



UTMACH

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

CLASIFICACIÓN DE SUELOS Y ANÁLISIS DE ESTABILIDAD DE TALUD
DEL CERRO SAN JOSÉ DEL CANTÓN ATAHUALPA PROVINCIA DE EL
ORO.

ALBERCA REINOCUNA ANA GABRIELA
INGENIERA CIVIL

MACHALA
2023



UTMACH

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

CLASIFICACIÓN DE SUELOS Y ANÁLISIS DE ESTABILIDAD DE
TALUD DEL CERRO SAN JOSÉ DEL CANTÓN ATAHUALPA
PROVINCIA DE EL ORO.

ALBERCA REINOCUNA ANA GABRIELA
INGENIERA CIVIL

MACHALA
2023



UTMACH

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

EXAMEN COMPLEXIVO

CLASIFICACIÓN DE SUELOS Y ANÁLISIS DE ESTABILIDAD DE TALUD DEL
CERRO SAN JOSÉ DEL CANTÓN ATAHUALPA PROVINCIA DE EL ORO.

ALBERCA REINOCUNA ANA GABRIELA
INGENIERA CIVIL

MEDINA SANCHEZ YUDY PATRICIA

MACHALA, 27 DE FEBRERO DE 2023

MACHALA
27 de febrero de 2023

CLASIFICACIÓN DE SUELOS Y ANÁLISIS DE ESTABILIDAD DE TALUD DEL CERRO SAN JOSÉ DEL CANTÓN ATAHUALPA PROVINCIA DE EL ORO.

por Ana Gabriela Alberca Reinocuna

Fecha de entrega: 24-feb-2023 11:17a.m. (UTC-0500)

Identificador de la entrega: 2022101435

Nombre del archivo: ALBERCA_REIONUCUNA_-_EXAMEN_COMPLEXIVO..pdf (1.27M)

Total de palabras: 5227

Total de caracteres: 30085

CLASIFICACIÓN DE SUELOS Y ANÁLISIS DE ESTABILIDAD DE TALUD DEL CERRO SAN JOSÉ DEL CANTÓN ATAHUALPA PROVINCIA DE EL ORO.

INFORME DE ORIGINALIDAD

9%

INDICE DE SIMILITUD

6%

FUENTES DE INTERNET

2%

PUBLICACIONES

3%

TRABAJOS DEL
ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	Submitted to Universidad Técnica de Machala Trabajo del estudiante	2%
2	repositorio.uncp.edu.pe Fuente de Internet	1%
3	www.scielo.org.mx Fuente de Internet	1%
4	repositorio.unu.edu.pe Fuente de Internet	1%
5	www.scielo.cl Fuente de Internet	1%
6	Antonio García Barberá. "Study of the Degradation of New Lubricant Oil Formulations with the Design and Demands of Current and Future Engines", Universitat Politecnica de Valencia, 2022 Publicación	1%
7	Submitted to Universidad de Cádiz Trabajo del estudiante	

1 %

8

repositorio.uta.edu.ec

Fuente de Internet

1 %

9

hdl.handle.net

Fuente de Internet

1 %

10

repositorio.uprit.edu.pe

Fuente de Internet

1 %

11

repositorio.utmachala.edu.ec

Fuente de Internet

1 %

Excluir citas

Activo

Excluir coincidencias < 1%

Excluir bibliografía

Activo

CLÁUSULA DE CESIÓN DE DERECHO DE PUBLICACIÓN EN EL REPOSITORIO DIGITAL INSTITUCIONAL

La que suscribe, ALBERCA REINOCUNA ANA GABRIELA, en calidad de autora del siguiente trabajo escrito titulado CLASIFICACIÓN DE SUELOS Y ANÁLISIS DE ESTABILIDAD DE TALUD DEL CERRO SAN JOSÉ DEL CANTÓN ATAHUALPA PROVINCIA DE EL ORO., otorga a la Universidad Técnica de Machala, de forma gratuita y no exclusiva, los derechos de reproducción, distribución y comunicación pública de la obra, que constituye un trabajo de autoría propia, sobre la cual tiene potestad para otorgar los derechos contenidos en esta licencia.

La autora declara que el contenido que se publicará es de carácter académico y se enmarca en las disposiciones definidas por la Universidad Técnica de Machala.

Se autoriza a transformar la obra, únicamente cuando sea necesario, y a realizar las adaptaciones pertinentes para permitir su preservación, distribución y publicación en el Repositorio Digital Institucional de la Universidad Técnica de Machala.

La autora como garante de la autoría de la obra y en relación a la misma, declara que la universidad se encuentra libre de todo tipo de responsabilidad sobre el contenido de la obra y que asume la responsabilidad frente a cualquier reclamo o demanda por parte de terceros de manera exclusiva.

Aceptando esta licencia, se cede a la Universidad Técnica de Machala el derecho exclusivo de archivar, reproducir, convertir, comunicar y/o distribuir la obra mundialmente en formato electrónico y digital a través de su Repositorio Digital Institucional, siempre y cuando no se lo haga para obtener beneficio económico.

Machala, 27 de febrero de 2023



ALBERCA REINOCUNA ANA GABRIELA
2100768130

AGRADECIMIENTO.

Dedico mi trabajo de titulación al regalo más hermoso que Papito Dios me bendijo, ha llegado a dar un giro a mi vida de 180 grados, el cual ha sido mi motor para culminar uno de mis sueños y que deseo que él cumpla sueños más grandes que los míos, esto es para ti hijo Manuel Alejandro Valarezo Alberca

DEDICATORIA.

Desde muy pequeña mis padres me enseñaron a dar gracias por las cosas buenas y malas que suceden en la vida, es por ello q doy gracias a Dios por brindarme salud, sabiduría y principalmente por haberme sostenido cuando estuve lejos de casa por mis estudios. A mis padres un infinito agradecimiento porque siempre estuvieron ahí brindándome su apoyo incondicional mientras plasmaba mis sueños, metas y mi carrera profesional, Como no agradecer a mis hermanos Evelin, Rudy, Oscar y Harry que siempre estuvieron ahí para mí cuando necesitaba un consejo, una palabra de aliento o simplemente que me escuchen desahogarme, gracias por haber estado ahí. Y también agradezco a una persona muy especial que a lo largo de mi carrera siempre estuvo para mí, brindándome de su conocimiento para resolver ciertos problemas que se me presentaban en los estudios, por su solidaridad y apoyo incondicional, motivándome cada día, que lograría culminar mi carrera.

RESUMEN

En la profesión de la Ingeniería Civil, en el momento de la planificación de una obra, se hacen los estudios necesarios del suelo para poder prevenir riesgos de fallas en estos, ya que a lo largo del tiempo hemos tenido algunos ejemplos, donde las estructuras tienden a caerse o quedar inclinadas, entre estas tenemos la famosa Torre de Pisa en Italia.

En el cerro San José, existe desde tiempo atrás una gran problemática de la estabilidad en sus taludes, empeorándose al pasar del tiempo, provocados por altos periodos de pluviosidad, en nuestro trabajo nos centramos en el estudio del suelo como su tipología para poder esclarecer las claves exactas de su problema y poder dar alguna solución a la misma.

Una vez ubicados en el sitio, procedemos a la extracción del material que vamos a estudiar mediante una calicata, procedemos a sacar material a 50cm, 1m y 1,5m, estos se los excavo de manera manual, durante este trabajo pudimos observar que en el sitio existen minas de manera ilegal lo cual podría ser un gran problema para la población, ya obtenidas las muestras nos dirigimos al laboratorio de Mecánica de Suelos de la Facultad de Ingeniería Civil, para así poder realizar el primer estudio que es el contenido de humedad para luego poder realizar los ensayos correspondientes.

A través del estudio y ensayos realizados en el laboratorio se pudo establecer las características del suelo mediante los procedimientos adecuados, obteniendo los datos que nos ayudaran a clasificarlo mediante la metodología AASHTO, una vez obtenidos estos los llevamos para poder realizar los cálculos correspondientes, debemos resaltar que se logró hacer el estudio de la calicata ubicada en el sector correspondiente, lo cual nos dio como consecuencia resultados diferentes, esto nos ayudaba a poder reconocer cada espécimen del suelo debido a sus características.

Palabras Clave: Planificación, Extracción del material, calicata, Laboratorio de Mecánica de Suelos, Metodología AASHTO

ABSTRACT

In the profession of Civil Engineering, at the time of planning a work, the necessary studies of the soil are made to prevent risks of failure in these, as over time we have had some examples, where structures tend to fall or be inclined, among these we have the famous Tower of Pisa in Italy.

In the San José hill, there is since long ago a great problem of stability in its slopes, worsening over time, caused by high periods of rainfall, in our work we focus on the study of the soil as its typology in order to clarify the exact keys to the problem and to provide a solution to it.

Once located in the site, we proceed to the extraction of the material that we are going to study by means of a calicata, we proceed to extract material to 50cm, 1m and 1.5m, these are excavated manually, during this work we could observe that in the site there are mines of illegal way which could be a great problem for the population, already obtained the samples we went to the laboratory of Mechanics of Soils of the Faculty of Civil Engineering, in order to be able to carry out the first study that is the humidity content to be able to carry out the corresponding tests later.

Through the study and tests carried out in the laboratory it was possible to establish the characteristics of the soil by means of the appropriate procedures, obtaining the data that would help us to classify it by means of the AASHTO methodology, once obtained these we took them to be able to make the corresponding calculations, we must emphasize that it was possible to make the study of the calicata located in the corresponding sector, which gave us as consequence different results, this helped us to be able to recognize each specimen of the soil due to its characteristics.

Keywords: Planning, material extraction, test pits, Soil Mechanics Laboratory, AASHTO Methodology.

ÍNDICE DE CONTENIDO

1.	INTRODUCCIÓN	8
1.2.	OBJETIVOS DEL DIAGNOSTICO DEFINITIVO	9
1.2.	ALCANCE DEL DIAGNOSTICO	9
1.3.	DELIMITACIÓN DE LA ZONA DE INVESTIGACIÓN.....	9
2.	DESARROLLO	10
2.1.	ESTUDIOS DE SUELOS	10
2.1.1.	Características mecánicas del suelo	11
2.1.2.	Clasificación de los suelos	14
2.1.3.	COMPACTACIÓN DE LOS SUELOS.....	15
2.2.	ANÁLISIS DE TALUDES EN FUNCIÓN DE LOS RESULTADOS DE LAS INVESTIGACIONES EJECUTADAS.....	16
2.2.1.	OBRAS DE ESTABILIZACIÓN RECOMENDADAS.....	16
3.	CONCLUSIONES	17
	BIBLIOGRAFÍA	18
	ANEXOS	20
	ANEXO I: Contenido de humedad – a profundidades de 0,5 m, 1 m y 1,5 m.....	20
	ANEXO II: Límites líquido y plástico, Índice de plasticidad a 0,5 m.....	21
	ANEXO III: Límites líquido y plástico, Índice de plasticidad a 1 m	22
	ANEXO IV: Límites líquido y plástico, Índice de plasticidad a 1,5 m.....	23
	ANEXO V: GRANULOMETRÍA A PROFUNDIDAD DE 0,5 M.....	24
	ANEXO VI: GRANULOMETRÍA A PROFUNDIDAD DE 1 M	25
	ANEXO VII: GRANULOMETRÍA A PROFUNDIDAD DE 1,5 M.....	26
	ANEXO VIII: CURVA GRANULOMÉTRICA A 0,5 M	27
	ANEXO IX: CURVA GRANULOMÉTRICA A 1 M.....	28
	ANEXO X: CURVA GRANULOMÉTRICA A 1,5 M.....	29
	ANEXO XI: Clasificación AAHSTO a profundidad de 0,5 m	30
	ANEXO XII: Clasificación AAHSTO a profundidad de 1 m	31
	ANEXO XIII: Clasificación AAHSTO a profundidad de 1,5 m.....	32
	ANEXO XIV: Ensayo de compresión simple.....	33
	ANEXO XV: Ensayo de proctor modificado	34
	ANEXO XVI: Ensayo de CBR	35
	MEMORIA FOTOGRÁFICA	36

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1 Lugar Georreferenciado - Google Earth Pro	10
Ilustración 2 Limite Liquido – 0,5 m	21
Ilustración 3 Limite Liquido - 1m	22
Ilustración 4 Limite Liquido - 1,5 m	23
Ilustración 5 Curva Granulométrica – 0,5m.....	27
Ilustración 6 Curva Granulométrica – 1 m.....	28
Ilustración 7 Curva Granulométrica – 1,5 m.....	29
Ilustración 8 Clasificación AAHSTO	30
Ilustración 9 Clasificación ASSHTO	31
Ilustración 10 Clasificación AAHSTO	32
Ilustración 11 Esfuerzo - Deformación	33
Ilustración 12 Densidad máxima.....	34
Ilustración 13 Obtención del material - Cerro San José.....	36
Ilustración 14 Ensayo del límite liquido	36
Ilustración 15 Tamizado por lavado.....	37
Ilustración 16 Ensayo de Proctor	37

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 CONTENIDO DE HUMEDAD	11
Tabla 3 Granulometría a 0,5 m	12
Tabla 4 Granulometría a 1 m	12
Tabla 5 Granulometría a 1,5 m	13
Tabla 2 Límites de consistencia.....	13
Tabla 6 Clasificación AASHTO - 0,5 m.....	14
Tabla 7 Clasificación AASHTO - 1 m.....	15
Tabla 8 Clasificación AASHTO - 1,5 m.....	15
Tabla 9 <i>Densidad Máxima</i>	16
Tabla 10 Contenido de humedad a 0,5 m, 1 m y 1,5 m	20
Tabla 11 LL-LP-IP a profundidad de 0,5 m	21
Tabla 12 LL-LP-IP a profundidad de 1 m	22
Tabla 13 LL-LP-IP a profundidad de 1,5 m	23
Tabla 14 Granulometría a 0,5 m	24

Tabla 15 Granulometría a 1 m	25
Tabla 16 Granulometría a 1,5 m	26
Tabla 17 Porcentaje de pasantes – 0,5 m	27
Tabla 18 Porcentaje de pasantes – 1 m	28
Tabla 19 Porcentaje de pasantes – 1,5 m	29
Tabla 20 TAMIZADO – MUESTRA 0,5 m.....	30
Tabla 21 TAMIZADO – MUESTRA 1 m.....	31
Tabla 22 TAMIZADO – MUESTRA 1,5 m.....	32
Tabla 23 Resistencia al corte	33
Tabla 24 Proctor Modificado	34
Tabla 25 Ensayo de CBR.....	35
Tabla 26 Porcentaje de Agua	35

1. INTRODUCCIÓN

Todos los tipos de suelos están conformados por materia orgánica, la cual viene dada mediante procesos, físicos, químicos, ambientales y geológicos. Por lo cual, sus diferentes características vienen a darse por la diferencia de estos procesos, lo que hace más apropiado al estudio de este suelo donde se vaya a generar una obra civil [1]. Para así poder prevenir futuros asentamientos debido a las características de cada suelo.

Toda obra civil está sustentada por una buena cimentación, la cual se la puede garantizar al momento de realizar un buen estudio del suelo, ya que con este se conocerá el tipo y sus características donde se construirá la obra, si este es apto para implementarla, debido a que existen diversos tipos de suelo que permitirán o no la construcción deseada.

En todo estudio de suelo, al momento de verificar que este tiene todas las características de ser arcilla, podemos verificar que será un material muy difícil para poder trabajar, ya que no va a cumplir con todas las normas que se exigen para una obra civil [2].

En el estudio del suelo existen diversos problemas geotécnicos en los cuales se le aplica las leyes de la mecánica de suelos no saturados, en la cual se encuentra la estabilidad de taludes siendo una de las más importantes, dado a la complejidad que se halla para su estudio, esta es la mayor causa para las fallas de los suelos. En suelos parcialmente saturados este coeficiente de permeabilidad va a variar de acuerdo a su contenido de humedad. La capacidad que tiene un suelo para poder detener o atraer agua en sus poros es llama succión [3].

El primer ensayo a realizarse y de mayor importancia es el ensayo de contenido de humedad el cual se da en estudio de los porcentajes entre la masa de agua que contiene la muestra en los poros o espacio de las partículas sólidas [4].

En el estudio de estabilidad de taludes, los suelos que se encuentran parcialmente saturados posibilita la realización de este, mediante la inserción de nuevas variables que no fueron tomadas en cuentas, esto hace lograr poder ver de una nueva forma la inestabilidad de los taludes [5].

Dado a todos los problemas antes mencionados nuestro trabajo se ve enfocado como objetivo principal poder estudiar e identificar el tipo de suelo del Cerro San José, ubicado en el cantón Atahualpa / provincia de El Oro, por medio de ensayos que serán realizados en los laboratorios de Mecánica de Suelo de la Facultad de Ingeniería Civil de la Universidad Técnica de Machala, la cual nos dará su clasificación por el sistema AASHTO.

1.2. OBJETIVOS DEL DIAGNOSTICO DEFINITIVO

➤ Objetivo GENERAL

Determinar la tipología de suelo que se encuentra ubicado en el Cerro San José del cantón Atahualpa, mediante la aplicación y ensayos de pruebas de laboratorio que nos permita realizar una clasificación mediante el sistema AASHTO (Asociación Americana de Oficiales de Carreteras Estatales y Transportes) y así poder lograr hacer un análisis de taludes para lograr recomendar obras para su estabilidad

➤ Objetivos ESPECÍFICOS

- Buscar mediante estudios y libros los diferentes sistemas existentes para el estudio de la clasificación de suelos.
- Lograr clasificar y determinar qué tipo de suelo natural se encuentra en el cerro San José del cantón Atahualpa, mediante la metodología AASHTO (Asociación Americana de Oficiales de Carreteras Estatales y Transportes).
- Realizar un análisis de talud basado en la tipología del suelo del lugar para recomendar Obras de Estabilización.

1.2.ALCANCE DEL DIAGNOSTICO

➤ ANTECEDENTES

En el cerro San José del cantón Atahualpa se ha venido produciendo problemas con la estabilidad de los taludes de su población y al pasar del tiempo estas van en aumento y mucho más en época de lluvias. Los riesgos geológicos de las carreteras de montaña debido a la alta probabilidad de sismos y que su geología ha sido explotada en la minería han generado un escenario propio para la caída de rocas y deslizamientos [6] en el sector.

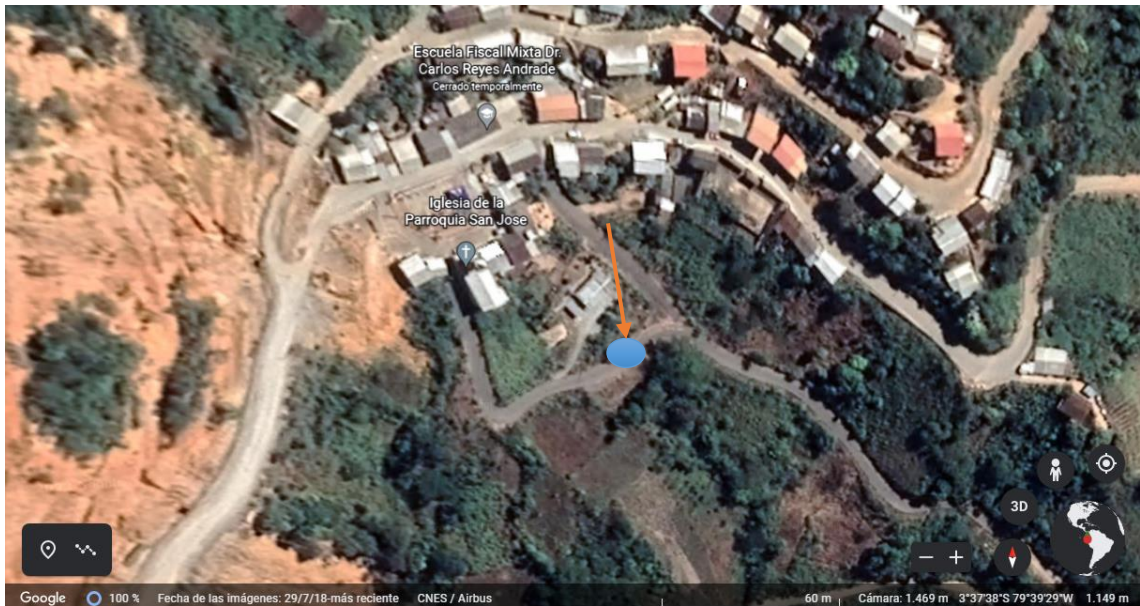
Por tal razón es de suma importancia un estudio de estos para poder dar un diagnóstico y recomendar acciones a tomarse para evitar problemas, tales estudios se los realizo mediante ensayos en el laboratorio de mecánica de suelos los que nos permitió reconocer el tipo de suelo existente, tomando como referencia las normas establecidas por la AASHTO.

1.3. DELIMITACIÓN DE LA ZONA DE INVESTIGACIÓN

El lugar de donde se sacó las muestras de estudio se encuentra ubicado en el Cerro San José del cantón Atahualpa, en la siguiente imagen se puede observar el lugar georreferenciado por medio de Google Earth Pro. Gracias a este programa tenemos acceso

a imágenes satelitales con una muy buena resolución [7].

Ilustración 1 Lugar Georreferenciado - Google Earth Pro



FUENTE: Google Earth Pro 1

A continuación vamos a ver las coordenadas de la alcantarilla a analizar, las cuales fueron tomadas con la ayuda de un GPS al momento de la visita en el sitio de estudio:

Tabla 1 Coordenadas del GPS

ZONA DE MUESTRAS	
COORDENADAS TOMADAS MEDIANTE GPS	
S	W
3° 37' 42''	79° 39' 22''

FUENTE: Elaboración Propia 2

2. DESARROLLO

2.1. ESTUDIOS DE SUELOS

El siguiente trabajo consistió en realizar un estudio del suelo del cerro San José del cantón Atahualpa, extrayendo material de este para llevarlo al laboratorio de mecánica de suelos de la facultad de ingeniería civil, para proceder con los ensayos respectivos y así poder clasificar el tipo de suelo por las normativas de la AASHTO. Para la realización de este proyecto, iniciamos mediante la extracción de la calicata en el sitio de estudio, lo cual consiste en que por medio de excavación extraemos las muestras necesarias, para nuestros estudios, que quiere decir en tres profundidades diferentes de 50cm, 1m y 1,5m.

2.1.1. Características mecánicas del suelo

Al principio del estudio de los suelos solo se enfocó en suelos saturados, pero esta condición de estudio estaba muy alejada de la realidad, ya que aquí solo se dice que está en dos fases líquidas y sólida, dando muchas limitaciones para poder lograr explicar sus deformaciones en suelos que estén parcialmente saturados o las cargas que estos van a soportar [8].

➤ Contenido de humedad

Está dado por la relación del peso en estado natural y luego el peso de la muestra ya pasada por el horno. Si tiene un contenido de humedad muy alto, este pierde sus características físicas como la fuerza de cohesión, convirtiéndose en plástico y si sigue aumentando su humedad sus propiedades mecánicas se parecerían más a un líquido que un sólido [10].

Una vez obtenidas las muestras, nos dirigimos al laboratorio de mecánica de suelos lo más pronto posible para así poder conservar la humedad natural de las mismas y evitar que se expongan al sol o agentes externos que puedan perjudicar nuestro estudio. En cada profundidad se tomó 4 muestras para sacar un promedio de la humedad de cada distancia. Los resultados obtenidos se los observa en la siguiente gráfica:

Tabla 1 CONTENIDO DE HUMEDAD

CONTENIDO DE HUMEDAD (w%)			
CALICATA	PROFUNDIDAD		
	0,5 m	1 m	1,5 m
1	12.67%	13.40%	10.13%

FUENTE: Elaboración propia 1

➤ Saturación de suelos

Se puede decir que en toda superficie existe agua ya que esta está encargada del desarrollo del mismo y los organismos vivos que existan ahí, determinada por su saturación [11].

Para ver el grado de saturación existente en suelo se debe hacer la relación entre el volumen de agua que existe en los poros y el volumen de estos vacíos.

➤ Porosidad en suelos

Tiene un papel importante en la infiltración del agua y su retención, influyendo directamente en su humedad y el uso que se le puede dar al terreno [12].

➤ **Análisis Granulométrico**

O también llamado método del tamizado tiene como objetivo separar las partículas de una muestra de acuerdo a sus tamaños de la partícula, haciendo uso de diferentes tamices y así determinando su granulometría [15].

• **Granulometría del suelo a diferentes profundidades**

En las siguientes tablas se mostrará la granulometría del suelo a diferentes profundidades de estudio. A continuación Se presentará la tabla de la granulometría a 0,5 m de profundidad:

Tabla 2 Granulometría a 0,5 m

TAMIZ			Cantidad Retenida Parcial	Cantidad Retenida Acumulada	Cantidad que pasa Acumulada	Porcentaje		Observación
Nº	pulg.	mm				Retenido Acumulada	Pasante Acumulado	
10	0.0787	2.00	103.4	103.4	396.6	20.68	79.32	
40	0.0165	425 "	260.22	363.62	136.38	72.72	27.28	
200	0.0029	75 "	59.25	422.87	77.13	84.57	15.43	
Fondo			77.13	500	0	100.00	0.00	
TOTAL			500					

PESO ANTES DEL TAMIZADO : 500 gr
 PESO DESPUÉS DEL TAMIZADO : 500 gr
 ERROR : (PAT - PDT)/PAT *100 0.00 %
 MATERIAL PASANTE DEL TAMIZ # 200 0 gr

FUENTE: Elaboración propia 2

En la siguiente tabla se presentará la granulometría a 1m de profundidad.

Tabla 3 Granulometría a 1 m

TAMIZ			Cantidad Retenida Parcial	Cantidad Retenida Acumulada	Cantidad que pasa Acumulada	Porcentaje		Observación
Nº	pulg.	mm				Retenido Acumulada	Pasante Acumulado	
10	0.0787	2.00	170.89	170.89	329.11	31.43	68.57	
40	0.0165	425 "	165.7	336.59	163.41	61.92	38.08	
200	0.0029	75 "	62.82	399.41	100.59	73.47	26.53	
Fondo			144.22	543.63	-43.63	100.00	0.00	
TOTAL			543,63					

PESO ANTES DEL TAMIZADO : 500 gr
 PESO DESPUÉS DEL TAMIZADO : 543,63 gr
 ERROR : (PAT - PDT)/PAT *100 -8,73 %
 MATERIAL PASANTE DEL TAMIZ # 200 -43,63 gr

FUENTE: Elaboración propia 4

Y finalmente se presenta la granulometría a 1,5 m de profundidad.

Tabla 4 Granulometría a 1,5 m

TAMIZ			Cantidad Retenida Parcial	Cantidad Retenida Acumulada	Cantidad que pasa Acumulada	Porcentaje		Observación
N°	pulg.	mm				Retenido Acumulada	Pasante Acumulado	
10	0,0787	2,00	29,25	29,25	470,75	5,85	94,15	
40	0,0165	425 "	187,26	216,51	283,49	43,30	56,70	
200	0,0029	75 "	139,27	355,78	144,22	71,16	28,84	
Fondo			144,22	500	0	100,00	0,00	
TOTAL			500					

PESO ANTES DEL TAMIZADO : 500 gr
 PESO DESPUÉS DEL TAMIZADO : 500 gr
 ERROR : (PAT - PDT)/PAT *100 0,00 %
 MATERIAL PASANTE DEL TAMIZ # 200 0 gr

FUENTE: Elaboración propia 5

➤ **Límites de consistencia (Límites de ATTERBERG)**

Se emplea para saber la diferencia de los estados en que un suelo de granos finos esta, con desiguales contenidos de humedad. Dicho esto los resultados de esta práctica nos sirven para saber el comportamiento mecánico del suelo, entre estos su resistencia al esfuerzo cortante, potencial de expansión y compresibilidad [16].

➤ **Límite Líquido (LL)**

Está definido como el porcentaje de humedad en el que un suelo va de estado plástico ha estado líquido [16].

➤ **Límite Plástico (LP)**

El límite plástico se dice que es cuando se pasa del estado plástico a semisólido, midiendo el porcentaje de agua que tiene el suelo en el instante que deja de ser moldeable perdiendo su plasticidad [17].

Resultados del ensayo de: Límite Líquido (LL), Límite Plástico (LP) y el Índice de Plasticidad (IP)

En la siguiente tabla podremos observar los resultados obtenidos luego de la práctica de laboratorio, para la profundidad de 0,5 m, 1 m y 1,5 m, tenemos los siguientes resultados:

Tabla 5 Límites de consistencia

LÍMITES DE CONSISTENCIA			
Profundidad	CALICATA 1		
	Límite Líquido (LL)	Límite Plástico (LP)	Índice de Plasticidad (IP)
0,5 m	33.98%	23.35%	10.63%
1 m	33.22%	23.12%	10.10%
1,5 m	20.24%	9.90%	10.34%

FUENTE: Elaboración propia 3

2.1.2. Clasificación de los suelos

Han sido clasificados de acuerdo a sus propiedades físicas, ya que estas van variando dependiendo de los factores que los rodean, para realizar estudios más apropiados que nos ayudan a verificar el uso que se le pueda dar en el campo de la Ingeniería. Al pasar el tiempo la humanidad ha tenido la inclinación y necesidad de tener información de los suelos para saber el uso que se le pueda dar y lo factible que sea en cierto sector para poder trabajar [13].

El propósito en sí de clasificar los suelos es lograr una distribución de sus propiedades dando nombres a los tipos de suelos existentes, para así poder tener una ubicación exacta del tipo de suelo donde se va a trabajar [14]. Para poder clasificar los suelos de acuerdo a sus propiedades, se los ha dividido por el comportamiento semejante que tengan entre sí.

➤ Sistema AASHTO

En el sistema AASHTO se clasifica a los porcentajes de los suelos que han logrado pasar más del 35% por el tamiz #200 como materiales limos arcillosos, y cuyos muestran grandes cambios de volumen, los cuales se encasillan como regular o pobre.

El sistema ASSHTO nos indica que si el 35% del suelo pasa el tamiz #200 se clasifica como material limo arcilloso y como regular o pobre aquellos que presentan varios cambios en su volumen. En la siguiente tabla se ve la clasificación del suelo por el sistema AASHTO para la profundidad de 0,5 m

Tabla 6 Clasificación AASHTO - 0,5 m

TAMICES		Tamiz (mm)	Pasa (%)	Pasante (%)	Retenido acumulado (%)	Retenido parcial (%)
#10 (2mm)	#10	2	79,32	79,32	20,68	20,68
	#40	0,425	27,28	27,28	72,72	52,04
#40 (0.425mm)	#50	0,3	27,28	27,28	72,72	0,00
	#100	0,150	27,28	27,28	72,72	0,00
#200 (0.075mm)	#200	0,075	15,43	15,43	84,57	11,85
Límite líquido LL			33,98	%		
Límite plástico LP			23,35	%		
Índice plasticidad IP			10,63	%		
Material granular						
Excelente a bueno como subgrado						
A-2-6 Grava y arena arcillosa o limosa						
Valor del índice de grupo (IG):			0			

FUENTE: Elaboración propia 6

Ahora procedemos a la clasificación a 1 m de profundidad.

Tabla 7 Clasificación AASHTO - 1 m

TAMICES	Tamiz (mm)	Pasa (%)	Pasante (%)	Retenido acumulado (%)	Retenido parcial (%)
#10 (2mm) #10	2	68,57	68,57	31,43	31,43
#40	0,425	38,08	38,08	61,92	30,48
#40 (0.425mm) #50	0,3	38,08	38,08	61,92	0,00
#100	0,150	38,08	38,08	61,92	0,00
#200 (0.075mm) #200	0,075	26,53	26,53	73,47	11,56
Límite líquido LL		33,22 %			
Límite plástico LP		23,12 %			
Índice plasticidad IP		10,10 %			
Material granular					
Excelente a bueno como subgrado					
A-2-4 Grava y arena arcillosa o limosa					
Valor del índice de grupo (IG):		0			

FUENTE: Elaboración propia 7

A continuación se ve la clasificación a 1,5 m de profundidad.

Tabla 8 Clasificación AASHTO - 1,5 m

TAMICES	Tamiz (mm)	Pasa (%)	Pasante (%)	Retenido acumulado (%)	Retenido parcial (%)
#10 (2mm) #10	2	94,15	94,15	5,85	5,85
#40	0,425	56,70	56,70	43,30	37,45
#40 (0.425mm) #50	0,3	56,70	56,70	43,30	0,00
#100	0,150	56,70	56,70	43,30	0,00
#200 (0.075mm) #200	0,075	28,84	28,84	71,16	27,85
Límite líquido LL		20,24 %			
Límite plástico LP		9,90 %			
Índice plasticidad IP		10,34 %			
Material granular					
Excelente a bueno como subgrado					
A-2-4 Grava y arena arcillosa o limosa					
Valor del índice de grupo (IG):		0			

FUENTE: Elaboración propia 8

2.1.3. COMPACTACIÓN DE LOS SUELOS

➤ Ensayo de compresión simple

Para el ensayo de compresión simple obtuvimos el material inalterado del cerro San José mediante probetas, las cuales son sometidas a compresión para dar como resultado la curva de tensión y deformación y su resistencia a la compresión.

Nota: En el apartado de los anexos se mostraran los resultados de este ensayo.

➤ Ensayo de PROCTOR

Esta práctica se lleva a cabo para simular la compactación del terreno en obra, en el laboratorio la muestra es golpeada sucesivamente, lo cual nos ayuda a determinar la cantidad de agua y densidad seca optima del material natural.

En la siguiente tabla se observa los resultados del ensayo de PROCTOR MODIFICADO

Tabla 9 Densidad Máxima

PROCTOR MODIFICADO	
CALICATA #1	
Densidad seca maxima (gr/cm3)	2.0665
Humedad Optima (%)	7.8043

FUENTE: Elaboración Propia 9

2.2. ANÁLISIS DE TALUDES EN FUNCIÓN DE LOS RESULTADOS DE LAS INVESTIGACIONES EJECUTADAS

➤ Estabilidad de Taludes

El talud es un espacio de suelo que tiene una inclinación con relación a la horizontal y de manera permanente, sus fallos son asociados a los movimientos de la masa de suelo, colocando en peligro la vida humana y pérdidas materiales de la zona [8].

El estudio de la estabilidad de taludes nos brinda la ventaja de poder tener la confianza y saber el riesgo de este sistema, esto quiere que estos estudios nos dan nuevos puntos de vista hacia el riesgo y confiabilidad que tiene alcance estos estudios [9].

La principal causa de la inestabilidad de los taludes es el porcentaje de agua que está presentes en estos, por lo tanto las obras para su estabilización siempre deben estar encaminadas a captar estas aguas, encausarlas y dirigir las para desalojarlas de estos.

2.2.1. OBRAS DE ESTABILIZACIÓN RECOMENDADAS

➤ Limpieza – Reconformación – Desalojo

Al pasar el tiempo en el sector del cerro San José se han venido realizando obras civiles, ya que su población ha ido en aumento, provocando grandes cambios en su estructura natural, como es la retirada de la vegetación, movimientos de tierras dejando pendientes muy grandes y también construyendo obras que harán que estos terrenos tengan que soportar mayores cargas. Todo esto en conjunto ha generado un gran problema por el peligro de los mismo, por lo tanto recomendamos sé que realice una limpieza de los escombros que existen en los taludes pero sin realizar grandes cambios en su geometría, desalojándolos con cuidado para evitar problemas futuros.

➤ Drenaje de las aguas

Estas obras son de carácter primordial debido a las grandes lluvias que se dan en el sector, las cuales provocan que los suelos se saturen y exista peligro por los deslaves que puedan ocurrir. Las obras de drenaje como primordiales pueden salir de bajo costo, ya que en el sector si existe la mano de obra y facilidad de encontrar los materiales necesarios.

Las obras son de aguas superficiales y subterráneas, en las primeras se puede realizar un encauzamiento con cemento y suelo semi húmedo existente, la utilización de saquillos de yute que servirán como corta corrientes que llevaran a cunetas, y así el flujo del agua no será tan pronunciado y solo ira en una dirección, para las aguas subterráneas se deberá realizar un drenaje profundo que consiste en la instalación de tubos de acero galvanizado que en la parte superior constara de unos agujeros para que el agua entre al tubo y en la parte inferior será todo tapado para que por esta se conduzca el cauce captado por este.

➤ **Malla de Protección y Anclajes**

En el estudio realizado podemos recomendar la colocación de una geo manta de control de erosión la cual estará reforzada con una malla metálica, la función que tiene la geo manta es atrapar a todo material fino impidiendo que este se mueva y la de la malla metálica es confinar y crear una barrera que resista el deslizamiento de las capas superiores ya meteorizadas y desacopladas.

3. CONCLUSIONES

- Se tomó como principal guía para la clasificación de suelos el sistema ASSHTO, ya que este es el más comúnmente utilizado para este tipo de trabajo.
- Logramos conocer e identificar todas las características mecánicas del suelo existente en el cerro San José a partir de los ensayos realizados en el laboratorio de mecánica de suelos de la facultad de ingeniería civil.
- Clasificamos y determinamos el tipo del suelo que se encuentra en el cerro San José, mediante la mitología ASSHTO, dándonos como resultado un suelo de material granular de excelente a bueno como subgrado, A-2-4 grava y arena arcillosa o limosa, lo cual mediante nuestros estudios y la visita en el sitio pudimos recomendar varias obras de estabilización para los taludes y evitar problemas futuros, entre estos la colocación de mallas, obras de drenaje de agua superficial y subterráneas, también de suma importancia el desalojo de material, logrando una limpieza del sector y una mejor evacuación de las aguas lluvias.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] F. Molina Gómez, J. C. Ruge y J. Camacho Tauta, «Variabilidad espacial un suelo arcilloso del sector Sabana Centro para la confiabilidad de asentamientos por consolidación primaria: caso de estudio Campus Nueva Granada,» *Ingeniería y Ciencia*, vol. 14, nº 27, p. 179–205, 2018.
- [2] J. C. Tique Zapata, R. S. Mora Ortiz, S. A. Díaz Alvarado y F. Magaña Hernández, «OMPARACIÓN DEL RENDIMIENTO DE DOS AGENTES QUÍMICOS EN LA ESTABILIZACIÓN DE UN SUELO ARCILLOSO,» *Espacio I+D, Innovación más Desarrollo.*, vol. 8, nº 20, 2019.
- [3] I. I. Flores Berenguer, I. I. Castro Martínez, D. I. J. G. T. García Tristá y D. I. Y. González Haramboure, «Influencia de la permeabilidad del suelo no saturado en los taludes de presas de tierra,» *Ingeniería Hidráulica y Ambiental*, vol. 40, nº 3, 2019.
- [4] M. Galván Ceballos y . I. A. Restrepo, «Correlación de la resistencia a compresión uniaxial con la humedad y porosidad eficaz en,» *Dyna*, vol. 83, nº 198, pp. 9-15, 2016.
- [5] I. FLORES BERENGUER, J. GARCÍA TRISTÁ y Y. GONZÁLEZ HARAMBOURE, «Estabilidad de taludes durante un desembalse rápido en presas de tierra con suelos parcialmente saturados,» *Ingeniería y Desarrollo*, vol. 38, nº 1, 2021.
- [6] K. Lizeth Grattz, J. Diego Salazar y C. E. Rodríguez, «Análisis de los factores que determinan el diseño de mallas metálicas para la estabilización de taludes en macizos rocosos,» *Obras y proyectos*, nº 23, pp. 25-38, 2018.
- [7] C. Melián, E. Fonseca y H. Puentes, «SISTEMA DE INFORMACIÓN TERRITORIAL (SIT) POR MEDIO DE TELEDETECCIÓN Y PROSPECCIONES PEDESTRES EN EL SECTOR SURESTE DE LA QUEBRADA DE EL TALA, VALLE DE CATAMARCA,» *Relaciones*, vol. 44, nº 2, pp. 1-10, 2019.
- [8] I. Flores, J. García y Y. González, «Relación entre la compactación y la succión en presas de tierra con suelos tipo CH,» *Obras y proyectos*, nº 27, pp. 15-25, 2020.
- [9] W. Fernández, S. Villalobos y R. King, «Evaluación probabilística de la estabilidad de taludes en suelos residuales de granito completamente descompuesto,» *Revista ingeniería de construcción*, vol. 33, nº 1, pp. 5-14, 2018.
- [10] A. J. Hossne, G. Paredes y E. R. Carvajal, «Cohesión aparente de un suelo agrícola franco arenoso de sabana,» *Acta Universitaria*, vol. 21, nº 3, pp. 5-13, 2011.
- [11] D. J. Camas Guardamino y M. S. Mamani Sinche, «Evaluación de la vegetación y saturación del suelo en el Área de Conservación Regional Humedales de Ventanilla mediante teledetección en Perú, 2006-2021,» *Revista de Ciencias Ambientales*, vol. 56, nº 1, pp. 54-74, 2022.
- [12] A. I. Melendres, A. Zermeño, H. Ramírez, J. O. Cárdenas y M. Cadena, «Eficiencia del uso del agua de un viñedo y su relación con porosidad del suelo,» *Tecnología y ciencias del agua*, vol. 8, nº 5, pp. 57-69, 2021.
- [13] J. Borràs, J. Delegido, A. Pezzola, M. Pereira, G. Morassi y G. Camps-Valls, «Clasificación de usos del suelo a partir de imágenes Sentinel-2,» *REVISTA DE*

TELEDETECCIÓN Asociación Española de Teledetección, vol. 48, pp. 55-66, 2017.

- [14] A. I. Brindis-Santos, D. J. Palma-López, J. Zavala-Cruz, E. E. Mata-Zayas y Y. I. López-Bustamante, «Paisajes geomorfológicos relacionados con la clasificación de los suelos en planicies y terrazas de Tabasco, México,» *Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana*, vol. 72 , nº 1, 2020.
- [15] T. López Martínez, . M. d. R. Blanc García y A. García Bueno, «Metodología para el estudio de morteros arqueológicos de revestimiento,» *DIALNET - Ge-conservación*, vol. 1, nº 19, pp. 31-44, 2021.
- [16] A. Hernández-Francisco, T. López-Lara, J. B. Hernández-Zaragoza y J. M. Horta-Rangel, «Zeolita natural proveniente de Puebla como tratamiento de suelos de la región de Querétaro en vías terrestres: Efectos en su comportamiento plástico,» *Ingeniería, investigación y tecnología*, vol. 22, nº 3, 2021.
- [17] M. C. PAEZ y B. MANASSE, «Relevamiento y análisis de materias primas arcillosas y su vinculación con la producción cerámica prehispánica del Valle de Tafí,» *Revista del Museo de Antropología*, vol. 13, nº 2, pp. 57-68., 2020.

ANEXOS

ANEXO I: Contenido de humedad – a profundidades de 0,5 m, 1 m y 1,5 m

Tabla 10 Contenido de humedad a 0,5 m, 1 m y 1,5 m

		gr					
Cap	Nombre	Wcap	Wcap+Shum	Wcap+Sseco	Wagua	Wss	%hum
0,5 m	R33	9.64	96.44	86.59	9.85	76.95	12.80%
	R100X	9.63	96.03	86.27	9.76	76.64	12.73%
	R118	9.73	99.73	89.83	9.9	80.1	12.36%
	R96	9.63	95.63	85.87	9.76	76.24	12.80%
							12.67%

		gr					
Cap	Nombre	Wcap	Wcap+Shum	Wcap+Sseco	Wagua	Wss	%hum
1,0 m	R25	9.58	95.78	84.72	11.06	75.14	14.72%
	R45	9.62	98.62	88.9	9.72	79.28	12.26%
	R22	9.6	95.6	85.64	9.96	76.04	13.10%
	50	9.65	96.65	86.29	10.36	76.64	13.52%
							13.40%

		gr					
Cap	Nombre	Wcap	Wcap+Shum	Wcap+Sseco	Wagua	Wss	%hum
1,5 m	R68	9.69	97.29	89.43	7.86	79.74	9.86%
	X110	9.75	97.15	87.89	9.26	78.14	11.85%
	R121	9.69	97.69	89.83	7.86	80.14	9.81%
	RX7	9.69	96.69	89.5	7.19	79.81	9.01%
							10.13%

CONTENIDO DE HUMEDAD (w%)			
CALICATA	PROFUNDIDAD		
	0,5 m	1 m	1,5 m
1	12.67%	13.40%	10.13%

FUENTE: Elaboración Propia 10

ANEXO II: Límites líquido y plástico, Índice de plasticidad a 0,5 m

Tabla 11 LL-LP-IP a profundidad de 0,5 m

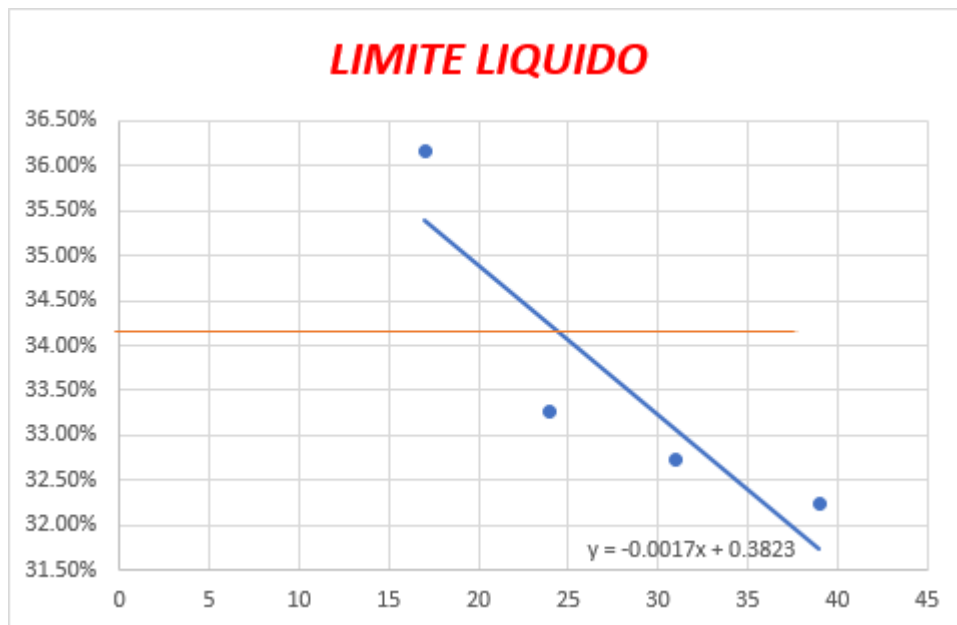
LIMITE LIQUIDO							
No Golpes	Cap Nombre	gr					%hum
		Wcap	Wcap+Shum	Wcap+Sseco	Wagua	Wss	
17	R5A	9.64	29.14	23.96	5.18	14.32	36.17%
24	R71	9.58	34.74	28.46	6.28	18.88	33.26%
31	R23	9.67	38.34	31.27	7.07	21.6	32.73%
39	X50	9.66	34.68	28.58	6.1	18.92	32.24%
						LL=	33.98%

LIMITE PLASTICO							
Cap Nombre	gr					%hum	
	Wcap	Wcap+Shum	Wcap+Sseco	Wagua	Wss		
R63	9.64	11.37	11.02	0.35	1.38	25.36%	
R309	9.64	11.51	11.19	0.32	1.55	20.65%	
R59	9.63	11.13	10.85	0.28	1.22	22.95%	
E41	9.57	11.25	10.92	0.33	1.35	24.44%	
						LP =	23.35%

IP=LL - LP=	10.63%
--------------------	---------------

FUENTE: Elaboración Propia 11

Ilustración 2 Limite Liquido – 0,5 m



FUENTE: Elaboración Propia 12

ANEXO III: Límites líquido y plástico, Índice de plasticidad a 1 m

Tabla 12 LL-LP-IP a profundidad de 1 m

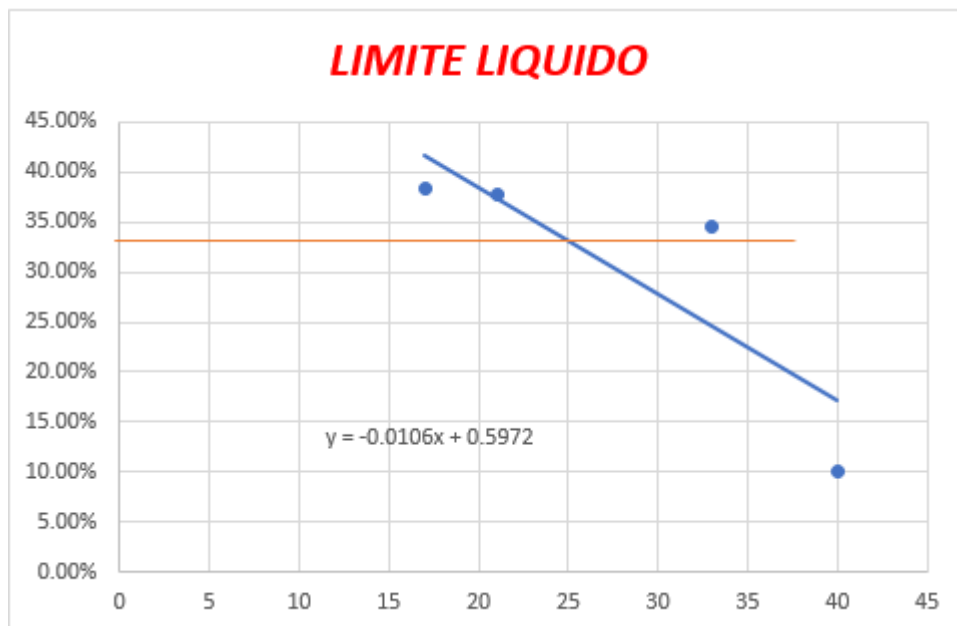
LIMITE LIQUIDO							
No Golpes	Cap Nombre	gr					%hum
		Wcap	Wcap+Shum	Wcap+Sseco	Wagua	Wss	
17	R611	9.64	38.64	30.61	8.03	20.97	38.29%
21	R73	9.57	35.82	28.63	7.19	19.06	37.72%
33	R37	9.69	39.53	31.87	7.66	22.18	34.54%
40	R52	9.49	34.45	32.15	2.3	22.66	10.15%
						LL=	33.22%

LIMITE PLASTICO							
Cap Nombre	gr					%hum	
	Wcap	Wcap+Shum	Wcap+Sseco	Wagua	Wss		
X110	9.72	11.47	11.14	0.33	1.42	23.24%	
RX7	9.67	11.26	10.98	0.28	1.31	21.37%	
R121	9.68	11.7	11.34	0.36	1.66	21.69%	
R68	9.69	11.04	10.76	0.28	1.07	26.17%	
						LP =	23.12%

IP=LL - LP=	10.10%
-------------	--------

FUENTE: Elaboración Propia 13

Ilustración 3 Limite Liquido - 1m



FUENTE: Elaboración Propia 14

ANEXO IV: Límites líquido y plástico, Índice de plasticidad a 1,5 m

Tabla 13 LL-LP-IP a profundidad de 1,5 m

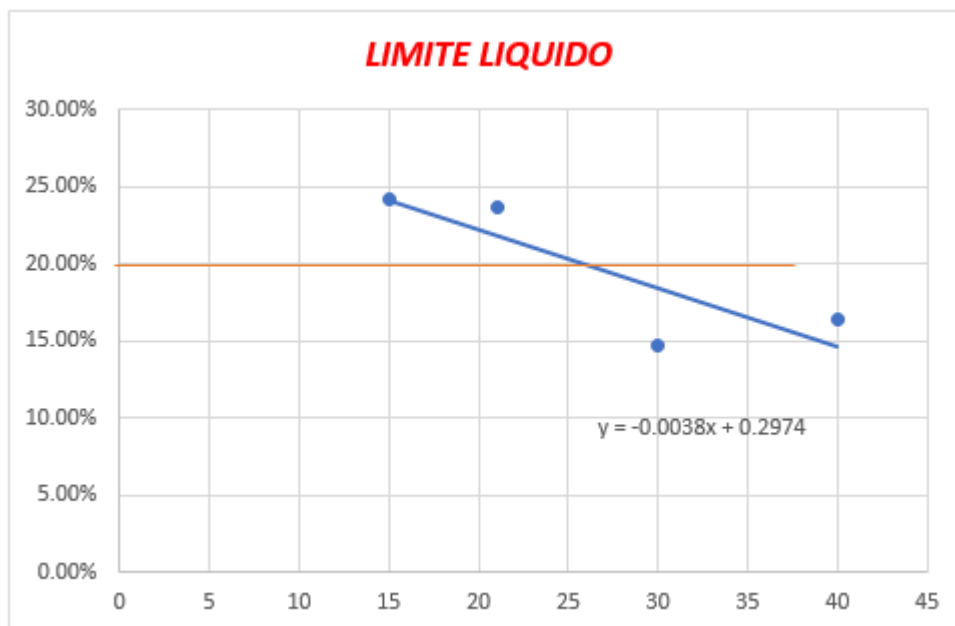
LIMITE LIQUIDO							
No Golpes	Cap Nombre	gr					%hum
		Wcap	Wcap+Shum	Wcap+Sseco	Wagua	Wss	
15	R118	9.72	38.45	32.86	5.59	23.14	24.16%
21	R100X	9.64	40.86	34.88	5.98	25.24	23.69%
30	R33	9.64	32.4	29.48	2.92	19.84	14.72%
40	R96	9.61	35.45	31.8	3.65	22.19	16.45%
						LL=	20.24%

LIMITE PLASTICO							
Cap Nombre	gr					%hum	
	Wcap	Wcap+Shum	Wcap+Sseco	Wagua	Wss		
RX7	9.69	11.97	11.71	0.26	2.02	12.87%	
R68	9.7	11.78	11.58	0.2	1.88	10.64%	
X100	9.71	11.88	11.74	0.14	2.03	6.90%	
R121	9.69	11.47	11.32	0.15	1.63	9.20%	
						LP =	9.90%

IP=LL - LP=	10.34%
-------------	--------

FUENTE: Elaboración Propia 15

Ilustración 4 Limite Liquido - 1,5 m



FUENTE: Elaboración Propia 16

ANEXO V: GRANULOMETRÍA A PROFUNDIDAD DE 0,5 M

Tabla 14 Granulometría a 0,5 m

TAMIZ			Cantidad Retenida Parcial	Cantidad Retenida Acumulada	Cantidad que pasa Acumulada	Porcentaje		Observación
N°	pulg.	mm				Retenido Acumulada	Pasante Acumulado	
	4	100.00	0	0	500	0.00	0.00	
	3	75.00						
	2 1/2	63.00						
	2	50.00	0	0	500	0.00	100.00	
	1 3/4	45.30						
	1 1/2	37.50						
	1 1/4	31.50						
	1	25.00	0	0	500	0.00	100.00	
	3/4	19.00						
	5/8	16.00						
	1/2	12.50	0	0	500	0.00	100.00	
	7/16	11.20						
	3/8	9.50	0	0	500	0.00	100.00	
	5/16	8.00						
	1/4	6.30						
3 1/2	0.2230	5.68						
4	0.1870	4.75	0	0	500	0.00	100.00	
5	0.1570	4.00						
6	0.1320	3.36						
7	0.1110	2.80						
8	0.0937	2.36						
10	0.0787	2.00	103.4	103.4	396.6	20.68	79.32	
12	0.0661	1.70						
14	0.0555	1.40						
16	0.0469	1.19						
18	0.0394	1.00	0	103.4	396.6	20.68	79.32	
20	0.0331	850 micrón						
25	0.0280	710 "						
30	0.0234	600 "						
35	0.0197	500 "						
40	0.0165	425 "	260.22	363.62	136.38	72.72	27.28	
45	0.0139	354 "						
50	0.0117	300 "	0	363.62	136.38	72.72	27.28	
60	0.0098	250 "						
70	0.0083	210 "						
80	0.0070	180 "						
100	0.0059	150 "	0	363.62	136.38	72.72	27.28	
200	0.0029	75 "	59.25	422.87	77.13	84.57	15.43	
Fondo			77.13	500	0	100.00	0.00	
TOTAL			500					

PESO ANTES DEL TAMIZADO : 500 gr
 PESO DESPUÉS DEL TAMIZADO : 500 gr
 ERROR : (PAT - PDT)/PAT *100 0.00 %
 MATERIAL PASANTE DEL TAMIZ 0 gr

FUENTE: Elaboración Propia 13

ANEXO VI: GRANULOMETRÍA A PROFUNDIDAD DE 1 M

Tabla 15 Granulometría a 1 m

TAMIZ			Cantidad Retenida Parcial	Cantidad Retenida Acumulada	Cantidad que pasa Acumulada	Porcentaje		Observación
N°	pulg.	mm				Retenido Acumulada	Pasante Acumulado	
	4	100.00	0	0	500	0.00	0.00	
	3	75.00						
	2 1/2	63.00						
	2	50.00	0	0	500	0.00	100.00	
	1 3/4	45.30						
	1 1/2	37.50						
	1 1/4	31.50						
	1	25.00	0	0	500	0.00	100.00	
	3/4	19.00						
	5/8	16.00						
	1/2	12.50	0	0	500	0.00	100.00	
	7/16	11.20						
	3/8	9.50	0	0	500	0.00	100.00	
	5/16	8.00						
	1/4	6.30						
3 1/2	0.2230	5.66						
4	0.1870	4.75	0	0	500	0.00	100.00	
5	0.1570	4.00						
6	0.1320	3.36						
7	0.1110	2.80						
8	0.0937	2.36						
10	0.0787	2.00	170.89	170.89	329.11	31.43	68.57	
12	0.0661	1.70						
14	0.0555	1.40						
16	0.0469	1.19						
18	0.0394	1.00	0	170.89	329.11	31.43	68.57	
20	0.0331	850 micrón						
25	0.0280	710 "						
30	0.0234	600 "						
35	0.0197	500 "						
40	0.0165	425 "	165.7	336.59	163.41	61.92	38.08	
45	0.0139	354 "						
50	0.0117	300 "	0	336.59	163.41	61.92	38.08	
60	0.0098	250 "						
70	0.0083	210 "						
80	0.0070	180 "						
100	0.0059	150 "	0	336.59	163.41	61.92	38.08	
200	0.0029	75 "	62.82	399.41	100.59	73.47	26.53	
Fondo			144.22	543.63	-43.63	100.00	0.00	
TOTAL			543.63					

PESO ANTES DEL TAMIZADO : 500 gr
 PESO DESPUÉS DEL TAMIZADO : 543.63 gr
 ERROR : (PAT - PDT)/PAT *100 -8.73 %
 MATERIAL PASANTE DEL TAMIZ -43.63 gr

FUENTE: Elaboración Propia 14

ANEXO VII: GRANULOMETRÍA A PROFUNDIDAD DE 1,5 M

Tabla 16 Granulometría a 1,5 m

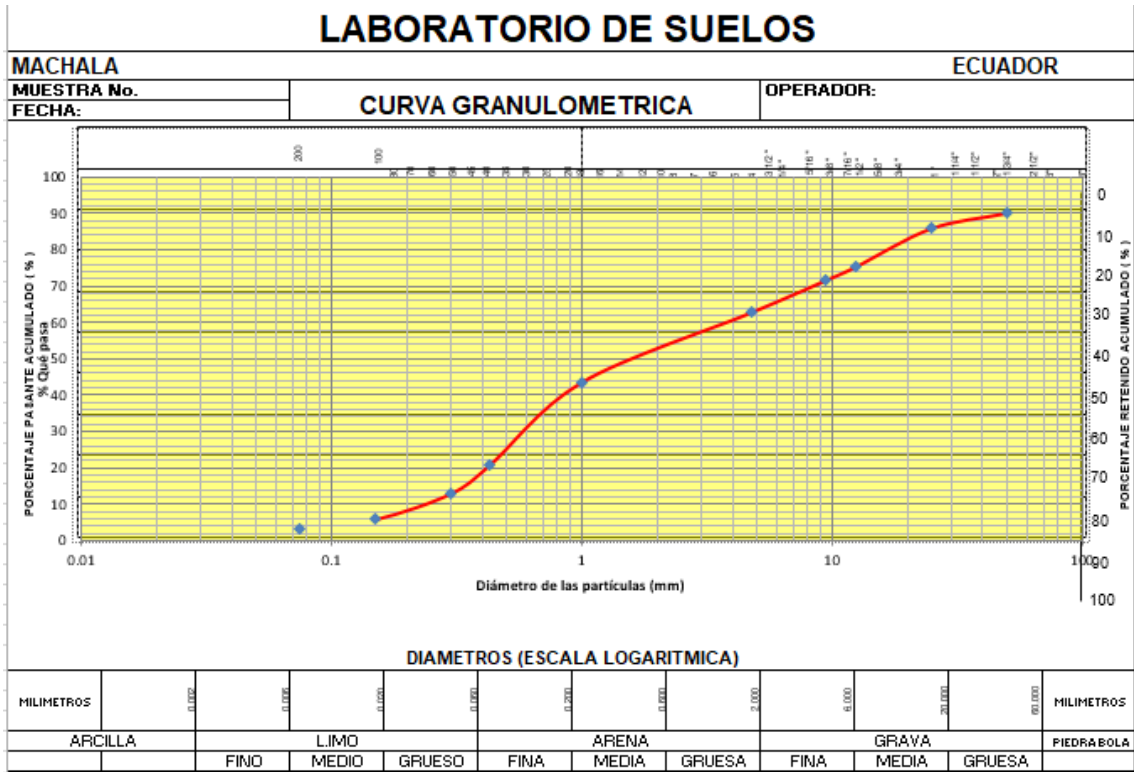
TAMIZ			Cantidad Retenida Parcial	Cantidad Retenida Acumulada	Cantidad que pasa Acumulada	Porcentaje		Observación
Nº	pulg.	mm				Retenido Acumulada	Pasante Acumulado	
	4	100.00	0	0	500	0.00	0.00	
	3	75.00						
	2 1/2	63.00						
	2	50.00	0	0	500	0.00	100.00	
	1 3/4	45.30						
	1 1/2	37.50						
	1 1/4	31.50						
	1	25.00	0	0	500	0.00	100.00	
	3/4	19.00						
	5/8	16.00						
	1/2	12.50	0	0	500	0.00	100.00	
	7/16	11.20						
	3/8	9.50	0	0	500	0.00	100.00	
	5/16	8.00						
	1/4	6.30						
3 1/2	0.2230	5.66						
4	0.1670	4.75	0	0	500	0.00	100.00	
5	0.1570	4.00						
6	0.1320	3.36						
7	0.1110	2.80						
8	0.0937	2.36						
10	0.0787	2.00	29.25	29.25	470.75	5.85	94.15	
12	0.0661	1.70						
14	0.0555	1.40						
16	0.0469	1.19						
18	0.0394	1.00	0	29.25	470.75	5.85	94.15	
20	0.0331	850 micrón						
25	0.0280	710 "						
30	0.0234	600 "						
35	0.0197	500 "						
40	0.0165	425 "	187.26	216.51	283.49	43.30	56.70	
45	0.0139	354 "						
50	0.0117	300 "	0	216.51	283.49	43.30	56.70	
60	0.0098	250 "						
70	0.0083	210 "						
80	0.0070	180 "						
100	0.0059	150 "	0	216.51	283.49	43.30	56.70	
200	0.0029	75 "	139.27	355.78	144.22	71.16	28.84	
Fondo			144.22	500	0	100.00	0.00	
TOTAL			500					

PESO ANTES DEL TAMIZADO : 500 gr
 PESO DESPUÉS DEL TAMIZADO : 500 gr
 ERROR : (PAT - PDT)/PAT *100 0.00 %
 MATERIAL PASANTE DEL TAMIZ 0 gr

FUENTE: Elaboración Propia 15

ANEXO VIII: CURVA GRANULOMÉTRICA A 0,5 M

Ilustración 5 Curva Granulométrica – 0,5m



FUENTE: Elaboración Propia 16

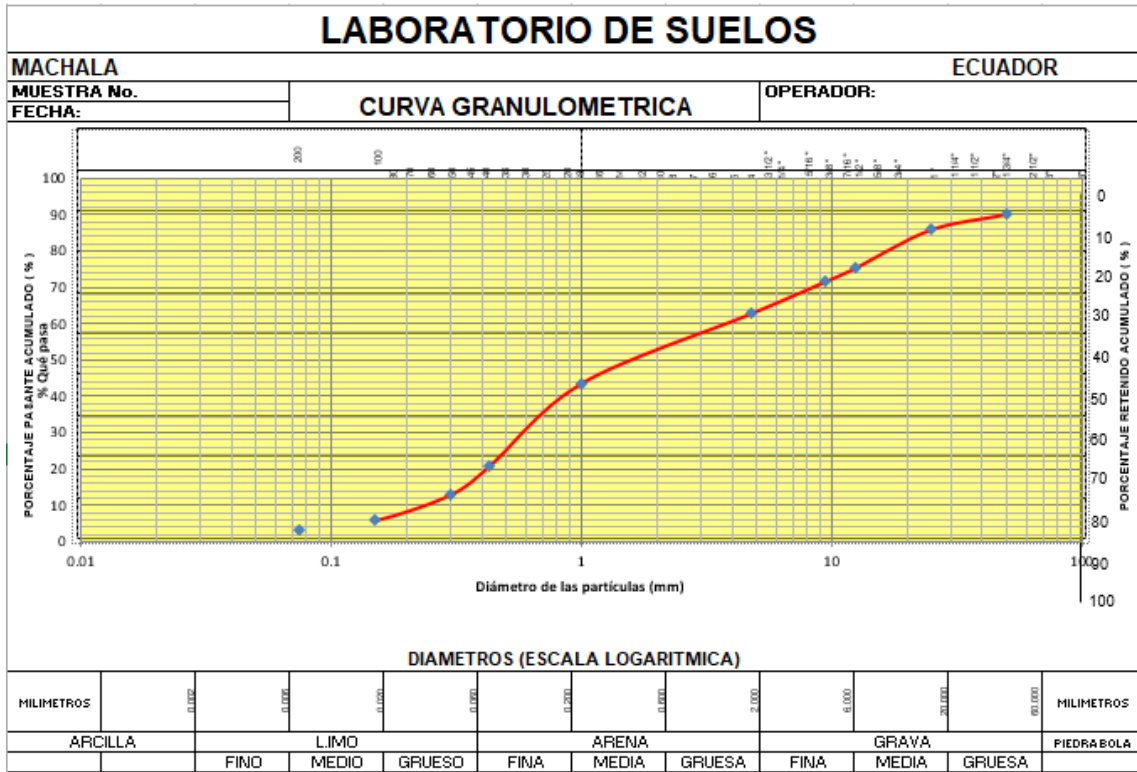
Tabla 17 Porcentaje de pasantes – 0,5 m

D(mm)	% Pasa
50	90
25	85.8
12.5	75.3
9.5	71.6
4.75	62.7
1	43.6
0.425	20.6
0.3	13
0.15	5.9
0.075	3.2
0	0

FUENTE: Elaboración Propia 17

ANEXO IX: CURVA GRANULOMÉTRICA A 1 M

Ilustración 6 Curva Granulométrica – 1 m



FUENTE: Elaboración Propia 18

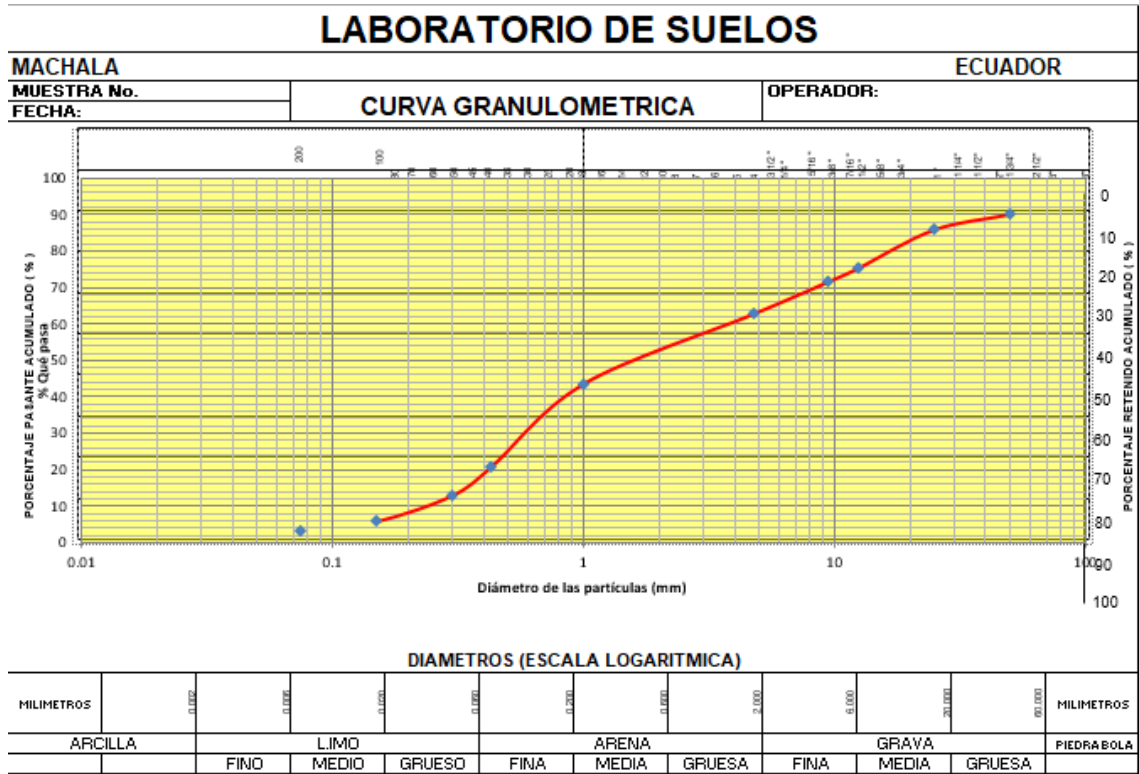
Tabla 18 Porcentaje de pasantes – 1 m

D(mm)	% Pasa
50	90
25	85.8
12.5	75.3
9.5	71.6
4.75	62.7
1	43.6
0.425	20.6
0.3	13
0.15	5.9
0.075	3.2
0	0

FUENTE: Elaboración Propia 19

ANEXO X: CURVA GRANULOMÉTRICA A 1,5 M

Ilustración 7 Curva Granulométrica – 1,5 m



FUENTE: Elaboración Propia 10

Tabla 19 Porcentaje de pasantes – 1,5 m

D(mm)	% Pasa
50	90
25	85.8
12.5	75.3
9.5	71.6
4.75	62.7
1	43.6
0.425	20.6
0.3	13
0.15	5.9
0.075	3.2
0	0

FUENTE: Elaboración Propia 21

ANEXO XI: Clasificación AAHSTO a profundidad de 0,5 m

Tabla 20 TAMIZADO – MUESTRA 0,5 m

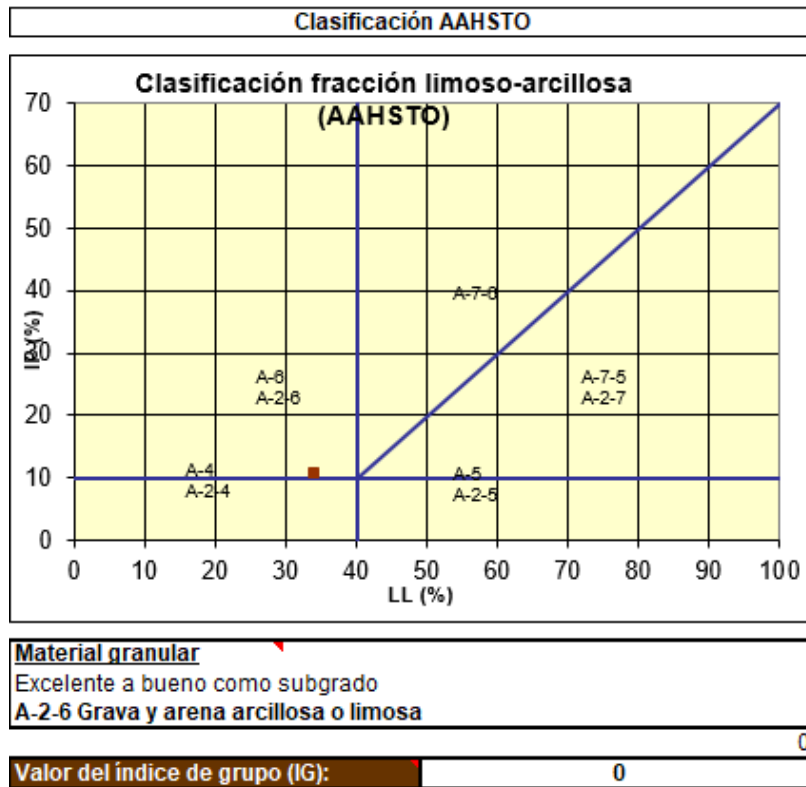
Tamiz (mm)	Pasa (%)	Pasante (%)	Retenido acumulado (%)	Retenido parcial (%)
		100.00	0.00	0.00
		100.00	0.00	0.00
		100.00	0.00	0.00
		100.00	0.00	0.00
		100.00	0.00	0.00
4"	100	100.00	0.00	0.00
2"	50	100.00	0.00	0.00
1"	25	100.00	0.00	0.00
1/2"	12.5	100.00	0.00	0.00
3/8"	9.5	100.00	0.00	0.00
#4	4.75	100.00	0.00	0.00
#10 (2mm)	#10	79.32	20.68	20.68
#40	0.425	27.28	72.72	52.04
#40 (0.425mm)	#50	0.3	27.28	72.72
#10	0.150	27.28	72.72	0.00
#200 (0.075mm)	#20	0.075	15.43	84.57

Limite líquido LL	33.98 %	$D_L = \frac{D_u - D_L}{\log \%_u - \log \%_L} * \log \%_u - \log \%_L + D_L$
Limite plástico LP	23.35 %	
Índice plasticidad IP	10.63 %	$D_p = \frac{0.075 - 0.150}{\log 75.3 - \log 75.3} * \log 60 - \log 75.3 + 0.150$ $D_p = D_{60} = 0.067$

Pasa tamiz N° 4 (4.75mm):	100.00 %
Pasa tamiz N° 200 (0,075 mm):	15.43 %

FUENTE: Elaboración Propia 111

Ilustración 8 Clasificación AAHSTO



FUENTE: Elaboración Propia 112

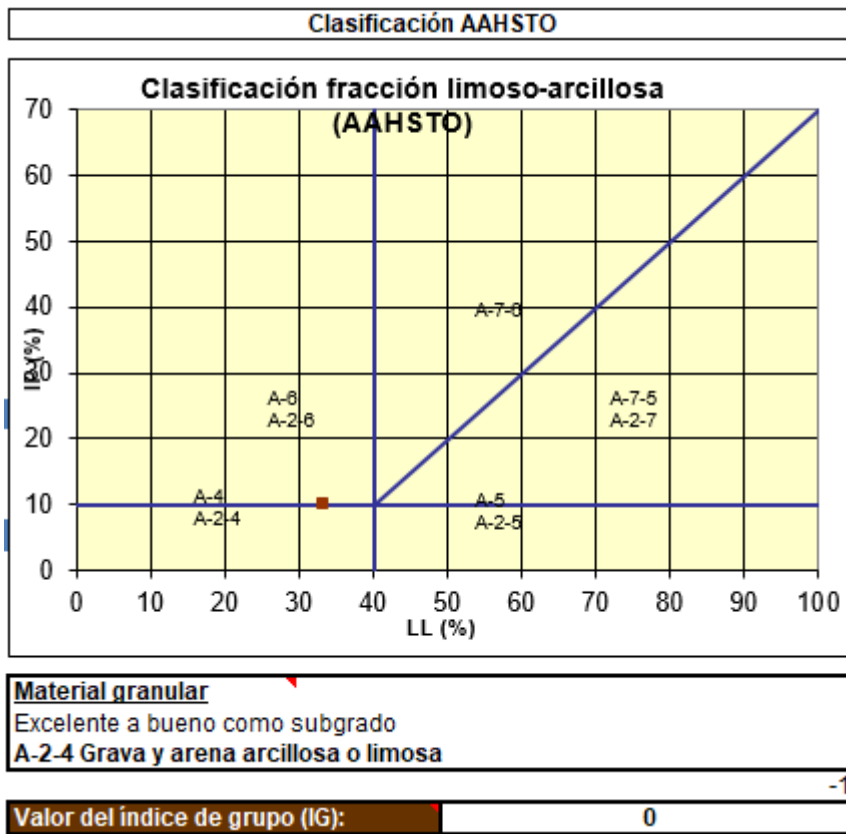
ANEXO XII: Clasificación AAHSTO a profundidad de 1 m

Tabla 21 TAMIZADO – MUESTRA 1 m

Tamiz (mm)	Pasa (%)	Pasante (%)	Retenido acumulado (%)	Retenido parcial (%)
		100.00	0.00	0.00
		100.00	0.00	0.00
		100.00	0.00	0.00
		100.00	0.00	0.00
4"	100	100.00	0.00	0.00
2"	50	100.00	0.00	0.00
1"	25	100.00	0.00	0.00
1/2"	12.5	100.00	0.00	0.00
tamices	3/8"	100.00	0.00	0.00
	#4	100.00	0.00	0.00
#10 (2mm)	#10	68.57	31.43	31.43
	#40	38.08	61.92	30.48
#40 (0.425mm)	#50	0.3	61.92	0.00
	#10	38.08	61.92	0.00
#200 (0.075mm)	#20	0.075	73.47	11.56
Límite líquido LL		33.22 %	$D_x = \frac{D_y - D_1}{\log \%_x - \log \%_1} * \log \%_x - \log \%_1 + D_1$	
Límite plástico LP		23.12 %		
Índice plasticidad IP		10.10 %	$D_x = \frac{0.075 - 0.150}{\log 57.56 - \log 75.3} * \log 60 - \log 75.3 + 0.150$ $D_x = D_{ip} = 0.087$	
Pasa tamiz N° 4 (4.75mm):			100.00 %	
Pasa tamiz N° 200 (0,075 mm):			26.53 %	

FUENTE: Elaboración Propia 13

Ilustración 9 Clasificación ASSHTO



FUENTE: Elaboración propia 24

ANEXO XIII: Clasificación AAHSTO a profundidad de 1,5 m

Tabla 22 TAMIZADO – MUESTRA 1,5 m

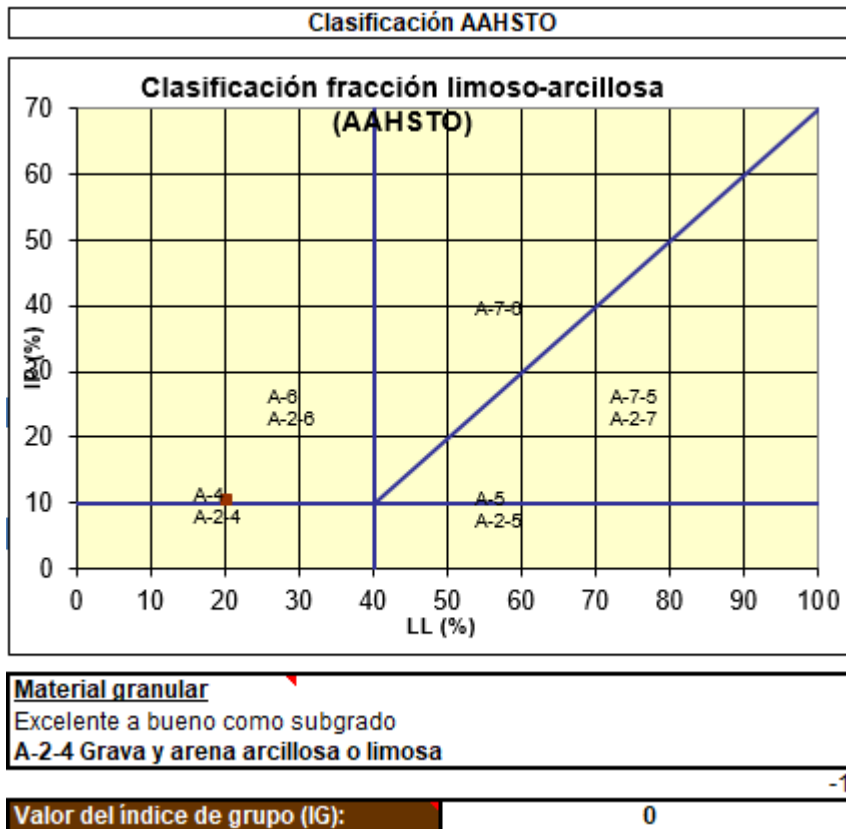
Tamiz (mm)	Pasa (%)	Pasante (%)	Retenido acumulado (%)	Retenido parcial (%)
		100,00	0,00	0,00
		100,00	0,00	0,00
		100,00	0,00	0,00
		100,00	0,00	0,00
		100,00	0,00	0,00
4"	100	100,00	0,00	0,00
2"	50	100,00	0,00	0,00
1"	25	100,00	0,00	0,00
1/2"	12,5	100,00	0,00	0,00
3/8"	9,5	100,00	0,00	0,00
#4	4,75	100,00	0,00	0,00
#10 (2mm)	#10	2	94,15	5,85
#40	0,425	56,70	56,70	43,30
#40 (0.425mm)	#50	0,3	56,70	43,30
#100	0,150	56,70	56,70	43,30
#200 (0.075mm)	#200	0,075	28,84	71,16

Límite líquido LL	20,24	%	$D_x = \frac{D_x - D_1}{\log \%_x - \log \%_1} * \log \%_x - \log \%_1 + D_1$
Límite plástico LP	9,90	%	
Índice plasticidad IP	10,34	%	$D_x = \frac{0,075 - 0,150}{\log 57,56 - \log 75,3} * \log 60 - \log 75,3 + 0,150$ $D_x = D_{60} = 0,087$

Pasa tamiz N° 4 (4.75mm):	100,00	%
Pasa tamiz N° 200 (0,075 mm):	28,84	%

FUENTE: Elaboración propia 25

Ilustración 10 Clasificación AAHSTO



FUENTE: Elaboración propia 26

ANEXO XIV: Ensayo de compresión simple

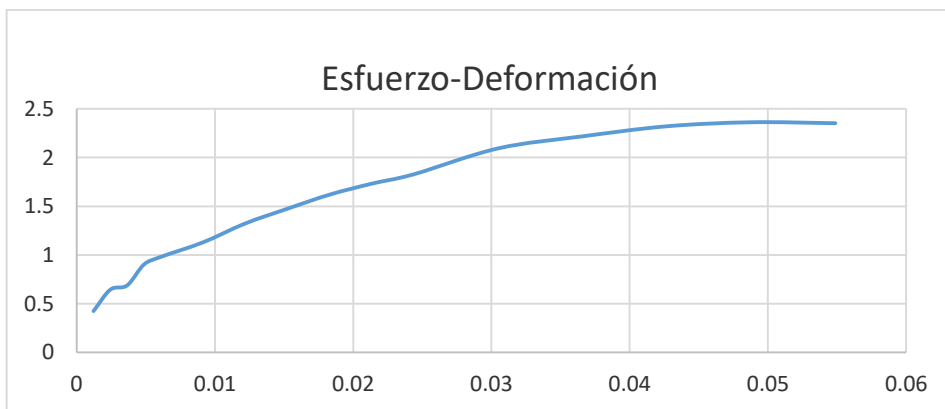
Tabla 23 Resistencia al corte

RESISTENCIA AL CORTE

TIEMPO	LECTURA DIAL de Carga	CARGA	DEFORM	X	ÁREA CORREGIDA	Y
				DEFORM UNITARIA		ESFUERZO σ
	(pulg) 1,E-04	(kg)	(mm) 1,E-02	ϵ 1,E-02	(cm^2)	(kg / cm^2)
		4,30	10	0,00122	10,151	0,424
		6,54	20	0,00244	10,163	0,644
		7,00	30	0,00366	10,175	0,688
		9,20	40	0,00488	10,188	0,903
		10,00	50	0,00610	10,200	0,980
		11,56	75	0,00915	10,232	1,130
		13,58	100	0,01220	10,263	1,323
		15,18	125	0,01524	10,295	1,474
		16,72	150	0,01829	10,327	1,619
		17,94	175	0,02134	10,359	1,732
		19,00	200	0,02439	10,392	1,828
		21,90	250	0,03049	10,457	2,094
		23,34	300	0,03659	10,523	2,218
		24,58	350	0,04268	10,590	2,321
		25,18	400	0,04878	10,658	2,363
		25,24	450	0,05488	10,727	2,353
			500	0,06098	10,797	0,000
			600	0,07317	10,939	0,000
			700	0,08537	11,084	0,000
			800	0,09756	11,234	0,000
			900	0,10976	11,388	0,000
			1000	0,12195	11,546	0,000

FUENTE: Elaboración propia 27

Ilustración 11 Esfuerzo - Deformación



FUENTE: Elaboración propia 28

ANEXO XV: Ensayo de proctor modificado

Tabla 24 Proctor Modificado

UNIVERSIDAD DE MACHALA
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

ENSAYO PROCTOR MODIFICADO

PROYECTO :
DESCRIPCION DEL MATERIAL :
ABSCISA :
PESO DEL MARTILLO : 10 Lb ALTURA DE CAIDA : 18" N° DE GOLPES : 56 N° DE CAPAS : 5
ALTURA DEL MOLDE **11,64** DIAMETRO DEL MOLDE = **10,16**

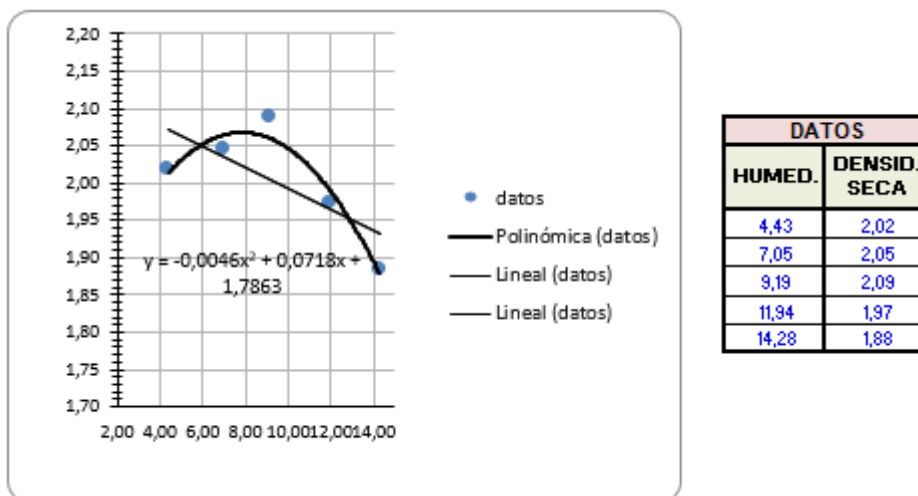
FECHA: 17-01-2023
PROFUNDIDAD 1m

MUESTRA N°	1	2	3	4
PESO DE LA MUESTRA (gr)	5000	5137	5178	5207
VOLUMEN DE AGUA (cm³)	250	146,771	143,833	140,730
% EQUIVALENTE DE AGUA	5%	8%	11%	14%
PESO DEL MOLDE SIN COLLARIN (g)	6445	6445	6445	6445
PESO DEL MOLDE + SUELO HUM. (gr)	10922	11095	11290	11134
VOLUMEN DEL MOLDE (cm³)	2124,0	2124,0	2124,0	2124,0

N° DE CAPSULA	ABAJO ARRIBA		ABAJO ARRIBA		ABAJO ARRIBA		ABAJO ARRIBA	
	R132	K-14	R319	R119	R52	R515	R611	R44T
PESO DE CAPSULA (gr)	9,580	9,610	9,630	9,450	9,500	9,610	9,630	9,640
CAPSULA + SUELO HUMEDO (gr)	49,250	48,680	53,830	54,380	53,230	52,590	52,430	53,900
CAPSULA + SUELO SECO (gr)	47,520	47,070	50,910	51,430	49,790	48,740	48,030	49,010
PESO DEL AGUA (gr)	1,730	1,610	2,920	2,950	3,440	3,850	4,400	4,890
PESO DEL SUELO SECO (gr)	37,940	37,460	41,280	41,980	40,290	39,130	38,400	39,370
CONTEN. HUMEDAD %	4,560	4,298	7,074	7,027	8,538	9,839	11,458	12,421
HUMEDAD PROMEDIO %	4,43		7,05		9,19		11,94	
DENSIDAD HUMEDA (gr/cm³)	2,11		2,19		2,28		2,21	
DENSIDAD SECA (gr/cm³)	2,02		2,05		2,09		1,97	

FUENTE: Elaboración propia 29

Ilustración 12 Densidad máxima



FUENTE: Elaboración propia 30

ANEXO XVI: Ensayo de CBR

Tabla 25 Ensayo de CBR

UNIVERSIDAD DE MACHALA
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS
C.B.R.

PROYECTO: Clasificación de Suelos y Análisis de Taludes, Caso Estudio, Cerro Sector Veg						N° DE CAPAS: 5		
DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL:						FECHA: 19-01-21		
ABSCISA:				MUESTRA #		PROFUNDIDAD: 1m		
MOLDE N°	1 - 10006484			2 - 10006561		3 - 10006560		
N° DE GOLPES POR CAPAS	56			25		12		
PESO MOLDE (qr)	6185			7439		7980		
ALTURA DE LA MUESTRA Hm (cm)	11,68			11,68		11,68		
DIAMETRO DEL MOLDE D (cm)	15,24			15,24		15,24		
VOLUM MUEST V=(π.D ² /4)*H	2130,61			2130,61		2130,61		
CONDICIÓN DE MUESTRA	ANTES DE SATURAR		DESPUÉS DE SATURAR		ANTES DE SATURAR		DESPUÉS DE SATURAR	
PESO MUESTRA HUMED + MOLDE (qr)	14625,3		11112,2		10304		10380,4	
PESO MUESTRA HUMEDA (qr)	8,440		4,927		2,865		2,941	
DENSIDAD HUMEDA gr/cm ³	3,961		2,313		1,345		1,381	
HUMEDAD	ARRIBA	ABAJO	ARRIBA	ABAJO	ARRIBA	ABAJO	ARRIBA	ABAJO
RECIPIENTE N°			R50	R45			R70	R35
PESO RECIPIENTE qr.			3,6	3,6			3,67	3,56
P. MUEST. HUM + REC. qr.			82,86	81,81			81,78	107,07
P. MUEST. SECA + REC. qr.			74,28	71,15			75,43	91,34
PESO AGUA qr.	0	-	8,58	10,66	-	-	12,29	15,73
PESO MUESTRA SECA qr.	0	-	64,68	61,55	-	-	65,82	81,78
CONT. DE HUMEDAD %	0,00	-	0	17,319253	-	-	0	19,234532
HUMEDAD PROMEDIO %	0,000		8,660		0,000		9,617	
DENSIDAD SECA gr/cm ³	3,961		1,971		1,345		1,158	

FUENTE: Elaboración propia 31

Tabla 26 Porcentaje de Agua

PORCENTAJE DE AGUA ABSORBIDA			
MOLDE N°	1 - 10006559	2 - 10005302	3 - 10006556
PESO MUESTRA HUM + MOLDE DESP. SATURAR (qr.)	11,112	10,380	11984,6
PESO MUESTRA HUM + MOLDE ANTES. SATURAR (qr.)	14,625	10,304	11672
PESO AGUA ABSORBIDA (qr)	-3,513	76	313
PORCENTAJE DE AGUA ABSORBIDA	-41,623	2,667	8,467
ALTURA DE LA MUESTRA (mm)	116,80	116,80	116,80

FUENTE: Elaboración propia 32

MEMORIA FOTOGRÁFICA

Ilustración 13 Obtención del material - Cerro San José



FUENTE: Elaboración Propia 33

Ilustración 14 Ensayo del límite líquido



FUENTE: Elaboración Propia 34

Ilustración 15 Tamizado por lavado



FUENTE: *Elaboración Propia 14*

Ilustración 16 Ensayo de Proctor



FUENTE: *Elaboración Propia 15*