual presento un N_{SPT} de 34 golpes, presentando un C.H.= 32.17% un L.L.= 64.77 y un L.P.= 37.78% y un índice de plasticidad equivalente a 26.99 presentando una consistencia dura.

A 3m de profundidad comprende un material arcilla de baja plasticidad con arena con arena el cual presento un N_{SPT} de 61 golpes, presentando un C.H.= 26.55% un L.L.= 48.96 un L.P.= 23.43% y un índice de plasticidad equivalente a 25.53 presentando una consistencia dura.

A 4m de profundidad comprende a un material limo elástico con arena el cual presento un N_{SPT} de 90 golpes, presentando un C.H.= 26.75% un L.L.= 50.17, un L.P.= 30.52% y un índice de plasticidad equivalente a 19.65 presentando una consistencia dura.

En la figura 50 se presenta un cuadro de resumen del SPT antes descrito. Para visualizar información complementaria en base a los ensayos de laboratorio ver Anexo 9.

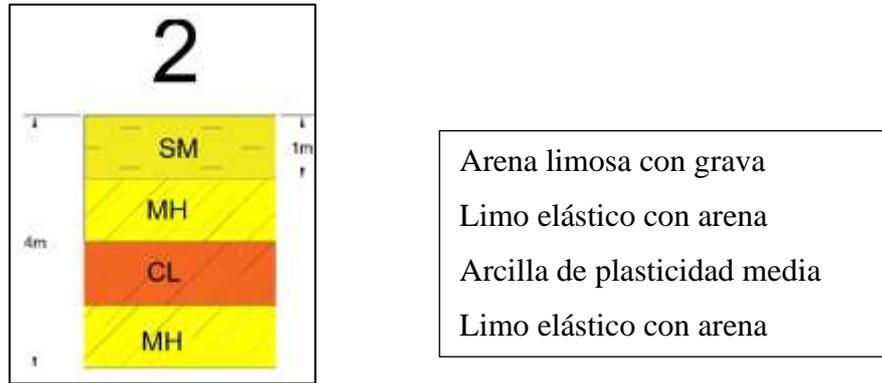


Figura 59. Datos SPT2. Nota. Ruiz Escovar (2023)

• **SPT 3**

El SPT_1 ubicado en las coordenadas X:696204; Y:9557070; Z: 2260 comprende a 1m de profundidad un limo elástico el cual presento un N_{SPT} de 16 golpes, presentando un C.H.= 27% un L.L.= 72 y un L.P.= 40% y un índice de plasticidad equivalente a 33% presentando una compacidad media

A 2m de profundidad comprende a un material limo elástico el cual presento un N_{SPT} de 18 golpes presentando un C.H.= 31% un L.L.= 86, un L.P.= 38% y un índice de plasticidad equivalente a 49 presentando una compacidad media

A 3m de profundidad comprende a un material de arcilla de alta plasticidad el cual presento un N_{SPT} de 10, presentando un C.H.= 38% un L.L.= 76, un L.P.= 27% y un índice de plasticidad equivalente a 49 presentando una consistencia firme.

A 4m de profundidad comprende a un material de arcilla de alta plasticidad el cual presento un N_{SPT} de 10, presentando un C.H.= 38% un L.L.= 76, un L.P.= 27% y un índice de plasticidad equivalente a 49 presentando una consistencia firme.

Para fines de presentación en la figura 60 se presenta un cuadro de resumen del SPT antes descrito. Para visualizar información complementaria en base a los ensayos de laboratorio ver Anexo 9.

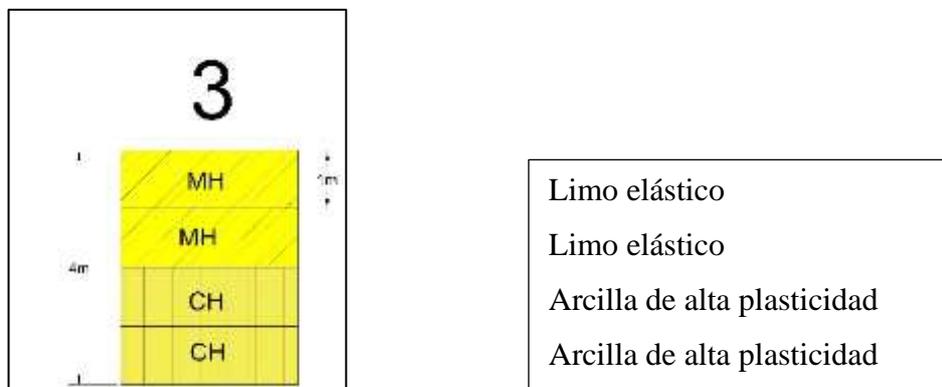


Figura 60. Datos SPT3. Nota. Ruiz Escovar (2023)



- **SPT 4**

El SPT 6 ubicado en las coordenadas X:696067; Y:9557238; Z: 2251 comprende a 1m de profundidad arcillas inorgánicas de alta plasticidad con N_{SPT} de 21 golpes con presentando un C.H.= 23.54% un L.L.= 52, un L.P.= 24.81% y un índice de plasticidad equivalente a 27.19 presentando una consistencia muy compacta.

A 2m de profundidad comprende arcillas inorgánicas de alta plasticidad con N_{SPT} de 21 golpes, presentando un C.H.= 22.78% un L.L.= 50, un L.P.= 21.50% y un índice plástico equivalente a 28.50 con una consistencia muy compacta

A 3m de profundidad comprende arcillas inorgánicas de media plasticidad con N_{SPT} de 29 golpes, presentando un C.H.= 22.19% un L.L.= 46, un L.P.= 19.74% y un índice plástico equivalente a 26.26 presentando una consistencia muy compacta

A 4m de profundidad comprende arcillas inorgánicas de alta plasticidad con N_{SPT} de 47 golpes, presentando un C.H.= 24.25% un L.L.= 51.50, un L.P.= 22.13% y un índice plástico equivalente a 29.37, presentando una consistencia dura

A 5m de profundidad comprende arcillas inorgánicas de alta plasticidad con N_{SPT} de 55 golpes, presentando un C.H.= 22.65% un L.L.= 50, un L.P.= 20.88% y un índice plástico equivalente a 29.12 presentando una consistencia dura

A 6m de profundidad comprende arcillas inorgánicas de media plasticidad con N_{SPT} de 43golpes, presentando un C.H.= 25.15% un L.L.= 44.50, un L.P.= 21.73% y un índice plástico equivalente a 27.27, presentando una consistencia dura

A 7m de profundidad comprende arcillas inorgánicas de alta plasticidad con N_{SPT} de 38 golpes, presentando un C.H.= 26.16% un L.L.= 50.50, un L.P.= 18.25% y un índice plástico equivalente a 32.25, presentando una consistencia dura

A 8m de profundidad comprende arcillas inorgánicas de media plasticidad con N_{SPT} de 20 golpes, presentando un C.H.= 25.11 % un L.L.= 45, un L.P.= 18.53% y un índice plástico equivalente a 26.47, presentando una consistencia mu compacta

A 9m de profundidad comprende arcillas inorgánicas de alta plasticidad con N_{SPT} de 33 golpes, presentando un C.H.= 45.97 % un L.L.= 55, un L.P.= 20.86% y un índice plástico equivalente a 34.14, presentando una consistencia muy compacta.

A 10om de profundidad comprende arcillas inorgánicas de alta plasticidad con N_{SPT} de 35 golpes, presentando un C.H.= 46.21 % un L.L.= 54, un L.P.= 23.88% y un índice plástico equivalente a 3º.12, presentando una consistencia dura



Para fines de presentación en la figura 61 se presenta un cuadro de resumen del SPT antes descrito. Para visualizar información complementaria en base a los ensayos de laboratorio ver Anexo 9.

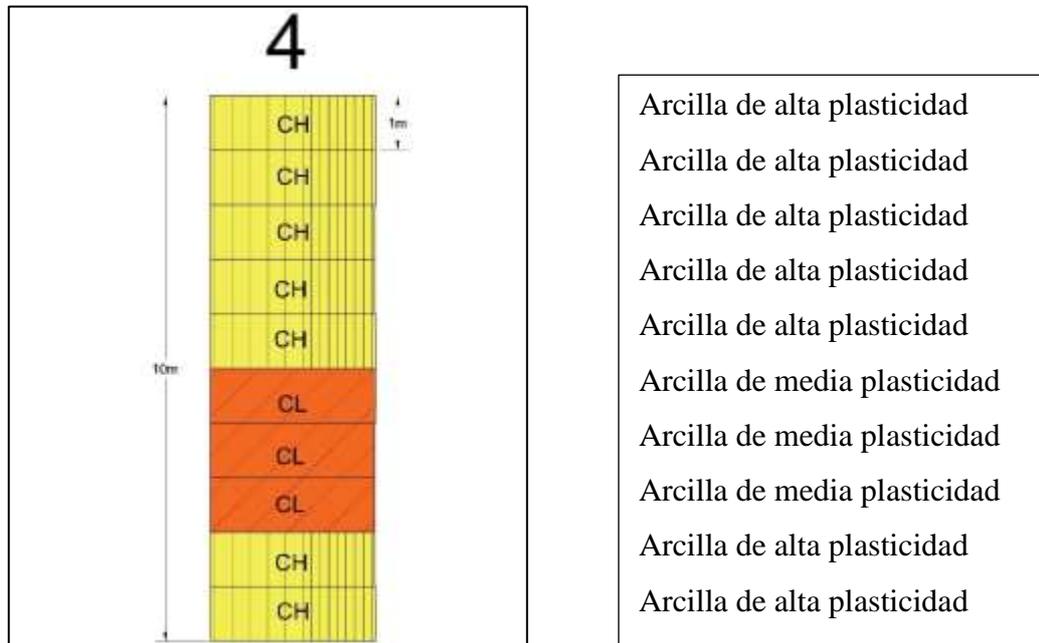


Figura 61. Datos SPT4. Nota. Ruiz Escovar (2023)

- **SPT 5**

El SPT 6 ubicado en las coordenadas X:696178; Y:9557261; Z: 2238 comprende a 1m de profundidad arcillas inorgánicas de alta plasticidad con N_{SPT} de 11 golpes con presentando un C.H.= 33.25% un L.L.= 50, un L.P.= 28.07% y un índice de plasticidad equivalente a 21.93presentando una consistencia compacta.

A 2m de profundidad comprende arcillas inorgánicas de alta plasticidad con N_{SPT} de 9 golpes, presentando un C.H.= 42.47% un L.L.= 50.50, un L.P.= 25.11% y un índice plástico equivalente a 25.39 con una consistencia muy compacta

A 3m de profundidad comprende arcillas inorgánicas de alta plasticidad con N_{SPT} de 14 golpes, presentando un C.H.= 36.05% un L.L.= 53, un L.P.= 25. 10% y un índice plástico equivalente a 27.90 presentando una consistencia compacta

A 4m de profundidad comprende arcillas inorgánicas de alta plasticidad con N_{SPT} de 48 golpes, presentando un C.H.= 24.59% un L.L.= 53, un L.P.= 23.72% y un índice plástico equivalente a 29.28, presentando una consistencia dura

A 5m de profundidad comprende arcillas inorgánicas de alta plasticidad con N_{SPT} de 40 golpes, presentando un C.H.= 25.56% un L.L.= 77, un L.P.= 31.19% y un índice plástico equivalente a 45.81 presentando una consistencia dura



A 6m de profundidad comprende arcillas inorgánicas de alta plasticidad con N_{SPT} de 45 golpes, presentando un C.H.= 25.82% un L.L.= 76, un L.P.= 34.55% y un índice plástico equivalente a 41.45, presentando una consistencia dura

Para fines de presentación en la figura 62 se presenta un cuadro de resumen del SPT antes descrito. Para visualizar información complementaria en base a los ensayos de laboratorio ver Anexo 9.

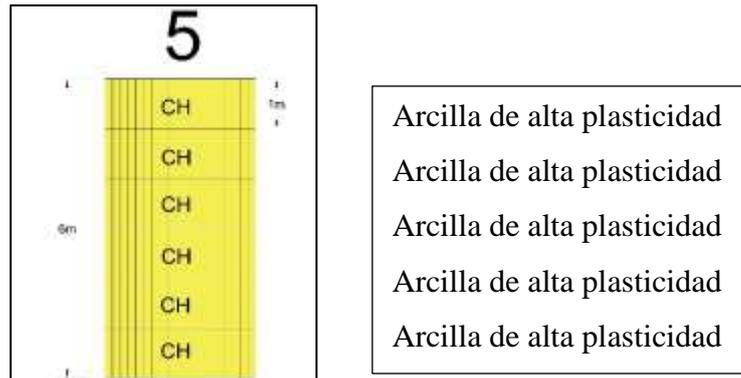


Figura 62. Datos SPT5. Nota. Ruiz Escovar (2023)

- **SPT 6**

El SPT 6 ubicado en las coordenadas X:696178; Y:9557261; Z: 2238 comprende a 1m de profundidad arcillas inorgánicas de media plasticidad con N_{SPT} de 9 golpes con presentando un C.H.= 17.68% un L.L.= 46, un L.P.= 21.41% y un índice de plasticidad equivalente a 24.01 presentando una consistencia compacta.

A 2m de profundidad comprende arcillas inorgánicas de media plasticidad con N_{SPT} de 10 golpes, presentando un C.H.= 26% un L.L.= 46, un L.P.= 24. 19% y un índice plástico equivalente a 21.81 con una consistencia muy compacta

A 3m de profundidad comprende arcillas inorgánicas de media plasticidad con N_{SPT} de 13 golpes, presentando un C.H.= 23.27% un L.L.= 49, un L.P.= 23. 83% y un índice plástico equivalente a 25.17 presentando una consistencia compacta

A 4m de profundidad comprende arcillas inorgánicas de media plasticidad con N_{SPT} de 13 golpes, presentando un C.H.= 23.62% un L.L.= 48, un L.P.= 26.59% y un índice plástico equivalente a 21.41, presentando una consistencia compacta

A 5m de profundidad comprende arcillas inorgánicas de media plasticidad con N_{SPT} de 61 golpes, presentando un C.H.= 23.25% un L.L.= 47.50, un L.P.= 24.02% y un índice plástico equivalente a 23.48, presentando una consistencia dura



A 6m de profundidad comprende arcillas inorgánicas de alta plasticidad con N_{SPT} de 52 golpes, presentando un C.H.= 26.02% un L.L.= 51, un L.P.= 25.35% y un índice plástico equivalente a 25.65, presentando una consistencia dura

A 7m de profundidad comprende arcillas inorgánicas de alta plasticidad con N_{SPT} de 57 golpes, presentando un C.H.= 26.23% un L.L.= 50.50, un L.P.= 27.84% y un índice plástico equivalente a 22.66, presentando una consistencia dura (ver Anexo 9).

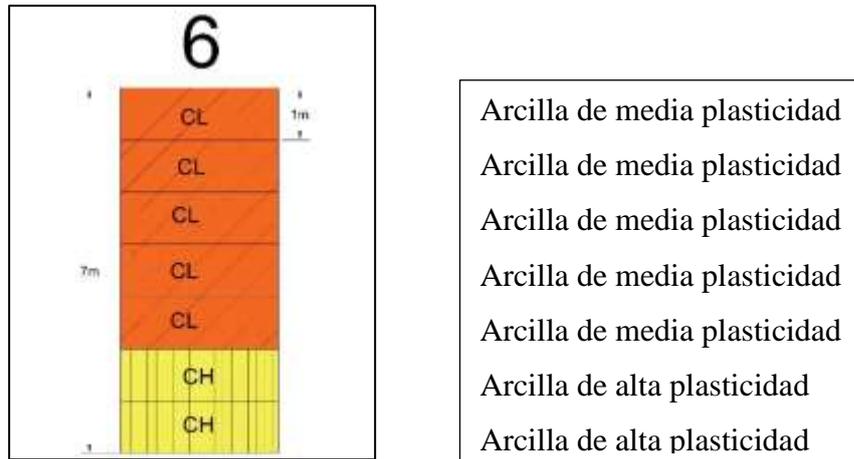


Figura 63. Datos SPT6. *Nota.* Ruiz Escovar (2023)

- **SPT 7**

El SPT_4 ubicado en las coordenadas X:69641; Y:9557202; Z: 2253 comprende a 1m de profundidad arcillas inorgánicas de alta plasticidad con N_{SPT} de 14 golpes con presentando un C.H.= 17.72% un L.L.= 60.50, un L.P.= 228.12% y un índice de plasticidad equivalente a 32.38 presentando una consistencia compacta.

A 2m de profundidad comprende arcillas inorgánicas de alta plasticidad con N_{SPT} de 16 golpes, presentando un C.H.= 19.76% un L.L.= 60, un L.P.= 25. 49% y un índice plástico equivalente a 34.51 con una consistencia muy compacta

A 3m de profundidad comprende arcillas inorgánicas de alta plasticidad con N_{SPT} de 13 golpes, presentando un C.H.= 21.14% un L.L.= 52, un L.P.= 22. 66% y un índice plástico equivalente a 29.34 presentando una consistencia compacta

A 4m de profundidad comprende arcillas inorgánicas de alta plasticidad con N_{SPT} de 9 golpes, presentando un C.H.= 22.59% un L.L.= 53, un L.P.= 20. 17% y un índice plástico equivalente a 32.83, presentando una consistencia compacta

A 5m de profundidad comprende arcillas inorgánicas de alta plasticidad con N_{SPT} de 29 golpes, presentando un C.H.= 21.34% un L.L.= 51, un L.P.= 20. 83% y un índice plástico equivalente a 30.17, presentando una consistencia muy compacta



A 6m de profundidad comprende arcillas inorgánicas de alta plasticidad con N_{SPT} de 25 golpes, presentando un C.H.= 23.05% un L.L.= 48.50, un L.P.= 17.82% y un índice plástico equivalente a 30.68, presentando una consistencia muy compacta

A 7m de profundidad comprende arcillas inorgánicas de alta plasticidad con N_{SPT} de 37 golpes, presentando un C.H.= 22.18% un L.L.= 47.50, un L.P.= 22.42% y un índice plástico equivalente a 25.08, presentando una consistencia dura

Para fines de presentación en la figura 64 se presenta un cuadro de resumen del SPT antes descrito. Para visualizar información complementaria en base a los ensayos de laboratorio ver Anexo 9.

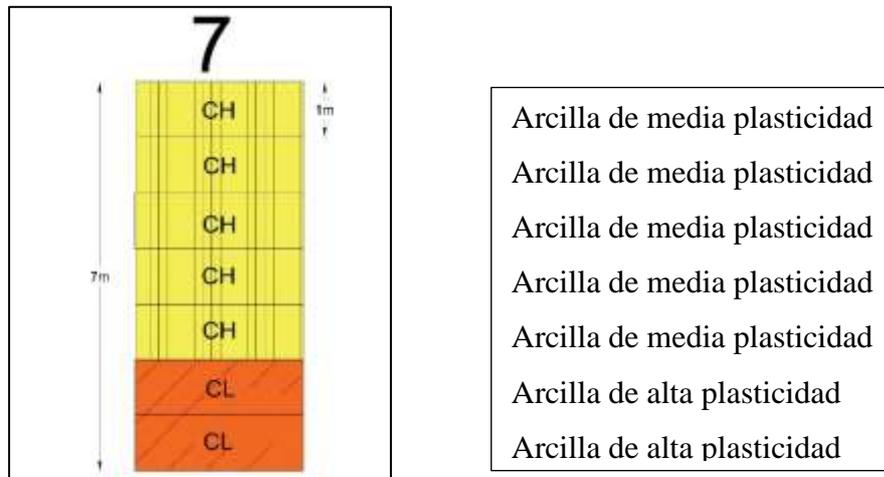


Figura 64. Datos SPT7. Nota. Ruiz Escovar (2023)

- **Correlación de perfiles estratigráficos en base a los SPT's**

Una vez analizados los SPT's se procedió a realizar la correlación en la que se observó que los SPT 1,2 y 3 se realizaron a una profundidad relativa de 4m; el SPT 4 presentó una profundidad de 10m; el SPT 5 presentó una profundidad de 6m y por ultimo los SPT 6 y 7 presentó una profundidad de 7m, la figura 65, se la ordenó en orden correlativo dentro del área de estudio para lo cual se los ubicó en un orden de cronología y en una simulación de cotas correspondientes en el que se pudo observar y determinar que presenta limos elásticos con arenas (MH) y mediante procesos erosivos, sedimentarios existe pequeñas intercalaciones de arenas limosas con grava(SM), seguidamente presenta arcillas de media plasticidad (CH) gran parte del área de estudio y por último se puede evidenciar arcillas de alta plasticidad donde presenta una potencia de 5m de profundidad en el último SPT.

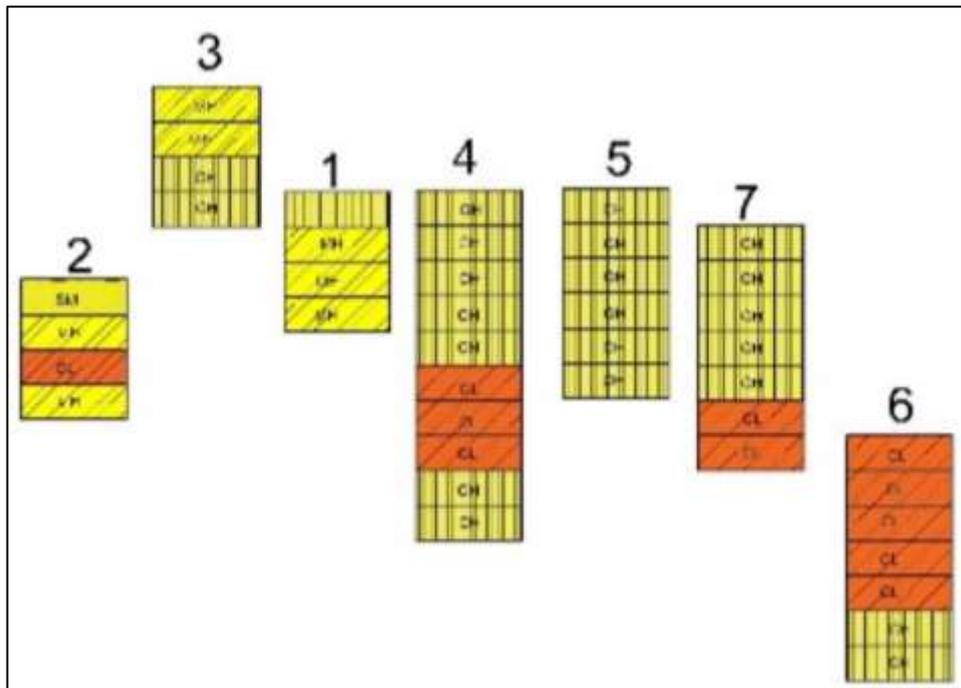


Figura 65. Correlación estratigráfica. **Nota.** Ruiz Escovar (2023)

Y en lo que respecta al perfil estratigráfico sobre la capa de los limos elásticos con arena se encontró una capa de arcillas de media plasticidad con potencias de 5 a 6m de profundidad y sobre esta se encontró una capa de arcillas de alta plasticidad con potencias estimadas de 5m y en base a los SPT este material se encontró en diferentes zonas de estudio, cabe mencionar que debería existir una capa de arena limosa, pero que por el arrastre de material, procesos erosivos y de sedimentación se pierde conforma se avanzó en el recorrido.

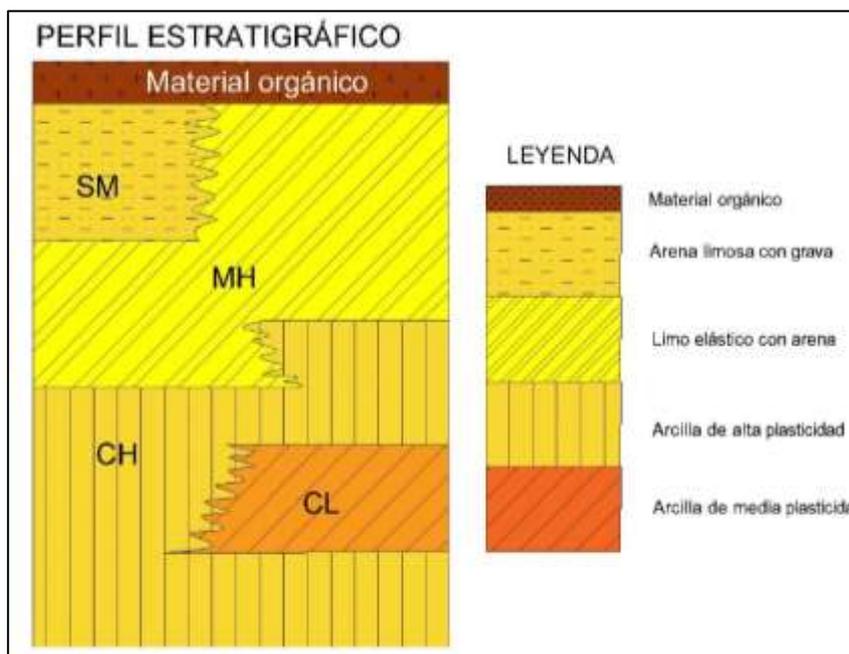


Figura 66. Perfil estratigráfico. **Nota.** Ruiz Escovar (2023)



6.2.1.2. Sondeos eléctricos verticales SEV's.

- SEV 1

Esta línea se la realizo en las coordenadas 696019mE 9557150mN, con dirección E-W, una apertura de AB/2 de 70m y una profundidad estimada de 23.33 m. En la tabla 22 se observan los datos tomados en campo y en la figura 63 se observan los datos ingresados en el software para la respectiva interpretación.

Tabla 22. Datos obtenidos en campo para el SEV 1

Estación Punto	AB/2	MN/2	K	$\Delta v/l$	ρ_a
1	1	0.5	2.36	4.138	9.75
2	1.5	0.5	6.28	1.1775	7.40
3	2	0.5	11.78	0.53477	6.30
4	2.5	0.5	18.85	0.2892	5.45
5	2.5	1	8.25	0.81583	6.73
6	3	0.5	27.5	0.16383	4.50
7	3	1	12.6	0.41235	5.18
8	5	1	37.7	0.10925	4.12
9	7	1	75.4	0.051234	3.86
10	10	1	155.5	0.023506	3.66
11	10	2.5	58.9	0.059934	3.53
12	15	1	351.9	0.01079	3.80
13	15	2.5	137.4	0.026425	3.63
14	20	2.5	247.4	0.015549	3.85
15	20	10	47.1	0.093326	4.40
16	30	2.5	561.6	0.00758	4.26
17	30	10	125.7	0.036091	4.54
18	40	10	235.6	0.020242	4.77
19	50	10	377.0	0.013459	5.07
20	70	10	754.0	0.006635	5.00

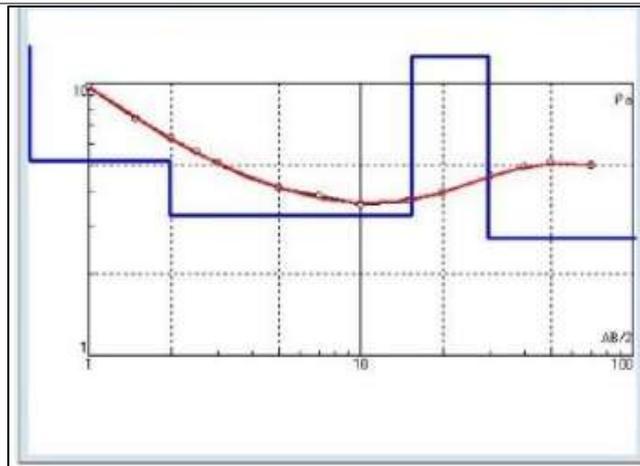


Figura 67. Curva de resistividad SEV 1. **Nota.** Obtenido de ESTSUELCON (2023)

Análisis del perfil geoelectrico

Conforme a la figura 68 se determina que existen 5 capas. La primera corresponde a material de cobertura superficial (suelo y material orgánico) con una resistividad de



11 Ω .m y una potencia de 0.5 m, la segunda a suelos de granulometría fina con trazas de humedad, con una resistividad de 5.3 Ω .m y una potencia de 1.5m; la tercera corresponde a suelos de granulometría fina (aparentemente sin humedad) con una resistividad de 3.2 Ω .m y una potencia de 13.30 m.; la cuarta corresponde a suelos de granulometría fina (aparentemente sin humedad) con una resistividad de 18 Ω .m y una potencia de 14 m. Para la última capa se estima que existe la presencia de materiales de granulometría fina y areniscas propios de la formación Belén, con altos índices de saturación presentando una resistividad equivalente a 3 Ω .m.

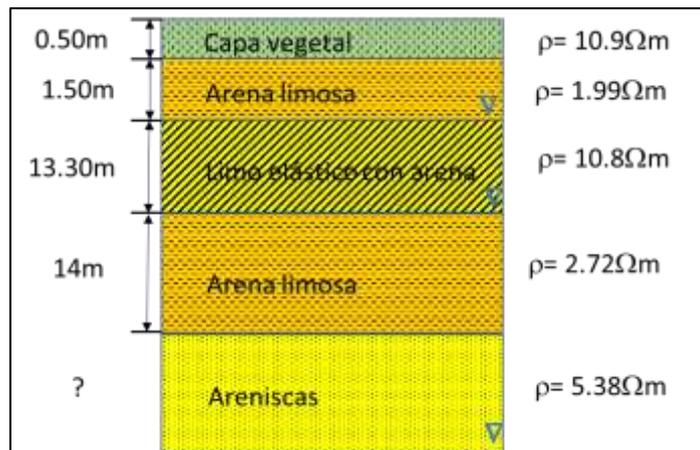


Figura 68. Corte geoelectrico SEV 1. Nota. Ruiz Escovar (2023)

- SEV 2

Esta línea se realizó específicamente en las coordenadas 696119mE; 95357109mN, con una dirección N-S, una apertura de AB/2 de 100m y una profundidad estimada de 33.33. En la figura 69 se observan los datos ingresados y la curva de resistividad obtenida en el programa. Para visualizar los datos de campo y la curva de ver anexo 12.

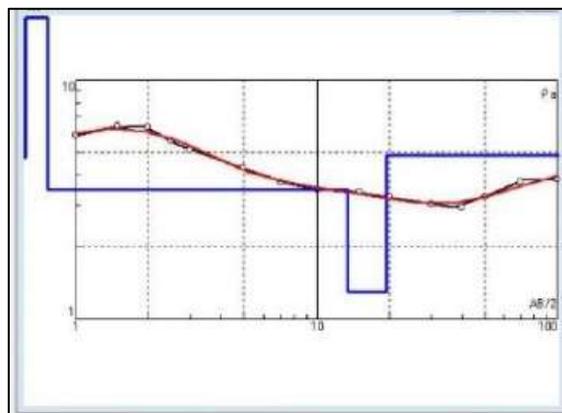


Figura 69. Curva de resistividad SEV 2. Nota. Obtenido de ESTSUELCON (2023)



Análisis del perfil geoelectrico

Conforme a la figura 70 se determina que existen 5 capas. La primera corresponde a material de cobertura superficial (suelo y material orgánico) con una resistividad de $4.70\Omega.m$ y una potencia de 0.5 m, la segunda a suelos de granulometría fina aparentemente sin humedad, con una resistividad de $19.70\Omega.m$ y una potencia de 0.25m; la tercera corresponde a suelos de granulometría fina y areniscas propios de la formación Belén, con altos índices de saturación con una resistividad de $3.45\Omega.m$ y una potencia de 12.70 m; la cuarta y quinta capa presenten igual litología a la tercera con resistividades de 1.3 y $4.85\Omega.m$ respectivamente.

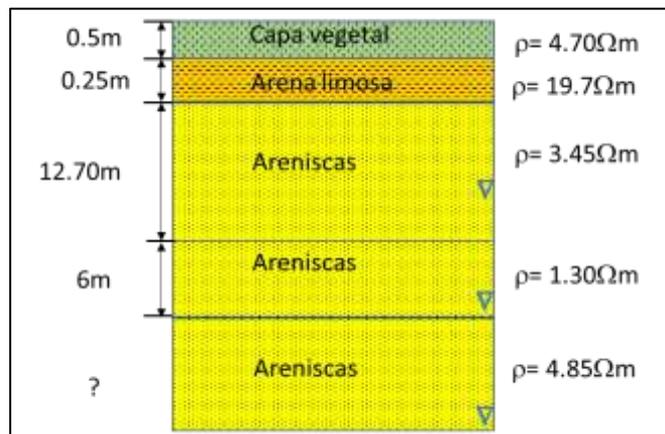


Figura 70. Corte geo eléctrico SEV 2. Nota. Ruiz Escovar (2023)

- SEV 3

Se realizo en las coordenadas 696204mE; 9557070mN, con una dirección E-W, una apertura de AB/2 de 100m y una profundidad estimada de 33.33 m. En la figura 71 se observan los datos ingresados y la curva de resistividad obtenida en el programa. Para visualizar los datos de campo ver anexo 12.

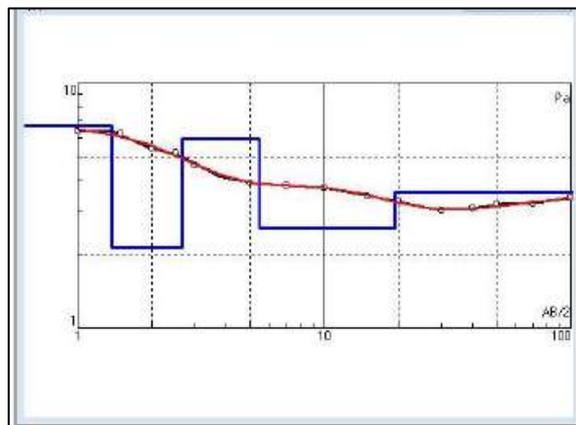


Figura 71. Curva de resistividad SEV 2
Nota. Obtenido de ESTSUELCON (2023)



Análisis del perfil geoelectrico

Conforme a la figura 72 se determina que existen 5 capas. La primera corresponde a material de cobertura superficial (suelo y material orgánico) con una resistividad de $6.99\Omega.m$ y una potencia de 1.4 m, la segunda a materiales de granulometría fina y areniscas propios de la formación Belén, con altos índices de saturación, con una resistividad de $2.13\Omega.m$ y una potencia de 1.25m; la tercera corresponde a materiales de granulometría fina y areniscas propios de la formación Belén aparentemente con humedad con una resistividad de $5.93\Omega.m$ y una potencia de 2.8 m; la cuarta y quinta capa corresponde a materiales de granulometría fina y areniscas propios de la formación Belén con altos índices de saturación con resistividades de 2.54 y $3.59\Omega.m$ respectivamente.

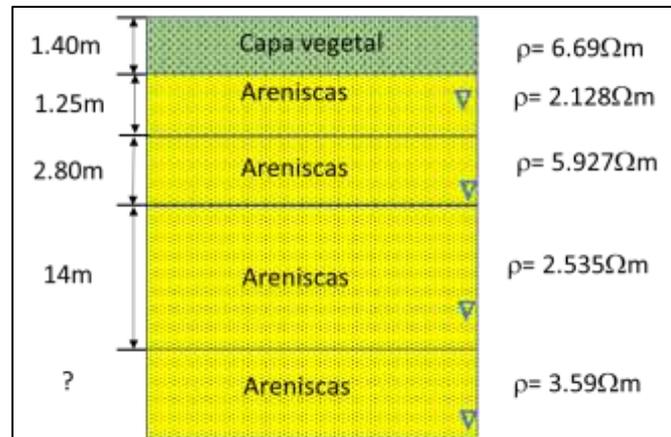


Figura 72. Corte geoelectrico SEV 3. Nota. Ruiz Escovar (2023)

- SEV 4

Se realizo en las coordenadas 696044mE; 9557250mN, con una dirección E-W, una apertura de AB/2 de 70m y una profundidad estimada de 23.33 m. Para visualizar los datos de campo y la curva de resistividad obtenida en el programa ver anexo 12.

Análisis del perfil geoelectrico

Conforme a la figura 73 se determina que existen 3 capas. La primera corresponde a material de cobertura superficial (suelo y material orgánico) con una resistividad de $10.8\Omega.m$ y una potencia de 0.8m, la segunda a materiales de granulometría fina con trazas de humedad, con una resistividad de $3.27\Omega.m$ y una potencia de 19.4m; la tercera corresponde a materiales de granulometría fina y areniscas propios de la formación Belén con una resistividad de $8.09\Omega.m$ y una potencia indefinida.



Figura 73. Corte geoelectrico SEV 4. Nota. Ruiz Escovar (2023)

- SEV 5

Se realizo en las coordenadas 696175mE; 9557238mN, con una dirección E-W, una apertura de AB/2 de 70m y una profundidad estimada de 23.33 m. Para visualizar los datos de campo y la curva de resistividad obtenida en el programa ver anexo 12.

Análisis del perfil geoelectrico

Conforme a la figura 74 se determina que existen 3 capas. La primera corresponde a material de cobertura superficial (suelo y material orgánico) con una resistividad de 7.77 $\Omega.m$ y una potencia de 1.64m, la segunda a suelos de granulometría fina con trazas de humedad, con una resistividad de 3.35 $\Omega.m$ y una potencia de 19m; la tercera corresponde a materiales de granulometría fina y areniscas propios de la formación Belén con una resistividad de 6.71 $\Omega.m$ y una potencia indefinida.

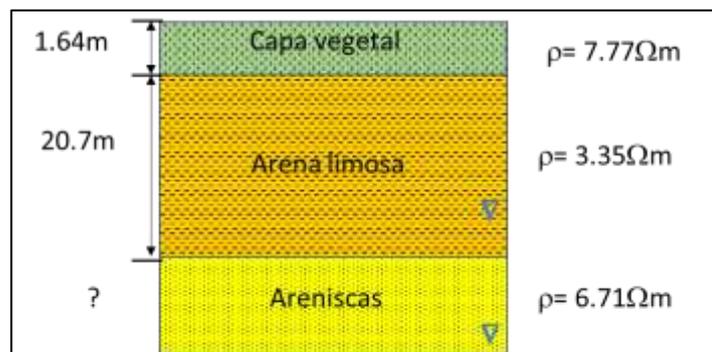


Figura 74. Corte geoelectrico SEV 5. Nota. Ruiz Escovar (2023)

- SEV 6

Se realizo en las coordenadas 696260mE; 9557234mN, con una dirección E-W, una apertura de AB/2 de 70m y una profundidad estimada de 23.33m. Para visualizar los datos de campo y la curva de resistividad obtenida en el programa ver anexo 12.



Análisis del perfil geoelectrico

Conforme a la figura 75 se determina que existen 4 capas. La primera corresponde a material de cobertura superficial (suelo y material orgánico) con una resistividad de $4.30\Omega.m$ y una potencia de 0.67m, la segunda a suelos de granulometría fina aparentemente sin humedad, con una resistividad de $9.35\Omega.m$ y una potencia de 2.17m; la tercera corresponde a suelos de granulometría fina con trazas de humedad, con una resistividad de $3.63\Omega.m$ y una potencia de 3.20m; la cuarta capa corresponde a materiales de granulometría fina y areniscas propios de la formación Belén con una resistividad de $49.83\Omega.m$ y una potencia indefinida.

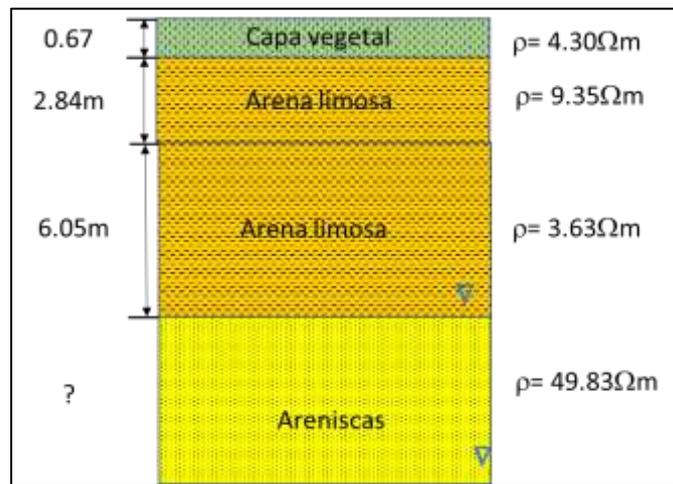


Figura 75. Corte geoelectrico SEV 6. Nota. Ruiz Escovar (2023)

6.2.1.3. Correlación de resultados.

- **Capacidad portante**

Se obtuvo la capacidad portante con los datos de campo de los ensayos SPT aplicando la fórmula de Meyerhof. (1956)

Los resultados se observan en la tabla adjunta.

Tabla 23. Capacidad portante en base al SPT según Meyerhof. (1963)

SPT	Pro	Qu	Qa
1	1	3,29	1,10
	2	4,28	1,43
	3	4,05	1,35
	4	5,36	1,79
2	1	1,80	0,60
	2	7,65	2,55
	3	10,55	3,52
	4	22,95	7,65
3	1	3,60	1,20
	2	4,05	1,35
	3	1,73	0,58



	4	1.96	0.65
	1	3.63	1.21
	2	3.63	1.21
	3	5.01	1.67
	4	9.21	3.07
4	5	10.78	3.59
	6	9.42	3.14
	7	8.32	2.77
	8	4.38	1.46
	9	7.23	2.41
	10	8.07	2.69
	1	1.89	0.63
	2	1.56	0.52
5	3	2.43	0.81
	4	9.42	3.14
	5	7.83	2.61
	6	9.87	3.29
	1	1.56	0.52
	2	1.74	0.58
	3	2.25	0.75
6	4	2.55	0.85
	5	11.94	3.98
	6	11.4	3.8
	7	12.48	4.16
	1	2.43	0.81
	2	2.76	0.92
	3	2.25	0.75
7	4	1.77	0.59
	5	5.67	1.89
	6	5.49	1.83
	7	8.1	2.7

En la Figura 76, se presenta la carga admisible neta de acuerdo a la profundidad para el SPT 1. Se puede determinar un incremento de la carga proporcional a la profundidad obteniendo en el primer metro una carga equivalente a 1.10 kg/cm² correspondiente a un estrato de arcilla de alta plasticidad con arena, seguidamente se presentan estratos de limos con una carga máxima de 1.79 kg/cm² a los 4m de profundidad.

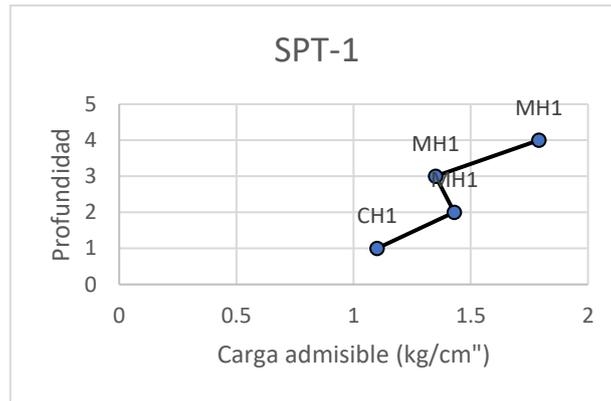


Figura 76. Carga admisible SPT 1.
Nota. Obtenido de Ruiz Escovar (2023).

En la Figura 77, se presenta la carga admisible neta de acuerdo a la profundidad para el SPT 2. Se puede determinar un incremento de la carga proporcional a la profundidad obteniendo en el primer metro una carga equivalente a 0.60 kg/cm² correspondiente a un estrato de arena limosa con grava, seguidamente se presentan estratos de limos con intercalaciones de arcillas. la carga máxima del ensayo SPT es equivalente a 7.65kg/cm² a los 4m de profundidad y corresponde a un estrato de limo elástico con arena.

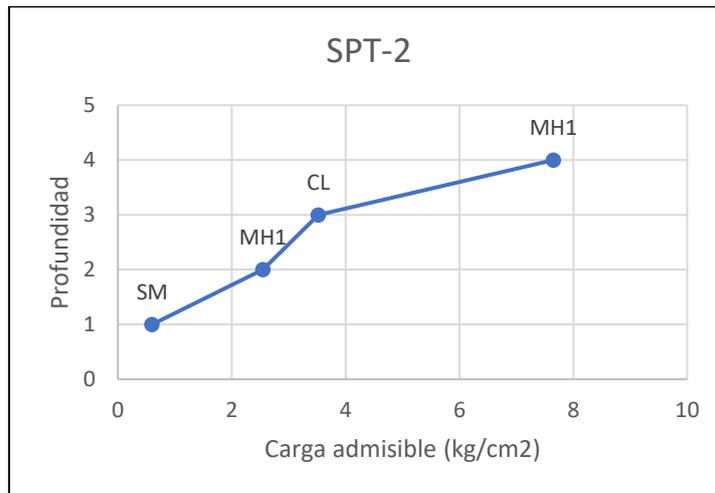


Figura 77. Carga admisible SPT 2. **Nota.** Ruiz Escovar (2023)

Conforme a la figura 78 se observa una disminución de la carga respecto a la profundidad a partir del segundo metro, teniendo así unas cargas similares en los dos primeros metros por tratarse de capas de limos elásticos donde las cargas fluctúan de 1.2 a 1.35 kg/cm². Los dos últimos estratos corresponden a arcillas de alta plasticidad con cargas de 0.58 y 0.65 kg/cm² respectivamente.

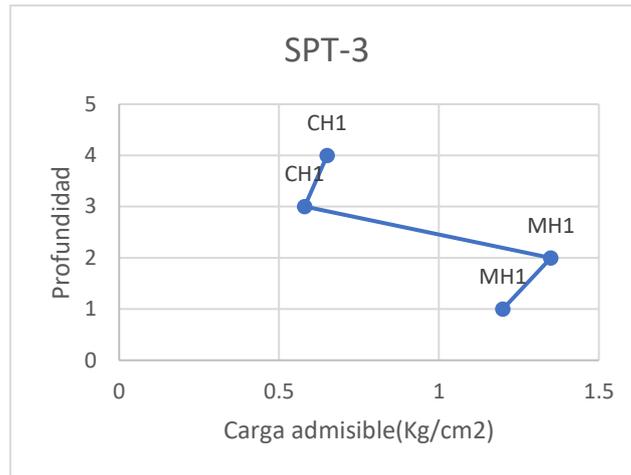


Figura 78. Carga admisible SPT 3. **Nota.** Ruiz Escovar (2023)

Conforme a la figura 79 se observa un incremento progresivo de qa respecto a la profundidad hasta los 5m, luego disminuye progresivamente hasta los 8m y tiende nuevamente a subir hasta los 10m de exploración. Toda la perforación está compuesta de suelos arcillosos con carga mínima de 1.21 y una máxima de 3.59 kg/cm².

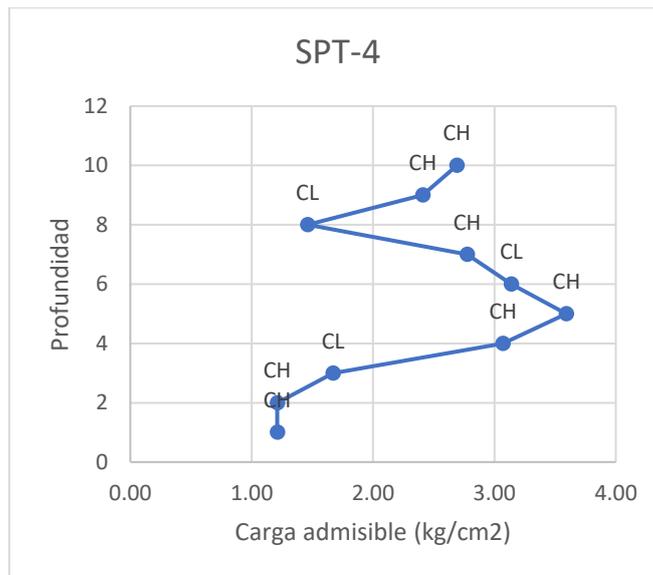


Figura 79. Carga admisible SPT 4 .
Nota. Obtenido de Ruiz Escovar (2023)

Conforme a la figura 80 se observa un incremento progresivo de qa respecto a la profundidad a partir de los 2m. Toda la perforación está compuesta de suelos arcillosos con carga mínima de 0.52 y una máxima de 3.29 kg/cm². Los 3 primeros metros la carga admisible es inferior a 1kg/cm².

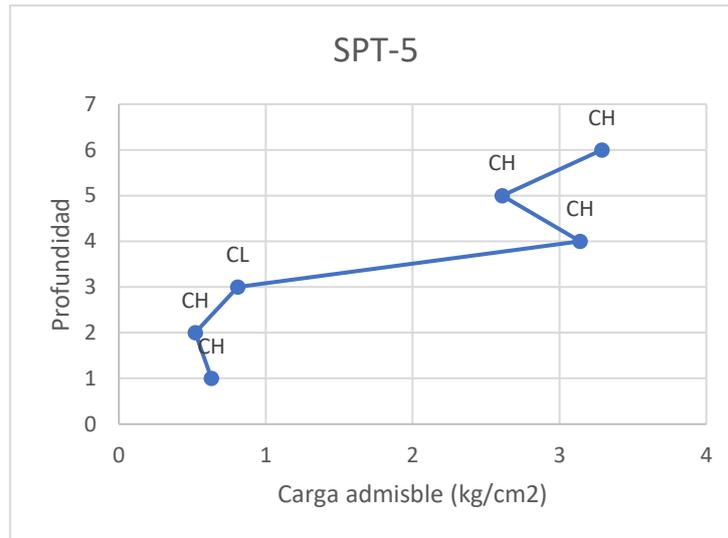


Figura 80. Carga admisible SPT 5. **Nota.** Ruiz Escovar (2023)

Conforme a la figura 81 se observa un incremento progresivo de qa respecto a la profundidad. Toda la perforación está compuesta de suelos arcillosos con carga mínima de 0.52 y una máxima de 4.16 kg/cm². Los 4 primeros metros la carga admisible es inferior a 1kg/cm².

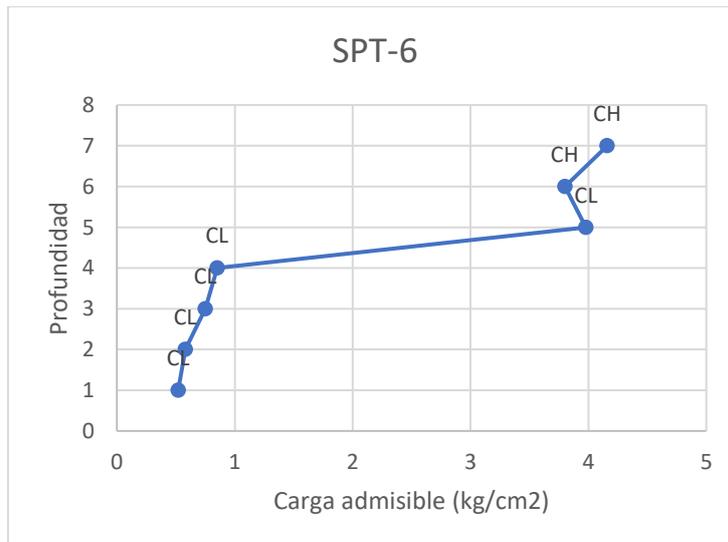


Figura 81. Carga admisible SPT 6. **Nota.** Ruiz Escovar (2023)

Conforme a la figura 82 se observa un incremento progresivo de qa respecto a la profundidad hasta los 2m, seguidamente se observa una tendencia lineal decendente hasta los 4m. A partir de los 4m qa aumenta progresivamente. Toda la perforación está compuesta de suelos arcillosos con carga mínima de 0.59 y una máxima de 2.7 kg/cm². Los 4 primeros metros la carga admisible es inferior a 1kg/cm².

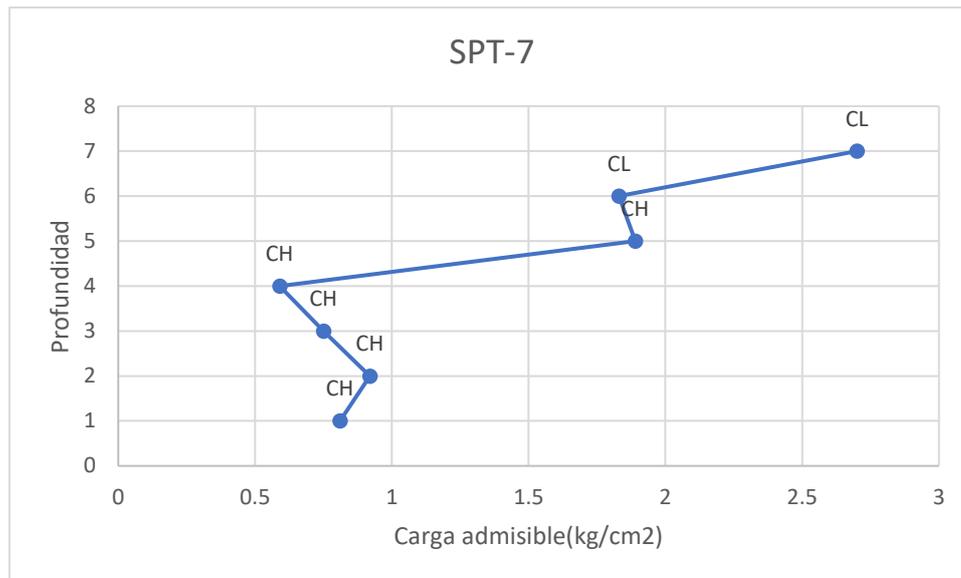


Figura 82. Carga admisible SPT 7 . **Nota.** Ruiz Escovar (2023)

- **Consistencia relativa**

Tabla 24. Resultado Consistencia relativa

N° SPT	Consistencia relativa Promedio	Interpretación
1	1.08	Se determina que son suelos de consistencia rígida y tienen una resistencia a la compresión inconfiada (qu) de 1.0 -1.0 Kg/cm ²
2	1.2	Se determina que son suelos de consistencia rígida y tienen una resistencia a la compresión inconfiada (qu) de 1.0 -5.0 Kg/cm ²
3	1.02	Se determina que son suelos de consistencia rígida y tienen una resistencia a la compresión inconfiada (qu) de 1.0-5.0 Kg/cm ²
4	0.77(1-6m)	Se determina que son suelos de consistencia rígida y tienen una resistencia a la compresión inconfiada (qu) de 1.0-5.0 Kg/cm ²
	75(7-8m)	Se determina que son suelos de consistencia media con una resistencia a la compresión inconfiada (qu) de 1.0-5.0 Kg/cm ²
	0.26(8-10) m	Se determina que son suelos de consistencia blanda con una resistencia a la compresión inconfiada (qu) de 0.25-1.0 Kg/cm ²
5	1.02(1-4-5-6m)	Se determina que son suelos de consistencia rígida y tienen una resistencia a la compresión inconfiada (qu) de 1.0-5.0 Kg/cm ²
	0.61 (3m)	Se determina que son suelos de consistencia media con una resistencia a la compresión inconfiada (qu) de 1.0-5.0 Kg/cm ²
	0.32(2m)	Se determina que son suelos de consistencia blanda con una resistencia a la compresión inconfiada (qu) de 0.25-1.0 Kg/cm ²
6	1.04	Se determina que son suelos de consistencia rígida y tienen una resistencia a la compresión inconfiada (qu) de 1.0-5.0 Kg/cm ²
7	1.04	Se determina que son suelos de consistencia rígida y tienen una resistencia a la compresión inconfiada (qu) de 1.0-5.0 Kg/cm ²

Nota. Ruiz Escovar (2023)



- **Índice de liquidez**

El índice de liquidez permite valorar el comportamiento plástico de los suelos y así tener una idea de la historia de esfuerzos a los que están sometidos. La tabla 25 muestra los resultados obtenidos sobre el índice de liquidez en cada SPT efectuado en el área de estudio.

Tabla 25. Resultado de índice de liquidez

N° SPT	Índice de liquidez	Interpretación
1	-0.08	Se determina que son suelos preconsolidados, han sufrido presiones efectivas (T) y acción erosiva.
2	-0.22	Se determina que son suelos preconsolidados, han sufrido presiones efectivas (T') y acción erosiva. Suelo en estado sólido a semisólido
3	-0.19	Se determina que son suelos preconsolidados, han sufrido presiones efectivas (T') y acción erosiva. Suelo en estado sólido a semisólido
4	0.10(1-8m)	Se determina que son suelos preconsolidados, han sufrido presiones efectivas (T) y acción erosiva.
	0.74(8-10m)	Suelos normalmente consolidados, suelos Natural, no existe alteración
5	0.06 (1-3 a 6m)	Se determina que son suelos preconsolidados, han sufrido presiones efectivas (T) y acción erosiva.
	0.68 (2m)	Suelos normalmente consolidados, suelos Natural, no existe alteración
6	-0.04	Se determina que son suelos preconsolidados, han sufrido presiones efectivas (T) y acción erosiva.
7	-0.04	Se determina que son suelos preconsolidados, han sufrido presiones efectivas (T) y acción erosiva.

Nota. Ruiz Escovar (2023)

- **Comportamiento de arcillas (A)**

Es un valor adimensional que permite determinar el comportamiento, actividad, potencial de cambio de volumen y el tipo de arcillas.

La tabla 25 muestra los resultados del comportamiento de las arcillas para cada SPT efectuado.

Tabla 26. Resultado del comportamiento "A"

N° SPT	Comportamiento de arcillas (A)	Interpretación
1	0.39	Se determina que son suelos inactivos, están dentro del grupo de la Caolinita, con un moderado cambio de volumen, y un moderado potencial expansivo.
2	0.28	Se determina que son suelos inactivos, están dentro del grupo de la caolinita, con un moderado cambio de volumen, un bajo potencial expansivo
3	0.48	Se determina que son suelos inactivos, están dentro del grupo de la caolinita, con alto cambio de volumen y un alto potencial expansivo



4	0.35	Se determina que son suelos inactivos, están dentro del grupo de la caolinita, con un moderado cambio de volumen y un bajo potencial expansivo
5	0.36	Se determina que son suelos inactivos, están dentro del grupo de la caolinita, con un alto cambio de volumen y un moderado potencial expansivo
6	0.28	Se determina que son suelos inactivos, están dentro del grupo de la caolinita, con un moderado cambio de volumen y un bajo potencial expansivo
7	0.34	Se determina que son suelos inactivos, están dentro del grupo de la caolinita, con un alto cambio de volumen y un moderado potencial expansivo

Nota. Ruiz Escovar (2023)

- **Contenido de humedad en SPT's**

En la figura 83 se evidencia que la humedad alcanza un valor de 31.82% a los 4 m de profundidad, además de ello se observa una curva lineal, es decir conforme aumenta la profundidad aumenta también la humedad del suelo. El promedio general en los 4 m de perforación es de 29.01%, El material predominante en el sondeo es limo elástico con arena.

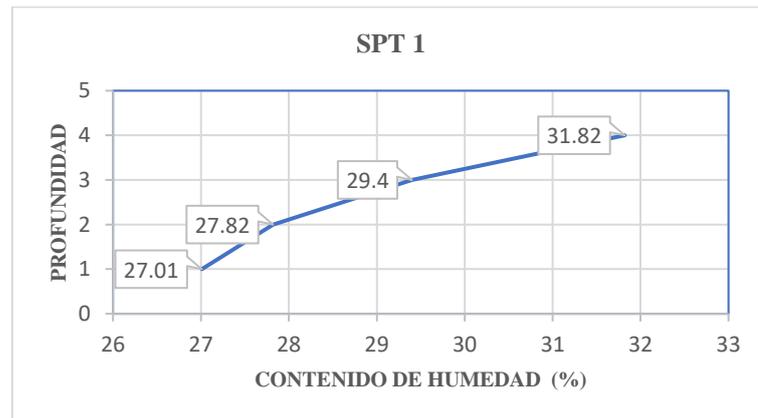


Figura 83: Profundidad vs Humedad_SPT 1. Nota. Ruiz Escovar (2023)

En la figura 84 se observa un % de humedad máximo equivalente a 32.17 a los 2m de profundidad. En esta perforación la humedad tiende a subir y bajar conforme aumenta la profundidad. El promedio general de humedad en los 4 metros de sondaje es 26.39%. El material predominante es arenas, limos y arcillas.

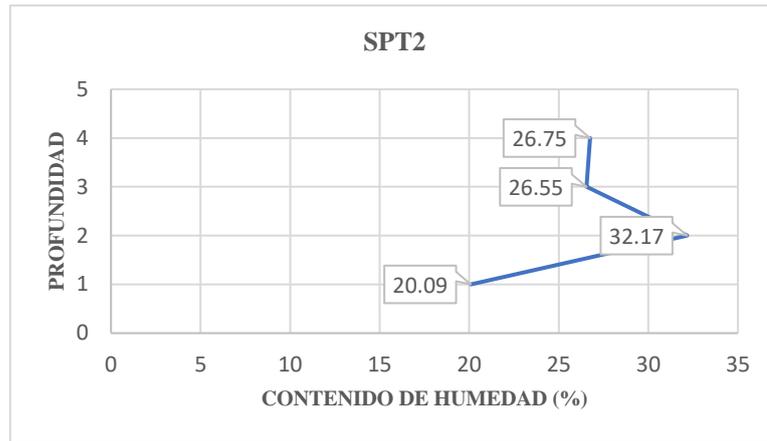


Figura 84. Profundidad vs Humedad_SPT 1. **Nota.** Ruiz Escovar (2023)

En la figura 85 se observa que el contenido más alto de humedad se encuentra en el tercero y cuarto metro con un 38.22 %. De igual forma similar al SPT 1 se observa que la humedad tiende a aumentar con la profundidad. El promedio general de humedad en esta perforación es 33.72% y este compuesto por suelos limo-arcillosos.

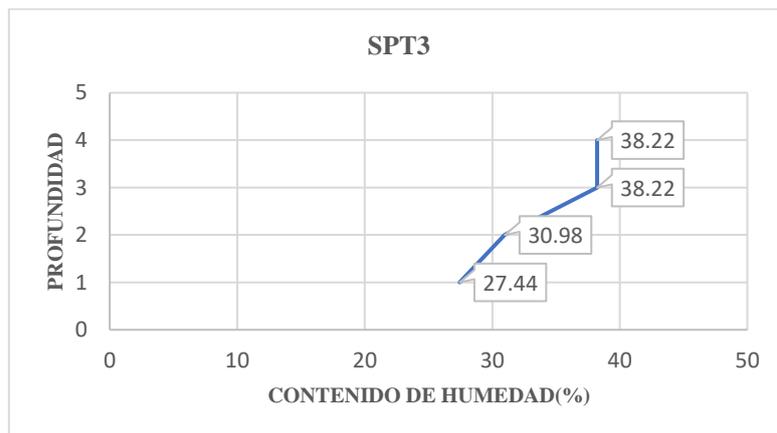


Figura 85. Profundidad vs Humedad_SPT 1. **Nota.** Ruiz Escovar (2023)

En la figura 86 se observa que el contenido más alto de humedad se encuentra en el noveno y décimo metro con un 45.97% y un 46.21% respectivamente, además se encontró un nivel freático a los 9m de profundidad. De igual forma se observa que la humedad tiende a aumentar con la profundidad. El promedio general de humedad en esta perforación es 28.20% y este compuesto por suelos arcillosos.

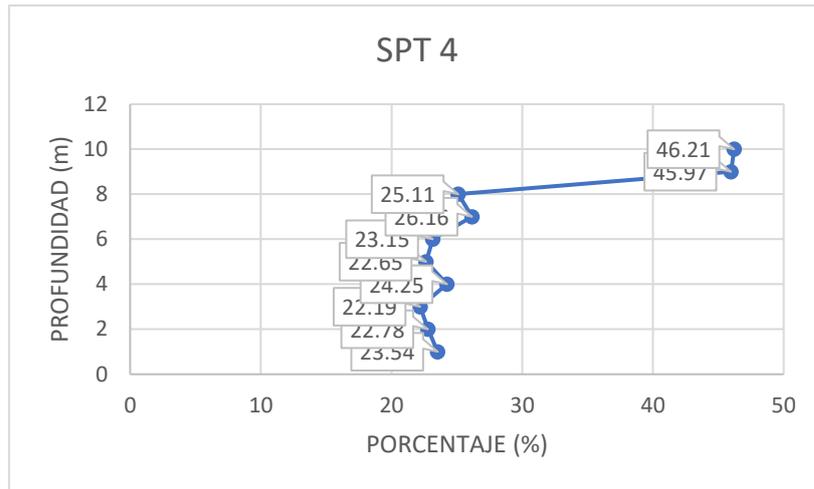


Figura 86. Profundidad vs Humedad_SPT 4. **Nota.** Ruiz Escovar (2023)

En la figura 87 se observa que el contenido más alto de humedad se encuentra en el segundo y tercer y décimo metro con un 42.47% y un 36.05% respectivamente. De igual forma se observa que la humedad tiende a disminuir con la profundidad. El promedio general de humedad en esta perforación es 31.29% y este compuesto por suelos arcillosos.

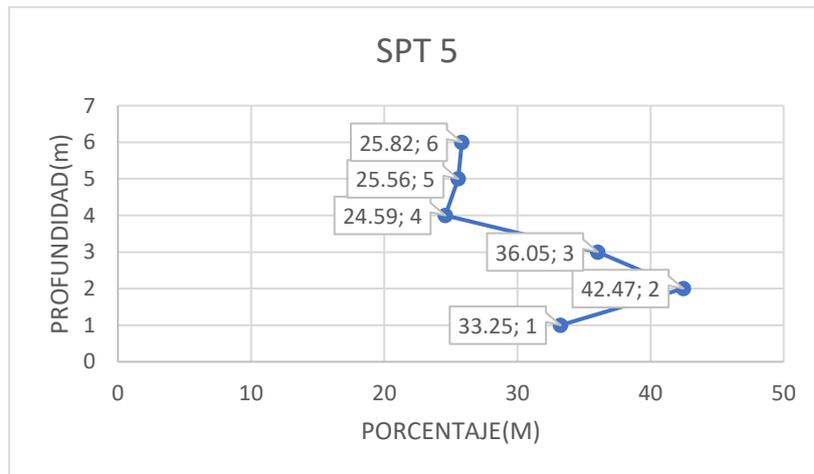


Figura 87. Profundidad vs Humedad_SPT 5. **Nota.** Ruiz Escovar (2023)

En la figura 88 se observa que el contenido más alto de humedad se encuentra en el séptimo metro con 26.23%. De igual forma se observa que la humedad tiende a aumentar con la profundidad. El promedio general de humedad en esta perforación es 23.72% y este compuesto por suelos arcillosos.

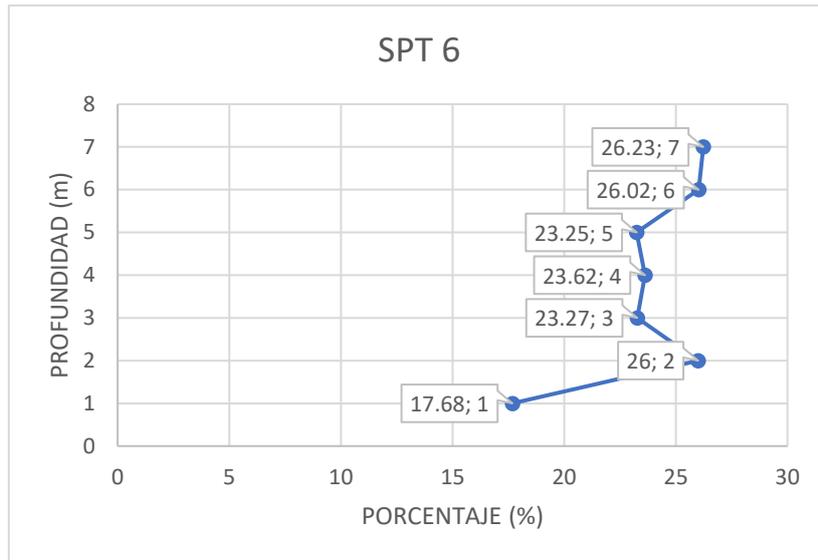


Figura 88. Profundidad vs Humedad_SPT 6. **Nota.** Ruiz Escovar (2023)

En la figura 89 se observa que el contenido más alto de humedad se encuentra en el sexto metro con 23.05%. De igual forma se observa que la humedad tiende a aumentar con la profundidad. El promedio general de humedad en esta perforación es 21.11% y este compuesto por suelos arcillosos.

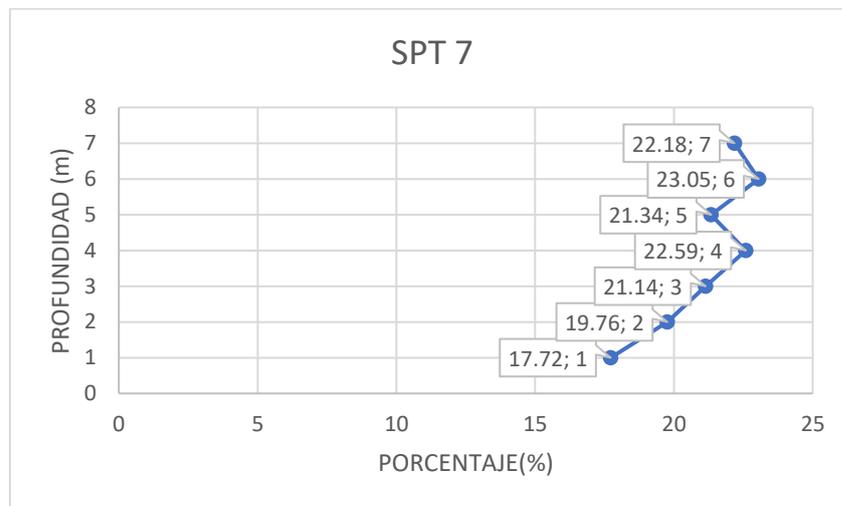


Figura 89. Profundidad vs Humedad_SPT 7. **Nota.** Ruiz Escovar (2023)

En la figura 90 se observa el promedio de humedad de cada uno de los ensayos SPT realizados donde se obtiene un mayor contenido de humedad promedio en el SPT 3 y 5 con un 33.71% y un 31.29% respectivamente, así mismo el SPT con menos humedad es el SPT 7 con un 21.11%. Los suelos presentes en su mayoría son limo-arcillosos.

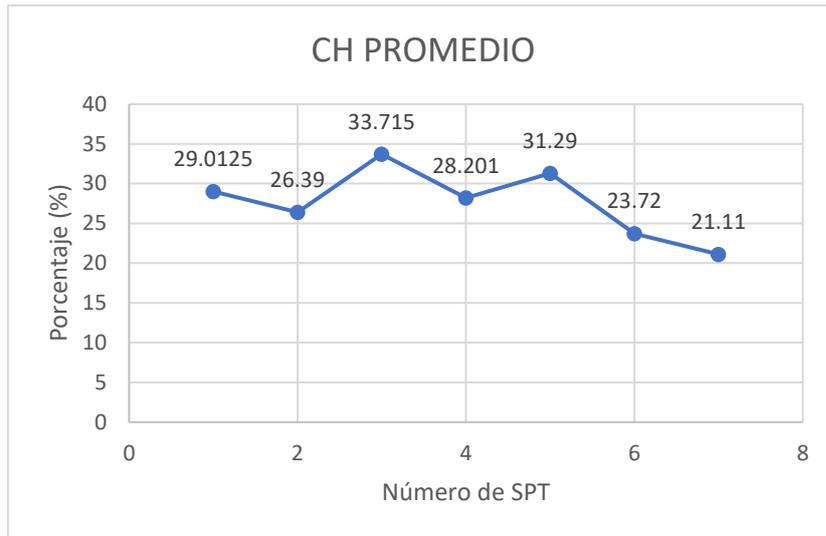


Figura 90. Profundidad vs Humedad promedio de SPT's. **Nota.** Ruiz Escovar (2023)

- **Coefficiente de permeabilidad y SEV's**

Los ensayos de permeabilidad muestran los siguientes resultados descritos en las tablas 27, 28 y 29.

Tabla 27. Muestra 1 Arcilla de alta plasticidad.

Muestra de ensayo	Nº. 1	Nº. 2	Promedio
Espesor de agua absorbida (cm)	0.16	0.18	0.17
Tiempo de absorción (h)	1	1	
Permeabilidad (cm/h)	0.16	0.18	

Tabla 28. Muestra 2 Arcilla de media plasticidad.

Muestra de ensayo	Nº. 1	Nº. 2	Promedio
Espesor de agua absorbida (cm)	1.00	0.95	0.98
Tiempo de absorción (h)	1	1	
Permeabilidad (cm/h)	1.00	0.95	

Tabla 29. Muestra 3 Arcilla de media plasticidad.

Muestra de ensayo	Nº. 1	Nº. 2	Promedio
Espesor de agua absorbida (cm)	1.70	1.68	1.89
Tiempo de absorción (h)	1	1	
Permeabilidad (cm/h)	1.70	1.68	

En la figura 91 y 92 se representó las resistividades presentes en el subsuelo, cabe recalcar que el agua a altas temperaturas presenta resistividades relativamente bajas como se determinó en las imágenes 64, 66, 68, 69, 70 y 71, debido a que corresponde a la misma litología presenta relatividades similares en todos sus estratos.



Debido a las resistividades bajas y con los datos de permeabilidad detallados en las tablas 27, 28 y 29 se puede determinar que los materiales de la zona se los clasificó en arcillas de alta plasticidad (CL) y arcillas de media plasticidad (CH).

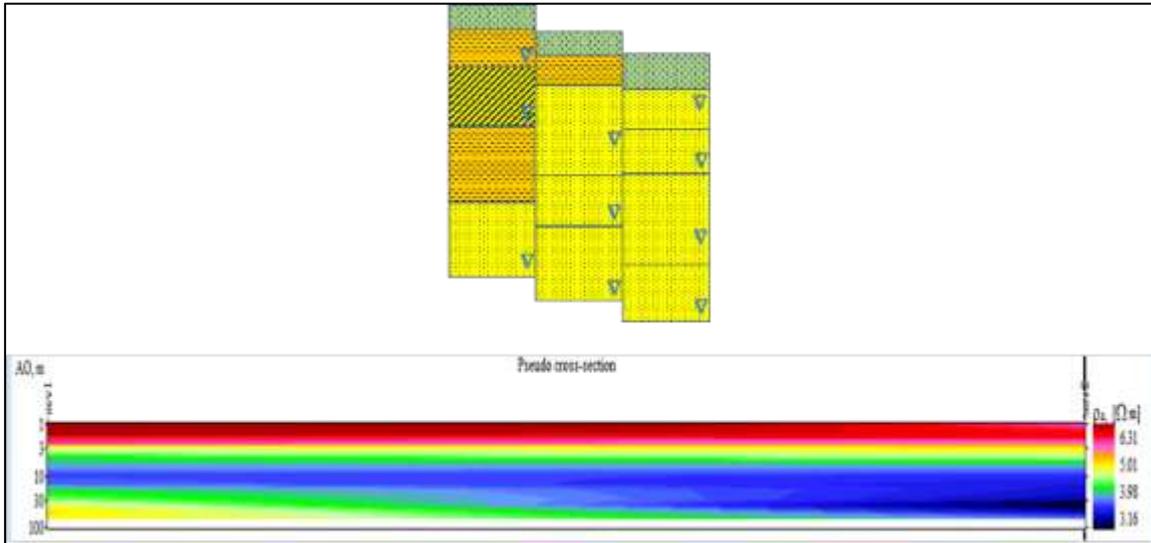


Figura 91. Correlación geoelectrica 1,2 y 3. **Nota.** Ruiz Escovar (2023)

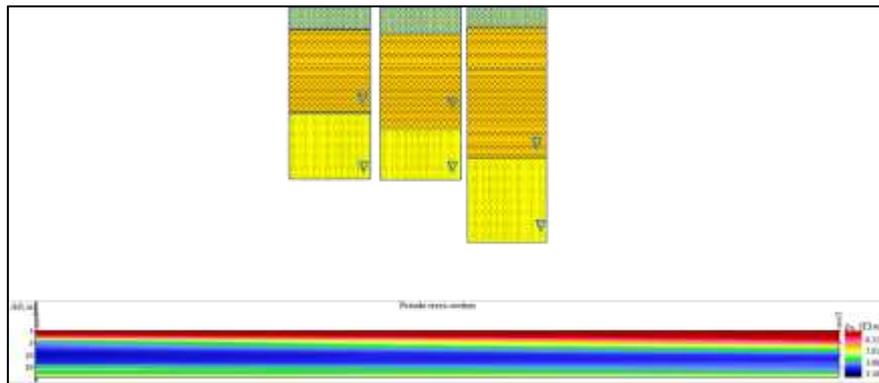


Figura 92. Correlación geoelectrica 4,5 y 6. **Nota.** Ruiz Escovar (2023)

En base al análisis geoelectrico se estimó presencia de agua a una profundidad de 12m según la correlación de los sondeos eléctricos verticales 1,2 y 3.

6.3. Resultados del tercer objetivo

6.3.1. Clasificación de suelos (física)

En base a los resultados de laboratorio respecto a los ensayos SPT y calicatas geotécnicas se confecciono en primer plano la clasificación de suelos según SUCS a 1,2 y 3 metros de profundidad obteniéndose así lo detallado a continuación

La figura 93 muestra la clasificación de suelos según SUCS a 1 metro de profundidad, donde predominan materiales de granulometría fina, específicamente arcillas de alta plasticidad (CH1), arcillas de media plasticidad (CL), Limos elástico con arena, y en menor proporción materiales granulares como arena limosa con grava (SM)

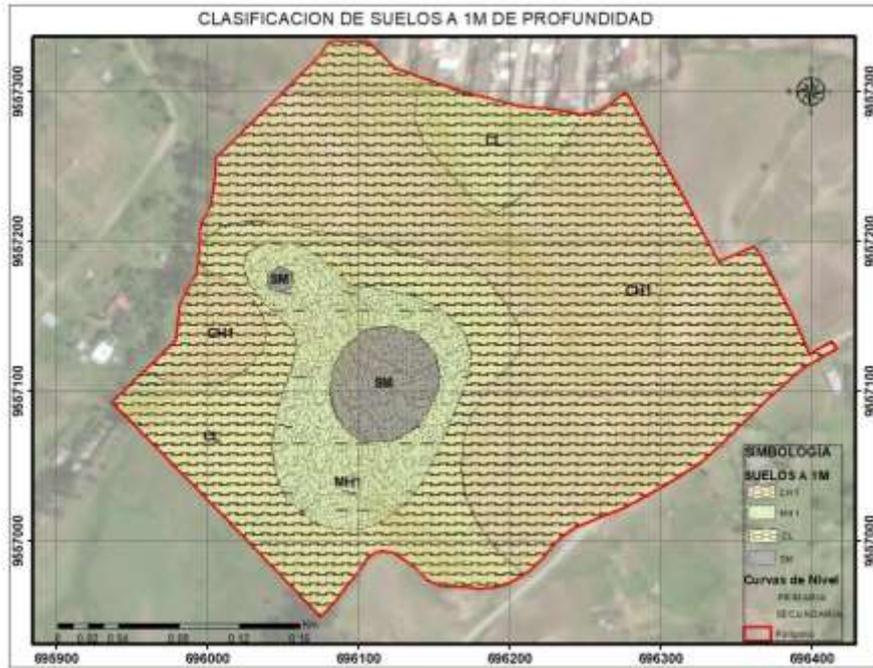


Figura 93. Clasificación de suelos a 1m de profundidad. **Nota.** Ruiz Escovar (2023)

La figura 94 muestra la clasificación de suelos según SUCS a 2 metros de profundidad, donde predominan materiales de granulometría fina, específicamente arcillas de alta plasticidad (CH1), limos elásticos con arena (MH1) y en menor proporción arcillas de media plasticidad (CL).



Figura 94. Clasificación de suelos a 2m de profundidad. **Nota.** Ruiz Escovar (2023)

La figura 95 muestra la clasificación de suelos según SUCS a 2 metros de profundidad, donde predominan materiales de granulometría fina, específicamente limos



elásticos con arena (MH1) arcillas de media plasticidad (CL), y en menor proporción arcillas de alta plasticidad (CH1).

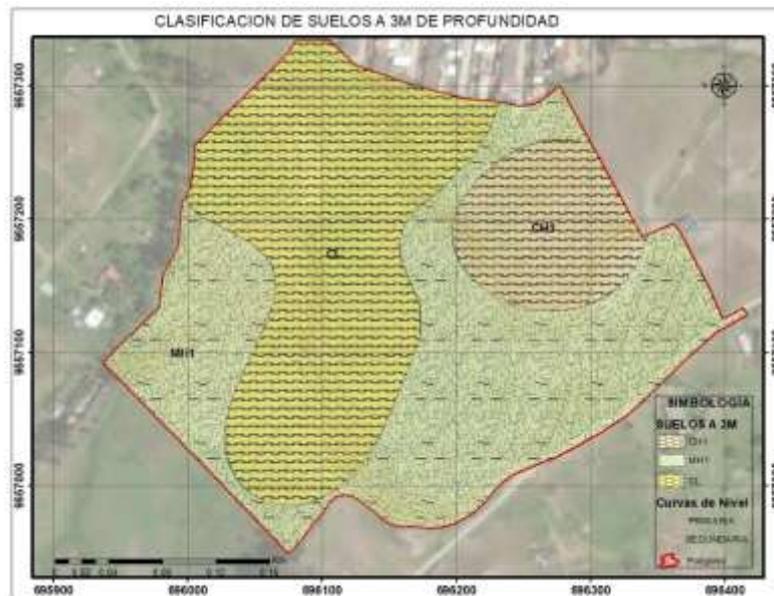


Figura 95. Clasificación de suelos a 3m de profundidad. **Nota.** Ruiz Escovar (2023)

6.3.2. Capacidad de carga admisible (mecánica)

Una vez obtenidas las cargas admisibles a diferente profundidad de cada ensayo SPT se procedió a realizar la interpolación correspondiente para obtener la carga admisible del suelo a 1-2-3 y 4 metros de profundidad, a su vez se realizó un cálculo de capacidad de carga promedio hasta los cuatro primeros metros de profundidad de cada ensayo SPT.

La figura 96 muestra la capacidad de carga admisible a 1 metro de profundidad establecido en dos rangos. El primero de 0.5 a 1 Kg/cm² con una superficie de 8.80 Ha equivalente al 80.91 % y la segunda con un rango de 1-1.5 kg/cm² con una superficie de 2.07 ha equivalente a 19.08% de la superficie en estudio.



Figura 96. Carga admisible de los suelos a 1m de profundidad. **Nota.** Ruiz Escovar (2023)

La figura 97 muestra la capacidad de carga admisible a 2 metro de profundidad establecido en cuatro rangos. El primero de 0.5 a 1 Kg/cm² con una superficie de 2.42 Ha equivalente al 22.26 %, la segunda con un rango de 1-1.5 kg/cm² con una superficie de 5.51 ha equivalente a 50.63%, la tercera con un rango de 1.5 a 2 kg/cm² con una superficie de 2.41 ha equivalente a 22.22%, y la cuarta con un rango > 2 kg/cm² cubriendo una superficie de 0.53 ha equivalente a 4.88% del en estudio.



Figura 97. Carga admisible de los suelos a 2m de profundidad. **Nota.** Ruiz Escovar (2023)

La figura 98 muestra la capacidad de carga admisible a 3 metro de profundidad establecido en cuatro rangos. El primero de 0.5 a 1 Kg/cm² con una superficie de 2.63



Ha equivalente al 24.24 %, la segunda con un rango de 1-1.5 kg/cm² con una superficie de 4.53 ha equivalente a 41.63%, la tercera con un rango de 1.5 a 2 kg/cm² con una superficie de 2.48 ha equivalente a 22.79%, y la cuarta con un rango > 2 kg/cm² cubriendo una superficie de 1.23 ha equivalente a 11.33% del en estudio.



Figura 98. Carga admisible de los suelos a 3m de profundidad. **Nota.** Ruiz Escovar (2023)

La figura 99 muestra la capacidad de carga admisible a 4 metro de profundidad establecido en cuatro rangos. El primero de 0.5 a 1 Kg/cm² con una superficie 0.62 Ha equivalente al 5.74 %, la segunda con un rango de 1-1.5 kg/cm² con una superficie de 1.87 ha equivalente a 17.19%, la tercera con un rango de 1.5 a 2 kg/cm² con una superficie de 2.42 ha equivalente a 22.25%, y la cuarta con un rango > 2 kg/cm² cubriendo una superficie de 5.96 ha equivalente a 54.81% del en estudio.



Figura 99. Carga admisible de los suelos a 4m de profundidad. **Nota.** Ruiz Escovar (2023)



En la figura 100 muestra la capacidad de carga admisible Promedio hasta los 4 primeros metros de profundidad establecido en cuatro rangos. El primero de 0.5 a 1 Kg/cm² con una superficie 1.54 Ha equivalente al 14.21 %, la segunda con un rango de 1-1.5 kg/cm² con una superficie de 4.59 ha equivalente a 42.12%, la tercera con un rango de 1.5 a 2 kg/cm² con una superficie de 3.14 ha equivalente a 28.85%, y la cuarta con un rango > 2 kg/cm² cubriendo una superficie de 1.61 ha equivalente a 14.81% del en estudio.

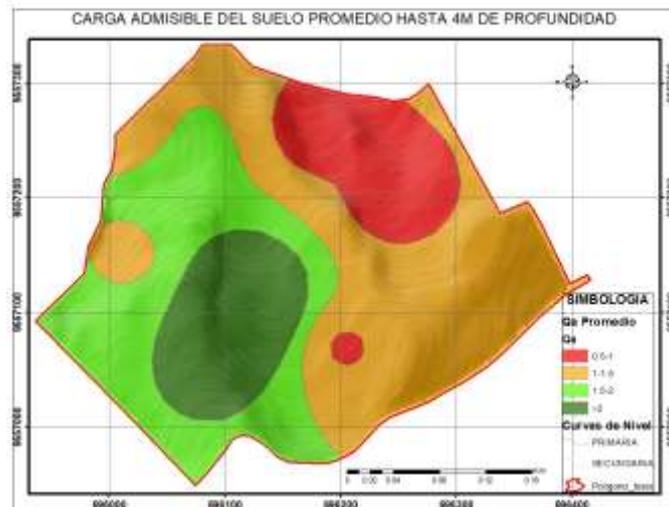


Figura 100. Carga admisible promedio de los suelos hasta 4m de profundidad. **Nota.** Ruiz Escovar (2023)

6.3.3. Mapeo de deslizamientos y agrietamientos

La figura 101 muestra el mapeo de deslizamientos (4) presentes en el área de estudio, mismos que cubren una superficie de 1.41 ha del área total, además de ello se observa agrietamientos en los suelos presente en diferentes puntos, producto de la humedad e inestabilidad que presentan aparentemente los suelos.

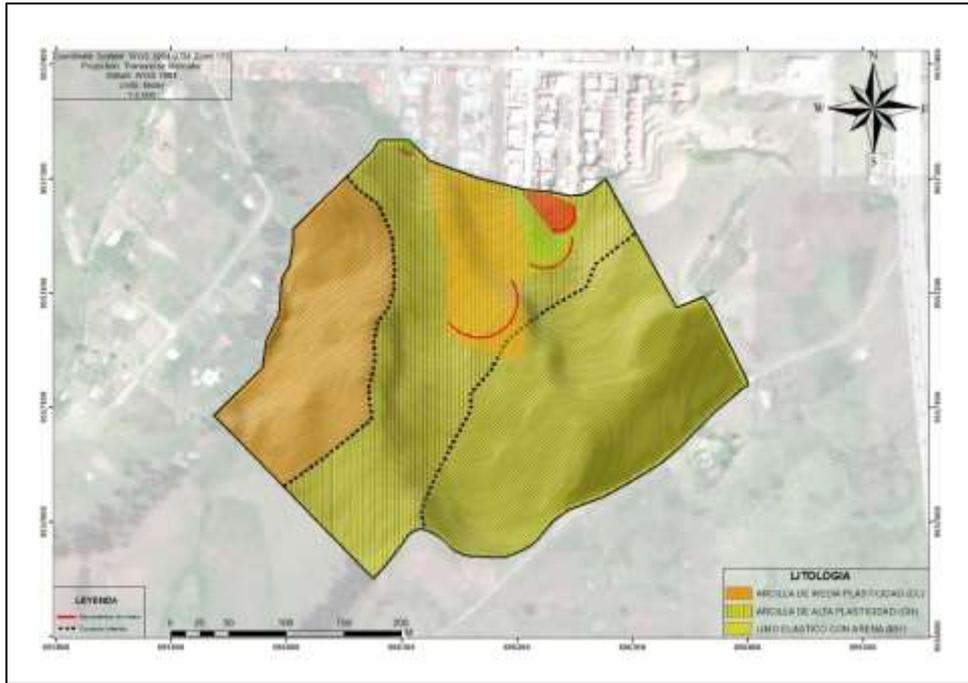


Figura 101. Deslizamientos presentes en el proyecto de vivienda “09 de Junio”. **Nota.** Ruiz Escovar (2023)

6.3.4. Zonificación Geotécnica

Con los resultados de la interpretación geológica en campo como es la observación directa de afloramientos, calicatas geológicas-geotécnicas, los ensayos directos e indirectos SPT´s y SEV´s respectivamente, clasificación de suelos (SUCS), capacidad de carga admisible del suelo, contenido de humedad, pendientes y deslizamientos se procedió a confeccionar el mapa de zonificación geotécnica obteniendo como resultado 2 zonas descritas en la (tabla 30 y figura 102). El anexo 13 muestra la distribución geotecnia de área de estudio en base a los ensayos aplicados.

Tabla 30. Zonificación geotécnica proyecto de vivienda “09 de Junio”

Código	Zona	W% promedio	qa admisible promedio (kg/cm ²)	Pendiente Predominate	Área (ha)	Porcentaje (%)
CH-CL	Zona 1	26.67	0.52-1.21	5-35°	5.15	47.36
SM-MH	Zona 2	30.05	0.5-1.35	5-35°	5.72	52.64

Nota. Ruiz Escovar (2023)

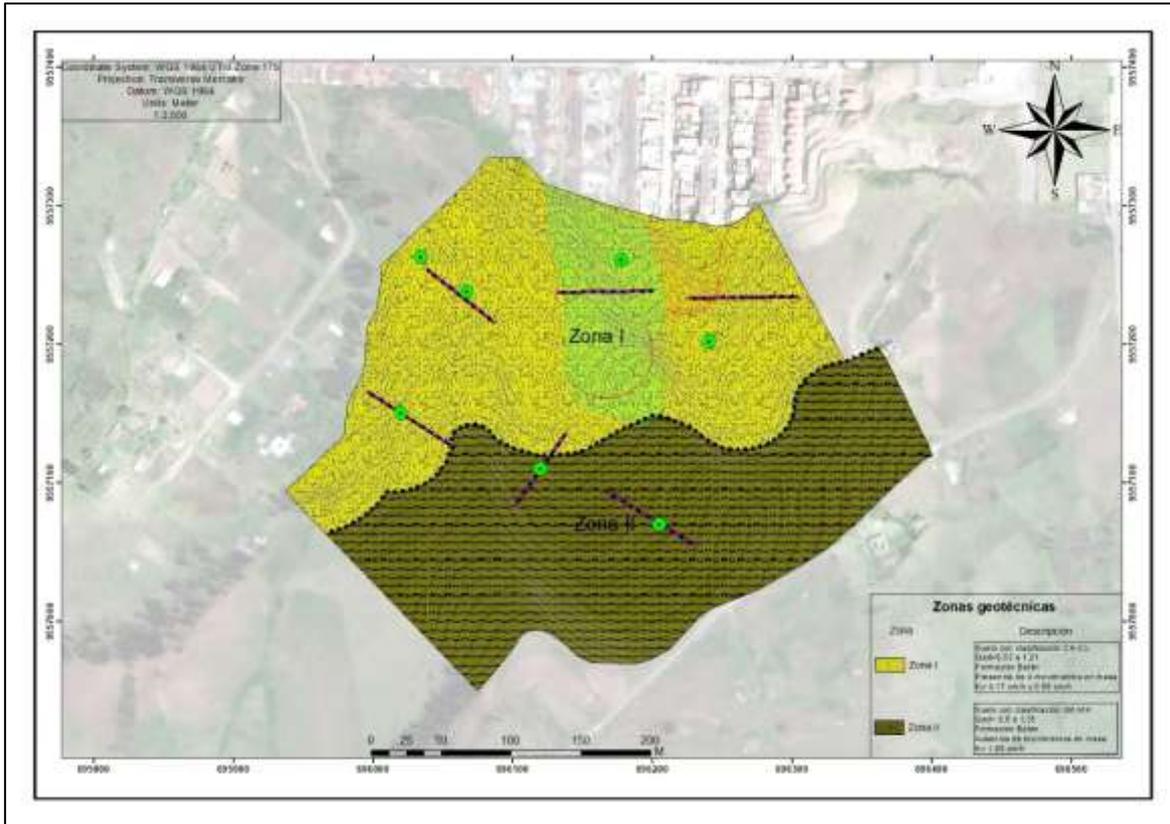


Figura 102. Zonificación Geotécnica proyecto de vivienda "09 de Junio". **Nota.** Ruiz Escovar (2023)

Zona 1 (CH-CL)

Esta zona se encontró sobre la Formación Belén, esta consta de lutitas y limolitas con restos vegetales intercalados con areniscas y conglomerados, ubicado en la parte NE del área de estudio, sin embargo, la presencia de materiales como arcillas y lutitas se debe a slumps los cuales son sedimentos que se mueven en masa por una pendiente submarina provocado por un deslizamiento rotacional, en esta zona se presencié agrietamientos y 4 deslizamientos de tipo rotacional con dirección NE debido a que tienen lugar a lo largo de una superficie de ruptura de forma cóncava, comprendió una clasificación CH-CL, compuesta de 5 sondeos de penetración estándar (SPT) y 2 calicatas; también cuenta con 4 sondeos eléctricos verticales (SEV) donde se determinó el espesor de capas y un nivel freático (NF) que comienza a una profundidad de 4m y aumenta conforme se va profundizando, su formación litológica se basó en arcillas de alta y media plasticidad, esta zona comprendió 47.36% de la extensión de área; su carga admisible (q_a) presentó valores que iban desde los 0.5 a 1.21, su coeficiente de permeabilidad (K) comprendió valores que variaron entre los 0.17 y 0.98 cm/h.



Zona 2 (SM-MH)

Zona perteneciente a la Formación Belén esta consta de lutitas y limolitas con restos vegetales intercalados con areniscas y conglomerados a dichos materiales se sobreponen geomateriales de la Formación Trigal conformados por areniscas de grano medio y limos elásticos, mismo que afloran en la parte SW Y NW ubicado en la parte NW del área de estudio, en esta parte del área de estudio no se evidenció deslizamientos, comprendió una clasificación SM-MH, compuesta de 2 sondeos de penetración estándar (SPT) y 1 calicata; ; también cuenta con 2 sondeos eléctricos verticales (SEV) donde se determinó el espesor de capas y un nivel freático (NF) que comienza a una profundidad de 1m y aumenta conforme se va profundizando, cuenta con la representación litológica se basó en suelos areno limosos con grava y limos elásticos con arena, esta zona comprendió 52.64% de la extensión de área; su carga admisible (q_a) presentó valores que iban desde los 0.6 a 1.35, su coeficiente de permeabilidad (K) comprendió valores de 1.89 cm/h.



7. Discusión

El presente trabajo de investigación tuvo como propósito realizar un “Mapa de zonificación geotécnica del proyecto de vivienda de interés social "09 de Junio" ubicado en el barrio Menfis Alto en el cantón y provincia de Loja.”, con el fin de conocer las condiciones del terreno mediante el análisis de las propiedades físicas, mecánicas e hidrogeológicas y de esta manera, con el resultado del análisis de estas propiedades poder elaborar un mapa de zonificación geotécnica que permita determinar las zonas críticas en el área de estudio, así, evitar a futuro malos asentamientos de la población.

En el área de estudio existe la presencia de hundimientos, agrietamientos y de fallas inferidas según la carta Geológica Gonzanamá propuesta por el INEGEMM (2017), factor determinante para la presencia de suelos poco consolidados, presentando así afectaciones en el área de estudio y zonas aledañas, cabe mencionar que la zona está expuesta a presencias de agua por lo que debilita el área y tiende a movimientos y arrastre de material por procesos de erosión y sedimentación, sumándole la acción antrópica, donde se encuentra principalmente capas de areniscas, limos, conglomerados arcillas y lutitas. Dichos materiales se encuentran expuestos a la erosión y presentan una meteorización media evidenciando principalmente cárcavas, pigmentación ferrosa y grietas de disecación. El INEGEMM (2017) no establece la presencia de arcillas dentro de esta formación geológica, sin embargo, mediante el recorrido de campo y la exploración directa a través de calicatas se constató y evidencio estos materiales en capas de potencia considerable. Adicionalmente Hungerbühler (1997), menciona que los materiales de la formación Belén presentan ocasionalmente SLUMPS, información que fue verificada y corroborada debido a la presencia de deslizamientos de carácter rotacional que se desplazan pendiente abajo a velocidades lentas a moderadas sin alterar la estructura de los estratos. A dichos materiales de la formación Belén se sobreponen los geos materiales de la formación Trigal conformados por areniscas de grano medio y limos elásticos, mismo que afloran en la parte SW Y NW del área de estudio.

Para la exploración geotécnica se realizó ensayos sugeridos y establecidos por NEC (2014), tales como SPT y SEV, complementados con calicatas geotécnicas bajo la Norma NTP 339.162 (ASTM D-430), los cuales permitieron conocer las propiedades físicas y mecánicas de los suelos del proyecto en investigación, determinando así, que la zona está cubierta por materiales finos (MH-CH-CL) y granulares (SM).

Así mismo obtenidos los límites de Atterberg (1911), y de acuerdo al índice de liquidez se determina que son suelos preconsolidados, mismos que han sufrido presión



efectiva y acción de erosión. En varios puntos se refleja valores inferiores a 0 presentando un comportamiento sólido a semisólido en concordancia con lo expuesto por Vallejo (2002).

De acuerdo al comportamiento de las curvas de resistividad y a la geología de la zona (capas estratificadas), el estudio geofísico permitió determinar tres fronteras geoelectricas donde se entiende que los materiales tengan una variación entre horizontes limosos, arcillosos, arenosos, y la presencia de gravas (conglomerados), el agua a altas temperaturas presenta resistividades relativamente bajas y según Orellana, E (1982) los suelos de granulometría fina presentan poca resistividad por lo que son mejores conductores eléctricos que los suelos de granulometría media, es por ello que dentro de los ensayos aplicados las resistividades son relativamente bajas considerando que en su mayoría son suelos arcillo-limoso con arena que se clasifican como suelos finos.

Analizando la Capacidad admisible o capacidad de carga (Q_a) para 2m y 3m de profundidad en cada uno de los ensayos, ya que en nuestro medio es la media de construcción de los cimientos para viviendas o residencias. sin embargo, la Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC-15), considera los perfiles de suelo según la velocidad de onda cortante promedio V_{s30} , número de golpes, o la resistencia al corte no drenado, por lo que a 2m de profundidad se tienen suelos de clase D correspondientes a perfiles de suelos rígidos.

Conforme a lo expuesto por Meyerhof (1953), en su teoría de capacidad de carga de los 7 sondeos realizados, a 2m el punto SPT 5-6-7 respectivamente la q_a es inferior a 1kg/cm^2 mientras que; a 3m de profundidad el SPT 3-5-6 y 7 respectivamente la capacidad portante es inferior a 1.2g/cm^2 , donde el material arcilloso se comporta como un terreno blando.

Meyerhof (1953) establece que un suelo apto para modificaciones y construcción de infraestructura debe superar una q_a de 1.2kg/cm^2 . Gran parte del área en investigación no cumple este criterio hasta los 4m de profundidad.

Seguidamente se realizó el corte geoelectrico cuya finalidad es la de observar a que profundidad existe presencia de agua para ello se correlaciono con los ensayos de permeabilidad, donde se establece resistividades bajas, correspondientes a limos y arcillas.

De igual manera de acuerdo a lo planteado por Forero y Dueñas (1994) para la realización de la zonificación geotécnica se estimó el grado de amenaza de los movimientos en masa, curvas de nivel, litología, cargas admisibles, geoformas dando



como resultado en la Zona 1 presencia de 4 deslizamientos y agrietamientos en algunas partes del área de estudio, comprendió una clasificación CH-CL, compuesta de 5 SPT's y 2 calicatas, su formación litológica se basó en arcillas de alta y media plasticidad, esta zona comprendió 47.36% de la extensión de área; su Qad presentó valores que iban desde los 0.5 a 1.21, su coeficiente de permeabilidad comprendió valores que variaron entre los 0.17 y 0.98 cm/h.

Mientras que en la Zona 2 no se evidenció deslizamientos, comprendió una clasificación SM-MH, compuesta de 2 SPT's y 1 calicata, la representación litológica se basó en suelos arenos limosos con grava y limos elásticos con arena, esta zona comprendió 52.64% de la extensión de área; su Qad presentó valores que iban desde los 0.6 a 1.35, su coeficiente de permeabilidad comprendió valores de 1.89 cm/h.



8. Conclusiones

Del análisis y culminación del presente trabajo titulado Mapa de zonificación geotécnica del proyecto de vivienda de interés social "09 de Junio" ubicado en el barrio Menfis Alto en el cantón y provincia de Loja se concluye lo siguientes:

- La zona de estudio comprende una superficie de 10.58ha con un relieve irregular y cotas que fluctúan desde los 2227.5 msnm hasta 2280 msnm.
- En el área de estudio predomina la pendiente fuertemente inclinada con un porcentaje de 63.37% lo que corresponde a 6.88Ha; así mismo, presenta pendientes muy inclinadas con 3.41Ha lo que corresponde a un 31.43%; luego se tiene una pendiente ligeramente inclinada con 0.51Ha y un porcentaje de 4.73%, por último, se obtiene una pendiente empinada que corresponde al 0.47% y 0.05Ha.
- Con lo que respecta a la geomorfología se determinó que el área con geoforma dominantes es la montaña baja cuyo porcentaje es de 52% ocupando 5.67Ha y seguido de las colinas bajas cuyo porcentaje es de 47.89% representando 5.21Ha.
- Geológicamente el área de estudio se encuentra dentro de las formaciones: Formación Belén compuesta por materiales sedimentarios, principalmente areniscas, con intercalaciones de conglomerados con clastos de 0.1 a 16mm, lutitas y arcillas de alta y baja plasticidad, así mismo, materiales pertenecientes a la formación trigal, litológicamente compuesta por areniscas con lentes de conglomerados y finas capas de limonitas, mientras que su litología presenta arcillas de alta y media plasticidad y limos elásticos con arena.
- Respecto a la clasificación de suelos mediante SUCS se establece suelos de granulometría fina correspondiente a CH-CL-MH (arcillas plásticas, arcillas arenosas y arenosos finos) y suelos granulares como SM. (arenas limosas)
- Mediante la interpretación eléctrica se determinó tres fronteras, la primera compuesta por materiales finos propios de la cobertura vegetal, la segunda compuesta por materiales de granulometría fina y areniscas con trazas de saturación o altos índices de humedad y la tercera compuesta por materiales finos, aparentemente sin humedad.
- Geotécnicamente el área de estudio está conformada por 2 zonas; la zona 1 presencia de 4 deslizamientos y agrietamientos en algunas partes del área de estudio, comprendió una clasificación CH-CL, compuesta de 5 SPT's y 2



calicatas, su formación litológica se basó en arcillas de alta y media plasticidad, esta zona comprendió 47.36% de la extensión de área; su Qad presentó valores que iban desde los 0.5 a 1.21, su coeficiente de permeabilidad comprendió valores que variaron entre los 0.17 y 0.98 cm/h. Mientras que en la Zona 2 no se evidenció deslizamientos, comprendió una clasificación SM-MH, compuesta de 2 SPT's y 1 calicata, la representación litológica se basó en suelos areno limosos con grava y limos elásticos con arena, esta zona comprendió 52.64% de la extensión de área; su Qad presentó valores que iban desde los 0.6 a 1.35, su coeficiente de permeabilidad comprendió valores de 1.89 cm/h.



9. Recomendaciones

Del análisis y culminación del presente trabajo titulado Mapa de zonificación geotécnica del proyecto de vivienda de interés social "09 de Junio" ubicado en el barrio Menfis Alto en el cantón y provincia de Loja se recomienda lo siguientes:

- Debido a la topografía actual y a su geología se recomienda no construir en el área de estudio ya que presenta problemas de deslizamientos, y su litología al estar conformada por arenas y arcillas en su gran mayoría no es recomendable debido a que las arenas permiten el paso de aguas hacia las arcillas y este a su vez actúan como esponjas al expandirse y contraerse permitiendo el deterioro inmediato de cualquier obra de construcción civil.
- Se recomienda realizar un muestreo geotécnico aumentando el número de ensayos y la profundidad de exploración cuyo objetivo es el de obtener la variación de las propiedades del suelo.
- Sin embargo, si se desea construir, la persona encargada deberá realizar un cálculo de cimentaciones con criterios técnicos de construcción de viviendas siendo este con periodos de corto o largo plazo de duración, analizando las características físicas, mecánicas e hidrogeológicas del subsuelo.
- Se recomienda canalizar las aguas superficiales y subterráneas o proceso hidrogeológico para lograr una mayor estabilidad global del terreno y debido a su baja resistividad no es recomendable construir.
- Teniendo en cuenta las características físicas mecánicas e hidrogeológicas del proyecto de vivienda 09 de Junio se debe considerar la zona I y II poco aptas para construcción debido al tipo de material existente en la zona y por su bajo nivel de carga admisible ya que existe sobresaturación de peso en el suelo.
- La información y resultados obtenidos podrían servir de información para futuros estudios de investigación, permitiendo así, determinar zonas de interés para el desarrollo de la ciudad de Loja y la comunidad como tal.



10. Bibliografía

- Abernathy, J. (2011). *diccionario geologico*. geología viva. Retrieved June 24, 2022, from <https://www.geologiaviva.info/wp-content/uploads/2020/12/DIC-GEOLOGICO.pdf>
- Bailón, J., & Mendieta, A. (2020, Mayo). *plan de desarrollo y ordenamiento territorial actualización*.
- Brahe, T. (n.d.). *nivelación de terrenos por regresión tridimensional - pdf Descargar libre*. DocPlayer. Retrieved June 24, 2022, from <https://docplayer.es/8618669-Nivelacion-de-terrenos-por-regresion-tridimensional.html>
- Cárdenas, N. (2018, August 3). *La geología en Ecuador, una ciencia primordial | Blog*. Noticias UTPL. Retrieved June 27, 2022, from <https://noticias.utpl.edu.ec/la-geologia-en-ecuador-una-ciencia-primordial>
- Carlini, A., & Vera, A. (2007). *Estudios de los riesgos geológico-ambientales del sector La Joya-San Jacinto en el Estado Mérida*. Redalyc. Retrieved June 27, 2022, from <https://www.redalyc.org/pdf/5075/507551356002.pdf>
- CEPAL. (2017). *Acerca de Asentamientos Humanos | Comisión Económica para América Latina y el Caribe*. CEPAL. Retrieved June 27, 2022, from <https://www.cepal.org/es/temas/asentamientos-humanos/acerca-asentamientos-humanos>
- Commegna, M. A., Aguirre, M. E., & Santamaría, R. M. (2005, abril 1). recuperación natural de la estructura en argiudoles bajo siembra directa. . *Revista de Investigaciones Agropecuarias*, 34(1), 71-83. <https://www.redalyc.org/pdf/864/86434106.pdf>
- Crespo Villalaz, C. (2005). *Mecanica de suelos y cimentaciones / Mechanics of Grounds and Laying of Foundations* (5ta ed.). Limusa.
- Echeveste, H. (n.d.). *manual de levantamiento geológico*. naturalis. Retrieved June 24, 2022, from http://naturalis.fcnym.unlp.edu.ar/repositorio/_documentos/sipcyt/bfa005522.pdf
- Equipo. (2000). *Diccionario de ciencias de la tierra*. Editorial Complutense.



Fernández Collado, C., Baptista Lucio, P., & Hernández Sampieri, R. (2014). *Metodología de la investigación* (P. Baptista Lucio, Ed.; sexta ed.). McGraw-Hill Education.

González de Vallejo, L. I., & Ferrer Gijon, M. (2002). *Ingeniería geológica*. Pearson Educación.

Loyola Gómez, C., Rivas Maldonado, J., & Gacitúa Rojas, M. J. (2015, enero 1).

Permeabilidad del suelo de la cuenca del río Chillán, entre Estero Peladillas y río Ñuble, Chile. *Cuadernos de Geografía - Revista Colombiana de Geografía*, 24(1), 73-86.

<https://www.redalyc.org/pdf/2818/281832840006.pdf>

Moran, M. (2020, June 17). *Ciudades - Desarrollo Sostenible. Desarrollo Sostenible*.

<https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/cities/>

Moya, F., Guerra, M., & Albuja, A. (2016, Septiembre). *Guía práctica de diseño de viviendas*.

<https://www.habitatyvivienda.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2016/10/guia-1-viviendas-de-hasta-2-pisos.pdf>.

Muñoz Rocha, C. I. (2015). *Metodología de la investigación* (primera ed.). Oxford University Press.

Paquet, J., & Dercourt, J. (1984). *Geología*. Reverté.

Pérez de Ágreda, E. A. (2005). *Estabilidad de Taludes*. Estabilidad de Taludes. Retrieved June

24, 2022, from https://portal.camins.upc.edu/materials_guia/250339/2015/Tema5--

[Taludes.pdf](#)

Rucks, L., García, F., Kaplán, A., Ponce de León, J., & Hill, M. (2004). *Propiedades Físicas*

del Suelo. bibliofagro. Retrieved June 24, 2022, from

<http://bibliofagro.pbworks.com/f/propiedades%20fisicas%20del%20suelo.pdf>

Vargas Mesa, J. E. (2009). *evaluación de los métodos aashto y uscs en la caracterización del*

suelo del barrio mochuelo bajo en la localidad de ciudad bo. core. retrieved june 24,



2022, from

https://repository.uniminuto.edu/bitstream/10656/1391/1/tic_vargasmesajuan_2009.pdf

Vargas Vargas, W. E., Rincón Villalba, M. A., & González Vergara, C. J. (2017). *Topografía: conceptos y aplicaciones*. Ecoe Ediciones.

Wolf, P. R., & Ghilani, C. D. (2015). *Elementary Surveying: An Introduction to Geomatics* (14th ed.). Pearson.

https://www.academia.edu/45601336/Topograf%C3%ADa_Topograf%C3%ADa_Decimocuarta_edici%C3%B3n

Yepes Piquera, V. (2020, June 9). *Técnicas de inyección del terreno – El blog de Víctor Yepes*.

El blog de Víctor Yepes. Retrieved June 24, 2022, from <https://victoryepes.blogs.upv.es/2020/06/09/tecnicas-de-inyeccion-del-terreno/>

Universidad Nacional de Loja. (2022). *Proyectos de Investigación | Universidad Nacional de Loja*. UNL. Retrieved August 10, 2022, from <https://unl.edu.ec/investigacion/proyecto>



11. Anexos

Anexo 1. *Mapa topográfico del proyecto de vivienda "09 de Junio"*

Anexo 2. *Perfiles topográficos del proyecto de vivienda "09 de Junio"*

Anexo 3. *Mapa de pendientes del proyecto de vivienda "09 de Junio"*

Anexo 4:. *Mapa geomorfológico del proyecto de vivienda "09 de Junio"*

(Ubicado carpeta de archivos)



Anexo 5. Fichas de campo de descripción de afloramientos.

Mapa de zonificación geotécnico del proyecto de vivienda de interés social "09 de Junio" ubicado en el barrio Menfis Alto en el cantón y provincia de Loja.					
Información General					
Código:	FA-HR-01		Fecha:	20-7-2024	
Responsable:	Henry Ruiz Escovar		Estado de Afloramiento:	Erosionado	
Dimensiones Afloramiento:	<i>Altura (m)</i>	8m	Pto. Referencia (m):	N de ciudad Victoria	
	<i>Ancho (m)</i>	7m			
Tipo de Afloramiento:	<i>Natural</i>	X	Vías de acceso:	<i>1er Orden</i>	
	<i>Antrópico</i>			<i>2do orden</i>	X
	<i>Galería</i>			<i>Sendero</i>	
Coordenadas UTM (WGS 84)	Norte (Y):		Este (X):	Cota (Z):	
		9557471	695778	2233	
Ubicación Geográfica	Sitio/Referencia:		Cantón:	Provincia:	
		La Victoria	Loja	Loja	
Características Geológicas					
Datos estructurales:	<i>Rumbo</i>				
	<i>Buzamiento (Bz):</i>				
	<i>Dirección de Buzamiento (Dr.Bz):</i>				
Formación Geológica:	For. Trigal	Ambiente:	<i>Ígneo</i>		
			<i>Sedimentario</i>	X	
			<i>Metamórfico</i>		
Litología:	Arenisca con conglomerados, limos	Recolección de muestra:	<i>SI</i>	X	
			<i>NO</i>		
Descripción:		Fotografía:			
Capa de cobertura vegetal de 10 cm; una capa arenisca con conglomerado de 2 m; una capa de arcilla de 2 m; una capa de conglomerado con potencia de 2.50 y por último se observa una capa de limos					
Observaciones:					
Depósito de coluviales de rocas metamórficas.					



Mapa de zonificación geotécnico del proyecto de vivienda de interés social "09 de Junio" ubicado en el barrio Menfis Alto en el cantón y provincia de Loja.					
Información General					
Código:	FA-HR-02		Fecha:	20-7-2024	
Responsable:	Henry Ruiz Escovar		Estado de Afloramiento:	Erosionado	
Dimensiones Afloramiento:	<i>Altura (m)</i>	1.80m	Pto. Referencia (m):	NE de ciudad Victoria	
	<i>Ancho (m)</i>	7m			
Tipo de Afloramiento:	<i>Natural</i>		Vías de acceso:	<i>1er Orden</i>	
	<i>Antrópico</i>	X		<i>2do orden</i>	X
	<i>Galería</i>			<i>Sendero</i>	
Coordenadas UTM (WGS 84)	Norte (Y):		Este (X):	Cota (Z):	
		9558201	695299	2233	
Ubicación Geográfica	Sitio/Referencia:		Cantón:	Provincia:	
		La Victoria	Loja	Loja	
Características Geológicas					
Datos estructurales:	<i>Rumbo</i>				
	<i>Buzamiento (Bz):</i>				
	<i>Dirección de Buzamiento (Dr.Bz):</i>				
Formación Geológica:	F. Belén		Ambiente:	<i>Ígneo</i>	
				<i>Sedimentario</i>	X
				<i>Metamórfico</i>	
Litología:	Areniscas y limolitas		Recolección de muestra:	<i>SI</i>	
		<i>NO</i>		X	
Descripción:		Fotografía:			
<p>cuenta con una cobertura vegetal con una potencia no mayor a 15cm, una capa de arenisca con potencia de 1.50 y una capa de limolitas</p>					
Observaciones:					
<p>presenta con una erosión alta y cuenta con presencia de óxidos, aflora al NE del área de estudio y su litología pertenece a la descripción de la Formación Belén.</p>					



Mapa de zonificación geotécnico del proyecto de vivienda de interés social "09 de Junio" ubicado en el barrio Menfis Alto en el cantón y provincia de Loja.					
Información General					
Código:	FA-HR-03		Fecha:	03	
Responsable:	Henry Ruiz Escovar		Estado de Afloramiento:	Erosionado	
Dimensiones Afloramiento:	<i>Altura (m)</i>	1.50m	Pto. Referencia (m):	NE de ciudad Victoria	
	<i>Ancho (m)</i>	4m			
Tipo de Afloramiento:	<i>Natural</i>		Vías de acceso:	<i>1er Orden</i>	
	<i>Antrópico</i>	X		<i>2do orden</i>	
	<i>Galería</i>			<i>Sendero</i>	X
Coordenadas UTM (WGS 84)	Norte (Y):		Este (X):	Cota (Z):	
		9558201	695299	2233	
Ubicación Geográfica	Sitio/Referencia:		Cantón:	Provincia:	
		La Victoria	Loja	Loja	
Características Geológicas					
Datos estructurales:	<i>Rumbo</i>				
	<i>Buzamiento (Bz):</i>				
	<i>Dirección de Buzamiento (Dr.Bz):</i>				
Formación Geológica:	F. Trigal		Ambiente:	<i>Ígneo</i>	
				<i>Sedimentario</i>	X
				<i>Metamórfico</i>	
Litología:	Arenisca con conglomerados y limos		Recolección de muestra:	<i>SI</i>	X
				<i>NO</i>	
Descripción:		Fotografía:			
que presenta una cobertura vegetal de 10cm, una capa de arenisca con conglomerado con una potencia de 1m, una capa de limo con una potencia no mayor a 20cm y una capa de arenisca con presencia de conglomerado					
Observaciones:					
debido al material presente en la zona y según la litología el afloramiento formaría parte de la Formación Trigal.					



Mapa de zonificación geotécnico del proyecto de vivienda de interés social "09 de Junio" ubicado en el barrio Menfis Alto en el cantón y provincia de Loja.					
Información General					
Código:	FA-HR-04		Fecha:	20-7-2024	
Responsable:	Henry Ruiz Escovar		Estado de Afloramiento:	Erosionado	
Dimensiones Afloramiento:	<i>Altura (m)</i>	2.50m	Pto. Referencia (m):	Q. Las Pavas	
	<i>Ancho (m)</i>	2m			
Tipo de Afloramiento:	<i>Natural</i>	X	Vías de acceso:	<i>1er Orden</i>	
	<i>Antrópico</i>			<i>2do orden</i>	
	<i>Galería</i>			<i>Sendero</i>	X
Coordenadas UTM (WGS 84)	Norte (Y):		Este (X):	Cota (Z):	
		9558201	695299	2233	
Ubicación Geográfica	Sitio/Referencia:		Cantón:	Provincia:	
		La Victoria	Loja	Loja	
Características Geológicas					
Datos estructurales:	<i>Rumbo</i>				
	<i>Buzamiento (Bz):</i>				
	<i>Dirección de Buzamiento (Dr.Bz):</i>				
Formación Geológica:	F. Belén		Ambiente:	<i>Ígneo</i>	
				<i>Sedimentario</i>	X
				<i>Metamórfico</i>	
Litología:	Arenas y limos		Recolección de muestra:	<i>SI</i>	X
				<i>NO</i>	
Descripción:		Fotografía:			
afloramiento presenta una capa de 10cm de cobertura vegetal, una capa de arenas con una potencia de 2.5m, otra capa de limos con una potencia de 45cm presentándose					
Observaciones:					
una interestratificación en la zona, seguido de una capa de arenas pertenecientes a la Formación Belén.					



Mapa de zonificación geotécnico del proyecto de vivienda de interés social "09 de Junio" ubicado en el barrio Menfis Alto en el cantón y provincia de Loja.					
Información General					
Código:	FA-HR-05		Fecha:	20-7-2024	
Responsable:	Henry Ruiz Escovar		Estado de Afloramiento:	Erosionado	
Dimensiones Afloramiento:	<i>Altura (m)</i>	2m	Pto. Referencia (m):	Q. Las Pavas	
	<i>Ancho (m)</i>	2m			
Tipo de Afloramiento:	<i>Natural</i>	X	Vías de acceso:	<i>1er Orden</i>	
	<i>Antrópico</i>			<i>2do orden</i>	
	<i>Galería</i>			<i>Sendero</i>	X
Coordenadas UTM (WGS 84)	Norte (Y):		Este (X):	Cota (Z):	
		9558201	695299	2233	
Ubicación Geográfica	Sitio/Referencia:		Cantón:	Provincia:	
		La Victoria	Loja	Loja	
Características Geológicas					
Datos estructurales:	<i>Rumbo</i>				
	<i>Buzamiento (Bz):</i>				
	<i>Dirección de Buzamiento (Dr.Bz):</i>				
Formación Geológica:	Depósitos cuaternarios		Ambiente:	<i>Ígneo</i>	
				<i>Sedimentario</i>	X
				<i>Metamórfico</i>	
Litología:	Arenas y esquistos		Recolección de muestra:	<i>SI</i>	X
				<i>NO</i>	
Descripción:			Fotografía:		
<p>presencia de una quebrada, según lo mapeado en campo y sus coordenadas esta llevaría de nombre "Las Pavas" en el cual podemos observar una erosión media con una cobertura vegetal de 10cm, un material correspondiente a 2m de arenas</p>					
Observaciones:					
<p>en la parte baja se puede evidenciar limolitas en proceso de metamorfización.</p>					

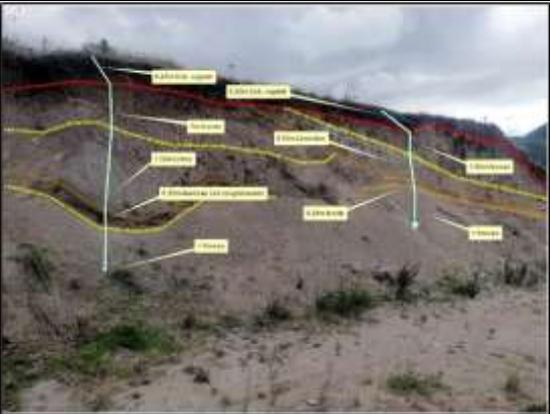


Mapa de zonificación geotécnico del proyecto de vivienda de interés social "09 de Junio" ubicado en el barrio Menfis Alto en el cantón y provincia de Loja.					
Información General					
Código:	FA-HR-06		Fecha:	20-7-2024	
Responsable:	Henry Ruiz Escovar		Estado de Afloramiento:	Altamente erosionado	
Dimensiones Afloramiento:	<i>Altura (m)</i>	6m	Pto. Referencia (m):	NE de ciudad victoria	
	<i>Ancho (m)</i>	2m			
Tipo de Afloramiento:	<i>Natural</i>	X	Vías de acceso:	<i>1er Orden</i>	
	<i>Antrópico</i>			<i>2do orden</i>	X
	<i>Galería</i>			<i>Sendero</i>	
Coordenadas UTM (WGS 84)	Norte (Y):		Este (X):		
	9558201		695299		
Ubicación Geográfica	Sitio/Referencia:		Cantón:		
	La Victoria		Loja		
Características Geológicas					
Datos estructurales:	<i>Rumbo</i>				
	<i>Buzamiento (Bz):</i>				
	<i>Dirección de Buzamiento (Dr.Bz):</i>				
Formación Geológica:	F. Trigal		Ambiente:	<i>Ígneo</i>	
				<i>Sedimentario</i>	X
				<i>Metamórfico</i>	
Litología:	Areniscas		Recolección de muestra:	<i>SI</i>	
				<i>NO</i>	X
Descripción:			Fotografía:		
una cobertura vegetal de 10cm y una capa de arenisca con presencia de óxido.					
Observaciones:					
Material altamente erosionado					



Mapa de zonificación geotécnico del proyecto de vivienda de interés social "09 de Junio" ubicado en el barrio Menfis Alto en el cantón y provincia de Loja.					
Información General					
Código:	FA-HR-07		Fecha:	20-7-2024	
Responsable:	Henry Ruiz Escovar		Estado de Afloramiento:	Erosionado	
Dimensiones Afloramiento:	<i>Altura (m)</i>	1m	Pto. Referencia (m):	NE de ciudad Victoria	
	<i>Ancho (m)</i>	3m			
Tipo de Afloramiento:	<i>Natural</i>	X	Vías de acceso:	<i>1er Orden</i>	
	<i>Antrópico</i>			<i>2do orden</i>	
	<i>Galería</i>			<i>Sendero</i>	X
Coordenadas UTM (WGS 84)	Norte (Y):		Este (X):	Cota (Z):	
		9558201	695299	2233	
Ubicación Geográfica	Sitio/Referencia:		Cantón:	Provincia:	
		La Victoria	Loja	Loja	
Características Geológicas					
Datos estructurales:	<i>Rumbo</i>				
	<i>Buzamiento (Bz):</i>				
	<i>Dirección de Buzamiento (Dr.Bz):</i>				
Formación Geológica:	Depositos cuaternarios		Ambiente:	<i>Ígneo</i>	
				<i>Sedimentario</i>	X
				<i>Metamórfico</i>	
Litología:	Arenas, areniscas y conglomerados		Recolección de muestra:	<i>SI</i>	X
				<i>NO</i>	
Descripción:			Fotografía:		
<p>presenta una cobertura vegetal con una potencia de 50cm, así mismo, en la ilustración se nota un cambio de material donde las arenas se sobreponen sobre las areniscas con conglomerados</p>					
Observaciones:					
<p>la presencia de óxidos los cuales son producidos por procesos erosivos, la cual es afectada por la materia orgánica y por las bacterias</p>					



Mapa de zonificación geotécnico del proyecto de vivienda de interés social "09 de Junio" ubicado en el barrio Menfis Alto en el cantón y provincia de Loja.					
Información General					
Código:	FA-HR-08		Fecha:	20-7-2024	
Responsable:	Henry Ruiz Escovar		Estado de Afloramiento:	erosionado	
Dimensiones Afloramiento:	<i>Altura (m)</i>	2.50m	Pto. Referencia (m):	Área de estudio	
	<i>Ancho (m)</i>	7m			
Tipo de Afloramiento:	<i>Natural</i>		Vías de acceso:	<i>1er Orden</i>	
	<i>Antrópico</i>	X		<i>2do orden</i>	
	<i>Galería</i>			<i>Sendero</i>	X
Coordenadas UTM (WGS 84)	Norte (Y):		Este (X):	Cota (Z):	
		9558201	695299	2233	
Ubicación Geográfica	Sitio/Referencia:		Cantón:	Provincia:	
		La Victoria	Loja	Loja	
Características Geológicas					
Datos estructurales:	<i>Rumbo</i>				
	<i>Buzamiento (Bz):</i>				
	<i>Dirección de Buzamiento (Dr.Bz):</i>				
Formación Geológica:	F. Belén		Ambiente:	<i>Ígneo</i>	
				<i>Sedimentario</i>	X
				<i>Metamórfico</i>	
Litología:	Arenas, arcilla, limos		Recolección de muestra:	<i>SI</i>	X
				<i>NO</i>	
Descripción:			Fotografía:		
<p>potencias de 1m de arenas, 1.50m de limos, 30cm perteneciente a una capa de arenisca con conglomerado y por último una capa de arenas; mientras que al irse erosionando se puede evidenciar una capa de 1.50m de arenas, una minúscula capa de arcilla con potencia de 20cm para por último presentar una capa de arenas.</p>					
Observaciones:					
<p>se puede observar una alteración de material, todo indica que por procesos de sedimentación se acumularon unos sobre otros</p>					



Mapa de zonificación geotécnico del proyecto de vivienda de interés social "09 de Junio" ubicado en el barrio Menfis Alto en el cantón y provincia de Loja.					
Información General					
Código:	FA-HR-09		Fecha:	20-7-2024	
Responsable:	Henry Ruiz Escovar		Estado de Afloramiento:	Erosionado	
Dimensiones Afloramiento:	<i>Altura (m)</i>	1.50	Pto. Referencia (m):	Zona de estudio	
	<i>Ancho (m)</i>	3m			
Tipo de Afloramiento:	<i>Natural</i>		Vías de acceso:	<i>1er Orden</i>	
	<i>Antrópico</i>	X		<i>2do orden</i>	
	<i>Galería</i>			<i>Sendero</i>	X
Coordenadas UTM (WGS 84)	Norte (Y):		Este (X):	Cota (Z):	
		9558201	695299	2233	
Ubicación Geográfica	Sitio/Referencia:		Cantón:	Provincia:	
		La Victoria	Loja	Loja	
Características Geológicas					
Datos estructurales:	<i>Rumbo</i>				
	<i>Buzamiento (Bz):</i>				
	<i>Dirección de Buzamiento (Dr.Bz):</i>				
Formación Geológica:	F. Belén		Ambiente:	<i>Ígneo</i>	
				<i>Sedimentario</i>	X
				<i>Metamórfico</i>	
Litología:	arenas		Recolección de muestra:	<i>SI</i>	
				<i>NO</i>	
Descripción:		Fotografía:			
se puede observar una capa de 45cm de humus con cobertura vegetal y otra capa de arenas los cuales presentan un material disgregado con una erosión media					
Observaciones:					
la presencia de estas arenas se da por arrastre de sedimentos desde la parte superior, teniendo a acumularse en la parte más baja del área de estudio.					



Mapa de zonificación geotécnico del proyecto de vivienda de interés social "09 de Junio" ubicado en el barrio Menfis Alto en el cantón y provincia de Loja.					
Información General					
Código:	FA-HR-10		Fecha:	20-7-2024	
Responsable:	Henry Ruiz Escovar		Estado de Afloramiento:	Erosionado	
Dimensiones Afloramiento:	<i>Altura (m)</i>	1m	Pto. Referencia (m):	Área de estudio	
	<i>Ancho (m)</i>	3m			
Tipo de Afloramiento:	<i>Natural</i>		Vías de acceso:	<i>1er Orden</i>	
	<i>Antrópico</i>	X		<i>2do orden</i>	
	<i>Galería</i>			<i>Sendero</i>	X
Coordenadas UTM (WGS 84)	Norte (Y):		Este (X):	Cota (Z):	
		9558201	695299	2233	
Ubicación Geográfica	Sitio/Referencia:		Cantón:	Provincia:	
		La Victoria	Loja	Loja	
Características Geológicas					
Datos estructurales:	<i>Rumbo</i>				
	<i>Buzamiento (Bz):</i>				
	<i>Dirección de Buzamiento (Dr.Bz):</i>				
Formación Geológica:	F. Belén		Ambiente:	<i>Ígneo</i>	
				<i>Sedimentario</i>	X
				<i>Metamórfico</i>	
Litología:	Arenas y areniscas con grava		Recolección de muestra:	<i>SI</i>	X
				<i>NO</i>	
Descripción:			Fotografía:		
presenta una interstratificación debido a la acumulación de material precedido por arenas, sin embargo, el material de predominancia es la arenisca con grava.					
Observaciones:					
Presencia de conglomerados y arenas					



Mapa de zonificación geotécnico del proyecto de vivienda de interés social "09 de Junio" ubicado en el barrio Menfis Alto en el cantón y provincia de Loja.					
Información General					
Código:	FA-HR-11		Fecha:	20-7-2014	
Responsable:	Henry Ruiz Escovar		Estado de Afloramiento:		
Dimensiones Afloramiento:	<i>Altura (m)</i>	1.50m	Pto. Referencia (m):	Vía de Integración Barrial	
	<i>Ancho (m)</i>	1m			
Tipo de Afloramiento:	<i>Natural</i>		Vías de acceso:	<i>1er Orden</i>	X
	<i>Antrópico</i>	X		<i>2do orden</i>	
	<i>Galería</i>			<i>Sendero</i>	
Coordenadas UTM (WGS 84)	Norte (Y):		Este (X):		Cota (Z):
	9558201		695299		2233
Ubicación Geográfica	Sitio/Referencia:		Cantón:		Provincia:
	La Victoria		Loja		Loja
Características Geológicas					
Datos estructurales:	<i>Rumbo</i>				
	<i>Buzamiento (Bz):</i>				
	<i>Dirección de Buzamiento (Dr.Bz):</i>				
Formación Geológica:	Depósitos aluviales		Ambiente:	<i>Ígneo</i>	
				<i>Sedimentario</i>	X
				<i>Metamórfico</i>	
Litología:	Areniscas y matriz de grava		Recolección de muestra:	<i>SI</i>	
				<i>NO</i>	X
Descripción:			Fotografía:		
podemos observar una cobertura vegetal de 40cm y un contacto de arenisca con matriz de grava presentando una erosión media en la zona					
Observaciones:					
material de compuesto por cantos y guijarros de roca metamórfica.					



Mapa de zonificación geotécnico del proyecto de vivienda de interés social "09 de Junio" ubicado en el barrio Menfis Alto en el cantón y provincia de Loja.					
Información General					
Código:	FA-HR-12		Fecha:	20-7-2024	
Responsable:	Henry Ruiz Escovar	Estado de Afloramiento:			
Dimensiones Afloramiento:	<i>Altura (m)</i>	1m	Pto. Referencia (m):	Vía de Integración Barrial	
	<i>Ancho (m)</i>	1m			
Tipo de Afloramiento:	<i>Natural</i>		Vías de acceso:	<i>1er Orden</i>	X
	<i>Antrópico</i>	X		<i>2do orden</i>	
	<i>Galería</i>			<i>Sendero</i>	
Coordenadas UTM (WGS 84)	Norte (Y):		Este (X):		Cota (Z):
	9558201		695299		2233
Ubicación Geográfica	Sitio/Referencia:		Cantón:		Provincia:
	La Victoria		Loja		Loja
Características Geológicas					
Datos estructurales:	<i>Rumbo</i>				
	<i>Buzamiento (Bz):</i>				
	<i>Dirección de Buzamiento (Dr.Bz):</i>				
Formación Geológica:	F. Belén		Ambiente:	<i>Ígneo</i>	
				<i>Sedimentario</i>	X
				<i>Metamórfico</i>	
Litología:	Arenisca con grava		Recolección de muestra:	<i>SI</i>	
				<i>NO</i>	X
Descripción:			Fotografía:		
se puede observar cómo esta agrietado debido a la presión ejercida por los estratos en el sector producto de una falla					
Observaciones:					
se encuentra a la altura de la vía de integración barrial en el barrio Ciudad Victoria al E del área de estudio					



Mapa de zonificación geotécnico del proyecto de vivienda de interés social "09 de Junio" ubicado en el barrio Menfis Alto en el cantón y provincia de Loja.					
Información General					
Código:	FA-HR-13		Fecha:		
Responsable:	Henry Ruiz Escovar		Estado de Afloramiento:	Erosionado	
Dimensiones Afloramiento:	<i>Altura (m)</i>	8m	Pto. Referencia (m):	S del área de estudio	
	<i>Ancho (m)</i>	5m			
Tipo de Afloramiento:	<i>Natural</i>		Vías de acceso:	<i>1er Orden</i>	
	<i>Antrópico</i>	X		<i>2do orden</i>	X
	<i>Galería</i>			<i>Sendero</i>	
Coordenadas UTM (WGS 84)	Norte (Y):		Este (X):	Cota (Z):	
		9558201	695299	2233	
Ubicación Geográfica	Sitio/Referencia:		Cantón:	Provincia:	
		La Victoria	Loja	Loja	
Características Geológicas					
Datos estructurales:	<i>Rumbo</i>				
	<i>Buzamiento (Bz):</i>				
	<i>Dirección de Buzamiento (Dr.Bz):</i>				
Formación Geológica:	F. Belén		Ambiente:	<i>Ígneo</i>	
				<i>Sedimentario</i>	X
				<i>Metamórfico</i>	
Litología:	Areniscas, grava y limos		Recolección de muestra:	<i>SI</i>	X
				<i>NO</i>	
Descripción:		Fotografía:			
La unidad litológica presenta material con alta meteorización, con tonalidades entre gris y rojizas, clastos >0.5 mm a 16 mm, presenta intercalaciones de areniscas y clastos (coluvial) intercalado con capas de arcilla.					
Observaciones:					
Presencia de conglomerados y arenas					



Mapa de zonificación geotécnico del proyecto de vivienda de interés social "09 de Junio" ubicado en el barrio Menfis Alto en el cantón y provincia de Loja.					
Información General					
Código:	FA-HR-14		Fecha:	20-7-2024	
Responsable:	Henry Ruiz Escovar		Estado de Afloramiento:	Erosionado	
Dimensiones Afloramiento:	<i>Altura (m)</i>	2.50m	Pto. Referencia (m):	Área de estudio	
	<i>Ancho (m)</i>	7m			
Tipo de Afloramiento:	<i>Natural</i>		Vías de acceso:	<i>1er Orden</i>	
	<i>Antrópico</i>	X		<i>2do orden</i>	X
	<i>Galería</i>			<i>Sendero</i>	
Coordenadas UTM (WGS 84)	Norte (Y):		Este (X):	Cota (Z):	
		9558201	695299	2233	
Ubicación Geográfica	Sitio/Referencia:		Cantón:	Provincia:	
		La Victoria	Loja	Loja	
Características Geológicas					
Datos estructurales:	<i>Rumbo</i>				
	<i>Buzamiento (Bz):</i>				
	<i>Dirección de Buzamiento (Dr.Bz):</i>				
Formación Geológica:	F. Belén		Ambiente:	<i>Ígneo</i>	
				<i>Sedimentario</i>	X
				<i>Metamórfico</i>	
Litología:	Conglomerados, areniscas y limolitas		Recolección de muestra:	<i>SI</i>	X
				<i>NO</i>	
Descripción:			Fotografía:		
9556972 presenta una capa de cobertura vegetal extensa, seguido un estrato de arenisca con presencia de conglomerado de 45cm de potencia y finalmente una capa de limolitas con arenisca					
Observaciones:					
la presencia de erosión se hace presente en la zona arrastrando material a lo largo del área de estudio.					



Mapa de zonificación geotécnico del proyecto de vivienda de interés social "09 de Junio" ubicado en el barrio Menfis Alto en el cantón y provincia de Loja.					
Información General					
Código:	FA-HR-15		Fecha:	20-7-2024	
Responsable:	Henry Ruiz Escovar		Estado de Afloramiento:	Erosionado	
Dimensiones Afloramiento:	<i>Altura (m)</i>	2.50m	Pto. Referencia (m):	Área de estudio	
	<i>Ancho (m)</i>	5m			
Tipo de Afloramiento:	<i>Natural</i>		Vías de acceso:	<i>1er Orden</i>	
	<i>Antrópico</i>	X		<i>2do orden</i>	X
	<i>Galería</i>			<i>Sendero</i>	
Coordenadas UTM (WGS 84)	Norte (Y):		Este (X):	Cota (Z):	
		9558201	695299	2233	
Ubicación Geográfica	Sitio/Referencia:		Cantón:	Provincia:	
		La Victoria	Loja	Loja	
Características Geológicas					
Datos estructurales:	<i>Rumbo</i>				
	<i>Buzamiento (Bz):</i>				
	<i>Dirección de Buzamiento (Dr.Bz):</i>				
Formación Geológica:	F. Belén		Ambiente:	<i>Ígneo</i>	
				<i>Sedimentario</i>	X
				<i>Metamórfico</i>	
Litología:	Limolitas y arenas		Recolección de muestra:	<i>SI</i>	
				<i>NO</i>	
Descripción:		Fotografía:			
9556985 presenta una capa de ardua cobertura vegetal, seguidamente un estrato de limolitas de 45cm de potencia y finalmente una capa de arenas limosas					
Observaciones:					
La presencia de erosión se hace presente en la zona arrastrando material a lo largo del área de estudio.					



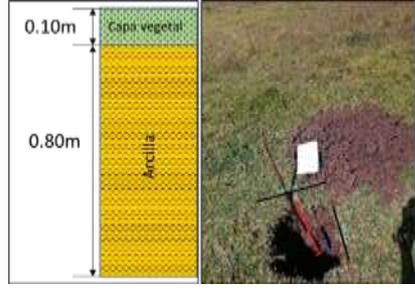
Mapa de zonificación geotécnico del proyecto de vivienda de interés social "09 de Junio" ubicado en el barrio Menfis Alto en el cantón y provincia de Loja.					
Información General					
Código:	FA-HR-16		Fecha:	20-7-2024	
Responsable:	Henry Ruiz Escovar		Estado de Afloramiento:	Erosionado	
Dimensiones Afloramiento:	<i>Altura (m)</i>	1.50m	Pto. Referencia (m):	Area de estudio	
	<i>Ancho (m)</i>	3m			
Tipo de Afloramiento:	<i>Natural</i>		Vías de acceso:	<i>1er Orden</i>	
	<i>Antrópico</i>	X		<i>2do orden</i>	X
	<i>Galería</i>			<i>Sendero</i>	
Coordenadas UTM (WGS 84)	Norte (Y):		Este (X):	Cota (Z):	
		9558201	695299	2233	
Ubicación Geográfica	Sitio/Referencia:		Cantón:	Provincia:	
		La Victoria	Loja	Loja	
Características Geológicas					
Datos estructurales:	<i>Rumbo</i>				
	<i>Buzamiento (Bz):</i>				
	<i>Dirección de Buzamiento (Dr.Bz):</i>				
Formación Geológica:	F. Belén		Ambiente:	<i>Ígneo</i>	
				<i>Sedimentario</i>	X
				<i>Metamórfico</i>	
Litología:	Arenas limosas		Recolección de muestra:	<i>SI</i>	
				<i>NO</i>	X
Descripción:			Fotografía:		
presenta una densa cobertura vegetal y un estrato de arenas limosas					
Observaciones:					
La erosión y gravedad transportan el material a lo largo de la zona de estudio.					



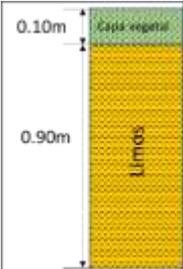
Mapa de zonificación geotécnico del proyecto de vivienda de interés social "09 de Junio" ubicado en el barrio Menfis Alto en el cantón y provincia de Loja.					
Información General					
Código:	FA-HR-17		Fecha:	20-7-2024	
Responsable:	Henry Ruiz Escovar		Estado de Afloramiento:	Erosionado	
Dimensiones Afloramiento:	<i>Altura (m)</i>	3m	Pto. Referencia (m):	Área de estudio	
	<i>Ancho (m)</i>	4m			
Tipo de Afloramiento:	<i>Natural</i>		Vías de acceso:	<i>1er Orden</i>	
	<i>Antrópico</i>	X		<i>2do orden</i>	X
	<i>Galería</i>			<i>Sendero</i>	
Coordenadas UTM (WGS 84)	Norte (Y):		Este (X):	Cota (Z):	
		9558201	695299	2233	
Ubicación Geográfica	Sitio/Referencia:		Cantón:	Provincia:	
		La Victoria	Loja	Loja	
Características Geológicas					
Datos estructurales:	<i>Rumbo</i>				
	<i>Buzamiento (Bz):</i>				
	<i>Dirección de Buzamiento (Dr.Bz):</i>				
Formación Geológica:	F. Belén		Ambiente:	<i>Ígneo</i>	
				<i>Sedimentario</i>	X
				<i>Metamórfico</i>	
Litología:	Limos, arenas y cantos rodados		Recolección de muestra:	<i>SI</i>	
				<i>NO</i>	X
Descripción:			Fotografía:		
se observa una cobertura vegetal densa, así mismo un estrato de 0.50m de limos con presencia de canto rodado seguido a esto una capa de 50cm de limolitas con pigmentación ferrosa por último se observa un estrato de arenas					
Observaciones:					
Presenta una cobertura vegetal densa					



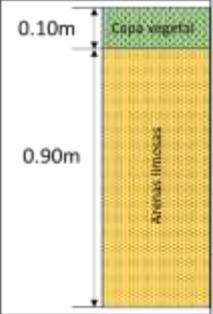
Anexo 6. Fichas de campo de descripción de calicatas

Mapa de zonificación geotécnico del proyecto de vivienda de interés social "09 de Junio" ubicado en el barrio Menfis Alto en el cantón y provincia de Loja.				
Información General				
Nº:	1	Fecha:	11-11-2023	
Responsable:		Código	FC-HR-01	
Dimensiones Calicata:	Largo (m): 1m Ancho (m): 1m Profundidad (m): 80cm	Pto. Referencia (m):		
Coordenadas UTM (WGS 84)	Norte (Y):	Este (X):	Cota (Z):	
	9557147	696195	2261	
Ubicación Geográfica	Sitio/Referencia:	Cantón:	Provincia:	
	Ciudad Victoria	Loja	Loja	
Características Geológicas				
Datos estructurales:	Buzamiento (Bz):	Dirección de Buzamiento (Dr.Bz):		Rumbo (R):
	--	--		--
Formación Geológica:	F. Belén	Ambiente:	Ígneo Sedimentario Metamórfico	() (X) ()
Litología:	Arcilla	Meteorización	Alta Media Baja	() (X) ()
Fotografía	Columna Estratigráfica			
				
Observaciones:				
Alta presencia de humedad				



Mapa de zonificación geotécnico del proyecto de vivienda de interés social "09 de Junio" ubicado en el barrio Menfis Alto en el cantón y provincia de Loja.			
Información General			
N°:	2	Fecha:	22-11-2023
Responsable:		Código	FC-HR-02
Dimensiones Calicata:	Largo (m): 1 Ancho (m): 1 Profundidad (m):1	Pto. Referencia (m):	S del área de estudio
Coordenadas UTM (WGS 84)	Norte (Y):	Este (X):	Cota (Z):
	9557207	696247	2282
Ubicación Geográfica	Sitio/Referencia:	Cantón:	Provincia:
	Ciudad Victoria	Loja	Loja
Características Geológicas			
Datos estructurales:	Buzamiento (Bz):	Dirección de Buzamiento (Dr.Bz):	Rumbo (R):
	--	--	--
Formación Geológica:	F. Belén	Ambiente:	Ígneo Sedimentario Metamórfico () () ()
Litología:	arcilla y limos	Meteorización	Alta Media Baja () () ()
Fotografía	Columna Estratigráfica		
	 		
Observaciones:			
Poca presencia de humedad			



Mapa de zonificación geotécnico del proyecto de vivienda de interés social "09 de Junio" ubicado en el barrio Menfis Alto en el cantón y provincia de Loja.			
Información General			
N°:	3	Fecha:	22-11-2023
Responsable:		Código	FC-HR-03
Dimensiones Calicata:	Largo (m): 1 Ancho (m): 1 Profundidad (m): 1	Pto. Referencia (m):	Parte baja del área de estudio
Coordenadas UTM (WGS 84)	Norte (Y):	Este (X):	Cota (Z):
	9557251	696193	2287
Ubicación Geográfica	Sitio/Referencia:	Cantón:	Provincia:
Características Geológicas			
Datos estructurales:	Buzamiento (Bz):	Dirección de Buzamiento (Dr.Bz):	Rumbo (R):
	--	--	--
Formación Geológica:	F. Trigal	Ambiente:	Ígneo () Sedimentario () Metamórfico ()
Litología:	Arenas limosas	Meteorización:	Alta () Media () Baja ()
Fotografía	Columna Estratigráfica		
	 		
Observaciones:			
Altos índices de humedad			



Anexo 7. Fichas de campo de descripción de movimientos en masa.

Mapa de zonificación geotécnico del proyecto de vivienda de interés social "09 de Junio" ubicado en el barrio Menfis Alto en el cantón y provincia de Loja.							
LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA							
N° de movimiento en masa	FD-HR-01	COORDENADAS	PROYECCIÓN	UTM WGS84 Zona 17S	DIVISION POLITICA	Provincia	Loja
Fecha	14/1/2023		X	696237		Cantón	Loja
Nombre del encuestador	Henry Ruiz Escovar		Y	9557257		Parroquia	Sucre
			Z	2249		Barrio	Menfis Alto
DESCRIPCIÓN DE LOS FRM (FENOMENOS EN REMOCIÓN EN MASA)							
CLASIFICACIÓN DEL MOVIMIENTO							
ESTADO	ESTILO	DISTRIBUCIÓN	TIPO DE MOVIMIENTO	HUMEDAD DEL SUELO	MATERIAL	VELOCIDAD	
Activo ()	Completo ()	Retrogresivo ()	Deslizamiento rotacional (X)	Seco ()	Cantos ()	Extr. Rápido (>5m/s) ()	
Reactivado ()	Compuesto ()	Avanzado ()	Deslizamiento Traslacional ()	Húmedo (X)	Arcilla (X)	Rápido (>1.8 m/h) ()	
Suspendido ()	Múltiple ()	Ensanchado ()	Deslizamiento Compuesto ()	Muy Húmedo ()	Fino ()	Lento (>1.6 m/año) ()	
Latente (X)	Sucesivo ()	Confinado ()		Mojado ()	M.O. ()	Extr. Lento (<16mm/año) (X)	
Abandonado ()	Único ()	Creciente (X)	COBERTURA Y USO DEL SUELO				
Estabilizado ()	Enjambre ()	Decreciente ()	TIPO DE COBERTURA	Veg. Herbacea (X) Bosque/Selva () Matorrales () Cultivos () Sin cobertura ()			
Relicto ()	Sencillo (X)	Progresivo ()	TIPO DE SUELO	Ganadería (X) Area Protegida () Zona arqueológica () Vivienda () Vías () Minería ()			
FACTORES CONDICIONANTES Y DETONANTES	Material plástico débil (X) Material meteorizado físicamente () Material meteorizado químicamente () Material fallado por corte () Erosión superficial (X) Material fisurado o agrietado (X) Meteorización por expansión/contracción () Deforestación o ausencia de vegetación (X) Viento (X) Lluvias (X) Sismo () Movimiento Tectónico () Erupción Volcánica () Modificación del talud () Disposición deficiente de estériles/escombros ()						
DAÑO	Leve ()	Moderado ()	Severo (X)	Destrucción Total ()	REGISTRO FOTOGRÁFICO		
DIMENSIONES							
Ancho de la superficie de ruptura (Wr)	15.5 m	Longitud total (Lt)	25 m				
Ancho de la masa desplazada (Wd)	17 m	Longitud línea Central (Lcl)	27 m				
Longitud de la masa desplazada (Ld)	22 m	Área (m2)	5125.73 m2				
Longitud de la superficie de rotura (Lr)	20 m	Perímetro (m)	284.20 m				



Mapa de zonificación geotécnico del proyecto de vivienda de interés social "09 de Junio" ubicado en el barrio Menfis Alto en el cantón y provincia de Loja.



Mapa de zonificación geotécnico del proyecto de vivienda de interés social "09 de Junio" ubicado en el barrio Menfis Alto en el cantón y provincia de Loja.							
LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA							
N° de movimiento en masa	FD-HR-01	COORDENADAS	PROYECCIÓN	UTM WGS84 Zona 17S	DIVISION POLITICA	Provincia	Loja
Fecha	14/1/2023		X	696237		Cantón	Loja
Nombre del encuestador	Henry Ruiz Escovar		Y	9557257		Parroquia	Sucre
			Z	2249		Barrio	Menfis Alto
DESCRIPCIÓN DE LOS FRM (FENOMENOS EN REMOCIÓN EN MASA)							
CLASIFICACIÓN DEL MOVIMIENTO							
ESTADO	ESTILO	DISTRIBUCIÓN	TIPO DE MOVIMIENTO	HUMEDAD DEL SUELO	MATERIAL	VELOCIDAD	
Activo ()	Completo ()	Retrogresivo ()	Deslizamiento rotacional (X)	Seco ()	Cantos ()	Extr. Rápido (>5m/s) ()	
Reactivado ()	Compuesto ()	Avanzado ()	Deslizamiento Traslacional ()	Húmedo (X)	Arcilla (X)	Rápido (>1.8 m/h) ()	
Suspendido ()	Múltiple ()	Ensanchado ()	Deslizamiento Compuesto ()	Muy Húmedo ()	Fino ()	Lento (>1.6 m/año) ()	
Latente (X)	Sucesivo ()	Confinado ()		Mojado ()	M.O. ()	Extr. Lento (<16mm/año) (X)	
Abandonado ()	Único ()	Creciente (X)	COBERTURA Y USO DEL SUELO				
Estabilizado ()	Enjambre ()	Decreciente ()	TIPO DE COBERTURA	Veg. Herbacea (X) Bosque/Selva () Matorrales () Cultivos () Sin cobertura ()			
Relicto ()	Sencillo (X)	Progresivo ()	TIPO DE SUELO	Ganadería (X) Area Protegida () Zona arqueológica () Vivienda () Vías () Minería ()			
FACTORES CONDICIONANTES Y DETONANTES	Material plástico débil (X) Material meteorizado físicamente () Material meteorizado químicamente () Material fallado por corte () Erosión superficial (X) Material fisurado o agrietado (X) Meteorización por expansión/contracción () Deforestación o ausencia de vegetación (X) Viento (X) Lluvias (X) Sismo () Movimiento Tectónico () Erupción Volcánica () Modificación del talud () Disposición deficiente de estériles/escombros ()						
DAÑO	Leve ()	Moderado ()	Severo (X)	Destrucción Total ()	REGISTRO FOTOGRÁFICO		
DIMENSIONES							
Ancho de la superficie de ruptura (Wr)	15.5 m	Longitud total (Lt)	25 m				
Ancho de la masa desplazada (Wd)	17 m	Longitud línea Central (Lcl)	27 m				
Longitud de la masa desplazada (Ld)	22 m	Área (m2)	5125.73 m2				
Longitud de la superficie sw rotura (Lr)	20 m	Perímetro (m)	284.20 m				



Mapa de zonificación geotécnico del proyecto de vivienda de interés social "09 de Junio" ubicado en el barrio Menfis Alto en el cantón y provincia de Loja.



Mapa de zonificación geotécnico del proyecto de vivienda de interés social "09 de Junio" ubicado en el barrio Menfis Alto en el cantón y provincia de Loja.							
LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA							
N° de movimiento en masa	FD-HR-01	COORDENADAS	PROYECCIÓN	UTM WGS84 Zona 17S	DIVISION POLITICA	Provincia	Loja
Fecha	14/1/2023		X	696237		Cantón	Loja
Nombre del encuestador	Henry Ruiz Escovar		Y	9557257		Parroquia	Sucre
			Z	2249		Barrio	Menfis Alto
DESCRIPCIÓN DE LOS FRM (FENOMENOS EN REMOCIÓN EN MASA)							
CLASIFICACIÓN DEL MOVIMIENTO							
ESTADO	ESTILO	DISTRIBUCIÓN	TIPO DE MOVIMIENTO	HUMEDAD DEL SUELO	MATERIAL	VELOCIDAD	
Activo ()	Completo ()	Retrogresivo ()	Deslizamiento rotacional (X)	Seco ()	Cantos ()	Extr. Rápido (>5m/s) ()	
Reactivado ()	Compuesto ()	Avanzado ()	Deslizamiento Traslacional ()	Húmedo (X)	Arcilla (X)	Rápido (>1.8 m/h) ()	
Suspendido ()	Múltiple ()	Ensanchado ()	Deslizamiento Compuesto ()	Muy Húmedo ()	Fino ()	Lento (>1.6 m/año) ()	
Latente (X)	Sucesivo ()	Confinado ()		Mojado ()	M.O. ()	Extr. Lento (<16mm/año) (X)	
Abandonado ()	Único ()	Creciente (X)	COBERTURA Y USO DEL SUELO				
Estabilizado ()	Enjambre ()	Decreciente ()	TIPO DE COBERTURA	Veg. Herbacea (X) Bosque/Selva () Matorrales () Cultivos () Sin cobertura ()			
Relicto ()	Sencillo (X)	Progresivo ()	TIPO DE SUELO	Ganadería (X) Area Protegida () Zona arqueológica () Vivienda () Vías () Minería ()			
FACTORES CONDICIONANTES Y DETONANTES	Material plástico débil (X) Material meteorizado físicamente () Material meteorizado químicamente () Material fallado por corte () Erosión superficial (X) Material fisurado o agrietado (X) Meteorización por expansión/contracción () Deforestación o ausencia de vegetación (X) Viento (X) Lluvias (X) Sismo () Movimiento Tectónico () Erupción Volcánica () Modificación del talud () Disposición deficiente de estériles/escombros ()						
DAÑO	Leve ()	Moderado ()	Severo (X)	Destrucción Total ()	REGISTRO FOTOGRÁFICO		
DIMENSIONES							
Ancho de la superficie de ruptura (Wr)	15.5 m	Longitud total (Lt)	25 m				
Ancho de la masa desplazada (Wd)	17 m	Longitud línea Central (Lcl)	27 m				
Longitud de la masa desplazada (Ld)	22 m	Área (m2)	5125.73 m2				
Longitud de la superficie sw rotura (Lr)	20 m	Perímetro (m)	284.20 m				



Mapa de zonificación geotécnico del proyecto de vivienda de interés social "09 de Junio" ubicado en el barrio Menfis Alto en el cantón y provincia de Loja.



Mapa de zonificación geotécnico del proyecto de vivienda de interés social "09 de Junio" ubicado en el barrio Menfis Alto en el cantón y provincia de Loja.							
LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA							
N° de movimiento en masa	FD-HR-01	COORDENADAS	PROYECCIÓN	UTM WGS84 Zona 17S	DIVISION POLITICA	Provincia	Loja
Fecha	14/1/2023		X	696237		Cantón	Loja
Nombre del encuestador	Henry Ruiz Escovar		Y	9557257		Parroquia	Sucre
			Z	2249		Barrio	Menfis Alto
DESCRIPCIÓN DE LOS FRM (FENOMENOS EN REMOCIÓN EN MASA)							
CLASIFICACIÓN DEL MOVIMIENTO							
ESTADO	ESTILO	DISTRIBUCIÓN	TIPO DE MOVIMIENTO	HUMEDAD DEL SUELO	MATERIAL	VELOCIDAD	
Activo ()	Completo ()	Retrogresivo ()	Deslizamiento rotacional (X)	Seco ()	Cantos ()	Extr. Rápido (>5m/s) ()	
Reactivado ()	Compuesto ()	Avanzado ()	Deslizamiento Traslacional ()	Húmedo (X)	Arcilla (X)	Rápido (>1.8 m/h) ()	
Suspendido ()	Múltiple ()	Ensanchado ()	Deslizamiento Compuesto ()	Muy Húmedo ()	Fino ()	Lento (>1.6 m/año) ()	
Latente (X)	Sucesivo ()	Confinado ()		Mojado ()	M.O. ()	Extr. Lento (<16mm/año) (X)	
Abandonado ()	Único ()	Creciente (X)	COBERTURA Y USO DEL SUELO				
Estabilizado ()	Enjambre ()	Decreciente ()	TIPO DE COBERTURA	Veg. Herbacea (X) Bosque/Selva () Matorrales () Cultivos () Sin cobertura ()			
Relicto ()	Sencillo (X)	Progresivo ()	TIPO DE SUELO	Ganadería (X) Area Protegida () Zona arqueológica () Vivienda () Vías () Minería ()			
FACTORES CONDICIONANTES Y DETONANTES	Material plástico débil (X) Material meteorizado físicamente () Material meteorizado químicamente () Material fallado por corte () Erosión superficial (X) Material fisurado o agrietado (X) Meteorización por expansión/contracción () Deforestación o ausencia de vegetación (X) Viento (X) Lluvias (X) Sismo () Movimiento Tectónico () Erupción Volcánica () Modificación del talud () Disposición deficiente de estériles/escombros ()						
DAÑO	Leve ()	Moderado ()	Severo (X)	Destrucción Total ()	REGISTRO FOTOGRÁFICO		
DIMENSIONES							
Ancho de la superficie de ruptura (Wr)	15.5 m	Longitud total (Lt)	25 m				
Ancho de la masa desplazada (Wd)	17 m	Longitud línea Central (Lcl)	27 m				
Longitud de la masa desplazada (Ld)	22 m	Área (m2)	5125.73 m2				
Longitud de la superficie sw rotura (Lr)	20 m	Perímetro (m)	284.20 m				



Anexo 8. Mapa geológico del proyecto de vivienda "09 de Junio".

(Ubicado en el CD-R nro. 1)



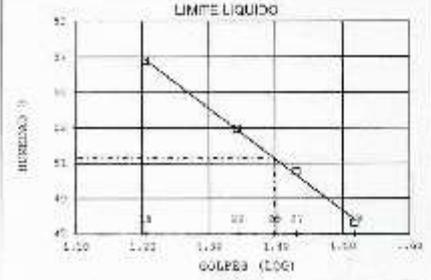
Anexo 9. Resultados de Laboratorio de los ensayos SPT.



ESTSUELCON CIA. LTDA.
ESTUDIO DE SUELOS, ANÁLISIS, OBRAS DE CONSTRUCCIÓN Y CONSULTORÍA

ENSAYOS DE CLASIFICACIÓN
AUTOM 02487-ARREANO 3252 - 1487

PROYECTO Mapa de zonificación geotécnica del proyecto de vivienda de interés social "09 de junio" ubicado en el barrio Menfis Alto en el cantón y provincia de Loja.								
OBRA : ESTUDIO GEOLÓGICO - GEOTÉCNICO								
UBICACIÓN : PARROQUIA SUCUM, CANTÓN LOJA, PROVINCIA DE LOJA.								
OPERADOR : HENRY ROJAS ESCOBAR MUESTRA : 1 - SPT 1								
FECHA : FEBRERO 2022 PROFUNDIDAD : 1.00 m								
		CONTEO	M. HUECO (gr)	M. RECO (gr)	M. CAPS (gr)	W %	RESULTADOS	
1.- CONTEO DE IMPULSIONES		56.25	57.80	18.85	27.29		27.01	
		74.71	65.01	19.11	26.85			
2.- LÍMITE LIQUIDO		33	22.27	21.88	19.70	41.69		
		27	24.13	22.22	18.44	40.59	61.57	
		22	24.16	22.48	19.33	32.66		
		18	24.10	22.2	18.85	26.76		
3.- COEFICIENTE DE FLUJOS		25.47	25.05	27.51	26.60		26.48	
		31.13	30.62	18.57	20.15			
4.- GRANULOMETRÍA		5.- CLASIFICACIÓN						
PRGO INICIAL DE CÁLCULO:		223.42 gr						
LÍMITE	ESO R (gr)	% R.L.	6 POSA					
0.75"	0.00	0.00	100					
1"	0.00	0.00	100					
1.25"	0.00	0.00	100					
1.5"	0.00	0.00	100					
1.75"	0.00	0.00	100					
No. 4	0.00	0.00	100					
No. 10	5.13	2.29	97					
No. 40	0.29	0.13	92					
No. 200	0.22	0.10	81					
COLOR	UNDO							
				CLASIFICACIÓN:				
				SUCS = CH1				
				Arena de alta plasticidad con arena				
				GRUPO = A-7-6 (U)				
				Suelo arcilloso				
				Regular a Firme				





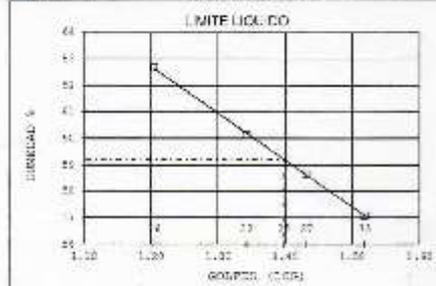
TEL: 072613695. CEL: 093883061. COR: 02132. 0682033181 Email: estsuelcon@guano.net



ESTSUELCON CIA. LTDA.
 ESTUDIOS DE SUELOS, LABORATORIO, CONSTRUCCIONES Y CONSULTORIA

ENSAYOS DE CLASIFICACIÓN
 ASPI 01407-AGOSTO 2023 - 2007

PROYECTO	Mapa de zonificación geotécnica del proyecto de vivienda de interés social "09 de Junio" ubicado en el barrio Menfis Alto en el cantón y provincia de Loja.					
OBRA	ESTUDIO GEOLÓGICO - GEOTÉCNICO					
UBICACIÓN	PARROQUIA SUCRE, CANTÓN LOJA, PROVINCIA DE LOJA.					
OPERADOR	HENRY RUIZ ESCOBAR	PROYECTA : NPI 1				
FECHA	FEBRERO 2023	PROFUNDIDAD : 2.00 m				
	COLPES	A 30.00	A 60.00	A 90.00	W %	RESULTADO
1.- CONTENIDO HUMEDAD		70.00	59.10	18.57	26.13	27.02
		61.02	11.96	19.12	27.02	
2.- LÍMITE LÍQUIDO	33	22.75	20.90	19.50	57.08	
	27	24.75	22.15	19.70	58.67	58.2
	23	24.45	22.42	19.11	60.12	
	18	24.40	22.17	18.50	62.87	
3.- LÍMITE PLÁSTICO		20.03	20.12	16.31	33.85	33.74
		21.29	20.50	19.56	33.85	
4.- GRANULOMETRÍA	5.- CLASIFICACIÓN.-					
PESO ORIGINAL DE CÁLCULO:	50.00 g					
CALIBRE	ESD B (mm)	% R.R.	% PASA	GRAVA= 0.36 % ARENA= 70.67 % FINO= 70.67 % LL = 59.00 % LP = 34.00 % PI = 25.00 % CL = 2.89 % CC = 0.54 %		
1.18"	0.075	0.30	100	CLASIFICACIÓN: SCS = MH Límite plástico por arena ASCTO= A-7-5 Te 0 Suelo arcilloso Regular a pobre		
"	0.075	0.30	100			
1/4"	0.075	0.30	100			
1/2"	0.075	0.30	100			
3/8"	0.075	0.30	100			
No. 4	4.75	0.36	100			
No. 10	2.00	0.60	97			
No. 40	0.425	0.91	53			
No. 200	0.075	29.13	71			
COLOR	CAFE AMONIAZO					





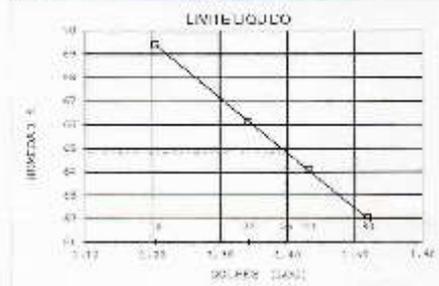
ESTSUELCON CIA. LTDA.

ESTUDIO DE SUELOS, INGENIERIA DE CONSTRUCCIONES Y CONSULTORIA

ENSAYOS DE CLASIFICACIÓN

ACTA 00487-AAR/VI 2022 - 2487

PROYECTO:	Mapa de zonificación geotécnica del proyecto de vivienda de interés social "09 de junio" ubicado en el barrio Menfis Alto en el cantón y provincia de Loja.				
OBRA:	ESTUDIO GEOLOGICO - GEOTECNICO				
UBICACIÓN:	PARROQUIA NUBRU, CANTÓN LOJA, PROVINCIA DE LOJA.				
OPERADOR:	GENY MORA ESCOBAR	NUMERO:	1 - 587 0		
FECHA:	FEBRERO 2022	COORDINADAS:	3.00 W		
	GRANOS	M. M. (gr)	M. M. (gr)	M. CAPN (gr)	A. %
1.- CONTENIDO HUMIDIDAD		55.18	54.5	19.10	29.62
		58.89	57.48	18.52	29.07
2.- LIX. LIQUIDO	23	23.10	21.60	19.10	12.00
	27	22.46	20.90	18.79	14.09
	29	22.90	20.20	18.18	16.12
	19	22.57	20.10	18.94	19.40
3.- LIMITE PLASTICO		29.88	21.40	18.06	26.76
		25.22	21.42	19.16	25.10
4.- GRANULOMETRIA	5.- CLASIFICACION				
PROB. INICIAL DE CALCULO:	100.00 gr				
TAMAO	ESP. R. (gr)	% P.A.	% P.S.A.		
1 1/2"	0.00	0.00	100	GRAMA= 0.00 %	
1"	0.00	0.00	100	ARENA= 18.10 %	
3/4"	0.00	0.00	100	FINOS= 81.90 %	
1/2"	0.00	0.00	100	LL = 65.00 %	
3/8"	0.00	0.00	100	LP = 38.00 %	
No. 6	0.00	0.00	100	CP = 29.00 %	
No. 10	0.00	0.00	98	CU = 19.72	
No. 40	14.12	11.02	89	OC = 9.68	
No. 200	8.18	6.18	84	DISTRIBUCION:	
NO. DE	TAM. CUADRO				
				LÍNEA = MH	
				LÍNEA albetica con arena	
				MUESTRO N°=1 TG 10	
				Cuellos: regular	
				Regular = Rubro	

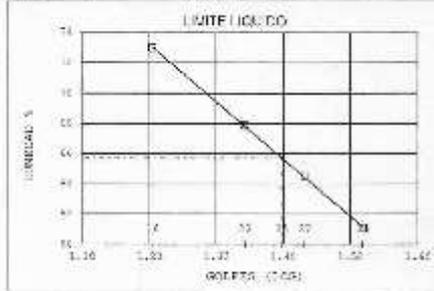




ESTSUELCON CIA. LTDA.
ESTUDIOS TÉCNICOS, LABORATORIO, CONSTRUCCIÓN Y CONSULTORÍA

ENSAYOS DE CLASIFICACIÓN
Lote: 02487-ANEXO 1002 - 0107

PROYECTO	Mapa de zonificación geotécnica del proyecto de vivienda de interés social "09 de Junio" ubicado en el barrio Menfis Alto en el cantón y provincia de Loja.					
OBRA	: ESPALDA DE ACEROS - CONCRETO					
UBICACIÓN	: PARROQUIA SUCRE, CANTÓN LOJA, PROVINCIA DE LOJA.					
OPERADOR	: HENRY RUIZ ESCOBAR EMPRESA: S.P.A.					
FECHA	: FEBRERO 2023 PROFUNDIDAD: 0.30 M.					
	MOJER	A 80. (40)	A 100. (50)	A 150. (75)	W %	RESULTADO
1.- CONTENIDO HUMEDAD		64.27	53.26	28.60	31.71	21.00
		61.02	50.87	28.45	31.92	
2.- LÍM. LIQUIDO	0.2	24.94	21.00	10.29	61.00	
	2.7	24.96	21.86	19.10	60.00	(65.7)
	2.8	24.02	21.78	19.48	67.88	
	2.8	24.94	21.85	19.59	72.07	
3.- LÍM. PLASTICO	32.25	20.19	18.55	18.05	24.82	
	21.51	20.60	18.09	20.98		
4.- GRANULOMETRÍA	5.- CLASIFICACIÓN.-					
ESCO INICIAL DE CÁLCULO:	80.00 gr					
TAMIZ	ESQ. P. (gr)	% P.A.	% PASA	GRAVA= 0.56 %		
1.180*	0.00	0.00	100	ARENA= 99.90 %		
1*	0.00	0.00	100	FINES= 28.16 %		
1/4*	0.00	0.00	100	LÍM. = 68.00 %		
1/2*	0.00	0.00	100	LÍM. = 39.00 %		
3/8*	0.00	0.00	100	LÍM. = 31.00 %		
No. 4	2.60	1.86	98	LÍM. = 20.41		
No. 10	17.86	14.31	86	CC = 0.74		
No. 40	26.32	32.01	67	CLASIFICACIÓN:		
No. 200	11.46	40.84	59	ARCOS = MH		
COLORES	: CAJAS OSCURAS					
	Limo plástico arenoso					
	ASPECTO = A-1-3 10-2					
	Suelo arcilloso					
	Regular a pobre					

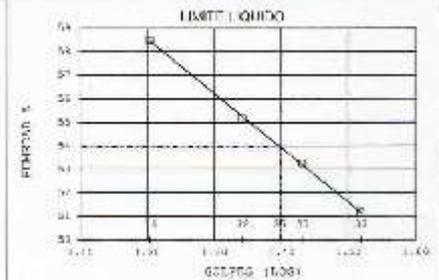




ESTSUELCON CIA. LTDA.
ESTUDIO DE FUELAS, LABORATORIO, CONSTRUCCIÓN Y CONSULTORIA

ENSAYOS DE CLASIFICACIÓN
ASIS: D2487-ANEXO 1291 - 2407

PROYECTO:	Mapa de zonificación geotécnica del proyecto de vivienda de interés social "09 de Junio" ubicado en el barrio Menfis Alto en el cantón y provincia de Loja.					
OBJETIVO:	ESTUDIO GEOTÉCNICO - ESTACIONES					
UBICACIÓN:	PARAGUAINA SUCCA, CANTÓN LOJA, PROVINCIA DE LOJA.					
OPERADOR:	HENRY SCIE ESCOBAR	FORMA:	0.91 2			
FECHA:	FEBRERO 2025	PROFUNDIDAD:	1.00 m			
	WUMES	A UN. (g)	W-LIQUO (g)	X CMES (g)	W %	RESULTADOS
1.- CONTEO HUMEDAD	62.75	50.88	10.02	18.06	32.04	
	59.70	52.33	19.02	22.13		
2.- LÍMITE LÍQUIDO	33	23.30	21.43	18.07	51.16	
	29	20.14	19.16	17.32	53.24	
	22	22.57	23.81	17.90	55.10	
	16	24.93	25.39	18.52	58.68	
3.- LÍMITE PLÁSTICO	29.00	21.30	22.00	33.33	21.84	
	21.25	20.70	19.50	32.35		
4.- GRANULOMETRÍA			5.- CLASIFICACIÓN.-			
DESO INICIAL DE CÁLCULO:			GR50µ = 29.32 % AR50µ = 42.17 % FINOS = 32.51 % LD = 15.00 % LP = 23.00 % IP = 258.45 LL = 7.76			
TAMIZ	UNIDAD (g)	% S.A.	% PASA	CLASIFICACIÓN:		
75µ	0.00	0.00	100	SUCS = SM Arena limosa con grava ALCANTARAL = 3-2-1 Grava o Arena limosa o arcillosa Expansiva a Baja		
150µ	0.00	0.00	100			
300µ	26.25	11.83	88			
600µ	8.51	12.43	84			
750µ	4.45	17.87	82			
No. 4	16.00	25.35	75			
No. 10	16.12	32.75	67			
No. 40	41.73	53.00	47			
No. 200	32.01	67.49	33			
COLOC:	SAFE NORMALIZADO					

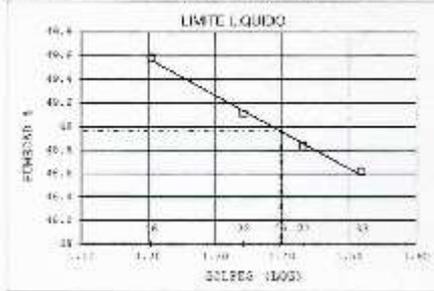




ESTSUELCON C.A. LTDA.
 ESTUDIO DE SERVICIOS LABORATORIO DE CONSTRUCCIÓN Y CONSTRUCCIÓN

ENSAYOS DE CLASIFICACIÓN
 ASESORÍA 02487-ARRIETO 3382 - 2487

PROYECTO:	Mapa de zonificación geotécnico del proyecto de vivienda de interés social "09 de junio" ubicado en el barrio Menfis Alto en el cantón y provincia de Loja.				
OBRA:	+ ESTADO PROYECTIVO - DEFINITIVO				
UBICACIÓN:	Parroquia Sucre, Cantón Loja, Provincia de Loja.				
OPERADOR:	HEINDE ROJA ESCOBAR	MUESTRA:	SPT 2		
FECHA:	+ FEBRERO 2013		DESCRIPCIÓN:	S.C.P.D	
	WELLS	M (mm)	N (mm)	M (mm)	W (%)
1.- CONTENIDO HUMEDAD	54.72	47.16	18.44	25.32	28.55
	19.64	68.65	27.5	27.78	
2.- LIM. LIQUIDO	32	24.46	22.52	14.51	48.43
	27	28.00	20.56	18.72	48.89
	23	28.28	23.83	18.73	46.11
	26	25.47	21.63	8.10	40.55
3.- LIMITE PLASTICO	21.16	20.86	19.20	22.55	23.45
	23.18	22.39	19.14	24.31	
4.- GRANULOMETRÍA	5.- CLASIFICACIÓN:				
PESO INICIAL DE CÁLCULO:	294.77 gr				
TAMIZ	NO. H. (gr)	% P.A.	% PASA		
1/2"	0.00	0.00	100	GRANULOMETRÍA:	
1"	0.00	0.00	100	GRANULOMETRÍA:	
3/4"	0.00	0.00	100	GRANULOMETRÍA:	
1/2"	0.00	0.00	100	GRANULOMETRÍA:	
3/8"	0.00	0.00	100	GRANULOMETRÍA:	
No. 4	0.00	0.00	100	GRANULOMETRÍA:	
No. 10	1.10	0.61	99	GRANULOMETRÍA:	
No. 40	7.49	4.81	95	GRANULOMETRÍA:	
No. 200	28.67	20.60	75	GRANULOMETRÍA:	
COLECC:	CAFÉ ARRIETO 3382				
				CLASIFICACIÓN:	
				GRAN = CL	
				Arcilla de baja plasticidad con arena	
				USHCO: 3-7-6 39 13	
				Ene de arenillosos	
				según el Norm	





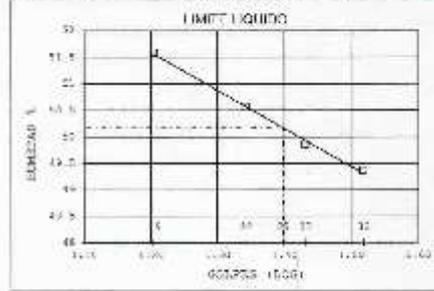
ESTSUELCON CIA. LTDA.

ESTUDIOS DE TERRENO, LABORATORIO, CONSTRUCCIÓN Y CONSULTORIA

ENSAYOS DE CLASIFICACIÓN

ASPC 02487-MARZO 1997 - 2007

PROYECTO:	Mapa de zonificación geotécnica del proyecto de vivienda de interés social "09 de Junio" ubicado en el barrio Menfis Alto en el cantón y provincia de Loja.				
GRUPO:	PROYECTO INMOBILIARIO - RESIDENCIAL				
UBICACIÓN:	PARQUELA BUENA, CANTÓN LOJA, PROVINCIA DE LOJA.				
OPERARIO:	HERNANDEZ ESCOBAR	MUESTRA: 1-141-3			
FECHA:	FEBRERO 2025	PROFUNDIDAD: 6.30 m			
	GOLPES x UN. (4g)	x 200g (2g)	x 400g (2g)	x 1	RESUMIDOS
1.- CONTENIDO HUMEDAD	85.82	70.45	27.28	26.90	38.78
	70.85	59.16	18.71	26.71	
2.- LIM. LIQUIDO	32	21.14	36.39	16.97	48.36
	27	23.28	21.59	10.27	48.85
	22	23.89	21.90	15.56	50.56
	6	25.53	25.25	18.83	51.26
3.- LIMITE ELASTICO	21.56	22.17	16.72	33.18	19.34
	21.82	21.19	16.57	27.92	
4.- GRANULOMETRIA	5.- CLASIFICACION.-				
PESO INDICIA DE CALCULO:		GRAVA= 0.00 %			
TABLA		ARENA= 9.08 %			
UNO II (g)	% PASA	FINOS= 90.92 %			
1. 75"	0.00	L5 = 19.50 %			
1"	0.00	L20 = 31.30 %			
3/8"	0.00	L40 = 14.42 %			
1/2"	0.00	L60 = 0.25 %			
3/4"	0.00	CLASIFICACION:			
No. 4	0.00	SUCS = MFI			
No. 10	0.00	Limo elástico con arena			
No. 40	0.00	ALFUO = A-1-U			
No. 200	26.48	Suelo arcilloso			
COCCO	CAFE AMELENADO	Regular a Pobre			

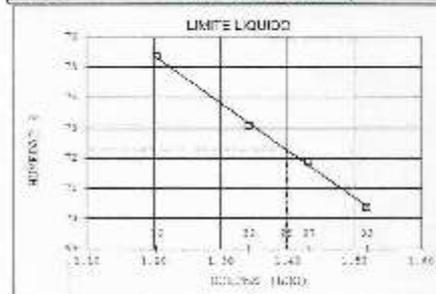




ESTSUELCON CIA. LTDA.
ESTUDIO GEOLÓGICO, LABORATORIO DE CONSTRUCCIÓN Y CONSULTORIA

ENSAYOS DE CLASIFICACIÓN
(NORMAS ASTM - AASHTO 1982 - 2007)

PROYECTO: Mapa de zonificación geotécnico del proyecto de vivienda de interés social "09 de Junio" ubicada en el barrio Menfis Alto en el cantón y provincia de Loja.																																																						
OBRA: ESTUDIO GEOLÓGICO - GEOTÉCNICO																																																						
UBICACIÓN: PARROQUIA SUORE, CANTÓN LOJA, PROVINCIA DE LOJA.																																																						
OPERADOR: HENRY RUIZ ESCOBAR MUESTRA: 400.5																																																						
FECHA: 17 FEBRERO 2023 PROFUNDIDAD: 1.00 m																																																						
	COLORES	M HUM. (%)	M SECO (g)	M CAPS (g)	w (%)	RESULTADOS																																																
1.- CONTENIDO HUMEDAD		49.15	42.80	19.01	29.46	27.44																																																
		52.87	45.04	17.21	29.29																																																	
2.- LIM. LIQUIDO	35	22.00	20.56	18.15	70.37																																																	
	25	35.88	30.35	27.45	70.87	72.26																																																
	20	31.30	28.63	27.23	70.66																																																	
	15	21.61	20.13	17.90	70.24																																																	
3.- LIMITE PLASTICO		21.35	23.78	18.14	40.53	28.66																																																
		23.88	20.24	18.33	38.79																																																	
4.- GRANULOMETRÍA	5.- CLASIFICACION.-																																																					
<table border="1"> <tr> <td>GRMS-</td> <td>0.15</td> <td>%</td> </tr> <tr> <td>AR+MS-</td> <td>10.60</td> <td>%</td> </tr> <tr> <td>FUND-</td> <td>68.31</td> <td>%</td> </tr> <tr> <td>LL -</td> <td>72.00</td> <td>%</td> </tr> <tr> <td>LP -</td> <td>40.00</td> <td>%</td> </tr> <tr> <td>IP -</td> <td>12.00</td> <td>%</td> </tr> <tr> <td>WU</td> <td>11.25</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Wp</td> <td>2.62</td> <td></td> </tr> </table>							GRMS-	0.15	%	AR+MS-	10.60	%	FUND-	68.31	%	LL -	72.00	%	LP -	40.00	%	IP -	12.00	%	WU	11.25		Wp	2.62																									
GRMS-	0.15	%																																																				
AR+MS-	10.60	%																																																				
FUND-	68.31	%																																																				
LL -	72.00	%																																																				
LP -	40.00	%																																																				
IP -	12.00	%																																																				
WU	11.25																																																					
Wp	2.62																																																					
<table border="1"> <tr> <td colspan="4">MUESTRA DE CLASIFICACION</td> </tr> <tr> <td>TAMIZ</td> <td>ESO B. (G)</td> <td>% P.A.</td> <td>% PASA</td> </tr> <tr> <td>1.18"</td> <td>0.00</td> <td>0.00</td> <td>100</td> </tr> <tr> <td>1.4</td> <td>0.00</td> <td>0.00</td> <td>100</td> </tr> <tr> <td>2.0"</td> <td>0.00</td> <td>0.00</td> <td>100</td> </tr> <tr> <td>2.5"</td> <td>0.00</td> <td>0.00</td> <td>100</td> </tr> <tr> <td>4.75</td> <td>0.18</td> <td>0.19</td> <td>100</td> </tr> <tr> <td>7.5</td> <td>1.58</td> <td>0.58</td> <td>95</td> </tr> <tr> <td>15</td> <td>4.75</td> <td>3.40</td> <td>97</td> </tr> <tr> <td>30</td> <td>7.58</td> <td>10.19</td> <td>89</td> </tr> <tr> <td>60</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>100</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table>							MUESTRA DE CLASIFICACION				TAMIZ	ESO B. (G)	% P.A.	% PASA	1.18"	0.00	0.00	100	1.4	0.00	0.00	100	2.0"	0.00	0.00	100	2.5"	0.00	0.00	100	4.75	0.18	0.19	100	7.5	1.58	0.58	95	15	4.75	3.40	97	30	7.58	10.19	89	60				100			
MUESTRA DE CLASIFICACION																																																						
TAMIZ	ESO B. (G)	% P.A.	% PASA																																																			
1.18"	0.00	0.00	100																																																			
1.4	0.00	0.00	100																																																			
2.0"	0.00	0.00	100																																																			
2.5"	0.00	0.00	100																																																			
4.75	0.18	0.19	100																																																			
7.5	1.58	0.58	95																																																			
15	4.75	3.40	97																																																			
30	7.58	10.19	89																																																			
60																																																						
100																																																						
<table border="1"> <tr> <td colspan="2">CLASIFICACION:</td> </tr> <tr> <td>SOCS</td> <td>MSH</td> </tr> <tr> <td colspan="2">Tipo de suelo</td> </tr> <tr> <td>GRANOS</td> <td>MSH</td> </tr> <tr> <td colspan="2">Suelos arcillosos</td> </tr> <tr> <td colspan="2">Regulios a Fecios</td> </tr> </table>							CLASIFICACION:		SOCS	MSH	Tipo de suelo		GRANOS	MSH	Suelos arcillosos		Regulios a Fecios																																					
CLASIFICACION:																																																						
SOCS	MSH																																																					
Tipo de suelo																																																						
GRANOS	MSH																																																					
Suelos arcillosos																																																						
Regulios a Fecios																																																						



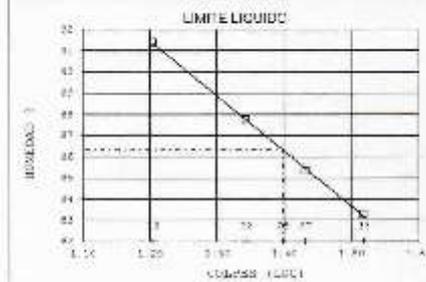


ESTSUELCON CIA. LTDA.
ESTUDIOS DE SUELOS, LABORATORIO, CONSTRUCCION Y OBRAS DE OBRAS

ENSAYOS DE CLASIFICACIÓN

ASPIR. 024677-AABR001 0283 - 0483

PROYECTO	Mapa de zonificación geotécnico del proyecto de vivienda de interés social "09 de junio" ubicado en el Barrio Menfis Alto en el cantón y provincia de Loja.				
OBRA	: ESTUDIO GEOLOGICO - GEOTECNICO				
UBICACIÓN	: PARROQUIA GUCSE, CANTÓN LOJA, PROVINCIA DE LOJA.				
OPERADOR	: EDYNY RIVERA ESCOBAR	MUESTRA	: SPT 3		
FECHA	: FEBRERO 2013		PROFUNDIDAD: 2.00 m		
	CONTEN. W (%)	W LIQ (%)	W PLAS (%)	W CARG (%)	RESULTADO
1.- CONTEN. HUMEDAD	68.81	57.35	37.47	30.66	30.66
	64.76	50.02	18.65	31.11	
2.- LIM. LIQUIDO	35	29.17	27.98	24.57	82.27
	37	34.56	21.53	18.52	85.53
	22	21.90	19.63	17.34	87.77
	24	22.42	19.51	17.47	91.39
3.- LIMITE PLASICO	21.58	20.60	18.60	30.45	37.65
	20.55	21.18	18.24	35.80	
4.- GRANULOMETRIA	5.- CLASIFICACION				
					GRAVA= 0.00 %
					ARENA= 5.31 %
					FINES= 94.67 %
					U0 = 88.02 %
					U2 = 58.00 %
					U6 = 49.00 %
					U10 = 4.16
					U20 = 3.53
					CLASIFICACION:
					SCU = 900
					Línea clásica
					ASBESTO = 2.1% 15.20
					Suelos arcillosos
					Regular a Pobre
UNIFORMIDAD	234.22				
TAMIZ	ESO S. (%)	% P.A.	% PASA		
1.182"	0.00	0.00	100		
1"	0.00	0.00	100		
3/4"	0.00	0.00	100		
1/2"	0.00	0.00	100		
3/8"	0.00	0.00	100		
No. 4	0.00	0.00	100		
No. 10	0.71	0.40	100		
No. 40	1.28	1.1	99		
No. 200	1.58	5.33	95		
NOTAS	DATO: ANEXOS 104				

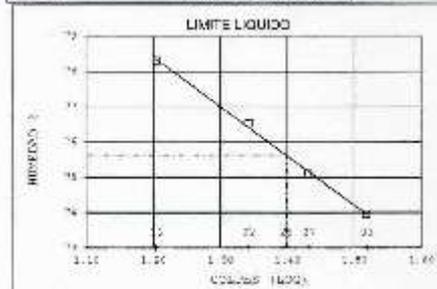




ESTSUELCON CIA. LTDA.
ESTUDIOS DE SUELOS, LABORATORIOS, INVESTIGACIONES Y CONSULTORÍA

ENSAYOS DE CLASIFICACIÓN
FORM. 7/410-PRB/10 02/07 24/07

PROYECTO: Mapa de zonificación geotécnico del proyecto de vivienda de interés social "09 de Junio" ubicado en el barrio Menfis Alto en el cantón y provincia de Loja.						
CORA: ESTUDIO GEOLOGICO - GEOTECNICO						
UBICACIÓN: PARAGUITA SUCRE, CANTÓN LOJA, PROVINCIA DE LOJA.						
OPERADOR: ENRIQUE ROLDAN ESCOBAR MUESTRA: SDI 3						
FECHA: FEBRERO 2023 PROFUNDIDAD: 0.30 m						
	CONTENIDO	X 20 (gr)	X 40 (gr)	X 60 (gr)	w (%)	REQUERIDO
1.- CONTENIDO HUMEDAD		59.99	47.02	40.55	36.16	38.32
		57.02	46.17	39.59	36.29	
2.- LIM. LIQUIDO	25	25.2	22.48	18.66	72.82	
	27	29.07	22.00	18.51	75.10	75.62
	28	31.45	19.54	17.34	76.67	
	28	28.35	21.29	18.00	79.26	
3.- LIMITE PLASTICO		20.62	19.70	18.58	26.70	26.50
		20.44	20.06	18.61	26.22	
4.- GRANULOMETRIA		5.- CLASIFICACION.-				
PESO (KNO) DE LOS CILINDROS		2542.4 gr				
TAMIZ	ESO R (gr)	% PASA	% RESEA			
1 1/2"	0.00	0.00	100	GRUPO 0.00 %		
1"	0.00	0.00	100	GRUPO 5.02 %		
3/4"	0.00	0.00	100	FINO 94.98 %		
1/2"	0.00	0.00	100	F ₁₅ = 76.00 %		
3/8"	0.00	0.00	100	I ₂₀ = 16.00 %		
3/16"	0.00	0.00	100	I ₄₀ = 10.00 %		
No. 4	0.00	0.00	100	U ₆₀ = 9.71		
No. 10	0.13	0.12	100	u ₁₀₀ = 0.82		
No. 40	1.94	0.88	99	CLASIFICACION:		
No. 200	6.12	0.24	99	SUOS = CEI		
COLAR		SUELO ARGILLOSO				
		Arcilla de alta plasticidad				
		GRUPO A-7-E 20.32				
		Suelos arcillosos				
		Regular a Pobre				



Ing. Ovidio Castillo C.
LABORATORIO 1411

ESTSUELCON
Ing. Ovidio Castillo



Anexo 10. Estudios de permeabilidad



"DELTA CIA. LTDA."
LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS

Cel: 0986335585
Cel: 0980080384

DETERMINACIÓN DE LA PERMEABILIDAD "K" EN SUELOS

PROYECTO:	MAPA DE ZONIFICACIÓN GEOTÉCNICO DEL PROYECTO DE VIVIENDA DE INTERÉS SOCIAL "09 DE JUNIO" UBICADO EN EL BARRIO MENFIS ALTO EN EL CANTÓN Y PROVINCIA DE LOJA	REALIZADO:	DELTA LABORATORIO
UBICACIÓN:	PROYECTO DE VIVIENDA DE INTERÉS SOCIAL 09 DE JUNIO	FECHA:	01/8/2024
SOLICITADO:	EGDO. HENRY VICENTE RUIZ ESCOBAR	PROFUNDIDAD:	1,00 m.

MUESTRA DE ENSAYO	Nº.1	Nº2	
ESPESOR DE AGUA ABSORBIDA (cm)	0,18	0,18	
TIEMPO DE ABSORCIÓN (h.)	1	1	
PERMEABILIDAD "K" (cm/h.)	0,18	0,18	

PERMEABILIDAD "K" (cm/h)	0,17
--------------------------	------

OBSERVACIONES: Estrato correspondiente a la muestra Nro. 1 una arcilla de alta plasticidad con arena, color café oscuro, del tipo "CH".

PABLO STALIN JIMENEZ VEGA
Firmado digitalmente por PABLO STALIN JIMENEZ VEGA
Fecha: 2024.08.01 09:30:20 -0500
ING. MSc. PABLO JIMÉNEZ VEGA
ESPECIALISTA GEOTÉCNICO



"DELTA CIA. LTDA."

Cel: 0986335585

Cel: 0980080384

LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS

DETERMINACIÓN DE LA PERMEABILIDAD "K" EN SUELOS

PROYECTO:	MAPA DE ZONIFICACIÓN GEOTÉCNICO DEL PROYECTO DE VIVIENDA DE INTERÉS SOCIAL "09 DE JUNIO" UBICADO EN EL BARRIO MENFIS ALTO EN EL CANTÓN Y PROVINCIA DE LOJA	REALIZADO:	DELTA LABORATORIO
UBICACIÓN:	PROYECTO DE VIVIENDA DE INTERES SOCIAL 09 DE JUNIO	FECHA:	01/8/2024
SOLICITADO:	EGOO. HENRY VICENTE RUIZ ESCOVAR	PROFUNDIDAD:	1,00 m.

MUESTRA DE ENSAYO	Nº.1	Nº.2	
ESPESOR DE AGUA ABSORBIDA (cm)	1,00	0,95	
TIEMPO DE ABSORCIÓN (h.)	1	1	
PERMEABILIDAD "K" (cm/h)	1,00	0,95	

PERMEABILIDAD "K" (cm/h)	0,98
--------------------------	------

OBSERVACIONES: Estrato correspondiente a la muestra Nro. 2 una arcilla de media plasticidad arenosa, color crema, del tipo "CL".

PABLO STALIN JIMENEZ VEGA
 Firmado digitalmente por PABLO STALIN JIMENEZ VEGA
 Fecha: 2024.08.01 09:50:20 -05'00'
 ING. MSc. PABLO JIMÉNEZ VEGA
 ESPECIALISTA GEOTÉCNICO



"DELTA CIA. LTDA."

Cel: 0986335585

Cel: 0980080384

LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS

DETERMINACIÓN DE LA PERMEABILIDAD "K" EN SUELOS

PROYECTO:	MAPA DE ZONIFICACIÓN GEOTÉCNICO DEL PROYECTO DE VIVIENDA DE INTERÉS SOCIAL "09 DE JUNIO" UBICADO EN EL BARRIO MENFIS ALTO EN EL CANTÓN Y PROVINCIA DE LOJA	REALIZADO:	DELTA LABORATORIO
UBICACIÓN:	PROYECTO DE VIVIENDA DE INTERES SOCIAL 09 DE JUNIO	FECHA:	01/8/2024
SOLICITADO:	EGGO. HENRY VICENTE RUIZ ESCOBAR	PROFUNDIDAD:	1,00 m.

MUESTRA DE ENSAYO	Nº.1	Nº2	
ESPESOR DE AGUA ABSORBIDA (cm)	1.70	1.68	
TIEMPO DE ABSORCIÓN (h.)	1	1	
PERMEABILIDAD "K" (cm/h)	1.70	1.68	

PERMEABILIDAD "K" (cm/h)	1.89
--------------------------	------

OBSERVACIONES: Estrato correspondiente a la muestra Nro. 3 una arcilla de media plasticidad arenosa, color crema, del tipo "CL".

PABLO STALIN JIMENEZ VEGA
 Firmado digitalmente por PABLO STALIN JIMENEZ VEGA
 Fecha: 2024.08.01 09:50:20 -05'00'
 ING. MSc. PABLO JIMÉNEZ VEGA
 ESPECIALISTA GEOTÉCNICO



Anexo 11. Resumen de datos geotécnicos en base a los ensayos SPT

Resumen SPT-1

	Límites de Atterberg					Granulometría			Clasificación		60	160	qulneta	qadmnet	σ _v	σ _v
	Prof.	. H.	. L.	. P.	. P.	SUCS	ASHTO	olpes	olpes	g/cm ²	g/cm ²	STROUD 1973	(OSAKI 1959)	((
POZO																
SPT 3		7.01	1	6	5	.00	8.85	1.15	H1	-7-6	4	19	.29	.10	.64	.70
		7.82	9	4	5	.36	8.77	0.87	H1	-7-5	4	9	.28	.43	2	.70
SPT 3		9.40	5	6	9	.00	6.18	3.82	H1	-7-5	4	7	.05	.35	1	.70
SPT 3		1.82	6	5	1	.81	9.16	9.16	H1	-7-5	8	0	.36	.79	4	.70

Nota: obtenido de ESTSUELCON. Modificado por El Autor, (2023)



Resumen SPT-2

	Límites de Atterberg				Granulometría			Clasificación		q ₆₀	q ₁₆₀	q _{ultneta}	q _{admneteta}	q _{STROUD 1973}	q _(OSAKI 1959)
	Prof	.H.	.L.	.P.	.P.			UCS	ASHTO	olpes	olpes	g/cm ²	g/cm ²	Kg/cm ²	T/m ³
POZO								A				F	K		
	0.09	4	3	1	5.32	2.17	2.51	M	-7-7			.80	.60		6 .90
SPT 3								A				7	2		
	2.17	5	8	7	.00	.67	4.33	H1	-7-5	6	4	.65	.55		8 .70
SPT 3								A				1	3		
	6.55	9	3	6	.00	0.99	9.01	L	-7-6	6	6	0.55	.52	.05	1 .70
SPT 3								A				2	7		
	6.75	0	1	0	.00	9.08	0.92	H1	-7-5	7	6	2.95	.65		4 .70

Nota: obtenido de ESTSUELCON. Modificado por El Autor, (2023)



Resumen SPT-3

	Límites de Atterberg				Granulometría			Clasificación		q ₆₀	q ₁₆₀	ρ _{ultmeta}	ρ _{admmeta}	σ _{STROUD 1973}	σ _(OSAKI 1959)	
	Prof	.H.	.L.	.P.	.P.			UCS	ASHTO	olpes	olpes	g/cm ²	g/cm ²	Kg/cm ²	T/m ³	
POZO								A				k	K			
												3	1			
		7.49	2	0	3	.19	0.6	9.21	H1	-7-5	2	6	.60	.20	0	.70
SPT 3								A				4	1			
		0.98	6	8	9	.00	.33	4.67	H1	-7-5	4	8	.05	.35	1	.70
								A				1	0			
	8.22	6	7	9	.00	.02	4.98	H1	-7-6			.73	.58	.34	.80	
								A				1	0			
	8.22	6	7	9	.00	.02	4.98	H1	-7-6		0	.96	.65	.38	.80	

Nota: obtenido de ESTSUELCON. Modificado por El Autor, (2023)



Resumen SPT-4

	Límites de Atterberg				Granulometría			Clasificación		c		q		f		
	Prof	. H.	. L.	. P.	. P.	60	160	ultneta	admneteta	STROUD	(OSAKI					
						olpes	olpes	g/cm ²	g/cm ²	Kg/cm ²	T/m ³)					
POZO																
SPT 4	3.54	2	4.81	7.19	.04	.09	1.87	H	-7-6	6	1	.63	.21	.71	2.7	.80
	2.78	0	1.5	8.5	.62	1.75	6.63	H	-7-6	6	1	.63	.21	.71	2.7	.80
	2.19	6	9.74	6.26	.85	5.09	4.06	L	-6	2	6	.01	.67	.98	5.9	.80
	4.25	1.5	2.13	9.37	.04	.73	2.23	H	-7-6	0	4	.21	.07	.79	3.3	.80
	2.65	0	0.88	9.12		.55	1.45	H	-7-6	7	8	0.78	.59	.10	5.6	.80
	3.15	4.5	1.73	2.77		9.32	0.68	L	-6	1	0	.42	.14	.83	3.6	.80
	6.16	0.5	8.25	2.25	.25	.56	0.19	H	-7-8	6	3	.32	.77	.62	1.9	.80
5.11	5	8.53	6.47		9.04	0.96	L	-7-9	9	7	.38	.46	.85	4.5	.80	
5.97	5	0.86	4.14		5.39	4.61	H	-7-10	1	5	.23	.41	.41	0.0	.80	



Resumen SPT-6

POZO	Límites de Atterberg				Granulometría			Clasificación		c _{ultneta}	q _{admnet}	c _{STRO}	q _{UD}	c _{OSA}	q _{KI}	
	rof	. H.	. L.	. P.	. P.	UCS	ASHTO	60	160							
POZO							A			F	K					
								olpes	olpes	g/cm ²	g/cm ²	Kg/cm ²			T/m3)	
							A			1	0					
	7.68	6	1.41	4.59	.07	5.91	4.02	L	-6		.56	.52	.30	6.6	.75	
SPT 6							A			1	0					
	6	6	4.19	1.81	.02	3.17	6.81	L	-6	0	.73	.58	.34	7.2	.75	
								A			2	0				
3.27	9	3.83	5.17		6.34	3.66	L	-6	0	2	.25	.75	.44	9.0	.75	
SPT 6							A				2	0				
	3.62	8	6.59	1.41		3.43	6.57	L	-6	1	2	.55	.85	.50	9.9	.75
								A				1	3			
3.25	7.5	4.02	3.48		4.91	5.09	L	-6	2	4	1.95	.98	.33	7.2	.80	
SPT 6							A					1	3			
	6.02	1	5.35	5.65		.7	0.3	H	-7-6	9	8	1.39	.80	.22	6.4	.80
SPT 6							A						1	4		
	6.23	0.5	7.84	2.66		0.1	9.9	H	-7-6	4	0	2.48	.16	.43	7.9	.80

Nota: obtenido de NOVACON. Modificado por El Autor, (2023)



Resumen SPT-7

POZO	Límites de Atterberg				Granulometría			Clasificación		60	160	c _{ultneta}	q _{admnet}	c _{STRO}	q _{UD}	c _{OSA}	KI
	rof	. H.	. L.	. P.	. P.	UCS	ASHTO	olpes	olpes								
POZO									A			F	K				
SPT 7	7.72	0.5	8.12	2.38	.03	0.35	9.62	H	-7-6	1	4	.42	.81	.47	9.5	.75	
	9.76	0	5.49	4.51	.49	0.9	8.61	H	-7-6	2	6	.77	.92	.54	0.5	.80	
	1.14	2	2.66	9.34		0.57	9.43	H	-7-6	0	2	.25	.75	.44	9.0	.75	
	2.59	3	0.17	2.83		.79	0.21	H	-7-6			.76	.59	.34	7.4	.75	
	1.34	1	0.83	0.17		6.06	3.94	H	-7-6	5	6	.68	.89	.11	7.2	.80	
	3.05	8.5	7.82	0.68	.12	.64	1.24	L	-6	4	3	.48	.83	.07	6.8	.80	
	2.18	7.5	2.08	5.42	.49	.86	1.65	L	-6	5	2	.10	.70	.58	1.5	.80	

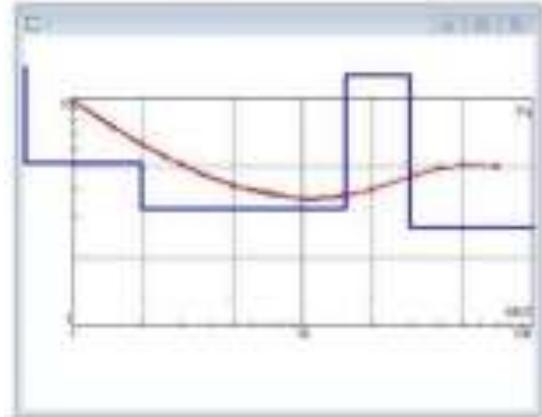
Nota: obtenido de NOVACON. Modificado por El Autor, (2023)



Anexo 12. Datos de campo y curvas de resistividad de los ensayos SEV's

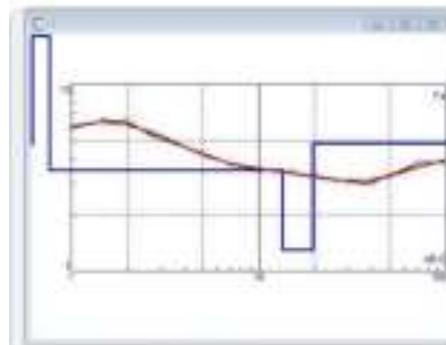
SEV 1

AB/2	MN/2	K	$\Delta v/l$	ρ_a
1	0.5	2.36	4.138	9.75
1.5	0.5	6.28	1.1775	7.40
2	0.5	11.78	0.53477	6.30
2.5	0.5	18.85	0.2892	5.45
2.5	1	8.25	0.81583	6.73
3	0.5	27.5	0.16383	4.50
3	1	12.6	0.41235	5.18
5	1	37.7	0.10925	4.12
7	1	75.4	0.051234	3.86
10	1	155.5	0.023506	3.66
10	2.5	58.9	0.059934	3.53
15	1	351.9	0.01079	3.80
15	2.5	137.4	0.026425	3.63
20	2.5	247.4	0.015549	3.85
20	10	47.1	0.093326	4.40
30	2.5	561.6	0.00758	4.26
30	10	125.7	0.036091	4.54
40	10	235.6	0.020242	4.77
50	10	377.0	0.013459	5.07
70	10	754.0	0.006635	5.00
100	10	1555.1		
150	10	3518.6		
200	10	6267.5		
350	10	19226.5		



SEV 2

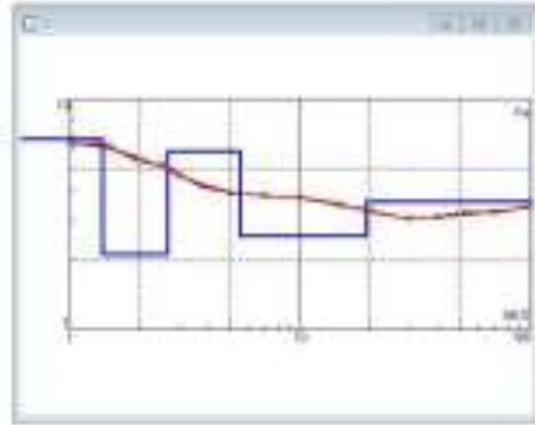
AB/2	MN/2	K	$\Delta v/l$	ρ_a
1	0.5	2.36	2.498	5.89
1.5	0.5	6.28	1.0245	6.44
2	0.5	11.78	0.54339	6.40
2.5	0.5	18.85	0.2966	5.59
2.5	1	8.25	0.69669	5.75
3	0.5	27.5	0.18679	5.13
3	1	12.6	0.41938	5.27
5	1	37.7	0.11742	4.43
7	1	75.4	0.051305	3.87
10	1	155.5	0.023248	3.62
10	2.5	58.9	0.059067	3.48
15	1	351.9	0.009968	3.51
15	2.5	137.4	0.024063	3.31
20	2.5	247.4	0.013401	3.32
20	10	47.1	0.072536	3.42
30	2.5	561.6	0.006272	3.52
30	10	125.7	0.023975	3.01
40	10	235.6	0.012496	2.94
50	10	377.0	0.008618	3.25
70	10	754.0	0.005007	3.78
100	10	1555.1	0.002467	3.84
150	10	3518.6		
200	10	6267.5		
350	10	19226.5		





SEV 3

AB/2	MN/2	K	$\Delta v/i$	ρ_a
1	0.5	2.36	2.751	6.48
1.5	0.5	6.28	1.0110	6.35
2	0.5	11.78	0.46683	5.50
2.5	0.5	18.85	0.2831	5.34
2.5	1	8.25	0.62586	5.16
3	0.5	27.5	0.17139	4.71
3	1	12.6	0.36502	4.59
5	1	37.7	0.1028	3.88
7	1	75.4	0.05008	3.78
10	1	155.5	0.023619	3.67
10	2.5	58.9	0.065131	3.84
15	1	351.9	0.009621	3.39
15	2.5	137.4	0.025704	3.53
20	2.5	247.4	0.013402	3.32
20	10	47.1	0.070401	3.32
30	2.5	561.6	0.005526	3.10
30	10	125.7	0.022697	2.85
40	10	235.6	0.013059	3.08
50	10	377.0	0.008515	3.21
70	10	754.0	0.004269	3.22
100	10	1555.1	0.002194	3.41
150	10	3518.6		
200	10	6267.5		
350	10	19226.5		





Anexo 13. *Mapa de Zonificación geotécnica del proyecto de vivienda "09 de Junio"*

(Ubicado en carpeta de archivos)



Anexo 14. Certificación de traducción del resumen

Loja, 15 de agosto del 2024

Lic. Anibal Roberto Escobar Valdivieso Certified English Teacher

CERTIFICA:

Que el documento aquí compuesto es fiel traducción del idioma español al idioma inglés, del resumen del trabajo de titulación " Mapa de zonificación geotécnico del proyecto de vivienda de interés social "09 de Junio" ubicado en el barrio Menfis Alto en el cantón y provincia de Loja.", de autoría del alumno Henry Vicente Ruiz Escobar, con número de cédula 1104727100, estudiante de la carrera de Ingeniería en Geología Ambiental y Ordenamiento Territorial, de la Universidad Nacional de Loja.

Lo certifica en honor a la verdad y autoriza al interesado, hacer uso del presente en lo que a sus intereses convenga.

Lic. Anibal Escobar V.
English Proffesor