



Universidad Científica del Perú - UCP

*Registrado en el Asiento N° A00010 de la Partida N° 11000310, Personas Jurídicas de Iquitos,
Superintendencia de los Registros Públicos - SUNARP*

**FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA
PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERÍA
CIVIL**

TESIS

**ESTABILIZACIÓN DE LA SUB RASANTE DE LA AV.
AHUASHIYACU POR MEDIO DE LA CONCENTRACIÓN DE
CAL, EN EL DISTRITO DE LA BANDA DE SHILCAYO,
PROVINCIA Y REGIÓN SAN MARTÍN - 2020**

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

AUTOR (es):

**RAMOS PÉREZ, Mercy Judit
ROBLEDO MERINO, Sthefany**

ASESOR:

M.Sc. RÍOS VARGAS, Caleb

Tarapoto – San Martín – 2020

DEDICATORIA

Tenemos el deseo de dedicar este grandísimo logro, en primer lugar, a Dios quien nos ha colmado de inteligencia, 6fortaleza y esperanza para alcanzar este anhelo, y por ser el guía que nos acompañará a recorrer nuestra vida personal y profesional.

Mercy y Sthefany

A mis padres, Lucinda y Secundino y a mis hermanas, María y Maritza; por dedicar su constante apoyo, en ayudarme a lograr materializar esté presente, y por decirme que con constancia se puede lograr muchas metas.

Mercy Ramos.

A mis padres; Maritza y Elio, quienes me inculcaron principios y valores fundamentales para poder lograr concretar este presente y a mis hermanos, Thalía, Jessenia, Maricielo y Becker por su constante apoyo y cariño incondicional.

Sthefany Robledo.

¡Este logro es para ustedes!

AGRADECIMIENTO

A: Dios

Por ser el instructor perfecto de mí camino, y haberme permitido dar un paso de gigante en mi vida, brindándome salud para alcanzar mis metas.

A: Nuestros Padres y Familiares

Por brindarnos el apoyo incondicional económico y de esfuerzo para lograr una meta de muchas de las que nos proponemos en la vida.

A: Nuestra Alma Mater

Universidad Científica del Perú, por la formación y enseñanza impartidas a través de grandes docentes que nos ayudaron para un buen desempeño profesional.

A: Nuestro Asesor Ing. M.Sc. Ríos Vargas, Caleb

Por su constante motivación y orientación para el desarrollo del presente informe.

Mostrándose siempre como un factor importante para saciarnos de conocimiento.

¡Este logro es gracias a ustedes!

CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN DE LA UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL PERÚ - UCP

El presidente del Comité de Ética de la Universidad Científica del Perú - UCP

Hace constar que:

La Tesis titulada:

"ESTABILIZACIÓN DE LA SUB RASANTE DE LA AV. AHUASHIYACU POR MEDIO DE LA CONCENTRACIÓN DE CAL, EN EL DISTRITO DE LA BANDA DE SHILCAYO, PROVINCIA Y REGIÓN SAN MARTÍN - 2020"

De los alumnos: **RAMOS PÉREZ MERCY JUDIT Y ROBLEDO MERINO STHEFANY**, de la Facultad de Ciencias e Ingeniería, pasó satisfactoriamente la revisión por el Software Antiplagio, con un porcentaje de **8% de plagio**.

Se expide la presente, a solicitud de la parte interesada para los fines que estime conveniente.

San Juan, 8 de marzo del 2021.



Dr. César J. Ramal Asayag
Presidente del Comité de Ética - UCP

Urkund Analysis Result

Analysed Document: UCP_ING.
 CIVIL_2021_TESIS_MERCYRAMOS_STHEFANYROBLEDO_V1.pdf
 (D96809080)

Submitted: 2/28/2021 11:03:00 PM

Submitted By: revision.antiplagio@ucp.edu.pe

Significance: 8 %

Sources included in the report:

Tesis_silvestre.docx (D31585051)

UCP_ING.CIV_2020_T_JAIMEVASQUEZ_CHRISTIANMARIN_V1.pdf (D75816608)

UCP_ingenieriacivil_2020_Tesis_MariselvaAngulo_CintiaZavaleta_V1.pdf (D90481757)

INFORME FINAL FEDU 2019-Rosa LLique.pdf (D83075154)

CIVIL_2020_PT_PEREZRUDY_V3.pdf (D88458590)

Urkung - Final.pdf (D53427747)

TITULACION_(CASTILLLO_ENRIQUEZ).pdf (D62957473)

Tesis 50% OK Firmado.pdf (D92044772)

<https://core.ac.uk/download/pdf/249337779.pdf>

<https://core.ac.uk/download/pdf/250108479.pdf>

http://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/6963/Huancoillo_Humpiri_Yunior_Jos%C3%A9.pdf?sequence=1&isAllowed=y

https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/648846/MoaleQ_A.pdf?sequence=3&isAllowed=y

<https://docplayer.es/90777027-Universidad-nacional-del-centro-del-peru-facultad-de-ingenieria-civil.html>

<http://repositorio.unjfsc.edu.pe/bitstream/handle/UNJFSC/2969/LUIS%20ENRIQUE%2C%20ESPIRITU%20JACINTO.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

<http://repositorio.utea.edu.pe/bitstream/handle/utea/152/Tesis-Estabilizaci%C3%B3n%20de%20suelos%20arcillosos%20con%20cal.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

<https://core.ac.uk/download/pdf/287332891.pdf>

<https://core.ac.uk/download/pdf/187772742.pdf>

<https://docplayer.es/85161393-Creative-commons-atribucion-nocomercial-sinderivadas-2-5-peru.html>

Instances where selected sources appear:

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA

Con Resolución Decanal **N° 040-2021-UCP-FCEI** del 26 de enero de 2021, la FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA DE LA UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL PERÚ - UCP designa como Jurado Evaluador de la sustentación de tesis a los señores:

- | | |
|------------------------------------------------|------------|
| • Ing. Enrique Napoleón Martínez Quiroz. M. SC | Presidente |
| • Ing. Joel Padilla Maldonado, M. SC. | Miembro |
| • Ing. Luis Armando Cuzco Trigozo. | Miembro |

Como Asesor: **Ing. Caleb Rios Vargas, M. Sc.**

En la ciudad de Tarapoto, siendo las 20:00 horas del día 20 de marzo del 2021, modo virtual con la plataforma del ZOOM, supervisado en línea por la Secretaria Académica de la Facultad y el Director de Gestión Universitaria de la Filial Tarapoto de la Universidad, se constituyó el Jurado para escuchar la sustentación y defensa de la Tesis: **“ESTABILIZACIÓN DE LA SUB RASANTE DE LA AV. AHUASHIYACU POR MEDIO DE LA CONCENTRACIÓN DE CAL, EN EL DISTRITO DE LA BANDA DE SHILCAYO, PROVINCIA Y REGIÓN SAN MARTÍN - 2020”**

Presentado por los sustentantes:

MERCY JUDIT RAMOS PEREZ y STEHFANY ROBLEDO MERINO.

Como requisito para optar el título profesional de: **INGENIERO CIVIL**

Luego de escuchar la sustentación y formuladas las preguntas las que fueron: **ABSUELTAS**

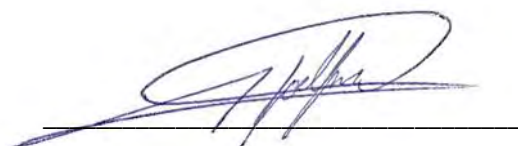
El Jurado después de la deliberación en privado llegó a la siguiente conclusión:

La sustentación es: **ES APROBADA POR MAYORÍA (15)**

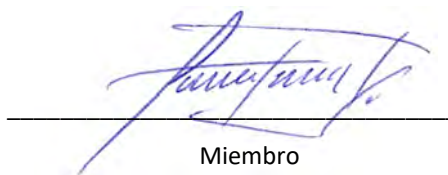
En fe de lo cual los miembros del Jurado firman el acta.



Presidente



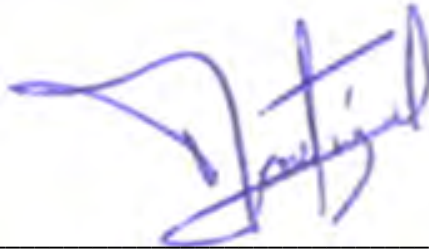
Miembro



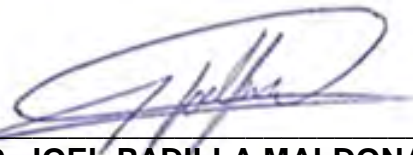
Miembro

APROBACIÓN

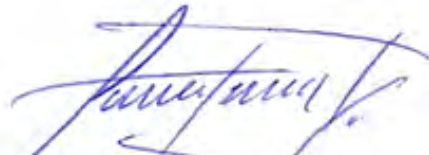
Tesis sustentada en acto público el día 20 de marzo a las 8:00 p.m. del 2021



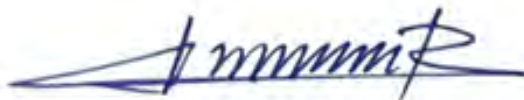
M.Sc. ING. ENRIQUE NAPOLEÓN MARTÍNEZ QUIROZ
PRESIDENTE DEL JURADO



M.Sc. ING. JOEL PADILLA MALDONADO
MIEMBRO DEL JURADO



ING. LUIS ARMANDO CUZCO TRIGOZO
MIEMBRO DEL JURADO



M.Sc. ING CALEB RÍOS VARGAS
ASESOR

INDICE DE CONTENIDO

Dedicatoria.....	i
Agradecimiento.....	ii
Acta de sustentación.....	iii
Hoja de antiplagio.....	iv
Indice de contenido.....	v
Índice de tablas.....	viii
Índice de figuras.....	ix
RESUMEN.....	x
ABSTRACT.....	xi
INTRODUCCIÓN.....	12
CAPITULO I. MARCO TEÒRICO.....	13
1.1. Antecedentes del Estudio.....	13
1.2. Bases teóricas.....	19
1.2.1. Suelos.....	19
1.2.2. Origen de los suelos.....	19
1.2.3. Tipos de suelos.....	20
1.2.4. Propiedades físicas de los suelos.....	20
1.2.5. Características físico químicas de las arcillas.....	25
1.2.6. La cal.....	26
1.2.7. Subrasante.....	28
1.2.8. Estabilización del terreno de fundación (subrasante).....	30
1.3. Definición de términos básicos.....	31
CAPITULO II. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	37
2.1 Descripción del Problema.....	37
2.2 Formulación del Problema.....	39
2.2.1. Problema General.....	39

2.2.2.	Problemas Específicos.....	39
2.3.	Objetivos.....	39
2.3.1.	Objetivo General.....	39
2.3.2.	Objetivos Específicos.....	39
2.4.	Hipótesis.....	40
2.4.1.	Hipótesis general.....	40
2.4.2.	Hipótesis específicas.....	40
2.5.	Variables.....	41
2.5.1.	Identificación de Variables.....	41
2.5.2.	Definición Conceptual y Operacionalidad de las Variables.....	41
2.5.3.	Operacionalización de las Variables.....	41
CAPITULO III. METODOLOGÍA.....		43
3.1.	Tipo y diseño de investigación.....	43
3.1.1.	Tipo de Investigación.....	43
3.1.2.	Diseño de la investigación.....	43
3.2.	Población y muestra.....	44
3.3.	Técnicas, instrumentos y procedimientos de recolección de datos.....	45
3.3.1.	Técnicas de Recolección de datos.....	45
3.3.2.	Instrumentos de Recolección de Datos.....	46
3.3.3.	Procedimiento de Recolección de Datos.....	46
3.4.	Procesamiento y análisis de datos.....	58
3.4.1.	Metodología de diseño.....	59
CAPITULO IV. RESULTADOS.....		62
4.1.	Descripción del Tramo.....	62
4.1.1.	Ubicación del Tramo en estudio.....	63
4.1.2.	Geología del Tramo en estudio.....	64
4.1.3.	Hidrología del Tramo en estudio.....	66
4.2.	Topografía de la vía.....	67

4.3.	Propiedades Físico-Mecánicas de los suelos de la subrasante	67
4.3.1	Exploración de suelos.....	68
4.3.2	Ensayos de laboratorio del suelo natural.....	69
a)	Determinación del Contenido de Humedad.....	70
b)	Análisis Granulométrico	70
c)	Determinación de Límite Plástico.....	71
d)	Determinación de Límite Líquido	71
e)	Índice Plástico.....	71
f)	Ensayo de Compactación de suelo.....	72
g)	Máxima densidad.....	72
h)	Óptimo contenido de humedad	72
i)	Relación de soporte california (CBR).....	73
4.3.3.	Estabilización de la subrasante.....	73
a)	Límites de Atterberg.....	74
b)	Ensayo de compactación.....	77
c)	Óptimo contenido de humedad de suelo estabilizado	78
d)	Valor de Soporte California (CBR)	79
CAPITULO V. DISCUSIÓN, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....		82
5.1.	Discusión	82
5.2.	Conclusiones.....	83
5.3.	Recomendaciones	85
BIBLIOGRAFIA		86
ANEXOS		88
ANEXO 1: MATRIZ DE CONSISTENCIA.....		89
ANEXO 2: PLANO TOPOGRÁFICO (PLANTA Y PERFIL)		91
ANEXO 3: ENSAYOS DE LABORATORIO.....		93
ANEXO 4: PANEL FOTOGRÁFICO.....		146

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Clasificación de los suelos, por el tamaño de granos.....	23
Tabla 2. Intervalos de plasticidad de los suelos.....	24
Tabla 3. Correlación de la clasificación de suelos mediante los métodos SUCS y AASHTO.....	25
Tabla 4. Intervalo de valores del IG del suelo en la AASHTO.....	26
Tabla 5. Categorías de Subrasante en dependencia del CBR	31
Tabla 6. Definición Conceptual de las Variables (VI, VD).....	42
Tabla 7. Operacionalización de las Variables.....	43
Tabla 8. Instrumentos de Recolección de datos según normas.....	47
Tabla 9. Selección del aditivo estabilizador.....	61
Tabla 10. Precipitación Total Mensual (mm).....	67
Tabla 11. Resumen de exploración de suelos mediante calicatas.....	70
Tabla 12. Contenido de Humedad.....	71
Tabla 13. Análisis Granulométrico	72
Tabla 14. Límites de Consistencia	73
Tabla 15. Proctor Modificado	74
Tabla 16. CBR.....	74
Tabla 17. Límite Líquido de Suelo Estabilizado	75
Tabla 18. Límite Plástico de Suelo Estabilizado	76
Tabla 19. Índice de Plasticidad de Suelo Estabilizado	78
Tabla 20. Densidad Máxima de Suelo Estabilizado	78
Tabla 21. Humedad Óptima de Suelo Estabilizado	79
Tabla 22. CBR de Suelo Estabilizado	80

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Esquema del diseño de la investigación.....	45
Figura 2. Tipos de observación en la investigación.....	46
Figura 3. Selección de aditivos estabilizador.....	60
Figura 4. Tramo en estudio Av. Ahuashiyacu, Banda de Shilcayo.....	64
Figura 5. Mapa de ubicación del distrito de la Banda de Shilcayo.....	65
Figura 6. Ubicación del tramo en estudio	66
Figura 7. Mapa Geológico de Tarapoto	66
Figura 8. Promedio mensual de Precipitación desde el año 2010 al 2019..	67
Figura 9. Planta Topográfica de la Av. Ahuashiyacu.....	68
Figura 10. Perfil Topográfico de la Av. Ahuashiyacu.....	68
Figura 11. Ubicación de las calicatas.....	69
Figura 12. Límite Líquido en suelo Estabilizado.....	76
Figura 13. Girando la manivela de la copa Casagrande	76
Figura 14. Límite Plástico de suelo Estabilizado.....	77
Figura 15. Tomamos una porción de suelo y lo amasamos	77
Figura 16. Índice de Plasticidad	78
Figura 17. Densidad Máxima de Suelo Estabilizado.....	79
Figura 18. Humedad Óptima de suelo Estabilizado.....	79
Figura 19. Realizando la mezcla de cal con la muestra de suelo.....	80
Figura 20. Aplicando golpes para compactar el espécimen.....	80
Figura 21. CBR al 95% de suelo Estabilizado.....	81
Figura 22. Registrando la lectura inicial con un extensómetro.....	81
Figura 23. Aplicando una carga sobre el molde de la muestra.....	82
Figura 24. Excavación de Calicata a cielo abierto, profundidad 1.50.....	147
Figura 25. Calicata Terminada.....	147
Figura 26. Tamizando la muestra para ensayo de Granulometría.....	148
Figura 27. Pesando la muestra para ensayo de Límites de Atterberg....	148
Figura 28. Porcentajes de Cal para ser añadidas a las muestras.....	149

RESUMEN

El presente proyecto de tesis consistió en determinar la influencia en el mejoramiento de los suelos de la subrasante, con el uso de la cal como aditivo, de la Av. Ahuashiyacu del distrito de la Banda de Shilcayo para que posteriormente esta base estabilizada forme parte de la estructura de los diversos tipos de Pavimentos, la influencia del uso de la Cal como aditivo se obtuvo mediante ensayos de laboratorio.

Los ensayos realizados a las muestras de suelo en el laboratorio nos permiten valorar los cambios positivos que las proporciones de cal genera sobre las muestras de suelo. Estos ensayos fueron: CBR, granulometría, Proctor modificado y límites de consistencia; para más adelante comparar los resultados obtenidos de los ensayos, y con ello realizar una dosificación correcta de cal obteniendo así un suelo óptimo.

Esta investigación, se dividió en cuatro fases. En la primera fase, realizaron calicatas de profundidad de 1.50 metros. En la segunda fase, se realizó un secado de las muestras al aire libre. En la tercera fase se realizaron los trabajos de laboratorio de dichas muestras obtenidas en las calicatas. Finalmente, en la cuarta fase, se procesaron los datos obtenidos, y se comparó pruebas iniciales y finales de las muestras.

Se observa la influencia de la cal como aditivo en el mejoramiento de los suelos de terreno de fundación en la av. Ahuashiyacu, observándose el efecto que causa incremento en la capacidad de soporte california (CBR) y resistencia al corte de estos suelos arenosos limos arcillosos. De los cuatro tratamientos del suelo con cal, el que ofrece mejores ventajas lo constituye la estabilización con el 8 % de cal con un 34.60% de CBR de diseño.

Palabras claves – Estabilización de la subrasante, Relación soporte california, Mejoramiento de suelos.

ABSTRACT

The present thesis project consisted in determining the influence on the improvement of the subgrade soils, with the use of lime as an additive, of Av. Ahuashiyacu of the Banda de Shilcayo district so that later this stabilized base becomes part of the structure of the various types of pavements, the influence of the use of lime as an additive was obtained through laboratory tests.

The tests carried out on the soil samples in the laboratory allow us to assess the positive changes that the proportions of lime generate on the soil samples. These tests were: CBR, granulometry, modified proctor and consistency limits; in order to later compare the results obtained from the tests, and thereby carry out a correct dosage of lime, thus obtaining an optimal soil.

This research was divided into four phases. In the first phase, they made 1.50 meter deep pits. In the second phase, the samples were dried in the open air. In the third phase, laboratory work was carried out on said samples obtained in the pits. Finally, in the fourth phase, the data obtained were processed, and initial and final tests of the samples were compared.

The influence of lime is observed as an additive in the improvement of the foundation terrain soils in Av. Ahuashiyacu, observing the effect that causes an increase in the California bearing capacity (CBR) and resistance to cutting of these sandy loamy clay soils. Of the four soil treatments with lime, the one that offers the best advantages is stabilization with 8% lime with 34.60% of design CBR.

Keywords - Subgrade stabilization, California support relationship, Soil improvement.

INTRODUCCIÓN

La presente investigación tiene como propósito, determinar la influencia en el mejoramiento de los suelos de la subrasante, estabilizando los suelos de la zona del tramo en estudio, con el uso de la cal como aditivo, en la Av. Ahuashiyacu del distrito de la Banda de Shilcayo.

La característica esencial de esta investigación, es obtener resultados de laboratorio óptimos y favorables. Para posteriormente plantear un método de solución rápida, económica y amigable con el medio ambiente. Esta alternativa de solución consiste en mejorar con CAL las características físicas y mecánicas de la subrasante en estudio, brindando una base estabilizada el cual formará parte de la estructura de los diferentes tipos de pavimentos.

Normalmente se sabe que el suelo de fundación es débil, con índices de CBR relativamente bajos, los mejoramientos frente a ello se realizan frecuentemente reemplazando este suelo con material de cantera, aumentando las capas de la calzada, sin embargo, estos procedimientos elevan el costo de la obra además de generar un impacto negativo en el medio ambiente a mediano o largo plazo.

Como alternativa de solución el presente proyecto de tesis plantea mejorar las propiedades físicas y mecánicas mediante la estabilización con cal con diferentes dosificaciones de (2%, 4%, 6% y 8%) pretendiendo obtener un porcentaje óptimo del Cal que asegure un incremento significativo del valor de soporte del suelo (CBR).

CAPITULO I: MARCO TEÓRICO

1.1. Antecedentes del Estudio

Antecedentes Internacionales

Botero et al, (2018). En su artículo científico titulado “*Óxido de calcio en la estabilización de suelos arcillosos*” presentado en la XXIX Reunión Nacional de Ingeniería Geotécnica, noviembre 22 al 24, 2018 – León, Guanajuato, organizado por la Sociedad Mexicana de Ingeniería Geotécnica, A.C. Para exponer la problemática de los suelos blandos de la zona del ex lago Texcoco, como suelos difíciles para la construcción de obras civiles, en este caso el nuevo aeropuerto de la Ciudad de México y establecer una metodología de estabilización con el óxido de calcio en busca de una mejor respuesta al comportamiento mecánico, evaluado mediante el CBR entre otros ensayos, en sus resultados describe que el porcentaje máximo utilizado de cal fue del 15%, (Botero et al, 2018, pág.20).

Concluyendo que, con los ensayos realizados en laboratorio para determinar sus características físicas y mecánicas, permitió evaluar que el índice CBR y el de expansión superan en buena medida a los valores establecidos por la normatividad vigente mexicana para el caso de terracerías, lo cual resulta ventajoso al ámbito de las Vías Terrestres, (Botero et al, 2018, pág.22).

Es importante hacer uso de esta investigación porque, consideramos que se debe tomar en cuenta las características físicas en el estado natural y cómo influye el óxido de calcio en sus propiedades físicas y mecánicas, que conforme se desarrolla la mayor resistencia, está depende en gran medida o se ve influenciada por la nueva superficie específica de los sólidos, (Botero et al, 2018, pág.18).

Tapia, José (2012). En su tesis de Magister “*Estabilización de suelos para atenuar efectos de la plasticidad usado en la estructura de pavimento*”

flexible, en la calle 5 de junio de Portoviejo, Manabi, Ecuador”, en cuya investigación, describe el planteamiento del problema, que los pavimentos no tienen una vida útil apropiada y que cumplan el tiempo de servicio en condiciones de calidad, frente a este problema manifiesta utilizar la cal como estabilizador considerándolo como una actividad de mejora de la subrasante en las obras viales, formulándose como. Objetivo general, demostrar la mejora de las condiciones técnicas del suelo como subrasante de la calle “5 de junio” al estabilizarlo con cal. Con los ensayos de laboratorio y utilizando 4%, 6% y 8% de cal, con las características físicas inherentes a los suelos encontrados, llegando a los resultados que el CBR es mayor para el porcentaje del 6%, (Tapia, José. 2012, pág.26).

Concluye que las propiedades plásticas del suelo estabilizado disminuyen con respecto a los valores obtenidos en condiciones naturales, y sus propiedades mecánicas mejoran y quedando representadas por el mayor valor del CBR obtenido al 6% de cal, lo cual representa una mayor capacidad de soporte de las cargas vehiculares en comparación con el suelo en estado natural, (Tapia, José. 2012, pág. vi).

En nuestra investigación se tomará en cuenta estos resultados como parámetros de control y análisis, para evaluar la resistencia y soporte California, teniendo como antecedente los incrementos de los porcentajes de cal y las características físicas de los suelos en su estado natural, (Tapia, José. 2012, pág. 59).

Arrieta et al (2010), En su artículo científico titulado *“Efecto de la cal en la estabilización de subrasantes”*, Universidad de Costa Rica. Siendo su objetivo la valoración del efecto de la cal en sus propiedades mecánicas de los suelos, haciendo hincapié en el tipo de cal dependiendo primordialmente del tamaño de partículas que condiciona al tipo de suelo, siendo determinado el pH del suelo versus porcentajes de cal del 2%, 4%, 6% y 8%, (Arrieta et al 2010, pág. 97)

Logrando una conclusión de comparar los resultados que los cuatro

porcentajes utilizados se encuentran por encima de la resistencia a la compresión mínima de $17.59 \frac{Kg}{cm^2}$ solicitada para utilizar el material como sub base o material selecto en pavimentos flexibles, inclusive los resultados están muy por encima de este valor, con resistencias que van desde los $31.64 \frac{Kg}{cm^2}$ hasta los $38.65 \frac{Kg}{cm^2}$ aproximadamente, entonces las dosificaciones pueden ser reducidas y aun así cumplirán con los requisitos de resistencia, sin embargo no llegan a ser suficiente para ser utilizada como una base en la estructura de un pavimento flexible, (Arrieta et al 2010, pág. 107).

En general el avance de la ciencia, nos permite acceder a resultados en los cuales, la cal es un aditivo utilizado a través de los tiempos, en los caminos como una concentración, para la mejora del comportamiento mecánico, expresado en su resistencia y durabilidad de los suelos, de preferencia los de partículas finas, la cal que se utiliza son la hidratada de alto calcio, la cal viva, la dolomítica. La cantidad utilizada para la estabilización de la mayoría de suelos varía usualmente entre 5% y 10%, valores que tendremos en cuenta para la discusión y análisis de nuestros resultados, que permita aportar a la ciencia nuestros datos considerando las características físicas de los suelos de selva alta, (Braja M. Das, E. 2007 pág. 807).

Antecedentes Nacionales

Estrada y Pintado, (2019). En su tesis *“capacidad portante (CBR) del suelo del sector 9 de Cajamarca, incorporando 2%, 4% y 6% de cal hidratada, 4%, 6% y 8% de cemento portland tipo 1 y 4%, 8% y 12% de cloruro de sodio”*, para optar el título de ingeniería civil de la Universidad Privada del Norte – Cajamarca, el objetivo fue determinar la capacidad portante (CBR) del suelo del sector 9 de Cajamarca, incorporando las concentraciones de aditivos, (Estrada y Pintado, 2019, pág. 21).

Concluyendo que el comportamiento del suelo en el caso de la

incorporación de la concentración de cal hidratada del 2% de 4% y 6%, se observa que el índice CBR de 4.60% de la muestra patrón va creciendo de 9.05% a 11.15% y muestra cierto decrecimiento para la concentración al 6% de cal llegando a un CBR del 10.50% respectivamente. Estos valores representan el 194.21%, 242% y 228% del valor obtenido en la muestra patrón, (Estrada y Pintado, 2019, pág. 39).

Por lo que tiene gran importancia que también se verifique las propiedades del material suelo de nuestro proyecto y realizar el control con las características mecánicas y su comparación de los resultados, siguiendo las normas establecidas por el MTC, (Estrada y Pintado, 2019, pág. 34).

López y Ortiz, (2018). En su tesis titulada *“estabilización de suelos arcillosos con cal para el tratamiento de la subrasante en las calles de la urbanización San Luis de la ciudad de Abancay”*, para optar el título de ingeniero civil de la Universidad Tecnológica de los Andes-Abancay, tiene como objetivo, Estabilizar el suelo existente de los jirones de Molinopata y Santo Domingo de la urbanización San Luis, adicionando un porcentaje de cal y que este posteriormente pueda ser usado como capa de subrasante de un pavimento según las especificaciones y normas vigentes en nuestro país, (López y Ortiz, 2018, pág. 21).

Concluyen que la cantidad de cal necesaria para mejorar el índice de CBR en los suelos estudiados es de 8% del peso seco del suelo. También manifiestan que han verificado que al realizar el ensayo de Eades & Grim y al añadirle cal al suelo, el pH del suelo, se incrementa arriba de los 10.5 lo que permite romper las partículas de las arcillas y así formar productos cementantes que contribuyen a la resistencia del suelo, (López y Ortiz, 2018, pág. 88).

En la actualidad en nuestra ciudad se observa de grandes a pequeñas construcciones de pavimentos, que se necesita investigar el mejoramiento de suelos, del terreno de fundación utilizando la cal, las dosificaciones

realizadas en otros lugares son un diagnóstico previo en busca de mejorar la calidad del comportamiento de los suelos, al ser estabilizados con ciertos porcentajes de cal, para verificar luego si se cumple con las resistencias mínimas especificadas por las normas y reglamentos actuales, mediante el experimento, la prioridad es relacionar nuestra investigación con elementos estructurales estudiados en las tesis y analizar los resultados con las características de los suelos presentes en el tramo del proyecto, (López y Ortiz, 2018, pág. 89).

Jara R, (2014). En su tesis titulada *“efecto de la cal como estabilizante de una subrasante de suelo arcilloso”* de la Universidad Nacional de Cajamarca, describe la problemática enfocada de manera específica a los tipos de suelos definidos y caracterizados por las formaciones de cada lugar geográfico. Siendo su objetivo evaluar el efecto de la cal como estabilizante de una subrasante de suelo arcilloso, del acceso al centro comercial open plaza, utilizando la cal en 2%, 4% y 6%. De los resultados se puede observar que la adición de cal modifica las características físicas y mecánicas del suelo tratado, en cuya investigación se muestra los resultados del CBR de diseño, obteniéndose para el suelo natural un valor de 2.55%, que de acuerdo a las características de un suelo para subrasante es inadecuado, pero la modificación con cal mejora su calidad de subrasante de, medible con el CBR de 7.5% para el 2% de cal, 11.48% para el 4% y de 10.75% para el 6% de cal, (Jara R, 2014, pág. 2).

Concluyendo que la dosificación al 4% de cal es la que presenta mejores resultados en el comportamiento como subrasante, (Jara, R. 2014, pág. 60).

En nuestra investigación se tendrá en cuenta la realización de ensayos, para determinar las propiedades físicas y mecánicas (densidad seca máxima, óptimo contenido de humedad y el CBR%), los trabajos técnicos estarán basados en la metodología implementada por las Normas del MTC, 2013, en el análisis de cada uno de los valores obtenidos y de uso, para nuestro proyecto ubicado en nuestra región San Martín.

Antecedentes Regionales

Pezo, V. (2016) en su tesis *“Aplicación de cal en subrasante para el diseño de pavimento rígido, en Jirón La Unión, Juan Guerra-San Martín, 2016”*, de la Universidad Particular Cesar Vallejo-Tarapoto, manifiesta que su objetivo general es determinar el efecto de la aplicación de cal en la subrasante natural para el diseño de pavimento rígido en el jirón La Unión de Juan Guerra-San Martín. En los resultados se puede distinguir que no presenta el CBR de la muestra patrón o terreno natural, pero si presenta valores para las adiciones de cal de 1%, 2%, 3%, 4% y 5% y muestra la estadística de mejora de la subrasante calificándolo a través del índice CBR calculado al 100% de la DSM, desde 14.12%, 22.37%, 30.67%, 31.53% y 45.61% respectivamente, (Pezo, V. 2016, pág. 26).

Concluyendo que la adición de cal en el suelo de la subrasante natural para el diseño de pavimento rígido en el jirón La Unión de Juan Guerra-San Martín, se mejora la calidad de la subrasante apreciándose de manera significativa con los incrementos estadísticos de los valores del CBR, posibilitando la reducción del espesor en el diseño de pavimento rígido, (Pezo, V. 2016, pág. 44).

Los ingenieros debemos estar lo suficientemente preparados, para poder identificar y determinar las propiedades físicas y mecánicas de los suelos los que intervienen como terreno de fundación y conocido como subrasante y calificarlo de inadecuado a excelente y evaluar la posibilidad de estabilizarlo e interpretar los resultados con pericia y en concordancia con las normas nacionales e internacionales, con la finalidad de diseñar un pavimento flexible o rígido de calidad usando metodologías apropiadas, cuyo producto garantice la estabilidad de las estructuras y cuyos valores sean considerados para el desarrollo de la ciencia y seguir investigando, puesto que la naturaleza nos tiene guardado muchos fenómenos que pueden ocurrir.

1.2. Bases teóricas

1.2.1. Suelos

Son el sustento de cada una de las obras civiles horizontales (pavimentos) y verticales, en la naturaleza los suelos son un conjunto de partículas sólidas organizadas y con cierto grado de acomodo, provenientes de las acciones naturales como cambios de temperatura, descomposición química y acciones antrópicas, condicionadas por las leyes naturales, constituyendo una masa delgada sobre la corteza terrestre, que en su interior alberga agua y aire. Cabe mencionar que el ingeniero civil o los entendidos en el campo necesitan entender cada una de las partes descritas, con la finalidad de comprender el comportamiento físico, mecánico e hidráulico de los suelos, así como el origen de los suelos, (Crespo Villalaz, 2004 pág. 18).

1.2.2. Origen de los suelos

En la naturaleza el origen y formación de los suelos, es un proceso cíclico, en donde intervienen diferentes agentes físicos y químicos, cada uno de ellos tiene una forma de ataque a la roca madre en su vida geológica, desintegrándolo, por acción del cambio de temperatura, raíces de plantas, congelación del agua y por descomposición, por acción de la oxidación, carbonatación e hidratación. Los factores que permiten la formación de los suelos, tenemos el tiempo, la pendiente, el clima, cuando los suelos se originan por la acción mecánica o meteorización se llegan a formar suelos de grano grueso (grava y arena) y en casos especiales arcillas y cuando interviene los agentes químicos, su último producto son los suelos blandos (limos y arcillas), que luego de originarse y formarse, se tiene los tipos de suelos, (Crespo Villalaz, 2004, pág. 20).

1.2.3. Tipos de suelos

Suelos Residuales

Los suelos residuales son el resultado y respuesta a los fenómenos de ataque del intemperismo físico y la descomposición química, pueden quedar sobre la roca madre de la cual han sido originados y formados permaneciendo en su lugar, acumulándose de acuerdo a la velocidad de erosión, oxidación, hidratación y dependen directamente del clima, cambios de temperatura y el agua pluvial, condicionados por el tiempo, naturaleza de la roca de la cual se derivan, de la floresta, de la topografía, de la actividad bacteriana y de la antrópica. (Juárez, B. y Rico R. 2005 pág. 35).

Suelos transportados

Los suelos transportados son aquellos que en primer lugar se originaron sobre la roca, pero que por factores como la inclinación topográfica de la zona, la lluvia, los ríos, los glaciares, el viento, viajan pendiente abajo en forma de sedimentos y van formando los suelos talud que se depositan temporalmente en los taludes, los coluviones se depositan en las mesetas, los aluviones son depósitos encontrados en las terracerías bajas, así como los eólicos ejemplo las dunas de arena en la zona costera peruana, otro agente importante son los mares, los deslizamientos generados por fenómenos sísmicos, climáticos y también influye la actividad antrópica, (Juárez, B. y Rico R. 2005 pág. 35).

1.2.4. Propiedades físicas de los suelos

Relaciones de pesos y volúmenes

En una masa de suelos se distingue tres fases, la sólida que está constituida por los granos o partículas sólidas, la fase líquida constituida por el agua gravitacional, capilar y de contacto y la fase gaseosa constituida de manera general por aire y otros gases que pueden ser tóxicos como el anhídrido carbónico, sulfuros, entre otros. En mecánica de suelos las fases

líquida y gaseosa se considera como el volumen de vacíos y la fase sólida corresponde al volumen de sólidos. Se conoce como suelo parcialmente saturado cuando presenta las tres fases y suelo saturado cuando el líquido ocupa todo el volumen de vacíos. En los laboratorios de mecánica de suelos es determinable el peso del suelo húmedo, el peso del suelo seco y el peso específico relativo de los sólidos y haciendo relaciones y correlaciones se determinan otras magnitudes para el conocimiento y determinación de las propiedades de los suelos, (Juárez, B. y Rico R. 2005 pág. 51).

Contenido de humedad

Es una propiedad que indica la cantidad de agua que la masa de suelo contiene, expresándola como porcentaje del peso de agua entre el peso de los sólidos. En cierto modo este valor es relativo, porque depende del clima que puede ser variable, por lo que este valor es de gran importancia, puesto que, en ingeniería civil, este valor es condicionante de la resistencia de los suelos de subrasante sobre todo en suelos blandos (arcillas), (Juárez, B. y Rico R. 2005 pág. 55).

Peso específico relativo de los sólidos

El peso específico relativo de los sólidos es directamente proporcional al peso específico de los sólidos e inversamente proporcional al peso del agua destilada, a 4°C y sujeta a una atmósfera de presión. Esta característica queda determinada según los minerales constituyentes en la mayoría de casos está en el intervalo de $2.6 \leq S_s \leq 2.9$, así tenemos el que corresponde al cuarzo es de 2.67, el del feldespato es 2.6, en suelos con abundante hierro puede llegar a 3, en la turba se ha obtenido valores de 1.5: en el caso de las arcillas que constituye la fracción coloidal de un suelo, llega tener un peso específico relativo en un promedio de 2.8 a 2.9, (Juárez, B. y Rico R. 2005 pág. 77).

La Granulometría

La granulometría viene hacer el estudio de la distribución de los tamaños de las partículas de un suelo de acuerdo a la conducta estandarizada, en los laboratorios de mecánica de suelos se realiza mediante el tamizado o zarandeo del suelo previamente secado en un horno a $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$, el paso de las partículas se realiza por medio de mallas de distinto diámetro hasta el tamiz N° 200 (4.75mm). Para conocer su distribución granulométrica por debajo de este tamiz se hace el ensayo de sedimentación, (Crespo Villalaz, 2004, pág. 45).

El resultado se grafica en un sistema de coordenadas, en el eje de abscisas los diámetros en mm a escala logarítmica y el porcentaje que pasa en el eje de ordenadas a escala natural, la discusión de resultados sobre la gradación se concluye, que a concluir que en la naturaleza y de acuerdo al grado de trabajo de los agentes y las formas de ataque, como ya dijimos se llegan a formar suelos de grano grueso y fino, los que sometidos a ensayos de granulometría y en función a los rangos establecidos por las instituciones internacionales y nacionales podemos clasificar los suelos según la tabla 1, (Braja, M Das 2007 pág. 5).

Tabla 1: Clasificación de los suelos, por el tamaño de granos

Tipo de material		Tamaño de los granos
Grava		75 mm a 4.75 mm
Arena		Arena gruesa: 4.75 a 2 mm
		Arena media: 2mm a 0.425mm
		Arena fina: 0.425mm a 0.075mm
Grano fino	Limo	0.075mm a 0.005mm
	Arcilla	Menor a 0.005mm

Fuente: MTC - 2013

La plasticidad

Cuando un suelo arcilloso se encuentra en suspensión por efecto de la erosión, como en el caso de un río y si lo sometemos una muestra de suelo agua al proceso de secado, se observará claramente los 5 estados de la materia, primero cuando las partículas están en suspensión tendrá la apariencia de un líquido viscoso, luego al irse deshidratando tomará las características de un líquido viscoso y se lo conoce como el estado semilíquido, al continuar el proceso de secado pasa al estado plástico, donde el suelos puede ser trabajable y capas de deformarse, luego se encontrará en el estado semisólido y finalmente en el estado sólido, (Juárez, B. y Rico R. 2005, pág. 127).

Siendo una característica de los suelos blandos (arcillas), que depende de la humedad, siendo determinable en los laboratorios de mecánica de suelos, mediante los ensayos de los límites de Aterberg, se determina el límite líquido (LL), que viene hacer el contenido de agua frontera entre el estado semilíquido y plástico. El límite plástico (LP) que es el contenido de agua límite entre los estados plástico y semisólido. El límite de contracción (LC) viene hacer el contenido de agua entre las fronteras, semisólido y sólido. Estos valores son de gran importancia en las actividades que tiene que desarrollar el ingeniero civil y que tiene que lidiar y conocer e interpretar sus resultados que le permita entender al comportamiento del suelo. Otro valor de igual importancia es el índice plástico, que queda definido por la diferencia del LL menos el LP ($IP = LL - LP$), (Juárez, B. y Rico R. 2005 pág. 127).

Tabla 2: Intervalos de plasticidad de los suelos

Índice de plasticidad	Plasticidad	características
$IP \geq 20$	Alta	Suelos muy arcillosos
$7 < IP \leq 20$	Media	Suelos arcillosos
$IP < 7$	Baja	Suelos poco plásticos
$IP = 0$	NP (No plástico)	Suelos exentos de arcilla

Fuente: MTC - 2013

Clasificación de suelos

Los diferentes tipos de suelos son definidos por el tamaño de sus partículas. En la naturaleza se encuentran en combinación de dos o más tipos de suelos diferentes, así tenemos las gravas, arenas, limo, arcillas y la combinación entre estas. La determinación del rango de tamaño de las partículas, su gradación y cantidad de partículas finas (limos y arcillas) definen la estabilidad y clasificación en sus diferentes tipos y luego orienta al investigador que ensayos son necesarios para determinar las características de los suelos, (Crespo Villalaz, 2004, pág. 87).

Actualmente se puede decir que tenemos dos métodos en uso para la clasificación de los suelos y estos son el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS) y el de la Asociación Americana de Agencias Oficiales Carreteras y Transportes (AASHTO). Así pues, la clasificación es un proceso empírico basado en la granulometría y plasticidad de los suelos, con la finalidad de reagrupar las características de los suelos en función a la necesidad de los ingenieros, (Juárez, B. y Rico R. 2005 pág. 150).

Tabla 3: Correlación de la clasificación de suelos mediante los métodos SUCS y AASHTO

CLASIFICACIÓN DE SUELOS SEGÚN AASHTO	CLASIFICACIÓN DE SUELOS SEGÚN ASTM
A-1-a	GW, GP, GM, SW, SP, SM
A-1- b	GM, GP, SM, SP
A-2	GM, GC, SM, SC
A-3	SP
A-4	SCL, ML
A-5	ML, MH, CH
A-6	CL, CH
A-7	OH, MH, CH

Fuente: US Army Corps of Engineers – Tomado del MTC, 2013

Tabla 4: Intervalos de valores del IG del suelo en la AASHTO

Índice de Grupo (IG)	Suelo como subrasante
$IG > 9$	Suelo muy malo
$4 < IG < 9$	Malo
$2 < IG < 4$	Regular
$1 < IG < 2$	Bueno
$0 < IG < 1$	Muy Bueno

Los grupos de suelos determinados por la metodología AASHTO, quedan definidos mediante la reagrupación de los tipos de suelos mediante el índice de grupo (IG), por ejemplo $A - 7 - 6_{(6)}$.

1.2.5. Características físico químicas de las arcillas

Según Juárez, B. y Rico R. (2005 pág. 42), los suelos en la naturaleza están influenciados por las fuerzas gravitacionales en el caso de los suelos gruesos y los suelos cohesivos que vienen hacer las arcillas, están influenciadas por las fuerzas eléctricas, es prudente considerar en el estudio, para entender y comprender la respuesta que tendrán estos suelos ante una estabilización es necesario conocer estas características. De acuerdo a la bibliografía se considera, que las partículas arcillosas tienen un diámetro de partículas menores a dos micras (0.002 mm) y de acuerdo a los ensayos de laboratorio tienen superficie específica mayor en relación con su volumen, y aun con su masa.

En el intercambio catiónico los cristales de arcilla son capaces de cambiar cationes adsorbidos en su película superficial, los cationes intercambiables más usuales son: Na^+ , K^+ , Ca^{++} , Mg^{++} , H^+ y $(NH_4)^+$, (Juárez, B. y Rico R. 2005 pág. 42).

Entre los tipos de arcillas y si lo relacionamos con su actividad tenemos, las caolinitas son menos susceptibles de intercambiar sus cationes, que las montmorilonitas y las illitas esta posee una propiedad en grado intermedio. La capacidad de intercambio crece con el grado de acidez de los cristales, esto quiere decir si el suelo tiene un $pH < 7$, (Juárez,

B. y Rico R. 2005 pág. 42).

Las propiedades mecánicas de las arcillas pueden cambiar al variar los cationes contenidos en sus complejos de adsorción, pues a diferentes cationes ligados corresponden distintos espesores de la película adsorbida, lo cual permite observar que las propiedades de plasticidad y resistencia del suelo se ven influenciadas. Por esta razón de intercambio catiónico forzado se ha usado y se usa para tratar suelos con fines de mejorar su comportamiento mecánico, (Juárez, B. y Rico R. 2005 pág. 42).

1.2.6. La cal

Según Villarino, A. (2010 pág. 23), Manifiesta que la cal es un aglomerante que procede de la acción antrópica por efecto de la calcinación del material piedra caliza a temperaturas entre 900 y 1000°C, en tal razón el carbonato cálcico más el calor se produce la siguiente reacción $CO_3Ca + calor \rightarrow CO_2 + CaO$, obteniendo el producto que es el óxido de calcio, pero en la naturaleza la roca tiene variaciones en la composición química, por lo que se llegaría a obtenerse una serie de cales, que se componen principalmente de óxido e hidróxido de calcio y magnesio varían desde cales muy puras; altamente cálcicas, hasta altamente hidráulicas.

La cal viva como un producto compuesto por óxido de calcio CaO , que posee una gran avidez para el agua, con la que reacciona de una manera exotérmica:



Produciendo hidróxido cálcico $Ca(OH)_2$, este producto también se denomina cal apagada o cal hidratada; este tipo de cal desprende calor elevando, pudiendo elevarse su temperatura a unos 160°C, pulverizándose y aumentando considerablemente de volumen aparente, (Villarino, A. 2010 pág. 23).

La cal apagada o hidratada en pasta tiene la propiedad de

endurecerse lentamente en el aire, enlazando los cuerpos sólidos, por lo cual se emplea como aglomerante. Este endurecimiento recibe el nombre de fraguado, y es debido primeramente a una desecación por evaporación del agua con la que se formó la pasta, y después, a una recarbonatación por absorción del anhídrido carbónico del aire: $Ca(OH)_2 + CO_2 = CO_3Ca + H_2O$, formándose carbonato cálcico y agua, reconstituyendo la caliza de la cual se originó, (Villarino, A. 2010 pág. 23).

En la naturaleza las rocas calizas rara vez se encuentran exentas de otros minerales, o como única característica química carbonato de calcio, así pues, están conformadas con otros materiales como la arcilla, magnesia, hierro, azufre, álcalis y materia orgánica, las cuales, al calcinarse, de no volatilizarse, comunican a la cal propiedades que dependen de la proporción en que entran a formar parte en la piedra caliza y se clasifican en cales grasas, magras e hidráulicas, (Villarino, A. 2010 pág. 23).

Cal grasa: Si la piedra caliza natural contiene como máximo un 5% de óxido de magnesio, al entrar en el proceso de calcinación su producto será la cal grasa y al apagarse da una pasta fina plástica y untuosa, blanca, que por su plasticidad aumenta mucho de volumen, permaneciendo indefinidamente blanda en sitios húmedos y fuera del contacto del aire, y en el agua termina por disolverse, (Villarino, A. 2010 pág. 23).

Cal magra: Se dice que estas que proceden de las piedras calizas que contienen $> 5\%$ de óxido de magnesio. Que al agregarle agua forman una pasta de color gris poco compacta, que se humedece menos y desprende más calor que la cal grasa. Al secarse en el aire se reducen a polvo, y en el agua se diluyen y disuelven. Por estas malas cualidades no se usan en construcción, (Villarino, A. 2010 pág. 23).

Cal hidráulica: Viene hacer un producto polvoriento e hidratado que se obtiene calcinando la piedra caliza que contienen arcillas (sílice y alúmina), a una temperatura casi de fusión, formándose el óxido cálcico

libre necesario para permitir su hidratación y en ese proceso deje cierta cantidad de silicatos de calcio deshidratados que den al polvo sus propiedades hidráulicas. La cal hidráulica, después de amasada con agua, se endurecen en el aire, y también con presencia de agua, por lo cual se les llama cal hidráulica, (Villarino, A. 2010 pág. 23).

1.2.7. Subrasante

En ingeniería llamamos subrasante a la superficie, que en primer lugar es determinada por el estudio topográfico y aquí lo denominamos perfil de la subrasante, trabajo que permite definir el nivel de esta con respecto al perfil del terreno natural, que en adelante será terminada previo movimiento de tierras generando explanaciones y rellenos definidos en la longitud de la vía, la subrasante es el nivel superior de los terraplenes y fondo de los cortes del terreno natural, sobre la cual se construirá la estructura del pavimento flexible o afirmado o vías no pavimentadas, (MTC 2013, pág. 22).

El terreno de fundación deberá estar constituido por suelos seleccionados de características físicas y mecánicas aceptables, de tal manera que al recibir la carga de la estructura del pavimento y de las que provienen de las condiciones del tráfico, se garantice la capacidad de soporte en condiciones de servicio. En la etapa constructiva, los últimos 0.30m de suelo debajo del nivel superior de la subrasante, deberán ser compactados al 95% de la máxima densidad seca obtenida del ensayo Proctor modificado, (MTC 2013, pág. 22).

Así entenderemos también la importancia de conocer al terreno de fundación, mediante las características de los suelos por debajo del nivel superior de la subrasante, en una profundidad no menor de 0.60 m, deberán ser los adecuados y estables con $CBR \geq 6\%$. Sí el suelo, debajo del nivel superior de la subrasante, tenga un $CBR < 6\%$, este valor, considera como subrasante pobre e inadecuada, pues entonces el técnico debe comprender la importancia de mejorar los suelos, por lo que, deberá

tener la capacidad de analizar y discutir la solución mediante metodologías apropiadas según las características de los suelos. Como la estabilización mecánica, el reemplazo del suelo de fundación, estabilización química de suelos, estabilización con geosintéticos, elevación de la subrasante, cambiar el trazo vial, eligiéndose la más técnica y económica, (MTC, 2013 pág. 22).

En las obras como pavimentos flexibles o rígidos, el ingeniero debe ser consiente de realizar un buen diseño estructural, utilizando en el proceso, todos los factores y parámetros involucrados en el requerimiento de los espesores de las diferentes capas. Por lo que es de prioridad conocer las características del terreno de fundación (subrasante), en su valor de capacidad de soporte para el diseño de la estructura del pavimento y generalmente queda determinada mediante el CBR%, (MTC 2013 pág. 22)

Capacidad portante del terreno de fundación, será el resultado del estudio de suelos, para lo cual en primer lugar se llevará a cabo la investigación de campo a través de calicatas o perforaciones a una profundidad mínima de 1.5m, por debajo del nivel de la subrasante definida en los estudios topográficos, en segundo lugar, mediante la investigación de laboratorio, con ensayos estandarizados por las normas nacionales e internacionales, (MTC 2013 pág. 29).

Las calicatas se ubicarán en longitud de la vía y en forma alternada, dentro de la sección transversal la calzada, a distancias aproximadamente iguales. Sí el caso lo amerita el técnico según la observación de campo y de los ensayos de laboratorio, se podrá considerar la exploración a distancias menores con la finalidad de establecer el perfil estratigráfico uniforme en los tramos considerados y luego de caracterizar los suelos, se determina la capacidad de soporte a través del CBR %, (MTC 2013 pág. 29).

Determinación del CBR de diseño del terreno de fundación, luego de haber clasificado los suelos, mediante los sistemas AASHTO y SUCS, y

elaborado el perfil estratigráfico, considerándolo por sectores de acuerdo a la homogeneidad de las características en todo el tramo de estudio, a partir del cual se determinará el programa de ensayos para establecer el CBR que es el valor soporte o resistencia del suelo, sabemos también que el paso previo al CBR, es la determinación de la Densidad Seca Máxima (DSM) vs el Óptimo Contenido de Humedad (OCH), a partir del ensayo Proctor modificado, el CBR de diseño estará relacionado al valor del 95% de la MDS y a una penetración de un pistón de carga a una velocidad de 1.27 mm/minuto hasta alcanzar 0.5” de penetración (tabla 4), (MTC 2013 pág. 29).

1.2.8. Estabilización del terreno de fundación (subrasante)

La estabilización del suelo con la añadidura de cal, se cambia completamente la estructura de las partículas del suelo. Inmediatamente después de haberlo mezclado con la cal un suelo cohesivo altera su comportamiento y en respuesta se produce una mayor resistencia y estabilidad a largo plazo y en forma permanente, de tal manera que el terreno de fundación será más firme y estable, evitando la generación de asentamientos desfavorables, que disminuyan la calidad de servicio del pavimento, (Braja M. Das 2007, pág. 807).

Tabla 5: Categorías de Subrasante en dependencia del CBR

Categorías de sub rasante	CBR
Subrasante inadecuada	$CBR < 3\%$
Subrasante pobre	$3 \leq CBR < 6\%$
Sub rasante regular	$6 \leq CBR < 10\%$
Subrasante buena	$10 \leq CBR < 20\%$
Subrasante muy buena	$20 \leq CBR < 30\%$
Subrasante excelente	$CBR \geq 30\%$

Fuente: MTC – 2013

La cal, ha sido y es utilizado como un aditivo químico, para el tratamiento de diferentes tipos de suelos, en la disciplina de la

estabilización con fines constructivos en sistemas viales. Siendo las propiedades mineralógicas de los suelos determinantes en el grado de reacción e intercambio iónico, dando como resultado a una mayor resistencia que desarrollara la mezcla estabilizada. En general, los suelos arcillosos de grano fino, que pasen $\geq 25\%$ la malla N°200 (0.075mm), con un Índice de Plástico $IP > 10$, serán suelos aptos para la estabilización con cal, (Nacional Lime Association 2004, pág. 7).

La cal puede estabilizar como ya se manifestó de forma permanentemente al suelo fino conformante del terreno de fundación (subrasante) y dar como resultado una mezcla con mejores características mecánicas, siendo capaz de soportar a la estructura del pavimento y el tránsito de diseño. Los suelos que se utilicen para el tratamiento pueden ser del lugar como producto de las excavaciones o explanaciones, en caso contrario utilizar material de préstamo. La estabilización del terreno de fundación por lo general implica mezcla en el lugar y generalmente requiere la adición de cal de 3 a 6 por ciento en peso del suelo seco, (Nacional Lime Association 2004, pág. 7).

La estabilización con cal deberá aplicarse en concordancia con la normatividad vigente nacional e internacional, de acuerdo a las especificaciones técnicas establecidas en la AASHTO M-216, NTP N° 334-125 y lo que especifica el manual de carreteras, suelos, geología y pavimentos, (MTC 2013, pág. 110).

1.3. Definición de términos básicos

Suelo

Puede definirse, como el material mineral no consolidado en la superficie de la corteza terrestre, que ha estado sometido a la influencia de fenómenos y factores genéticos y ambientales, (Crespo, Carlos, 2004, pág. 18).

Cal

Es un aglomerante que procede de la calcinación de piedras calizas, como consecuencia de las variaciones de composición de la roca puede obtenerse una serie de cales, que varían desde cales muy puras; altamente cálcicas. (Rico y Castillo, 2006, p.150).

Calicata

Perforación que se realiza en un terreno, con la finalidad de permitir la observación de los estratos del suelo a diferentes profundidades y eventualmente obtener muestras generalmente alteradas o inalteradas, ((MTC 2013, pág. 30).

Subrasante

Es el suelo preparado para recibir una estructura o un sistema estructural de un pavimento. Es la fundación de la estructura del pavimento. El suelo de subrasante es el nivel superior del suelo de fundación, (MTC 2013, pág. 22).

Granulometría

Representa la distribución de los tamaños que posee el agregado mediante el tamizado según especificaciones técnicas, (MTC 2013, pág. 36).

Análisis granulométrico o mecánico

Procedimiento para determinar la granulometría de un material o la determinación cuantitativa de la distribución de tamaños, utilizando tamices de diferentes diámetros, MTC 2013, pág. 38).

Tamiz

Aparato o cedazo con aberturas establecidas, que se utiliza en un laboratorio, para separar tamaños de material, y donde las aberturas son

cuadradas, (MTC 2013, pág. 36).

Limite líquido

Viene hacer el contenido de agua del suelo entre el estado plástico y estado semilíquido de un suelo, (Crespo, C. 2004, pág. 71).

Límite plástico

Es el contenido de agua de un suelo entre el estado plástico y el estado semisólido, (Crespo, C. 2004, pág. 77).

AASHTO

Asociación Estadounidense de transporte estatal de carreteras (American Association of State Highway and Transportation Officials), (Crespo, C. 2004, pág. 80).

Arcillas

Partículas finas con tamaño de grano menores a $2\ \mu\text{m}$ (0,002 mm) provenientes de la alteración física y química de rocas y minerales, (Crespo, C. 2004, pág. 22).

Curva de compactación

Representación gráfica que relaciona el peso unitario seco en el eje de ordenadas y el contenido de agua del suelo en el eje de abscisas y en la cual se obtiene la DSM vs el OCH, para una determinada energía de compactación, (Crespo, C. 2004, pág. 99).

Relación de soporte california (CBR)

Valor relativo de soporte de un suelo o material, que se mide por la penetración de un pistón dentro de una masa de suelo, (Crespo, C. 2004, pág. 112).

Suelo arcilloso

Conformado por arcillas o con predominancia de éstas. Por lo general, no es adecuado para el tránsito vehicular, ((Crespo, C. 2004, pág. 23).

Ministerio de transportes y comunicaciones (MTC)

Entidad encargada de normar los procedimientos de los ensayos de campo y laboratorio en base a lo descrito en las normas internacionales, (Resolución Directoral N° 05-2013-MTC/14).

Estabilización de suelos

Proceso físico y/o químico por el que se mejoran las propiedades físicas y mecánicas del suelo natural en corte o de los materiales de préstamo en relleno, con el objeto de hacerlos estables, (MTC 2013, pág. 116).

Muestras alteradas

Se obtienen tanto en pozos a cielo abierto como en perforaciones y las que no guardan las características naturales del suelo tomado como representativo, (Norma E 050 MS, RNE).

Muestras inalteradas

Conservan su estado natural del lugar de muestreo como la compacidad, peso volumétrico natural, entre otros, (Norma E 050 MS, RNE)

Muestreo Aleatorio Estratificado

Consiste en la división previa de la población de estudio en grupos o clases que se suponen homogéneos respecto a características a estudiar, (Norma E 050 MS, RNE).

Muestreo

Viene hacer la técnica para la selección de una muestra a partir de una población, (Norma E 050 MS, RNE)

Nivel Freático

Nivel superior del agua subterránea en el momento de la exploración. El nivel se puede dar respecto a la superficie del terreno o a una cota de referencia, (Norma E 050 MS, RNE)

Suelos cohesivos

Existen partículas muy pequeñas donde predominan los efectos electroquímicos superficiales. Las partículas tienden a juntarse (interacción agua/partícula) en suelos plásticos como las arcillas, (Norma E 050 MS, RNE)

Suelos Expansivos

Suelos que al ser humedecidos sufren una expansión que pone en peligro a las estructuras cimentadas sobre ellos, (Norma E 050 MS, RNE).

Suelos no cohesivos

Las partículas no tienden a juntarse ni adherirse, sus partículas son relativamente grandes, también llamados suelos granulares o friccionantes (arenas, gravas y limos), (Crespo, C. 2004, pág. 22).

Suelos orgánicos

Son suelos esponjosos, con grumos y compresibles. Estos están prohibidos para soportes de estructuras de ingeniería, (Norma E 050 MS, RNE).

Suelos residuales

Son producto del ataque de los agentes del intemperismo, suelen quedarse en el lugar directamente sobre la roca de la cual se derivan, (Norma E 050 MS, RNE).

Suelos Transportados

Pueden ser removidos del lugar de formación por los mismos agentes geológicos y redepositados en otra zona, (Norma E 050 MS, RNE).

CAPITULO II. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

2.1. Descripción del Problema

El desarrollo urbano de ciudades en nuestro territorio peruano y del mundo, se han construido grandes pavimentos permitiendo el intercambio comercial y cultural de los pueblos, no siendo ajena nuestra región y en particular nuestro distrito de la Banda de Shilcayo, donde se ha proyectado el desarrollo urbano y rural permitiendo actualmente que se ejecuten y proyecten obras de pavimentación, esto conlleva a la utilización de grandes volúmenes de materiales de préstamo para el mejoramiento del terreno de fundación (subrasante) y ni hablar para la subbase y base de la estructura del pavimento, recurriendo al uso masivo de canteras ubicadas en bancos naturales y en los cauces de los ríos que en algunos casos cumplen con las especificaciones técnicas para ser usadas en la estructura de un pavimento.

En pleno siglo XXI debemos mostrar una conducta de coherencia y armonía entre nuestra noble carrera de ingeniería civil y nuestra madre naturaleza, mostrando una actitud de utilizar la tecnología en la mejora de los materiales provenientes de los cortes en las explanaciones, lo que nos permitirá reducir la destructora extracción que arruina la belleza escénica y la alteración del comportamiento hidráulico de nuestros ríos, sin comprometer al medio ambiente y las probables inundaciones en los lugares comprometidos y desbastados, que en algunos casos sin darnos cuenta dan muestras de daños irreversibles.

Frente a lo indicado anteriormente, en nuestra investigación desarrollaremos un trabajo basándose en los avances de la ciencia y sistematizando los resultados mediante el experimento, nos acerque a dar una solución al mejoramiento de los suelos tropicales de selva, que presentan humedades que varían en el tiempo y propiedades de regulares a pobres como parte de la subrasante en la estructura de un pavimento, en nuestro caso se propone mejorar los suelos naturales del sector de

explicación del proceso constructivo, que cumplan con los requerimientos de la estructura del pavimento flexible en concordancia con la normativa establecida y porque no alcanzan valores de soporte (CBR) que permitan la estabilidad de la estructural y económica, (Gutiérrez, W. 2016 pág. 57)

El uso del suelo mejorado con cal involucra una propuesta de diseño, en el tramo de la vía que recorre la Urb. Santa Barbara y el sector Venecia teniendo como punto de inicio la carretera Tarapoto Yurimaguas en el Km 0+000, hasta la intersección con la vía afirmada que nos conduce al Centro Poblado Bello Horizonte, comprensión del mismo distrito, durante el recorrido se ha observado que en sus 791.00 m que tiene el tramo está en condiciones poco transitable y en el paso de vehículos se aprecia gran cantidad de polvo, altamente contaminante siendo perjudicial para la salud de los pobladores, que viven a lo largo del camino, y cuando se generan precipitaciones se presenta resbaladiza. Los pobladores se encuentran preocupados por la indiferencia de las autoridades y se muestran insatisfechos ya que esta vía es para ellos un acceso importante.

A la fecha las autoridades del distrito de la Banda de Shilcayo, no han podido solucionar el problema, esto se debe a la falta de recursos, por lo que se observa la intransitabilidad permanente, en ocasiones han perfilado el terreno natural, esta solución no refleja ninguna confiabilidad, puesto que, existen factores que hacen que las constantes deformaciones y encharcamientos de agua de la vía reaparezcan nuevamente. Esto implica que se deba hacer un mantenimiento periódico de la vía generando gastos y tiempos innecesarios.

En nuestra investigación tenemos como objetivo investigar las características de los suelos y luego determinar la influencia en el mejoramiento de los suelos de la subrasante, usando cal como aditivo estabilizante de los suelos, en la Av. Ahuashiyacu del distrito de la Banda de Shilcayo, la investigación tiene como primera parte la revisión el sustento científico según el estado de la ciencia, y los resultados serán experimentales mediante ensayos de laboratorio y su análisis estadístico

nos permitirá aportar al desarrollo de la ciencia.

De acuerdo a lo descrito, el problema de investigación quedará formulado en la forma siguiente:

2.2. Formulación del Problema

2.2.1. Problema General

¿Cuánto influye en el mejoramiento de los suelos de la subrasante, con el uso de la cal como aditivo, en la Av. Ahuashiyacu del distrito de la Banda de Shilcayo?

2.2.2. Problemas Específicos

- ✚ ¿Será posible que mediante ensayos de campo y laboratorio se logre conocer las propiedades de los suelos e inferir la proporción de cal como aditivo en la Av. Ahuashiyacu del distritito de la Banda de Shilcayo?
- ✚ ¿Cuánto se mejora el valor de Soporte California (CBR) usando la cal como material estabilizador de los suelos de la subrasante, en la Av. Ahuashiyacu del distritito de la Banda de Shilcayo?

2.3. Objetivos

2.3.1. Objetivo General

Determinar la influencia en el mejoramiento de los suelos de la subrasante, con el uso de la cal como aditivo, de la Av. Ahuashiyacu del distrito de la Banda de Shilcayo.

2.3.2. Objetivos Específicos

- ✚ Determinar mediante ensayos de campo y laboratorio se logre conocer las propiedades de los suelos e inferir la proporción de cal como aditivo en la Av. Ahuashiyacu.

- ✚ Determinar cuánto se mejora el valor de Soporte California (CBR) usando la cal como material estabilizador de los suelos de la subrasante, en la Av. Ahuashiyacu.

2.4. Hipótesis

2.4.1. Hipótesis general

H_1 : El uso de la cal como aglomerante para la estabilización de los suelos de la subrasante de la vía **causa** incremento en la capacidad de soporte californiana (CBR) y resistencia al corte de los suelos.

H_0 : El uso de la cal como aglomerante para la estabilización de los suelos de la subrasante de la vía no **causa** incremento en la capacidad de soporte californiana (CBR) y resistencia al corte de los suelos.

2.4.2. Hipótesis específicas

H_1 : Mediante ensayos de campo y laboratorio se **logra** conocer las propiedades de los suelos e inferir la proporción de cal como aditivo en la Av. Ahuashiyacu.

H_0 : Mediante ensayos de campo y laboratorio no se **logra** conocer las propiedades de los suelos e inferir la proporción de cal como aditivo en la Av. Ahuashiyacu.

H_1 : Mediante el uso de la cal como estabilizante de los suelos se **produce** una mejora del valor de Soporte California (CBR) de los suelos de la subrasante, en la Av. Ahuashiyacu.

H_0 : Mediante el uso de la cal como estabilizante de los suelos no se **produce** una mejora del valor de Soporte California (CBR) de los suelos de la subrasante, en la Av. Ahuashiyacu.

2.5. Variables

2.5.1. Identificación de Variables

Variable Independiente

Características de los suelos en su estado natural y estabilizado con cal

Variable dependiente

Capacidad de soporte (CBR) de la subrasante

2.5.2. Definición Conceptual y Operacionalidad de las Variables

En este ítem vamos a conceptualizar las variables, desde el punto de vista de los referentes teóricos, con la finalidad de darle rigurosidad a nuestra investigación.

Tabla 6: Definición Conceptual de las Variables (VI, VD)

Variable	Definición conceptual
VI: Características de los suelos en su estado natural y estabilizado con cal.	Las Características físicas y químicas de los suelos, muchas veces de por sí no son capaces de soportar cargas, pero al ser modificadas, el suelo estabilizado mejora la resistencia y durabilidad del suelo. (Braja M. Das. 2007 pág. 807)
VD: Capacidad de soporte (CBR) de la subrasante.	En los casos de pavimentos la capacidad de carga de la subrasante queda determinada, mediante la Relación de Soporte California (CBR), con fines de diseño, el mismo que permite evaluar la resistencia al esfuerzo cortante de la muestra ensayada. (Gutiérrez, W.2016 pág. 57)

Fuente: Elaboración propia

2.5.3. Operacionalización de las Variables

Tabla 7: Operacionalización de las Variables

VARIABLES	DEFINICIÓN TEÓRICA	DEFINICIÓN OPERATIVA	DIMENSIONES	INDICADOR	TIPO ESTADÍSTICO	ESCALA	DATO	INSTRUMENTO
<p>VARIABLE INDEPENDIENTE:</p> <p>Características de los suelos en su estado natural y estabilizado con cal.</p>	<p>Características físicas Bienes hacer las propiedades fácilmente observables, permiten su clasificación y son índices de su comportamiento mecánico de los suelos, en su estado natural y estabilizados.</p>	<p>Se determina las propiedades físicas mediante ensayo de laboratorio, sujetos a las recomendaciones de las normas.</p>	<p>Mediante la clasificación, establecer la cantidad de conglomerante cal, en la estabilización</p>	<p>Suelo granular o cohesivo, contenido de humedad, peso volumétrico y La plasticidad de los suelos.</p>	Cuantitativo	Rango o intervalo	En gr/cm ³ y en porcentaje	<p>Ficha técnicas para los ensayos de las propiedades del de Cemento (NTP)</p>
	<p>Características mecánicas Son las propiedades, que permiten definir el comportamiento frente a las sollicitaciones de carga tanto de la estructura del pavimento y del tránsito de diseño.</p>	<p>Se determina mediante los ensayos de Proctor Modificado y de Relación Soporte California (CBR), en alpicación a las normas.</p>	<p>Establecer la relación de mejoramiento del CBR, entre los ensayos de suelo natural y suelo estabilizado</p>	<p>Densidad Seca Máxima (MDS) vs Óptimo Contenido de Humedad (OCH) y CBR%</p>				
<p>VARIABLE DEPENDIENTE:</p> <p>Capacidad de soporte (CBR) de la subrasante</p>	<p>Bienes hacer la determinación de las características de la subrasante en función de los valores de la compactación y Relación Soporte California (CBR)</p>	<p>Es el proceso metodológico en función a los ensayos establecidos por las normas internacionales o nacionales, siendo una propiedad dependiente de la calidad de los suelos</p>	<p>Densidad Seca Máxima (DSM) vs Óptimo Contenido de Humedad (OCH), estos valores dependen de la energía de compactación</p>	<p>Subrasante con: CBR < 3%: Inadecuada. CBR < 6% Pobre. CBR < 10% Regular. CBR de 10 a 20% Buena. CBR de 20 a 30% Muy Buena CBR > 30% Excelente.</p>	Cuantitativo	Rango o intervalo	En porcentaje	<p>Fichas técnicas para los ensayos de laboratorio de las propiedades (MTC)</p> <p>FiChas técnicas para determinar las propiedades del concreto. (AASHTO)</p>

CAPITULO III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación

3.1.1. Tipo de Investigación

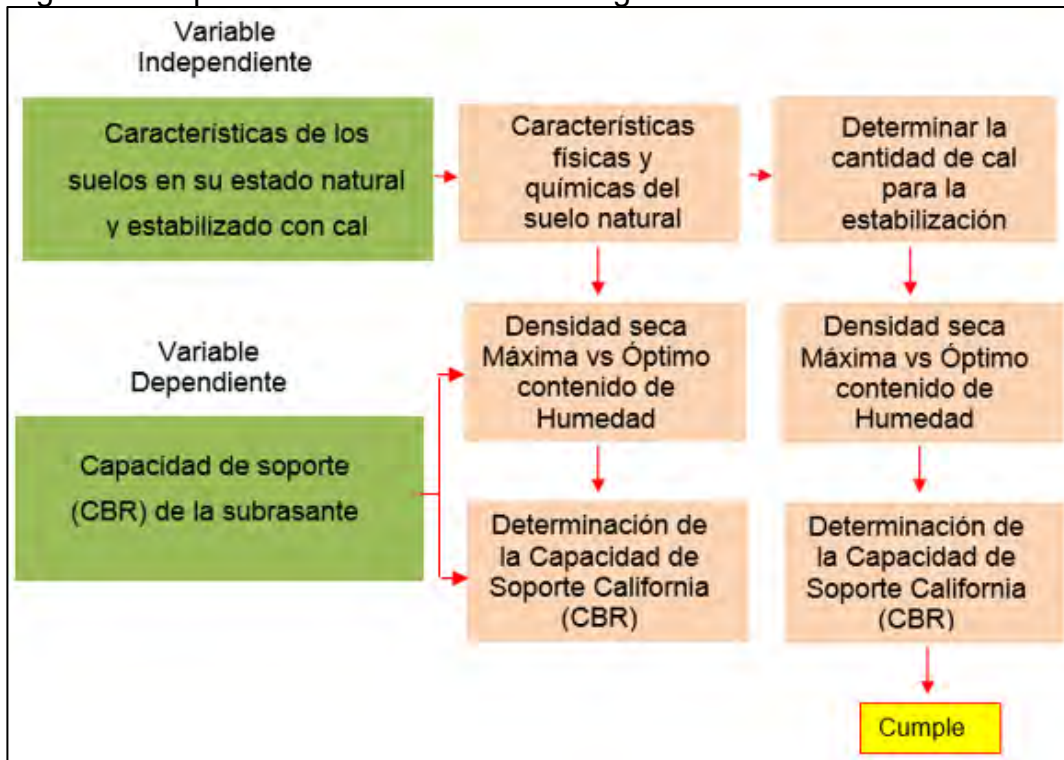
La presente investigación será del tipo experimental, porque se busca determinar el efecto que causa en la Capacidad de Soporte de la subrasante de la vía, al ser estabilizados con cal, previamente caracterizados para establecer la cantidad en peso de conglomerante que se debe añadir en peso y establecer la significancia en el comportamiento. También, porque manipularemos la variable independiente, cuyas cantidades usadas de cal, producen efecto deseado en la variable dependiente.

El tipo de investigación tendrá el carácter de cuantitativo, porque haremos una relación estadística de los resultados del efecto que cause la estabilización en el comportamiento mecánico, determinado en su capacidad de soporte (CBR), la variación de la Densidad Seca Máxima vs el Óptimo Contenido de Humedad, la incidencia de la cal en el comportamiento plástico y establecer por comparación la cantidad óptima de cal en la mezcla, para que logremos mejores resultados.

3.1.2. Diseño de la investigación

En el diseño de investigación se usará una metodología experimental, que nos permita determinar el efecto que causa en la Capacidad de Soporte del suelo, con el uso de la cal como aditivo para el mejoramiento de las propiedades de los suelos.

Figura 1: Esquema del diseño de la investigación



Fuente: Elaboración propia (2020)

3.2. Población y muestra

Población

La población para la presente investigación se encuentra conformado por todos los suelos de la subrasante de la Av. Ahuashiyacu, con la finalidad de ser estabilizados usando cal en unas 4 iteraciones en porcentaje del peso del suelo.

Muestra

Cinco calicatas constituyen la muestra. Para ello, es necesario extraer una proporción de material representativo de los suelos de la Av. Ahuashiyacu, de modo que permita conocer las características reales de estos suelos en objeto de investigación.

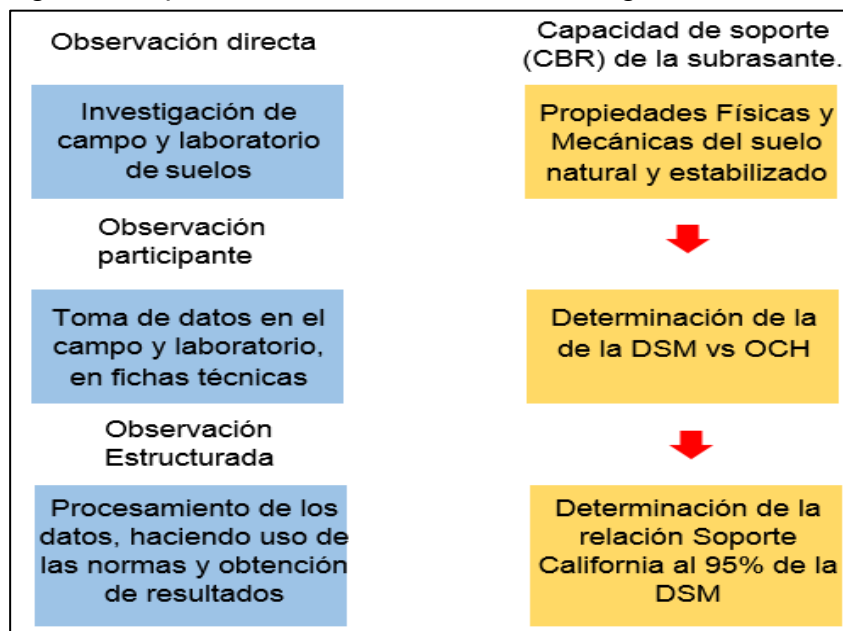
3.3. Técnicas, instrumentos y procedimientos de recolección de datos

3.3.1. Técnicas de Recolección de datos

La técnica que se utilizará en esta investigación será la de observación, considerando primero la información primaria obtenida en el campo y laboratorio, que luego deberá ser procesada y fundamentada siguiendo un proceso científico, de planificación, control y comprobación estadística, los datos de campo y de laboratorio deberán registrarse en fichas técnicas, para luego procesarlos y sistematizarlos, (Lule, N. y Campos, G. 2012).

También es importante elaborar fichas para poder registrar los datos en forma sistemática y valorar su utilidad, esto significa que hay que realizar una revisión consiente de los resultados observados y que guarden concordancia con las Normas Técnicas y se agrupará los datos por grupos en función del diseño, lo cual se hará en función de las variables, (Lule, N. y Campos, G. 2012).

Figura 2: Tipos de observación en la investigación



Fuente: Lule, N. y Campos, G. (2012), adaptado por las autoras

3.3.2. Instrumentos de Recolección de Datos

Los instrumentos de recolección de datos que haremos uso en nuestra investigación, serán los formatos y fichas según lo especificado en las normas nacionales e internacionales, para el caso de carreteras y servirán para tomar los datos, en la etapa de investigación de campo y laboratorio, como recurso del que nos valemos para la investigación del suelo estabilizado con cal y extraer de cada ensayo la información, en la presente utilizaremos las fichas técnicas.

Tabla 8: Instrumentos de Recolección de datos según normas

Actividades		Instrumentos de Recolección de Datos		
Investigación de campo	Exploración de suelos	MTC-E101	ASTM D 420	
		MTC-E 102		
		MTC-E 103		
		MTC-E104		
Investigación de laboratorio	Propiedades físicas	Peso unitario	NTP 400.017	NTP 400.022
		Gravedad específica	NTP 400.021	ASTM D-854
		Contenido de humedad	MTC E 108	ASTM D-2216
		Granulometría	MTC-E 107	NTP 400.022
		Límite Líquido	MTC-E 110	ASTM D4318
		Límite Plástico	MTC-E 111	ASTM D4318
		Clasificación de suelos	AASHTO-	ASTM-D2487
	Propiedades mecánicas	Densidad vs contenido de humedad	MTC E-115	ASTM D-1557
		Relación de Soporte California (CBR)	MTC E-132	ASTM D 1883

Fuente: Elaboración propia (2020)

3.3.3. Procedimiento de Recolección de Datos

Para la recolección de información en la determinación de las características físicas y mecánicas de los suelos estabilizados con cal como aditivo de la subrasante de la vía, es necesario primero conocer las

propiedades o atributos cualitativos y cuantitativos de los materiales que intervienen en el proceso de estabilización, por lo tanto debemos recurrir a procedimientos establecidos en las normas técnicas, que como instrumentos y conjuntamente con las técnicas de observación, permitirá validar la recolección de datos para la caracterización y análisis de las muestras representativas que se vayan a ensayar en el laboratorio, siguiendo procedimientos descritos en las normas de las Instituciones, como las del MTC, AASHTO, ASTM y NTP.

En esta investigación se cumplirá el siguiente procedimiento:

a) Revisión bibliográfica

Revisar los procedimientos de cada uno de los ensayos de identificación y toma de muestras, para la determinación de las propiedades de los materiales que intervienen en la estabilización de los suelos de la subrasante utilizando la cal, recurriendo a investigar en manuales, libros, reglamentos en concordancia con las normas establecidas e identificación de los Instrumentos de Recolección de datos.

b) Reconocimiento de campo

En esta etapa se hace el recorrido de la vía y se idéntica los lugares para la excavación manual de las calicatas a cielo abierto. También se deberá hacer la inspección visual para obtener información relevante, referente a la topografía, estratificación del suelo, eestratificación del suelo en cortes, tipo de vegetación en el sitio que indique la naturaleza del suelo, huellas de niveles altos del agua en edificios y en estribos de puentes, niveles de agua freática, que son determinados por observación de pozos cercanos, tipos de construcciones vecinas y existencia de grietas en muros o viviendas, Evidencia de erosión en las riberas de los ríos o torrenteras, la evidencia de inundaciones pluviales.

c) Excavación de calicatas a cielo abierto

Las calicatas fueron excavadas en forma manual, siguiendo lo especificado en la norma CE. 010, sobre pavimentos urbanos, las cuales se identifican a cada 100 metros o en la intersección de las vías y ubicadas a lo largo del alineamiento del proyecto, la profundidad mínima alcanzada fue de 1.5m por debajo del nivel de la subrasante, con la finalidad de obtener un perfil estratigráfico de la vía, llegándose a excavar 5 calicatas.

En cada una de las calicatas se identificó y se describieron en forma visual las características de los suelos encontrados que conforman el perfil estratigráfico, tales como tipo de suelo, humedad, plasticidad, compacidad, color, forma, angulosidad, tipo de formación, profundidad, coordenadas geográficas, todos estos datos en concordancia con lo especificado en las normas del MTC referente a investigación de campo, registrándose vistas fotográficas en cada inspección. Dicha información fue levantada en campo en fichas técnicas, información que se trasladó a los registros de calicatas procesadas en laboratorio.

De cada una de las calicatas se obtuvieron muestras representativas en cantidades suficientes para la ejecución de los ensayos de laboratorio requeridos para determinar las características físicas del terreno de fundación, también se obtuvieron muestras para la ejecución y determinación de las propiedades mecánicas, mediante los ensayos de compactación Proctor Modificado y Relación Soporte California (CBR)

d) Ensayos de laboratorio

Los ensayos de laboratorio se realizaron por cada variación estratigráfica de acuerdo a lo establecido en las normas. En las siguientes líneas describiremos los procedimientos de los ensayos a los que fueron sometidas las diferentes muestras obtenidas en los trabajos de campo.

1.1 Contenido de Humedad (Ref. NTP 339.127, ASTM D2216)

Muestra. - Se empleó una muestra de 100 gr como mínimo

Objetivo. - Determinar el contenido de humedad de una muestra representativa del suelo natural

Equipo. - Recipiente para humedad (cazuela de aluminio o similar) resistente a la corrosión, Horno eléctrico (estufa) con control de temperatura de $110 \pm 5^\circ\text{C}$, Balanza de capacidad apropiada ($<200\text{gr}$) y con aproximaciones: 0.01gr de precisión para muestras $< a 200\text{g}$.

Procedimiento:

1. Se pesa un tarro o depósito y se registra (W_{tarro}).
2. Colocar una muestra de suelo en la cazuela y se registra (W_{sh}).
3. Luego de pesar la muestra húmeda, coloque la muestra en el horno.
4. Después de 24 horas, se pesa el tarro con la muestra de suelo seco (W_{ss}).
5. Determinar la cantidad de agua evaporada mediante la siguiente expresión:

$$W_{\omega} = W_{sh} - W_{ss}$$

Dónde: W_{ω} : Es el peso del agua; W_{sh} : Es el peso del suelo húmedo y W_{ss} : Peso del suelo seco.

6. Determinar el contenido de humedad mediante la siguiente expresión.

$$\omega\% = \frac{W_{\omega}}{W_{ss}} \times 100$$

Dónde: $\omega\%$ es el contenido de humedad expresado en porcentaje, W_{ω} es el peso del agua existente en la masa del suelo en estado natural y W_{ss} es el peso de las partículas sólidas.

1.2 Ensayo de granulometría (Ref. MTC E 110, NTP 400.022)

Muestra. - Se empleará una muestra seca de aproximadamente de 500 gr, que debe obtenerse por cuarteo.

Equipo. - Este ensayo se realiza usando un vibrador mecánico y mallas y colocadas en forma descendente el mayor diámetro en la parte superior con tapa y cazoleta respectivamente, para gravas de 2", 1 ½", 1", ¾", ½", ⅜" y N° 4 y arenas de ⅜", N°4, 8, 16, 30, 50, 100 y 200.

Procedimiento

1. Preparar y colocar en forma descendente las mallas según el tamaño del grano de material a ensayar.
2. Colocar la muestra seca y lavada evitando perder partículas de material y luego llevar al agitador mecánico y agitar por un tiempo de 10 minutos.
3. Pesar los porcentajes retenidos en cada tamiz y calcular el porcentaje que pasa en cada malla, con estos valores vs el diámetro de la malla correspondiente graficar la curva granulométrica.

1.3 Peso volumétrico o densidad natural (Ref. NTP 400.017 - ASTM C-29).

Se utilizó el método de reemplazo de arena y representa una forma indirecta de obtener el volumen del hoyo o agujero utilizando para ello, una arena normalizada o estandarizada.

Equipo utilizado. - Aparato cono de arena, compuesto por una válvula cilíndrica de 12.7 mm de abertura, con un extremo terminado en embudo y el otro ajustado a la boca de un recipiente de aproximadamente 3785 cm³ (1 galón) de capacidad. El aparato deberá llevar una placa base, con un orificio central de igual diámetro al del embudo.

Procedimiento

1. Se determina la densidad de la arena en (gr/cm³)
2. Se determina el peso de la arena antes del ensayo y se registra (P).
3. Se determina el peso de la arena necesario para llenar el embudo mayor (P').
4. Se excava un hoyo de unos 15 cm, en donde vamos a determinar el peso volumétrico y se recupera el suelo excavado y se pesa (Ws).

5. Se procede a llenar el hoyo con la arena y se pesa la arena sobrante en el frasco (P'')
6. Luego determinamos el volumen del hoyo

$$V_{hoyo} = \frac{P - P' - P''}{D_a}$$

7. Finalmente determinamos el peso volumétrico del suelo

$$\gamma_h = \frac{W_s}{V_{hoyo}}$$

1.4 Peso específico relativo de los sólidos (Ref. NTP 400.021 - ASTM D-854)

El peso específico relativo de un suelo (S_s) se define como el cociente entre el peso al aire de las partículas sólidas y el peso al aire de un volumen igual de agua destilada, considerando a igual temperatura y el mismo volumen.

Equipo utilizado. - Frasco volumétrico de 250 a 500 ml, Bomba de vacíos o aspirador para producir vacío. Mortero y mango para morterear. Balanza de precisión 0.1 gr. Termómetro. Desecador con un diámetro aproximado de 200 mm, Horno capaz de mantener una temperatura de $110 \pm 5^\circ \text{C}$

Procedimiento

1. Mezclar de 100 a 120 gr. de suelo secado al aire o al horno con agua en un recipiente evaporador hasta formar una pasta cremosa.
2. Transferir la pasta al vaso mezclador eléctrico y añadir agua hasta formar una mezcla de cerca de 200ml de suelo-agua.
3. Se pesa el frasco vacío con tapa (W_f) y se registra, luego se llena con agua destilada sin aire (hasta la marca de 500 ml y registrar ($W_{f\omega}$), el cuello del frasco se debe secar con papel secante debidamente enrollado, se registra la $T^\circ\text{C}$.
4. Conectar el frasco a la bomba de vacío por un tiempo de unos 10 minutos, durante este tiempo agitar suavemente la mezcla moviendo cuidadosamente el frasco.

5. Cuando el proceso de aireamiento se haya completado, se afora el frasco hasta la marca de 500 ml (base del menisco se encuentre en la marca), secar el cuello por encima de la marca con papel secante debidamente enrollado. Luego se pesa y se obtiene el peso del frasco con agua y muestra ($W_{f\omega s}$) asegúrese que la T°C esté dentro de 1°C con respecto a la utilizada al medir ($W_{f\omega}$)
6. Cálculo del peso específico relativo. El cual se debe corregir por T°C:

$$S_s = \frac{W_s}{W_s + W_{f\omega} - W_{f\omega s}} = \frac{W_s}{W_\omega}$$

1.5 Límite Líquido (Ref. MTC E 110 - NTP 400.021)

Determinar el Límite líquido (LL), de una muestra de suelo a través de la copa de Casagrande, el cual ha sido y es ampliamente utilizado, principalmente para la identificación y clasificación de los suelos.

Equipo utilizado. - Copa de Casagrande), Acanalador (Casagrande o ASTM), mango de calibre de 1cm. para verificar altura de caída de la cuchara o copa, Plato de evaporación de porcelana de 120 mm de diámetro Espátula de hoja flexible con 20 mm de ancho y 70 mm de largo, Horno de secado con circulación de aire y temperatura regulable capaz de mantenerse en $110 \pm 5^\circ\text{C}$, Balanza de precisión de 0,01gr.

Procedimiento

1. Pulverizar una cantidad suficiente de suelo secado al aire (de una muestra de 5 Kg, para obtener una muestra representativa del material que pasa la malla N° 40, aproximadamente de 250gr y se lo mezcla con agua destilada.
2. Verificar que la altura de la máquina que va utilizar sea exactamente de 1cm.
3. Cuando la mezcla obtenga una apariencia cremosa, si su estado es adecuado en general. Se deposita en la copa unos 50 a 70 gr. del material preparado, para luego alisar la superficie con la espátula, de modo que la altura obtenida en el centro sea de 10mm. Una vez

enrasado, se pasa el acanalador para dividir la pasta en dos partes, a través de un canal de 63 mm de longitud.

4. Cuando se tiene la ranura, se gira la manivela del aparato con una frecuencia de 2 golpes por segundo, contando el número de golpes necesarios para que la ranura cierre en 10 a 13 mm de longitud en el fondo de ella. Finalmente se toman aproximadamente 10 gr del material que se junta del fondo del canal para determinar la humedad.
5. El material sobrante se traslada al plato de evaporación para mezclarlo nuevamente con agua destilada y repetir el procedimiento por lo menos 2 veces más, de modo que se debe obtener tres puntos que varíen en un rango de 15 a 35 golpes.
6. Los resultados se grafican en un sistema de coordenadas, en el eje Y, el contenido de humedad a escala natural y en el eje X, el número de golpes en escala logarítmica.
7. Expresar el límite líquido (LL) del suelo, como la humedad correspondiente a la intersección de la curva de flujo con la abscisa en 25 golpes, aproximando al entero más próximo. Este dato también puede interpolarse matemáticamente con $N = 25$ golpes, obteniendo así el límite líquido.

1.6 Determinación del límite plástico según (Ref. MTC E 111, ASTM D 4318)

El Límite plástico (LP), el cual ha sido y es ampliamente utilizado a nivel mundial, principalmente para la identificación y clasificación de los suelos.

Equipo. - Plato de evaporación de porcelana de 120mm de diámetro, Espátula hoja flexible 20mm. de ancho y 70mm de largo, Placa de vidrio esmerilado o mármol como superficie de amasado, Horno de secado con circulación de aire y temperatura regulable capaz de mantenerse en $110 \pm 5 \text{ }^\circ \text{C}$, Patrón de comparación, de 3mm de diámetro, Balanza de precisión de 0,01gr, Probeta de 25mm de capacidad, Herramientas y accesorios. Malla N^o40 ASTM, agua destilada y recipientes herméticos.

Procedimiento

1. La muestra de ensayo se prepara de manera idéntica a la descrita en el límite líquido, en la etapa en que la pasta de suelo se vuelva lo suficientemente plástica para moldearla como una esfera.
2. Se toma una porción de suelo de aproximadamente 1cm^3 , se amasa entre las manos y se hace rodar con la palma de la mano o la base del pulgar considerando la acción de 80 a 90 movimientos de la mano por minuto.
3. El contenido de humedad que tiene el suelo en ese momento representa el límite plástico
4. Se deben hacer tres determinaciones que no difieran entre sí en más de 2%, en caso contrario deberá repetirse el ensayo.

1.7 Clasificación de suelos mediante SUCS y AASHTO (Ref. ASTM d 2487 y AASHTO M 145)

Los diferentes tipos de suelos son definidos por el tamaño de las partículas, que con frecuencia son identificados en combinación de dos o más tipos diferentes de suelos, que pueden ser: arenas, limo, arcillas, limo arcilloso, areno arcilloso, etc. La determinación del tamaño de las partículas, gradación, textura. Los métodos que actualmente están en uso, son el SUCS el cual califica al suelo en 15 grupos identificando por nombre y símbolo y AASHTO que los identifica hasta en 7 grupos y los reagrupa mediante el Índice de Grupo (IG). Ambos métodos se basan en la granulometría y plasticidad.

1.8 Compactación de suelos (Ref. MTC E 115, ASTM D 1557)

Debido al rápido crecimiento tecnológico y desenvolvimiento del equipo de compactación de campo comercialmente disponible, la energía de compactación ha aumentado y por eso, con el propósito de reproducir en el laboratorio las condiciones de compactación de campo, el ensayo se realiza mediante el Proctor Modificado.

Equipo. - Molde Proctor más collarín de 4" a 6" de diámetro dependerá de la granulometría de la muestra, Pisón o Martillo de 18 pulgadas y 4.5 kg, Extractor de Muestras, Una balanza de aproximación de 1 gramo, Horno de 110 ± 5 °C, Regla metálica, Tamices o Mallas de $\frac{3}{4}$ pulgadas y N° 4, conforme a los requisitos de las especificaciones ASTM E11.

Procedimiento

1. Tomar aproximadamente 20 kg, para los métodos "A" y "B", 35 kg para el método "C", de suelo y secado al aire.
2. Luego del secado al aire pulverizarlo.
3. Prepare cuatro especímenes con contenidos de agua, cercanos al óptimo, seleccionar los contenidos de agua de tal forma que dos puntos queden en el lado seco y dos en el lado húmedo, los cuales deben variar alrededor del 2%.
4. Medir el molde de compactación para determinar el volumen
5. Pesarse el molde de compactación sin incluir el collar
6. Ensamble y asegure el molde y el collar.
7. Compactar el espécimen en cinco capas, después de la compactación cada capa deberá tener aproximadamente el mismo espesor, antes de la compactación, colocar el suelo suelto dentro del molde y extenderlo en una capa de espesor uniforme.
8. Aplicar los golpes en una relación uniforme de aproximadamente 25 golpes/minuto, de tal manera que proporcione una cobertura completa y uniforme de la superficie del espécimen.
9. Después de compactar la última capa remover el collar. El cuchillo debe usarse para ajustar o arreglar el suelo adyacente al collar, soltando el suelo del collar y removiendo sin permitir el desgarro del suelo bajo la parte superior del molde.
10. Cuidadosamente enrasar el espécimen compactado, por medio de una regla recta la parte superior, formando una superficie plana.
11. Determine y registre el peso del molde más el suelo compactado
12. Remueva el material del molde y determine el contenido de humedad del suelo compactado, partiendo el espécimen por la mitad y tomar

muestras de la parte superior, media e inferior de cada mitad, para seguir lo indicado en el cuadro de determinación del contenido de humedad.

13. Proseguir con tres muestras más variando el % de agua y dibujar una curva, con valores de humedad en el eje X, en el eje Y, los valores de la Densidad Seca.

1.9 Determinación del CBR con muestras remoldeadas, compactadas y saturadas (Ref. MTC E 132, ASTM D 1883)

Representa la resistencia del terreno de fundación a la penetración de un pistón de $\text{área} = 3 \text{ plg}^2$, representada en una muestra de suelo compactado al óptimo contenido de humedad.

Equipo. - Molde de compactación se acopla un collarín de 5 cm. Y una base perforada, Disco espaciador, Martillo o pisón de 10 libras con una altura de caída de 18" – según método AASHTO T-180. Plato y vástago, Trípode y extensómetro, para medir la expansión del material se emplea un extensómetro, con aproximación a 0.001", Pesas las cuales son de plomo y cada una pesa 5 libras. Un marco de carga equipado con pistón cilíndrico.

Procedimiento

1. Se ensambla el molde cilíndrico, se introduce el disco espaciador.
2. La muestra se humedece añadiendo el OCH, se mezcla bien el material.
3. Una vez preparada la muestra, con su correspondiente contenido de humedad, se la coloca dentro del molde y se compacta en 5 capas iguales, la briqueta compactada deberá tener un espesor aproximado de 5 pulgadas.
4. Una vez compactada la muestra, se quitará el collarín metálico, se volteará el molde, y se quitará la base metálica perforada y el disco espaciador.

5. Se pesará el molde con la muestra y se determinará la densidad y la humedad de aquella.
6. Una vez determinada la densidad y humedad de la muestra, se colocará un papel filtro grueso de 6" de diámetro sobre la superficie enrasada; se montará encima de esta superficie la base metálica perforado y se volteará el molde y asegurar el molde a la base de forma que el suelo quede en contacto con el papel filtro.
7. Sobre la superficie libre de la muestra se colocará un papel filtro grueso de 6" de diámetro y se montará el plato con él vástago graduable, luego sobre el plato se colocarán varias pesas de plomo. se colocará cuidadosamente el molde dentro de un tanque. Para permitir el libre acceso de agua por debajo de la muestra.
8. Colocado dentro del tanque con agua se monta el trípode con un extensómetro, y se toma y registra la lectura inicial y luego a las 24, 48, 72 y 96 horas.
9. Al cabo de 96 horas, o antes si el material es arenoso, se toma y anota la "lectura final" para calcular el hinchamiento o expansión del material, suelos orgánicos a algunos suelos cohesivos tienen expansiones muy grandes, generalmente mayores de 10%.
10. El molde con la muestra y la sobre carga, se colocan debajo de la prensa y se asienta el pistón sobre la primera, aplicando una carga de 10 libras (4.5 Kg.).
11. Una vez asentado el pistón, se coloca en (0) cero el extensómetro que mide la deformación. Sí para la aplicación de la carga se emplea un aparato con anillo calibrado, el extensómetro del anillo deberá también colocarse en cero.
12. Se hinca el pistón manteniendo una velocidad de 0.05 pulgadas por minuto (1.27mm/min.), y se leen las cargas totales necesarias para hincar el pistón en incrementos de 0.025, hasta alcanzar 0.5".

13. Hincando el pistón hasta 0.5 pulgadas (1.27 cm.), se suelta la carga lentamente se retira el molde de la prensa, y se quitan las pesas y la base metálica perforada.
14. Finalmente, se determina el contenido de humedad de la muestra, para el control de campo, bastará determinar el contenido de humedad de la parte superior de la muestra, pero en las pruebas de laboratorio se recomienda tomar el valor promedio de los diferentes contenidos de humedad obtenidos en los extremos y parte media de la muestra.
15. Dibujar una curva de resistencia a la penetración (la ordenada) en lbs/plg² contra la penetración en mm ó pulgadas, tanto para la muestra recién compactada como para la muestra saturada.
16. Obtener la resistencia a la penetración para 2.5 y 5 mm y calcular el C.B.R. (El C.B.R. De un suelo es la carga unitaria correspondiente a 0.1" ó 0.2" de penetración expresada en por ciento de su respectivo "valor estándar", si los C.B.R. Para 0.1").

$$CBR\% = \frac{\sigma_{suelo\ ensayado}}{\sigma_{patron\ o\ macadam}} \times 100$$

1.10 Ensayos para el suelo arcilloso con adición de cal

Los procedimientos de los ensayos para el suelo estabilizado fueron los mismos realizados, Ensayos para el suelo arcilloso con adición de cal al 0%, con la diferencia que las muestras fueron alteradas con la adición de cal hidratada en sus diversos tratamientos.

3.4. Procesamiento y análisis de datos

Considerando las técnicas de observación en los procesos y validando los instrumentos de recolección de datos en concordancia con las normas técnicas peruanas (MTC, NTP), las normas ASTM y siguiendo los procedimientos técnicos en la recolección de datos, tenemos las

herramientas para procesar los datos y estabilizar el suelo según lo establecido.

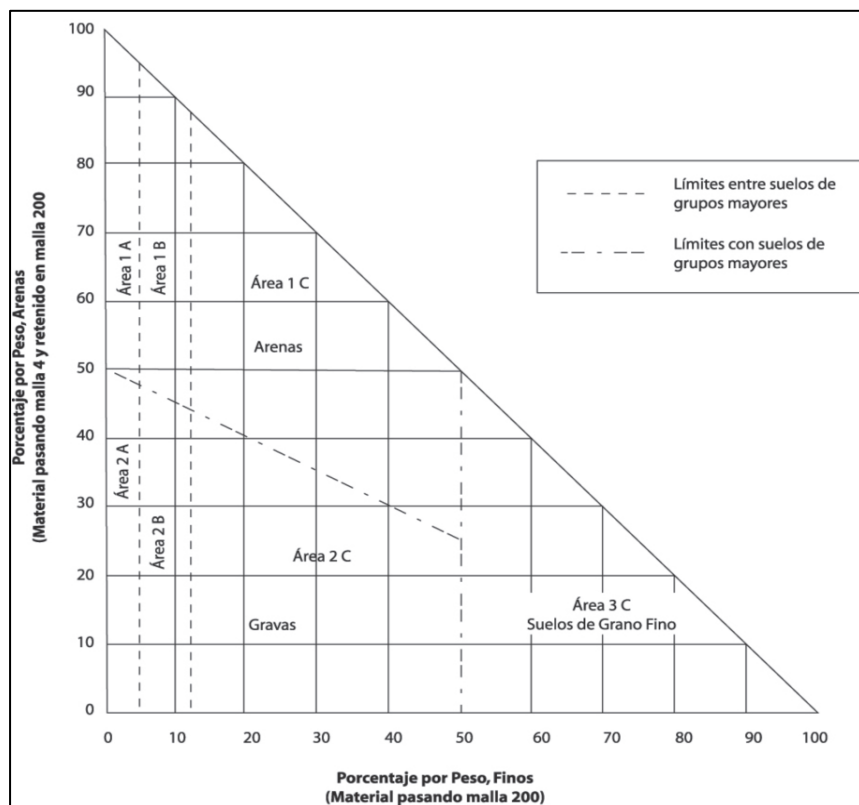
3.4.1. Metodología de diseño

En la presente investigación usaremos el método considerado por Cuerpo de Ingenieros de la Armada Norteamericana (CI) (Department of The Army, The Navy, and The Air Force, 1994), siguiendo los pasos siguientes:

3.4.1.1. Recolección de datos de las propiedades del material suelo

Determinación de las propiedades del suelo de subrasante de la vía, mediante los ensayos de laboratorio, llegando a categorizar los tipos de los suelos basados en las características granulométricas y de plasticidad y tamaños de partículas que pasan la malla N° 200 (0.75mm), considerando la figura 3.

Figura 3: Selección de aditivos estabilizadores



Fuente: Department of The Army, The Navy, and The Air Force, 1994

3.4.1.2. Selección del aditivo estabilizador

Tabla 9: Selección del aditivo estabilizador

Área	Tipo de suelo	Estabilizador	Restricción del LL e IP	Restricción en % pasa N° 200
1A	SW o SP	Cal	IP no > 25	
1B	SW-SC	Cal	IP no > 12	
	SP-SC	Cal	IP no > 25	
1C	SM, SC	Cal	IP no > 25	No > 30%
	SM-SC	Cal		
2A	GW o GP	Cal	IP no > 25	< 45%
2B	GW-GC	Cal	IP no < 12	
	GP-GC	Cal	IP no > 25	
2C	GM o GC	Cal	IP no < 12	No > 30%
			IP no > 25	
3C	OL	Cal	IP no < 12	
	ML-CL			

Fuente: (Department of The Army, The Navy, and The Air Force, 1994). Adaptada por las autoras (2020)

3.4.1.3. Cálculo del aditivo estabilizador

El cálculo se hará de manera experimental mediante ensayos de laboratorio, con la finalidad de obtener las características físicas del suelo. Para ello, se elaborarán especímenes de 0%, 2%, 4%, 6% y 8% de cal en peso del suelo seco, que se compactarán y saturarán para luego determinar los valores del esfuerzo cortante (CBR) para cada una de las muestras. Todo esto con el fin de determinar el porcentaje óptimo de cal que se requiere para aumentar la resistencia del suelo.

3.4.1.4. Compactación del suelo estabilizado con cierto % de cal (Ref. ASTM D 1557)

Utilizando el contenido en % inicial de cal, se deben llevar a cabo ensayos de humedad vs densidad para determinar la densidad seca máxima (DSM) y el óptimo contenido de humedad (OCH). Así se determinará para cada uno de los porcentajes y comparar los resultados.

3.4.1.5. Determinación del CBR para el suelo estabilizado.

Utilizando los datos del OCH, se prepara las muestras y se determina el CBR, para cada uno de los % de adición cal y se establece una comparación de resultados mediante la estadística y haciendo uso del Excel, se determina el CBR de diseño de un pavimento flexible.

CAPITULO IV. RESULTADOS

En este capítulo se aplicará la metodología establecida en el presente proyecto de tesis, con la finalidad de determinar la influencia de la Cal como aditivo en el mejoramiento de los suelos de la subrasante de la Av. Ahuashiyacu del distrito de la Banca de Shilcayo, cumpliendo así los objetivos establecidos. Para ello, se describirá la ubicación del proyecto; asimismo, se realizará el reconocimiento del terreno, estudio topográfico, exploración de suelos mediante calicatas a cielo abierto y finalmente se ejecutarán los ensayos de laboratorio respectivos para determinar las propiedades físico-mecánicas del suelo en su estado natural y estabilizado con cal.

4.1. Descripción del Tramo

El tramo de estudio corresponde a un sector urbano del del Distrito de la Banda de Shilcayo, Provincia y Departamento San Martín, el acceso principal del sector Belle Horizonte, vía que se encuentra totalmente deteriorada como consecuencia de las precipitaciones y falta de drenaje pluvial.

La vía presenta actualmente una superficie de rodadura de suelo natural, en zonas se aprecia relleno como mantenimiento permanente que se encarga la Municipalidad de la Banda de Shilcayo y podríamos observar el tiempo de recorrido que se encuentra en regular estado, tiene un ancho promedio de 10 m, en toda la longitud de la vía. Asimismo, la Av. Ahuashiyacu es una vía que no cuenta con drenajes pluviales; cuando las lluvias son constantes es intransitable el lugar, formándose lodo en la carretera (ver figura 4).

Figura 4: Tramo de estudio, Av. Ahuashiyacu, Banda de Shilcayo

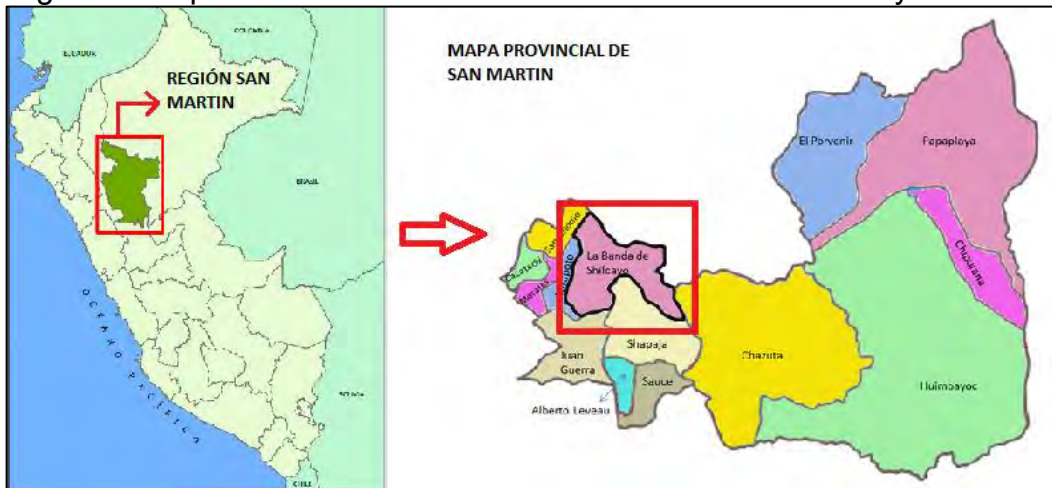


Fuente: Elaboración propia (2020).

4.1.1. Ubicación del Tramo en estudio

Departamento : San Martín
Provincia : San Martín
Distrito : Banda de Shilcayo
Localidad : Banda de Shilcayo
Urbanización : Sector Santa Bárbara
Longitud : 0.791 km
Altitud Promedio : 350 m.s.n.m

Figura 5: Mapa de Ubicación del distrito de la Banda de Shilcayo



Fuente: Google Earth, adaptado por las autoras.

Figura 6: Ubicación del tramo en estudio



Fuente: Google Earth

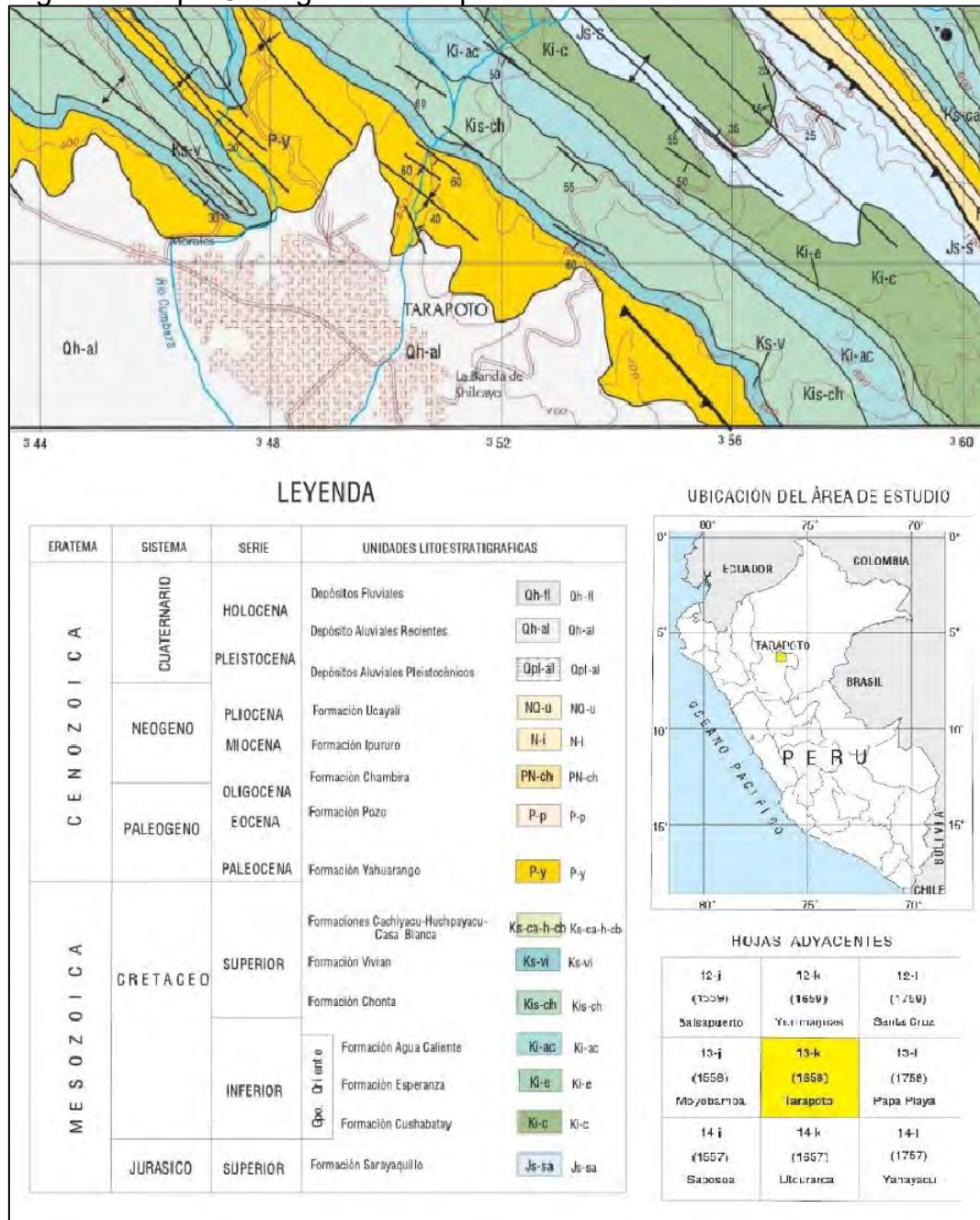
4.1.2. Geología del tramo en estudio

Según el INGEMETT (2000), el tramo en estudio se encuentra en el cuadrángulo N° 94 de la Carta Geológica Nacional, hoja 13-k (Tarapoto).

El cuadrángulo de Tarapoto está ubicado en el Departamento de San Martín, en el nororiente del Territorio Peruano, faja subandina. La zona es accesible en su parte occidental a través de la carretera marginal de la

selva. En la región se exponen rocas mesozoicas en la Cadena Longitudinal Subandina; a ambos flancos de la cadena afloran rocas cenozoicas, manifestándose en un relieve suave y ondulado.

Figura 7: Mapa Geológico de Tarapoto



Fuente: INGEMETT (2000), adaptada por las autoras.

4.1.3. Hidrología del tramo en estudio

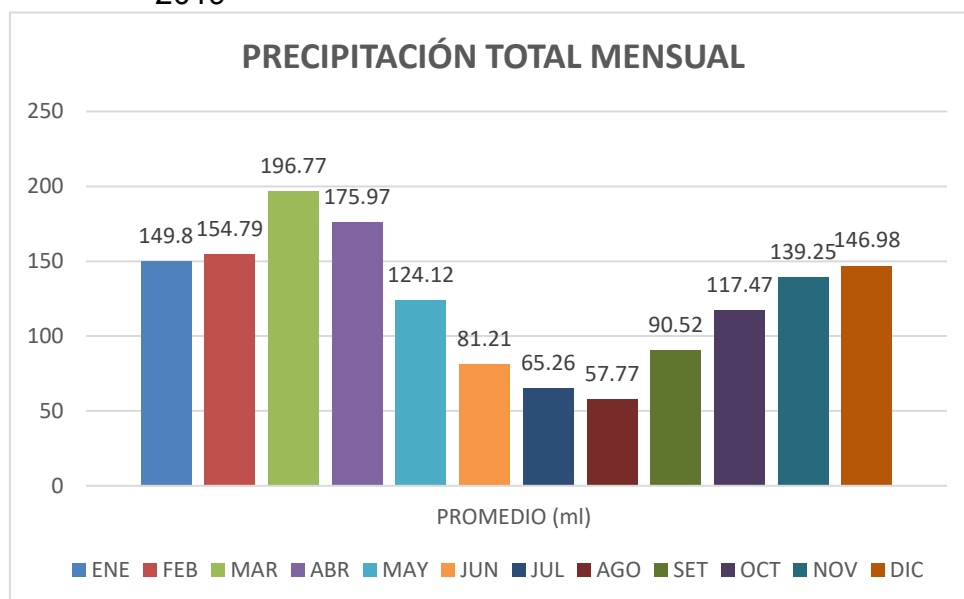
Según la estación meteorológica de Tarapoto el promedio anual de precipitación desde el año 2010 hasta el año 2019 es 1499.9 mm. Asimismo, para la ciudad de Tarapoto, el mes con temperatura más alta es diciembre (33.3°C); la temperatura más baja se da en el mes de julio (18°C); y llueve con mayor intensidad en el mes de marzo (156.2 mm/mes).

Tabla 10: Precipitación Total Mensual (mm)

PRECIPITACIÓN TOTAL MENSUAL (mm)													
AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	TOTAL
2010	71.7	156.2	113.7	254.7	103.7	64.7	17.9	70.2	43.9	100.5	207.5	116.2	1320.9
2011	84.4	53.3	270.7	135.2	125.1	179.2	93.3	27.1	68	90.4	183.2	164.8	1474.7
2012	193.7	125.1	175.3	298.4	125.1	87.1	59.1	14.3	95.5	137.3	59.3	223.3	1593.5
2013	140.8	144.3	168	77.9	112.3	99.7	49.7	128.4	105.3	65.2	217.6	85	1394.2
2014	154.7	134.2	296.6	128.9	145.1	50.4	81.1	51.8	82.7	196.8	102.2	85.5	1510
2015	141.6	204.8	116.6	271.3	145.7	72.2	43.9	71.5	26.6	116.8	144.2	227.6	1582.8
2016	62.4	197.7	192.5	79.3	182.6	114.9	50.7	23.7	77.8	78.2	68.7	106	1234.5
2017	239.5	170.7	291.7	158.6	107.5	34.4	47.1	82	151.7	43.6	129.7	156.2	1612.7
2018	130.4	102.1	250.5	233.4	87.4	71	71.5	51.9	117.4	137.3	78.1	144.5	1475.5
2019	278.8	259.5	92.1	122	106.7	38.5	138.3	56.8	136.3	208.6	202	160.7	1800.3
PROMEDIO MENSUAL	149.8	154.79	196.77	175.97	124.12	81.21	65.26	57.77	90.52	117.47	139.25	146.98	1499.91

Fuente: SENAMHI (2020) Estación Meteorológica – Tarapoto. Adaptado por las autoras.

Figura 8: Promedio mensual de Precipitación desde el año 2010 al 2019

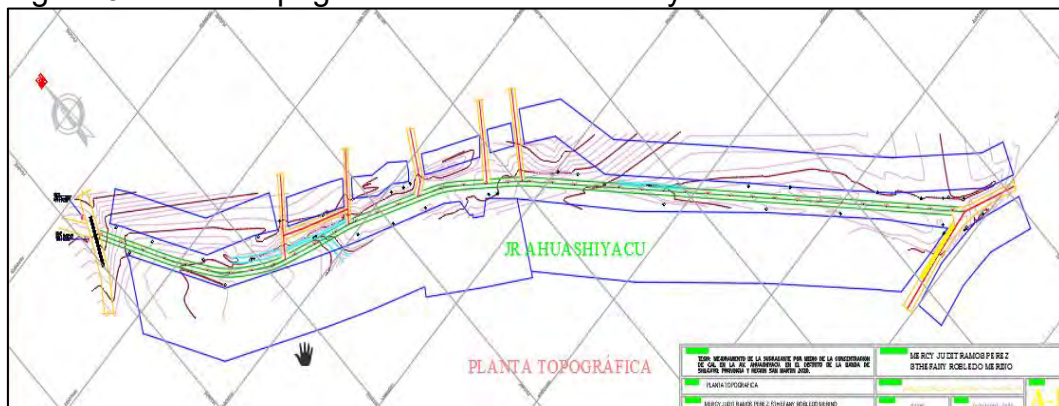


Fuente: Elaboración propia.

4.2. Topografía de la vía

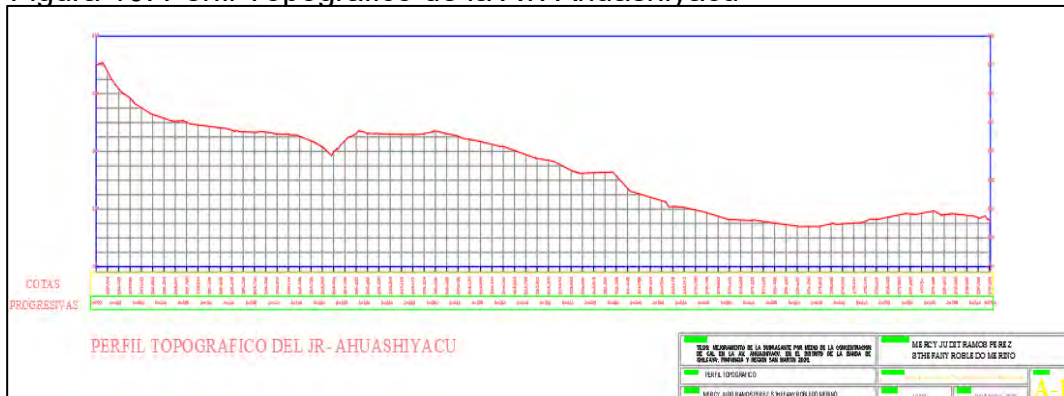
MOPUT, 1991. Clasifica la pendiente en cinco categorías: plana (de 0° a 1°), ligeramente suave (de 1° a 3°), suave (de 3° a 5°), moderada (de 5° a 15°) y fuerte (mayor a 15°). De acuerdo al Perfil Longitudinal de nuestro proyecto, el terreno tiene una pendiente de 1.5% equivalente a 0.86° (ver anexo 2); por lo tanto, clasificamos el relieve del terreno como Pendiente Plana por encontrarse en el rango (de 0° a 1°).

Figura 9: Planta Topográfica de la Av. Ahuashiyacu



Fuente: Elaboración propia (2020).

Figura 10: Perfil Topográfico de la Av. Ahuashiyacu



Fuente: Elaboración propia (2020).

4.3. Propiedades Físico-Mecánicas de los suelos de la subrasante

Para determinar las propiedades de los suelos comprendió tres etapas, investigación de campo en toda la longitud del tramo mediante prospecciones de exploración de calicatas a cielo abierto, con obtención de

muestras representativas en cada caso, la segunda etapa corresponde a la investigación de laboratorio y la tercera etapa corresponde a la interpretación de los resultados y establecer el mejoramiento de los suelos mediante la estabilización con la concentración de cal.

4.3.1. Exploración de suelos

Viene hacer todos los trabajos de campo involucrado y realizado el 14 de noviembre del 2020, por las tesis y el personal técnico, los trabajos han consistido en el recorrido de toda la vía para luego realizar la excavación manual de calicatas. Se realizaron cinco Calicatas a cielo abierto cada 152 m, ubicadas a lo largo del alineamiento del proyecto, la profundidad mínima alcanzada fue de 1.50 m. En cada caso se obtuvieron muestras representativas que sirvieron para cada uno de los ensayos de laboratorio, se excavaron un total de 5 calicatas con las cuales se ha definido el perfil estratigráfico de la vía en estudio.

Figura 11: Ubicación de las calicatas



Fuente: Google Earth.

En cada una de las calicatas se identificaron y describieron las características de los suelos que conforman el perfil estratigráfico del tramo en estudio tales como el tipo de suelo, humedad, plasticidad, compacidad,

color, etc. todo ello en concordancia con lo estipulado en la norma del MTC y el Reglamento Nacional de Edificaciones, (RNE & CE.010. 2010, pág.14). Dicha información levantada en campo en formatos y posteriormente corroborada con los ensayos de laboratorio, que permite describir en conjunto los registros de excavación.

Se presenta el resumen de calicatas en la tabla 11.

Tabla 11: Resumen de exploración de suelos mediante calicatas

Calicata N°	Profundidad De Exploración	Progresivas	Lado	Coordenadas UTM	
C-01	M1 de 0.4 a 1.10 m	0+780	Izq.	E:351946.25	N:9280234.69
C-02	M2 de 0.3 a 1.20 m	0+624	Der.	E:351848.80	N:9280342.66
C-03	M3 de 0.5 a 1.00 m	0+468	Izq.	E:351749.98	N:9280460.98
C-04	M4 de 0.35 a 1.15 m	0+312	Der.	E:351634.94	N:9280563.07
C-05	M5 de 0.45 a 1.05 m	0+156	Izq.	E:351495.84	N:9280641.58

Fuente: Elaboración propia (2020).

4.3.2. Ensayos de Laboratorio del suelo natural o subrasante

Una vez obtenido las muestras a través de la exploración de suelo mediante calicatas a cielo abierto y llevarlas al laboratorio, se inició los ensayos respectivos para determinar sus propiedades físicas en relación a la estabilidad y capacidad portante de la subrasante.

A continuación, se indica la descripción de los ensayos realizados en el laboratorio para determinar la clasificación de los suelos de acuerdo a la granulometría y límites de consistencia mediante el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS).

4.3.2.1. Propiedades Físicas

a) Determinación del Contenido de Humedad

Este ensayo permite determinar la cantidad de agua presente en una proporción dada de suelo en términos de su peso en seco. A continuación, se indica los resultados obtenidos.

Tabla 12: Contenido de Humedad

Progresiva (km)	Calicata N°	Lado	Profundidad (m)	Humedad (%)
0+780	C-01	Izq.	0.70	15.11
0+624	C-02	Der.	0.90	13.47
0+468	C-03	Izq.	0.50	10.15
0+312	C-04	Der.	0.80	14.76
0+156	C-05	Izq.	0.60	9.62

Fuente: Resultados de Laboratorio (Elaboración propia, 2020)

b) Análisis Granulométrico

Esta prueba determinará cuantitativamente la distribución de los diferentes tamaños de partículas del suelo. A continuación, se indica los resultados obtenidos.

En el estudio de suelos de la Av. Ahuashiyacu del Distrito de la Banda de Shilcayo se obtuvo como resultado lo siguiente:

- Calicata 01, se clasificó como una arena limo arcilla (SC-SM).
- Calicata 02 se clasificó como una arena limo (SM).
- Calicata 03 se clasificó como una arcilla de mediana plasticidad (CL).
- Calicata 04 se clasificó como una arena limosa (SM).
- Calicata 05 se clasificó como una arena limo arcilla (SM-SC).

Tabla 13: Análisis Granulométrico

Calicat a N°	Prof. (m)	% QUE PASA LAS MALLAS						
		N°4	N°8	N°16	N°30	N°100	N°200	Fondo
C-01	0.70	100	100	99.41	94.39	42.29	26.26	0.00
C-02	0.90	100	99.83	99.17	94.08	51.59	30.39	0.00
C-03	0.50	100	100	99.42	96.67	70.84	54.12	0.00
C-04	0.80	100	100	99.61	95.7	55.27	38.27	0.00
C-05	0.60	100	99.85	99.25	93.98	54.56	41.20	0.00

Fuente: Resultados de Laboratorio (Elaboración propia, 2020)

c) Determinación de Límite Plástico

El límite plástico se define como la mínima cantidad de humedad con la cual el suelo se vuelve a la condición de plasticidad. En este estado, el suelo puede ser deformado rápidamente o moldeado sin recuperación elástica, cambio de volumen, agrietamiento o desmoronamiento.

d) Determinación de Límite Líquido

El límite líquido es el mayor contenido de humedad que puede tener el suelo sin pasar del estado plástico al líquido. El estado líquido se define como la condición en la que la resistencia al corte del suelo es tan baja que un ligero esfuerzo lo hace fluir.

e) Índice Plástico

El cálculo del índice plástico es la diferencia numérica entre el límite líquido y el límite plástico, e indica el grado de contenido de humedad en el cual un suelo permanece en estado plástico antes de cambiar al estado líquido.

A continuación, se muestran los resultados de los ensayos de límite líquido, Límite plástico e índice plástico.

Tabla 14: Límites de Consistencia

Progresiva (km)	Calicata N°	Lado	Profundidad (m)	Límites de Consistencia			Clasificación de suelos	
				LL	LP	IP	SUCS	AASHTO
0+780	C-01	Izq.	0.70	25.47	18.54	6.93	SM-SC	A-4(0)
0+624	C-02	Der.	0.90	15.12	14.28	0.84	SM	A-2-4(0)
0+468	C-03	Izq.	0.50	32.69	22.25	10.44	CL	A-6(3)
0+312	C-04	Der.	0.80	18.20	15.46	2.75	SM	A-4(0)
0+156	C-05	Izq.	0.60	23.05	18.25	4.80	SM-SC	A-4(0)

Fuente: Resultados de Laboratorio (Elaboración propia, 2020)

4.3.2.2. Propiedades Mecánicas

f) Ensayo de Compactación de suelo

Se entiende por compactación todo proceso que aumenta el peso volumétrico de un suelo. En general, es conveniente compactar un suelo para incrementar su resistencia al esfuerzo cortante, reducir su compresibilidad y hacerlo más impermeable. Para la presente tesis, se realizó el ensayo en el Proctor modificado.

Para efectos del control de la compactación durante la construcción, es necesario efectuar pruebas que permitan conocer la máxima densidad y el óptimo contenido de humedad del suelo.

g) Máxima densidad

Es el máximo peso seco, obtenido cuando el material se mezcla con diferentes porcentajes de agua y se compacta de una manera normal pre establecida.

h) Óptimo contenido de humedad

Es el porcentaje de agua con el cual se obtiene la máxima densidad para el esfuerzo de compactación específico.

A continuación, presentamos los resultados de los ensayos del Proctor Modificado.

Tabla 15: Proctor Modificado

Progresiva (km)	Calicata N°	Lado	Profundidad (m)	Compactación	
				MDS (gr/cm ³)	OCH (%)
0+780	C-01	Izq.	0.70	2.006	10.50
0+624	C-02	Der.	0.90	2.040	9.50
0+468	C-03	Izq.	0.50	1.980	13.60
0+312	C-04	Der.	0.80	2.035	11.40
0+156	C-05	Izq.	0.60	2.076	10.30

Fuente: Resultados de Laboratorio (Elaboración propia, 2020)

i) Relación de soporte california (CBR)

Es una medida de la resistencia el esfuerzo cortante del suelo, bajo condiciones de densidad y humedad cuidadosamente controladas. El CBR se expresa en porcentaje como, la razón de la carga unitaria que se requiere para introducir un pistón dentro del suelo, a la carga unitaria que se requiere para introducir el mismo pistón a la misma profundidad en una muestra tipo de piedra partida. Los resultados de los ensayos realizados, de cada una de las muestras el cual se muestra en el siguiente cuadro:

Tabla 16: CBR

Progresiva (km)	Calicata N°	Lado	Profundidad (m)	MDS (gr/cm ³)	CBR 95%
0+780	C-01	Izq.	0.70	2.006	15.40
0+624	C-02	Der.	0.90	2.040	14.00
0+468	C-03	Izq.	0.50	1.980	10.80
0+312	C-04	Der.	0.80	2.035	17.30
0+156	C-05	Izq.	0.60	2.076	14.00

Fuente: Resultados de Laboratorio (Elaboración propia, 2020)

4.3.3. Estabilización de la subrasante.

Siguiendo las recomendaciones de las especificaciones técnicas del (MTC, 2013. Pág. 111), se puede definir que los límites de consistencia de los suelos de la calicata N°1 en estudio cumple los parámetros requeridos para ser estabilizado con el aditivo Cal.

Por lo tanto, en la investigación usaremos la dosificación indicada para el caso, (MTC, 2013), con la cual se establece el experimento para obtener los resultados del comportamiento mecánico en la dosificación 2%, 4%, 6% y 8% de cal.

Para la presente investigación se aplicó la cuarta forma de la metodología de toma de muestras, éste es un método arbitrario que consiste en tomar la muestra a criterio del técnico basado en la experiencia y a su vez sirve para una estimación inicial.

A continuación, mostramos los resultados obtenidos de los ensayos de laboratorio.

4.3.3.1. Resultados de los límites de consistencia de suelo más aditivo

a) Límites de Atterberg

Se realizaron los ensayos de límite líquido y límite plástico, con la finalidad de determinar el cambio en la plasticidad del suelo al añadirle un porcentaje de 2%, 4%, 6% y 8%. Para comparar con la plasticidad del suelo sin cal.

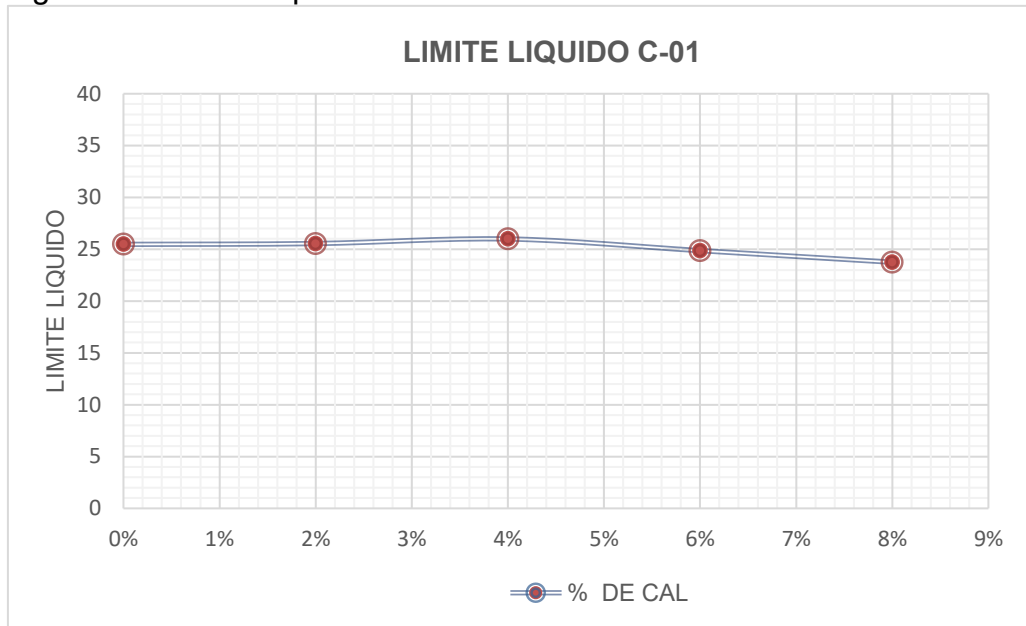
Límite Líquido

Tabla 17: Límite Líquido de Suelo Estabilizado

Calicata N°	Profundidad (m)	Límite Líquido			
		2%	4%	6%	8%
C-01	0.70	25.55	25.99	24.87	23.75

Fuente: Resultados de Laboratorio (Elaboración propia, 2020)

Figura 12: Límite Líquido en Suelo Estabilizado



Fuente: Resultados de Laboratorio (Elaboración propia, 2020)

Figura 13: Girando la manivela de la Copa de Casagrande con una frecuencia de 2 golpes por segundo, contando el número de golpes necesarios para que la ranura cierre.



Fuente: Elaboración Propia (2020).

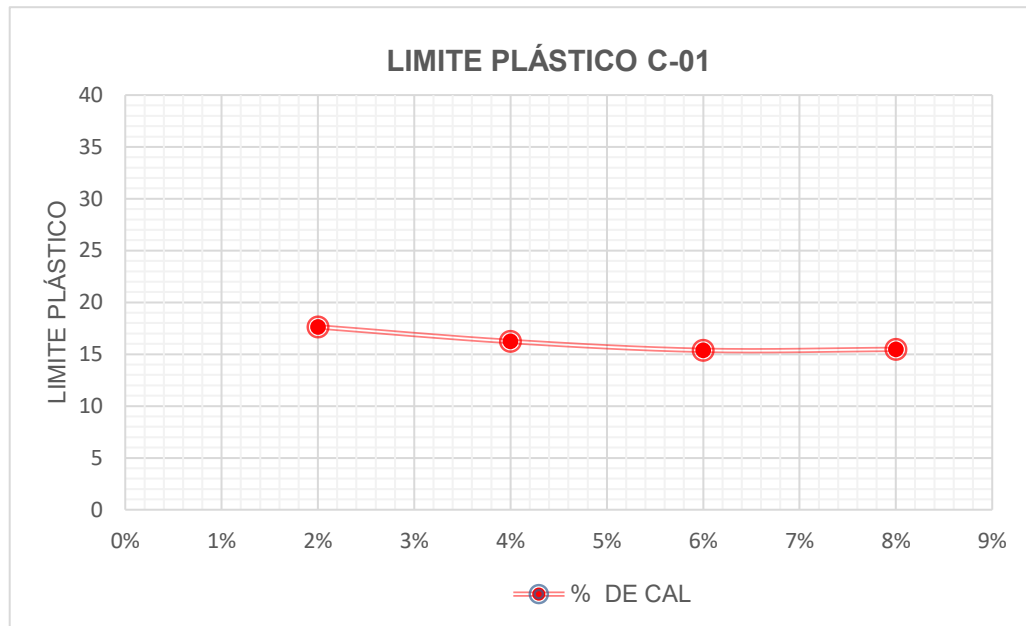
🚧 Límite Plástico

Tabla 18: Límite Plástico de Suelo Estabilizado

Calicata N°	Profundidad (m)	Límite Plástico			
		2%	4%	6%	8%
C-01	0.7	17.64	16.23	15.38	15.47

Fuente: Resultados de Laboratorio (Elaboración propia, 2020)

Figura 14: Limite Plástico de suelo estabilizado



Fuente: Resultados de Laboratorio (Elaboración propia, 2020)

Figura 15: Tomamos una porción de suelo de aproximadamente 1cm³, lo amasamos entre las manos y lo hacemos rodar con la palma de la mano en la placa de vidrio.



Fuente: Elaboración Propia (2020).

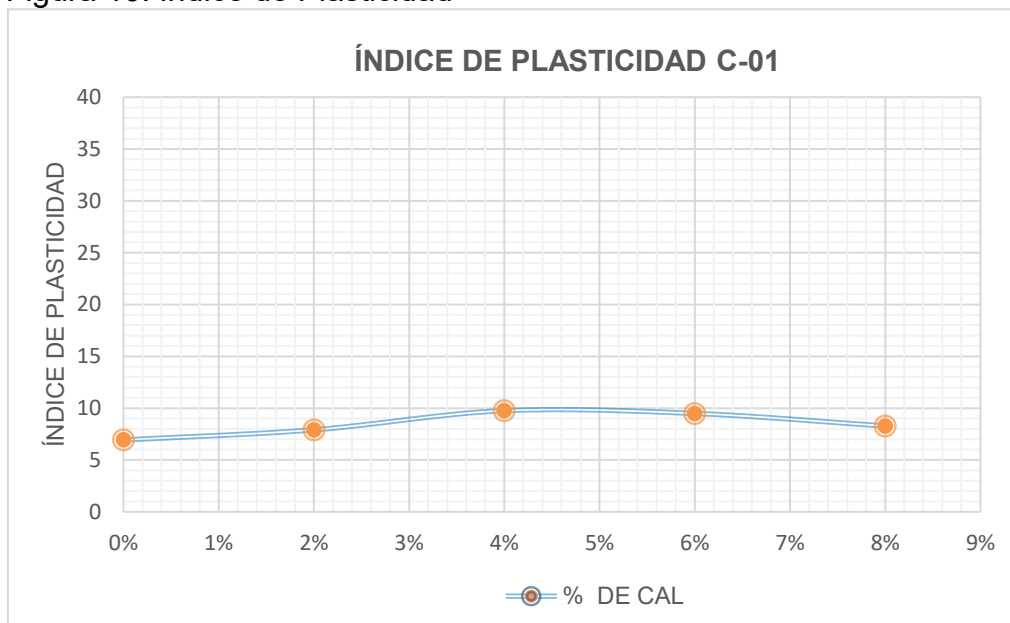
🚧 Índice de Plasticidad

Tabla 19: Índice de Plasticidad de Suelo Estabilizado

Calicata N°	Profundidad (m)	Índice de Plasticidad			
		2%	4%	6%	8%
C-01	0.70	7.91	9.76	9.49	8.28

Fuente: Resultados de Laboratorio (Elaboración propia, 2020)

Figura 16: Índice de Plasticidad



Fuente: Resultados de Laboratorio (Elaboración propia, 2020)

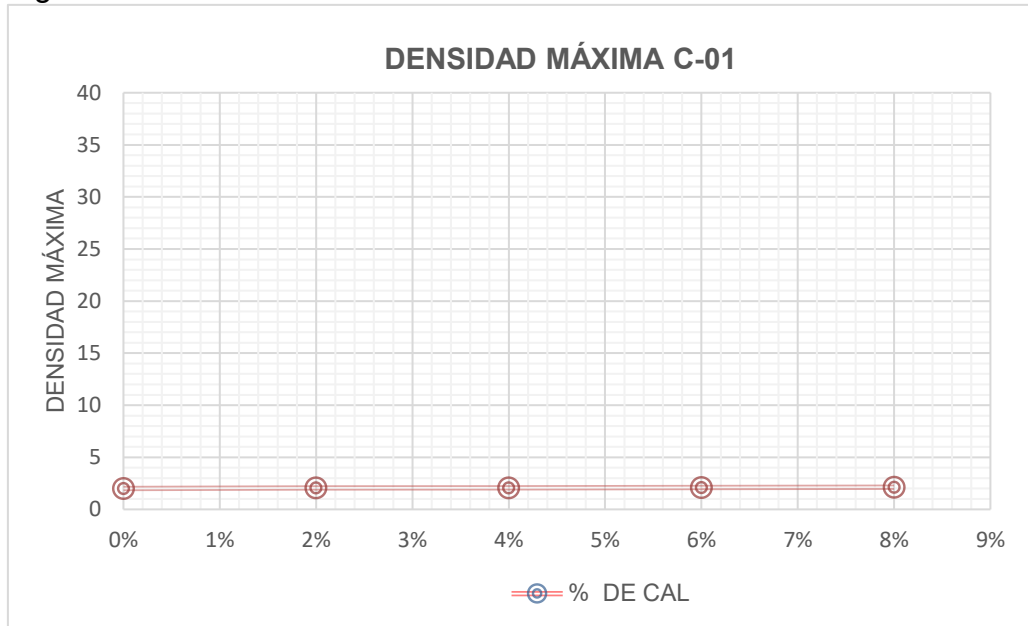
b) Ensayo de compactación

Tabla 20: Densidad Máxima de Suelo Estabilizado

Calicata N°	Profundidad (m)	Densidad Máxima Seca (gr/cm ³)			
		2%	4%	6%	8%
C-01	0.70	2.060	2.070	2.100	2.130

Fuente: Resultados de Laboratorio (Elaboración propia, 2020)

Figura 17: Densidad Máxima de Suelo Estabilizado



Fuente: Resultados de Laboratorio (Elaboración propia, 2020)

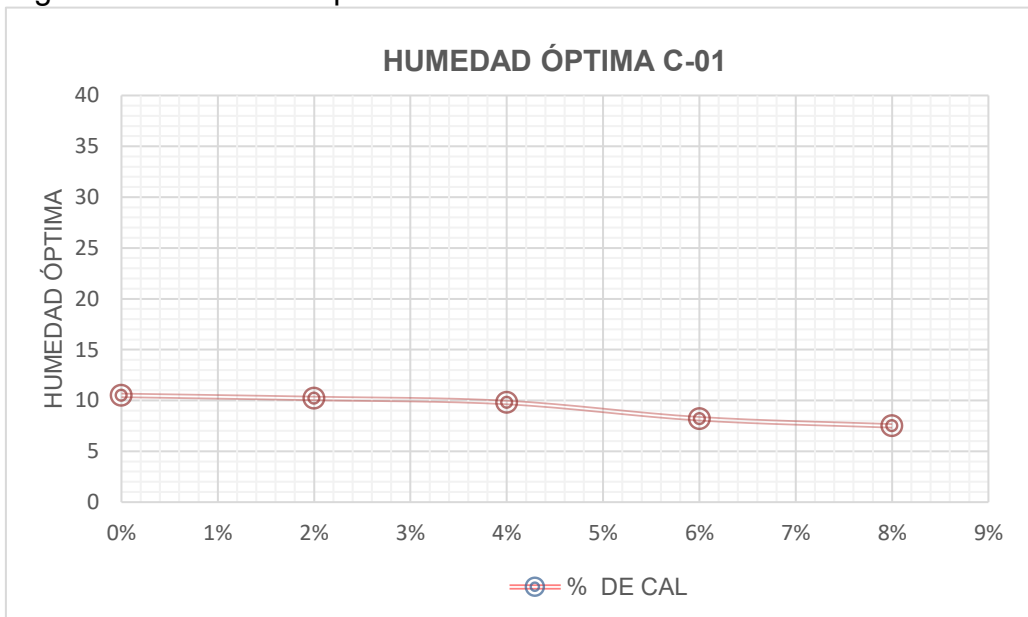
c) Óptimo contenido de humedad de suelo estabilizado

Tabla 21: Humedad Óptima de Suelo Estabilizado

Calicata N°	Profundidad (m)	Humedad Óptima			
		2%	4%	6%	8%
C-01	0.70	10.20	9.80	8.20	7.50

Fuente: Resultados de Laboratorio (Elaboración propia, 2020)

Figura 18: Humedad Óptima de Suelo Estabilizado



Fuente: Resultados de Laboratorio (Elaboración propia, 2020)

Figura 19: Realizando la mezcla de cal con la muestra de suelo en estudio para ensayo de compactación.



Fuente: Elaboración Propia (2020).

Figura 20: Aplicando golpes en una relación uniforme de aproximadamente 25 golpes/ minuto para compactar el espécimen.



Fuente: Elaboración Propia (2020).

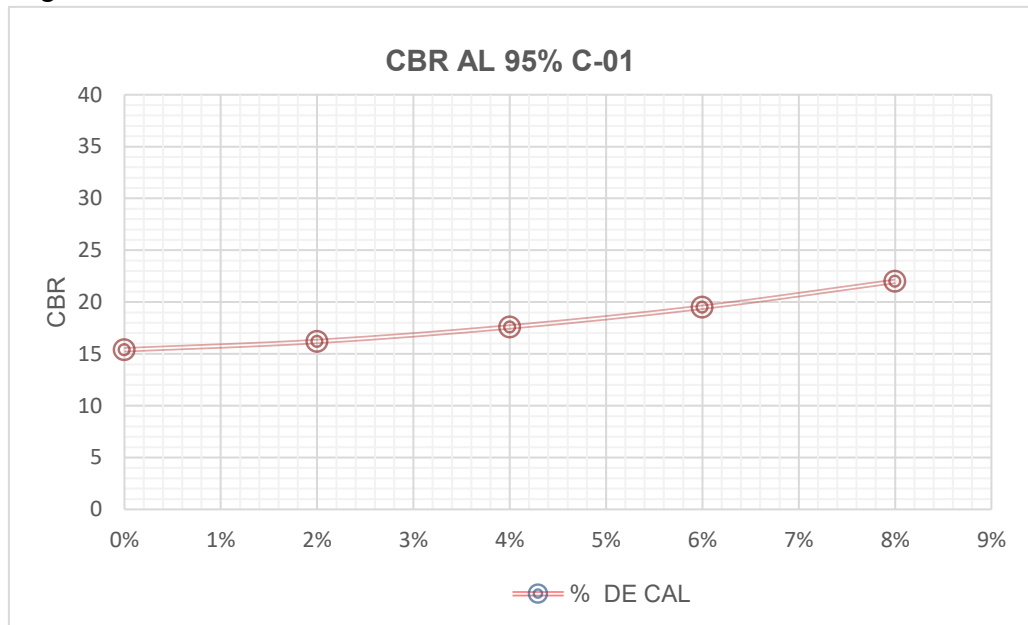
d) Valor de Soporte California (CBR)

Tabla 22: CBR de Suelo Estabilizado

CALICATA N° 01				
Profundidad (m)	2% de Cal	4% de Cal	6% de Cal	8% de Cal
	CBR 95%	CBR 95%	CBR 95%	CBR 95%
0.70	16.20	17.60	19.50	22.00

Fuente: Resultados de Laboratorio (Elaboración propia, 2020)

Figura 21: CBR al 95% de Suelo Estabilizado



Fuente: Resultados de Laboratorio (Elaboración propia, 2020)

Figura 22: Registrando la lectura inicial con un extensómetro a los especímenes sumergidos en un depósito con agua.



Fuente: Elaboración Propia (2020).

Figura 23: Aplicando una carga equivalente a 4.5 kg sobre el molde con la muestra.



Fuente: Elaboración Propia (2020).

CAPITULO V. DISCUSIÓN, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Discusión

En la investigación se tomó los resultados de las propiedades físicas y mecánicas de la calicata N°1, para someterlo al análisis del ensayo del tratamiento de suelo con el aditivo cal en los porcentajes del 2%,4%,6% y 8%, en sus propiedades físicas y mecánicas, siguiendo el mismo procedimiento realizado en el suelo con 0% de cal, obteniéndose valores, en cuanto a los límites de consistencia, Máxima Densidad Seca y Relación de Soporte California (CBR).

5.1.1. Los resultados de los límites de consistencia, en cuanto al Límite líquido no se observa variaciones, el suelo al 0% es de LL = 25.47% y el Límite líquido promedio del suelo estabilizado es de 25.04% y el Límite Plástico del suelo al 0% de cal es de 18.54%, el suelo estabilizado tiene un Límite Plástico promedio de 16.18%, observándose una variación en promedio del 2.36%.

5.1.2. Sin embargo, la influencia de cal con respecto a la plasticidad de suelos arenosos limos arcillosos no contribuyen satisfactoriamente, ya que, las mezclas de suelo más cal comprendidas entre el porcentaje (2% al 8%), presentan un incremento notable del Índice de Plasticidad. De estos datos en contraste, se puede deducir que los valores de las características de los suelos arenosos limos arcillosos no mejoraron.

5.1.3. Los ensayos de Proctor modificado, dieron como resultado al primer ensayo del suelo natural, una densidad máxima seca de 2006 kg/m³ y un óptimo contenido de humedad de 10.50%; pero, adicionándole primero un 2% de cal nos resultó una elevación de 54 kg/m³ en máxima densidad seca y 0.30% de disminución en el óptimo contenido de humedad. Asimismo, para la adición de 4% de cal el aumento se reflejó en 64 kg/m³ más para la densidad, y disminuyó un 0.70% del contenido de humedad, para la adición de 6% de cal el

aumento se reflejó en 94 kg/m³ más para la densidad seca y disminuyó un 2.30% del contenido de humedad. Finalmente, al aumentarle hasta el 8% de cal, la máxima densidad seca aumentó 124 kg/m³, más de lo que se encontró en el suelo natural, llegando a alcanzar 2130 kg/m³; pero, el óptimo contenido de humedad siguió disminuyendo hasta llegar al 7.50%.

5.1.4. Las estabilizaciones de suelo de subrasante con los diferentes porcentajes de cal, presentan un decrecimiento en la humedad óptima y un incremento en la densidad máxima, a medida que se aumenta el porcentaje de cal.

5.1.5. De los ensayos de las propiedades mecánicas, siendo la resistencia del terreno de fundación medida a través de CBR; el objetivo de esta investigación ha sido la propuesta de ensayo y mejorar las características indicadas, observándose que el CBR al 95% de la DSM del suelo al 0% de cal tiene un valor de 15.40%. Así mismo la observación del suelo estabilizado, para el 2% se logró obtener un 16.20%. Para el 4% se alcanzó un 17.60%, para el 6% se logró obtener un 19.50%. Finalmente, para la adición del 8% se elevó a 22.00% de CBR de diseño. Constatando en el antecedente de Pezo, V. (2016), la adición de cal produce un incremento en la capacidad portante de la subrasante en estudio.

5.2. Conclusiones

5.2.1 En conclusión, la influencia de la cal como aditivo en el mejoramiento de los suelos de la av. Ahuashiyacu, causa incremento en la capacidad de soporte california (CBR) y resistencia al corte de estos suelos arenosos limos arcillosos. De los cuatro tratamientos del suelo con cal, el que ofrece mejores ventajas lo constituye la estabilización con el 8 % de cal con un 22.00% de CBR de diseño.

5.2.2 Asimismo, se logró determinar las propiedades físicas y mecánicas de estos suelos, obtenidas mediante los ensayos de laboratorio incorporando proporciones de cal. Teniendo las siguientes características:

Para este tipo de suelo perteneciente a la subrasante la dosis de cal al 8% es la óptima para estabilizarla.

Con la adición de cal de 0%, 2%, 4%, 6% y 8% el comportamiento del límite líquido disminuye, teniendo su máxima disminución la muestra con cal al 8% con un 23,75. La muestra con cal al 0% tiene un límite líquido de 25,47.

5.2.3 El límite plástico disminuye y aumenta su valor de acuerdo a la adición de cal logrando su menor límite plástico de 15.38 con cal al 6%, el límite plástico máximo es de 18.54 con cal al 0%.

5.2.4 El índice de plasticidad también disminuye y aumenta su valor de acuerdo a la adición de cal, logrando el máximo índice plástico con adición de 4% de cal, con un valor de 9.76. La muestra con cal al 0% presenta un índice plástico de 6.93, esto nos representa un aumento de un 2.83% del índice plástico.

5.2.5 La densidad seca máxima con la adición de los diferentes porcentajes de cal aumenta, siendo el máximo de 2130 kg/m³ en la muestra con cal al 8%. El contenido de humedad disminuye siendo el mínimo de 7.50% en la muestra con cal al 8%.

5.2.6 Por tal motivo, se puede decir que la cal hidratada mejora considerablemente las propiedades mecánicas de estos suelos, gracias a que el suelo tratado, tiene minerales arcillosos en los cuales están incluidos la alúmina y la sílice, que al combinarse las partículas se aglomeran perfectamente, aumentando la resistencia de la sub rasante, elevando su densidad máxima seca; obteniendo así un suelo mejorado y óptimo para soportar cargas de agentes

externos.

5.2.7 El uso de cal para estabilizar el suelo es adecuado, porque permite disminuir el espesor total del pavimento en relación a su estado natural al momento de diseñar la estructura. Esto implica una disminución de los costos de construcción.

5.3. Recomendaciones

5.3.1 Se debe continuar investigando con otras proporciones de cal, considerando las características físicas similares para tener una estadística y optimizar la dosificación, para lo cual se tienen que realizar varias adiciones de cal. Así pues, las características químicas de la cal hidratada, elevaran de manera óptima los grados de compactación de los suelos arenosos limos arcillosos

5.3.2 Los suelos en nuestra región requieren de investigación, por lo tanto, seguir investigando sobre la estabilización del suelo de la Av. Ahuashiyacu utilizando nuevas alternativas de material como cenizas, cemento, entre otros.

5.3.3 Considerar el presente trabajo como alternativa para implementar nuevos procesos de construcción y reconstrucción de la Av. Ahuashiyacu.

5.3.4 Teniendo en cuenta el punto de vista económico y ambiental, se recomienda estabilizar los suelos con la finalidad de reforzar las propiedades, utilizando los diferentes tipos de aditivos estabilizadores tales como cenizas, cemento, emulsiones asfálticas, etc.; siempre y cuando los suelos no cumplan con las especificaciones. Además, se evitará las extracciones de grandes proporciones de nuevos materiales, contribuyendo así con el medio ambiente.

BIBLIOGRAFIA

1. Botía Díaz Wilmar Andrés, 2015, Manual de Procedimientos de Ensayos de Suelos y Memoria de Cálculo, Trabajo de grado, Universidad Militar Nueva Granada Facultad Ingeniería Programa Ingeniería Civil Bogotá, págs. 17-164.
2. Braja M. Das, 2012, Fundamentos de Ingeniería de Cimentaciones, séptima edición Cengage Learning Editores, S.A. de C.V, págs. 01-776.
3. Bowles Joseph, E. Manual de laboratorio de mecánica de suelos, editorial stilo, Bogota, Colombia, 1980.
4. CAPECO (2009), Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE), Decreto Supremo N° 063-70-VI
5. Crespo Villalaz Carlos. Mecánica de suelos y cimentaciones. Quinta edición. México. Editorial LIMUSA S.A. 2004, págs. 17 a 599.
6. Juárez Badillo Eulalio y Rico Rodríguez Alfonso, Fundamentos de Mecánica de suelos, Tomo 1, Segunda edición, México. Editorial LIMUSA S.A. (2005). 25 a 623 págs.
7. Ministerio de Transportes y Comunicaciones. Manual de Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos. Resolución Directoral N° 05-MTC-2013/14. Páginas 3 a 345.
8. Ministerio de Obras Públicas y Transportes (MOPUT). 1991. Guía para la elaboración de estudios del medio físico: Contenido y metodología. Tercera Edición. Madrid, España.
9. Martínez Quiroz, Enrique N. Guía de mecánica de suelos I- UCP. (2018).
10. María Angélica Sánchez Albán, estabilización de suelos expansivos con cal y cemento en el sector calcical del cantón, Tosagua Provincia de Manabí, Quito, 2014.

11. Maldonado Heber, M. y Orellana A. Guía básica para estabilización de suelos con cal en caminos de baja intensidad vehicular en el Salvador, 2009.
12. Ministerio de Obras Públicas y Transportes (MOPUT). 1991. Guía para la elaboración de estudios del medio físico: Contenido y metodología. Tercera Edición. Madrid, España.
13. Nacional Lime Association. Manual de Estabilización de Suelos tratado con Cal. España. 2004.
14. Rico, R. y CASTILLO, H. (2006). Ingeniería de suelos en las vías terrestres: carreteras, ferrocarriles y aeropistas. (2ª ed.). México: Editorial Limusa.
15. RNE & CE.010. 2010. Reglamento Nacional De Edificaciones. Lima.14 p.
16. Terzaghi K. y Peck R. B-Mecánica de Suelos en la ingeniería práctica (trad. O. Moretto)-Ateneo Ed.-1955.
17. Tschebotarioff, G. 1963, Mecánica del suelo cimentaciones y estructuras de tierra, © Aguilar, S. A. de Ediciones-Madrid-España. 599
18. Valle Rodas, Raúl, Principios generales de la mecánica de suelos aplicados a la pavimentación y métodos para el cálculo de pavimentos flexibles, Editorial el ateneo, Buenos Aires, sexta edición.

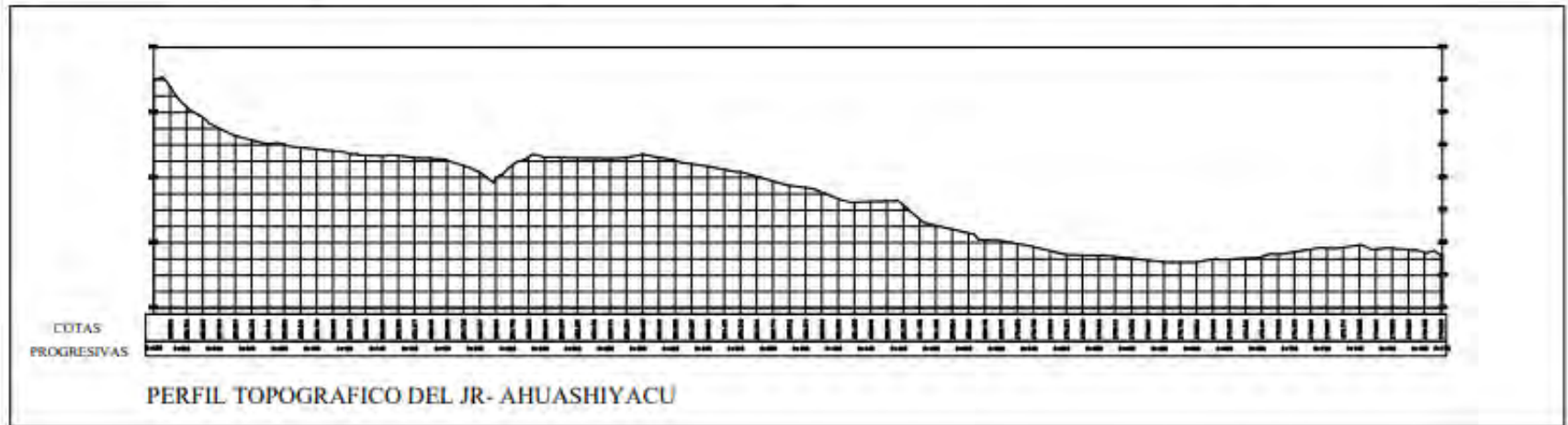
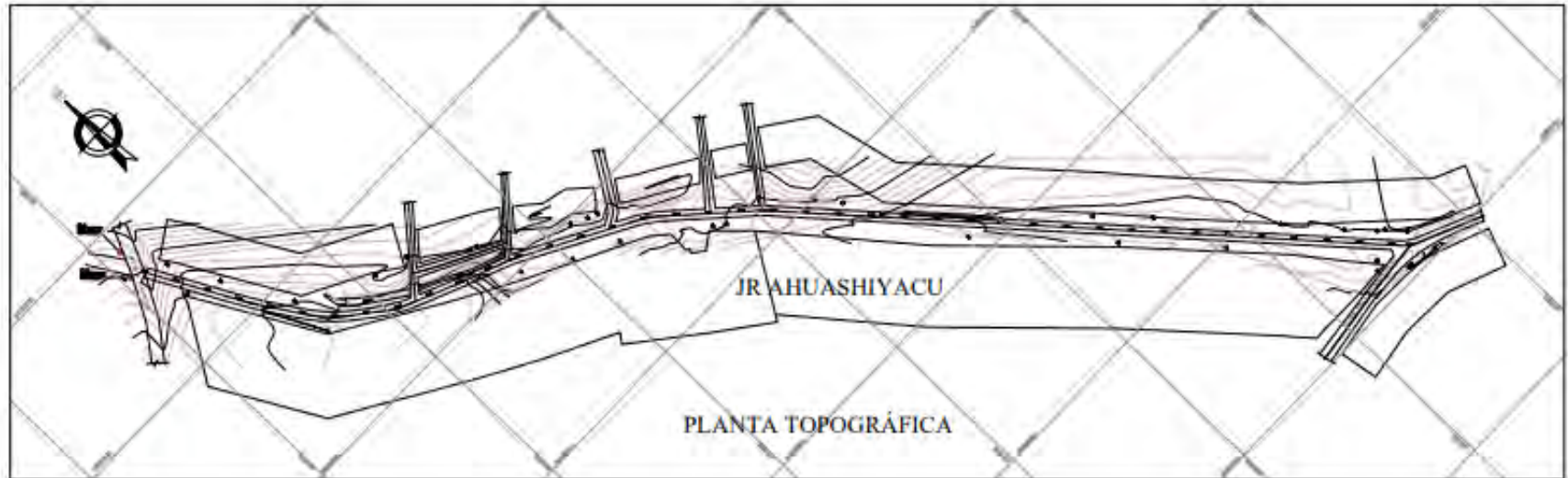
ANEXOS

ANEXO 1: MATRIZ DE CONSISTENCIA

Anexo 1. Matriz de consistencia

Problema general	Objetivo general	Hipótesis general	Variable independiente	Variable dependiente	Indicadores	Metodología
<p>¿Cuánto influye en el mejoramiento de los suelos de la subrasante, con el uso de la cal como aditivo, en la Av. Ahuashiyacu del distrito de la Banda de Shilcayo?</p>	<p>Determinar la influencia en el mejoramiento de los suelos de la subrasante, con el uso de la cal como aditivo, de la Av. Ahuashiyacu del distrito de la Banda de Shilcayo.</p>	<p>El uso de la cal como aglomerante para la estabilización de los suelos de la subrasante de la vía causa incremento en la capacidad de soporte californiana (CBR) y resistencia al corte de los suelos.</p>	<p>Propiedades de los suelos en su estado natural y estabilizados con cal.</p>	<p>Capacidad de soporte (CBR) de la subrasante.</p>	<p>Características físicas y mecánicas de los suelos</p>	<p>Cuerpo de Ingenieros de la Armada Norteamericana (CI) (Department of The Army, The Navy, and The Air Force, 1994)</p>

ANEXO 2: PLANO TOPOGRÁFICO (PLANTA Y PERFIL)



PROYECTO: SISTEMA DE RIEGO POR GRAVITACIÓN DEL VALLE DE TAMPACON	TOPÓGRAFO: MIRY JUDIT RAMOS PEREZ ESTEFANY REVALLE MEDINA	LÁMINA A-1
PLANO: PLANTA TOPOGRÁFICA	UBICACIÓN: TAMPACO - SAN LUIS	
DISEÑO: MIRY JUDIT RAMOS PEREZ, ESTEFANY REVALLE MEDINA	FECHA: 2023	ESCALA: 1:1000

ANEXO 3: ENSAYOS DE LABORATORIO

CALICATA N° 01

ENSAYOS DE LABORATORIO

HUMEDAD

GRANULOMETRÍA

LÍMITES DE CONSISTENCIA

PROCTOR

CBR

ENSAYO DE CONTENIDO DE HUMEDAD CALICATA N° 01

Proyecto : TESIS: ESTABILIZACIÓN DE LA SUB RASANTE DE LA AV. AHUASHIYACU, POR MEDIO DE LA CONCENTRACIÓN DE CAL EN EL DISTRITO DE LA BANDA DE SHILCAYO, PROVINCIA Y REGIÓN SAN MARTIN - 2020				
Localización del proyecto: AV. AHUASHIYACU, DISTRITO DE LA BANDA DE SHILCAYO, PROVINCIA Y REGION SAN MARTIN		Ubicación : AV. AHUASHIYACU		
Descripción del Suelo: ARENA LIMO ARCILLOSA COLOR MARRON CON BETEADO AMARILLO		Profundidad de la Muestra: 0.40-1.50 m		
Realizado por Tesisistas: Mercy Judit Ramos Pérez, Sthefany Robledo Merino				
Identificación de la Muestra : C-01 MII		Operador : Walter Vera Ybañez		Calicata: C - 01 MII
				Fecha: 10/11/2020
Tipo de Muestra :		Alterada <input type="checkbox"/>		No alterada <input checked="" type="checkbox"/>
		Remoldeada <input type="checkbox"/>		Coordenadas Punto Muestreo: E:351946.25 N:9280234.69
Extracción de Muestra :		Cliente <input checked="" type="checkbox"/>		Técnico <input type="checkbox"/>
Determinación del contenido de humedad de un suelo N.T.P. 339.127 ASTM 2216				
RECIPIENTE N°	1	2	3	4
Peso del recipiente grs.	103.40	120.80	152.50	107.40
Peso del suelo húmedo + recipiente grs.	452.00	420.00	532.00	437.00
Peso del suelo seco + recipiente grs.	407.00	380.00	482.00	394.00
Peso del agua grs.	45.00	40.00	50.00	43.00
Peso del suelo seco grs.	303.60	259.20	329.50	286.60
Contenido de humedad %	14.82	15.43	15.17	15.00
Promedio de contenido de humedad %	15.11			
Observaciones :				

ENSAYO GRANULOMÉTRICO CALICATA N° 01

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO - N.T.P. 400.012 - ASTM D - 423					
A.- DATOS GENERALES					
Proyecto : <u>TESIS: ESTABILIZACIÓN DE LA SUB RASANTE DE LA AV. AHUASHIYACU, POR MEDIO DE LA CONCENTRACIÓN DE CAL EN EL DISTRITO DE LA BANDA DE SHILCAYO, PROVINCIA Y REGIÓN SAN MARTIN - 2020</u>					
Localización del Proyecto : <u>AV. AHUASHIYACU, DISTRITO DE LA BANDA DE SHILCAYO, PROVINCIA Y REGION SAN MARTIN</u>					
Descripción del Suelo: <u>ARENA LIMO ARCILLOSA COLOR MARRON CON BETE</u>				Profundidad de la Muestra: <u>0.40-1.50 m</u>	
Realizado por Tesistas: <u>Mercy Judit Ramos Pérez, Sthefany Robledo Merino</u>				Calicata: <u>C - 01 MII</u>	
Tipo de Muestra : Alterada <input type="checkbox"/> No alterada <input checked="" type="checkbox"/> Remoldeada <input type="checkbox"/>					
Extracción de Muestra : Cliente <input checked="" type="checkbox"/> Técnico <input type="checkbox"/> Coordenadas UTM : <u>E:351946.25 N:9280234.69</u>					
B.- DATOS TECNICOS					
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO ASTM D - 422 - N.T.P. 400.012					
Tamices	Peso Retenido	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa	DATOS TECNICOS DEL ENSAYO Y RESULTADOS
Ø	(mm)				
Tamiz 5"	127.00				Numero del recipiente : -
Tamiz 4"	101.60				Peso del recipiente : 134.2
Tamiz 3"	76.20				Peso del recipiente + suelo seco : 489.1
Tamiz 2"	50.80				Peso del suelo seco antes del lavado : 354.9
Tamiz 1 1/2"	38.10				Resultados Obtenidos:
Tamiz 1"	25.40				Contenido de humedad natural = 15.11
Tamiz 3/4"	19.050	0.00	0.00%		Limite Liquido = 25.47
Tamiz 1/2"	12.700	0.00	0.00%	100.00%	Limite Plástico = 18.54
Tamiz 3/8"	9.525	0.00	0.00%	100.00%	Índice Plástico = 6.93
Tamiz 1/4"	6.350	0.00	0.00%	100.00%	Grava = 0.00%
N° 4	4.760	0.00	0.00%	100.00%	Arena = 73.74%
N° 8	2.380	0.00	0.00%	100.00%	Limos y arcillas = 26.26%
N° 10	2.000	0.00	0.00%	100.00%	Porcentajes que pasan :
N° 16	1.190	2.10	0.59%	99.41%	% Pasa el Tamiz N° 4 = 100.00%
N° 20	0.840	3.30	0.93%	98.48%	% Pasa el Tamiz N° 10 = 100.00%
N° 30	0.590	14.50	4.09%	94.39%	% Pasa el Tamiz N° 40 = 87.43%
N° 40	0.426	24.70	6.96%	87.43%	% Pasa el Tamiz N° 200 = 26.26%
N° 50	0.297	20.60	5.80%	81.63%	D ₆₀ : =
N° 60	0.250	70.00	19.72%	61.90%	D ₃₀ : =
N° 80	0.177	41.50	11.69%	49.79%	D ₅₀ : =
N° 100	0.149	28.10	7.92%	57.71%	Cc (Coeficiente de curvatura) :
N° 200	0.074	56.90	16.03%	26.26%	Cu (Coeficiente de Uniformidad) :
Fondo	0.01	93.20	26.26%	100.00%	Clasificación S.U.C.S. : SM-SC
TOTAL	354.90				Clasificación AASHTO : A-4(0)

Curva Granulométrica

El gráfico muestra una curva granulométrica donde el eje vertical representa el '% que Pasa' (de 0% a 100%) y el eje horizontal representa el tamaño de tamiz en milímetros (de 1000 mm a 0.01 mm). La curva es horizontal en 100% para todos los tamices desde 127 mm hasta 0.075 mm, y luego desciende a 26.26% en el tamiz de 0.075 mm.

ENSAYO DETERMINACIÓN DE LÍMITES DE ATTERBERG CALICATA N° 01

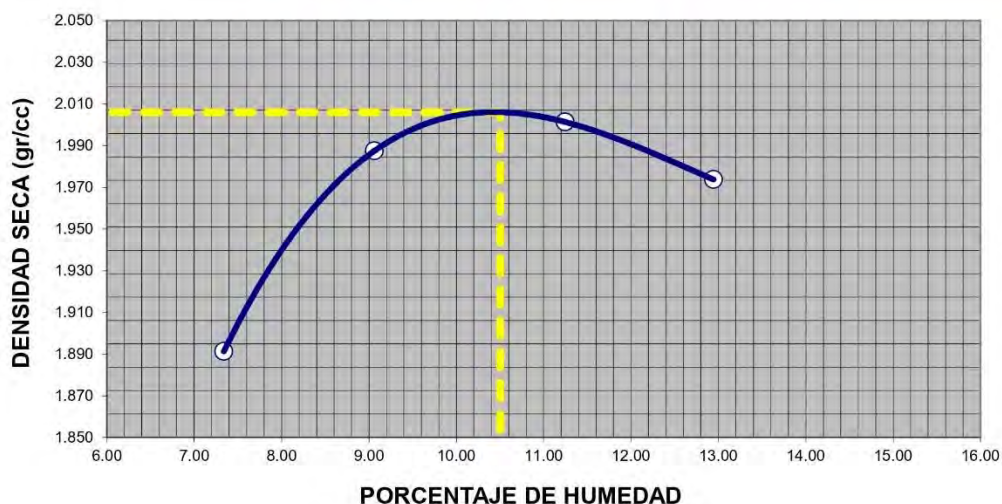
Proyecto: TESIS: ESTABILIZACIÓN DE LA SUB RASANTE DE LA AV. AHUASHIYACU, POR MEDIO DE LA CONCENTRACIÓN DE CAL EN EL DISTRITO DE LA BANDA DE SHILCAYO, PROVINCIA Y REGIÓN SAN MARTIN - 2020									
Localización del Proyecto: AV. AHUASHIYACU, DISTRITO DE LA BANDA DE SHILCAYO, PROVINCIA Y REGION SAN MARTIN									
Descripción del Suelo: ARENA LIMO ARCILLOSA COLOR MARRON CON BETEADO AMARILLO	Profundidad de la Muestra: 0.40-1.50 m								
Identificación de la Muestra : C-01 MII	Operador: Walter Vera Ybañez Calicata: C - 01 MII Fecha: 10/11/2020								
Realizado por Testistas: Mercy Judit Ramos Pérez, Sthefany Robledo Merino									
Tipo de Muestra :	Alterada <input checked="" type="checkbox"/> No alterada <input type="checkbox"/> Remoldeada <input type="checkbox"/> Coordenadas Punto Muestreo: E:351946.25 N:9280234.69								
Extracción de Muestra :	Cliente <input checked="" type="checkbox"/> Técnico <input type="checkbox"/>								
METODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL LIMITE LIQUIDO, LIMITE PLASTICO, E INDICE DE PLASTICIDAD DE SUELOS									
Determinación del Límite Líquido (N.T.P. 339.129) ASTM D-4318									
Recipiente N°	7	8	9						
Peso del recipiente grs.	17.70	18.00	22.00						
Peso del suelo húmedo + recipiente grs.	68.20	66.20	72.20						
Peso del suelo seco + recipiente grs.	57.50	56.40	62.40						
Peso del agua grs.	10.70	9.80	9.80						
Peso del suelo seco grs.	39.80	38.40	40.40						
Contenido de Humedad %	26.88	25.52	24.26						
Numero de Golpes	17	25	33						
DIAGRAMA DE FLUIDEZ									
		<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td>Límite Líquido (%)</td> <td style="text-align: center;">25.47</td> </tr> <tr> <td>Límite Plástico (%)</td> <td style="text-align: center;">18.54</td> </tr> <tr> <td>Índice de Plasticidad Ip (%)</td> <td style="text-align: center;">6.93</td> </tr> </table>		Límite Líquido (%)	25.47	Límite Plástico (%)	18.54	Índice de Plasticidad Ip (%)	6.93
Límite Líquido (%)	25.47								
Límite Plástico (%)	18.54								
Índice de Plasticidad Ip (%)	6.93								
Determinación del Límite Plástico (N.T.P. 339.131) ASTM D-4318									
Recipiente N°	L	B	F						
Peso del recipiente grs.	9.90	9.40	9.70						
Peso del suelo húmedo + recipiente grs.	22.20	21.40	24.40						
Peso del suelo seco + recipiente grs.	20.30	19.50	22.10						
Peso del agua grs.	1.90	1.90	2.30						
Peso del suelo seco grs.	10.40	10.10	12.40						
Contenido de humedad	18.27	18.81	18.55						
Promedio del contenido de humedad LP	18.54								

ENSAYO DE PRÓCTOR MODIFICADO CALICATA N° 01

PROYECTO : TESIS: ESTABILIZACIÓN DE LA SUB RASANTE DE LA AV. AHUASHIYACU, POR MEDIO DE LA CONCENTRACIÓN DE CAL EN EL DISTRITO DE LA BANDA DE SHILCAYO, PROVINCIA Y REGIÓN SAN MARTÍN 2020
UBICACIÓN : AV. AHUASHIYACU, DISTRITO DE LA BANDA DE SHILCAYO, PROVINCIA Y REGION SAN MARTIN
FECHA MUESTREO : 10/11/2020 **ING. RESP.** :
FECHA ENSAYO : 28/11/2020 **TEC.** : W. VERA Y.
REALIZADO POR : TESISISTAS: MERCY JUDIT RAMOS PÉREZ Y STHEFANY ROBLEDO MERINO
MUESTRA : C-1

PROCTOR MODIFICADO NORMA AASHTO T-180

METODO DE COMPACTACION : A					
VOLUMEN DEL MOLDE	2124		6315	MOLDE NRO.	1
PESO SUELO+MOLDE	10627	10919	11044	11050	
PESO DEL MOLDE	6315	6315	6315	6315	
PESO SUELO HUMEDO COMPACTADO	4312	4604	4729	4735	
DENSIDAD HUMEDA	2.03	2.17	2.23	2.23	
CAPSULA NRO.	s/n	s/n	s/n	s/n	
PESO DE LA CAPSULA					
PESO SUELO HUMEDO +CAPSULA	351.00	337.00	465.00	349.00	
PESO SUELO SECO+CAPSULA	327.00	309.00	418.00	309.00	
PESO DE AGUA	24.00	28.00	47.00	40.00	
PESO DEL SUELO SECO	327.00	309.00	418.00	309.00	
CONTENIDO HUMEDAD	7.34	9.06	11.24	12.94	
DENSIDAD SECA	1.891	1.988	2.001	1.974	



1. RESULTADOS OBTENIDOS EN LA COMPACTACION DE LA FRACCION FINA < N°04"

MAXIMA DENSIDAD SECA	2.006	gr/cc.
HUMEDAD OPTIMA	10.50	%

ENSAYO CBR CALICATA N° 01

PROYECTO	TESIS: ESTABILIZACIÓN DE LA SUB RASANTE DE LA AV. AHUASHIYACU, POR MEDIO DE LA CONCENTRACIÓN DE CAL EN EL DISTRITO DE LA BANDA DE SHILCAYO, PROVINCIA Y REGIÓN SAN MARTÍN - 2020		
UBICACIÓN	AV. AHUASHIYACU, DISTRITO DE LA BANDA DE SHILCAYO, PROVINCIA Y REGION SAN MARTIN		
FECHA MUESTREO	: 10/11/2020	ING. RESP.	: 0
FECHA ENSAYO	: 02/12/2020	TEC.	: W. VERA Y.
REALIZADO POR	TESISTAS: MERCY JUDIT RAMOS PÉREZ Y STHEFANY ROBLEDO MERINO		
MUESTRA	: C-1		

ENSAYO CBR (NORMA AASHTO T-193, ASTM D 1883)

MOLDE Nro.	1		2		3	
	56		25		12	
Nro. GOLPES POR CAPA						
COND. DE LA MUESTRA	SIN MOJAR	MOJADA	SIN MOJAR	MOJADA	SIN MOJAR	MOJADA
Peso molde + suelo humedo	13085		12859		12910	
Peso del Molde	8392		8415		8712	
Peso del Suelo humedo	4693		4444		4198	
Volumen del Molde	2108		2105		2105	
Densidad humeda	2.226		2.111		1.994	
% de humedad	10.9		10.7		10.5	
Densidad seca	2.008		1.907		1.804	
Tara Nro.						
Tara + suelo humedo	403.10		342.00		433.60	
Tara + suelo seco	363.50		309.00		392.30	
Peso del agua	39.60		33.00		41.30	
Peso del suelo seco	363.50		309.00		392.30	
% de humedad	10.89		10.68		10.53	
Promedio de humedad	10.9		10.7		10.5	

EXPANSION

FECHA	HORA	TIEMPO HRS.	LECTURA DIAL	EXPANSION		LECTURA DIAL	EXPANSION		LECTURA DIAL	EXPANSION	
				mm.	%		mm.	%		mm.	%
03-12-20	9:00	0	0.0	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00
04-12-20	9:00	24	5.0	0.050	0.04	8.0	0.080	0.06	13.0	0.130	0.10
05-12-20	9:00	48	20.0	0.200	0.16	27.0	0.270	0.21	36.0	0.360	0.28
06-12-20	9:00	72	29.0	0.290	0.23	34.0	0.340	0.27	50.0	0.500	0.39
07-12-20	9:00	96	41.0	0.410	0.32	62.0	0.620	0.49	80.0	0.800	0.63

PENETRACION

PENETRACION			MOLDE Nro: 1		MOLDE Nro: 2		MOLDE Nro: 3	
			LECTURA DIAL	CORRECCION Kgs Kgs/Cm2	LECTURA DIAL	CORRECCION Kgs Kgs/Cm2	LECTURA DIAL	CORRECCION Kgs Kgs/Cm2
TIEMPO	mm.	pulg.						
0.00	0.000	0.000		0 0		0 0		0 0
0.30	0.064	0.025		69 4		50 3		44 2
1.00	0.127	0.050		121 6		93 5		79 4
1.30	0.191	0.075		171 9		151 8		121 6
2.00	0.254	0.100		257 13		212 11		154 8
3.00	0.381	0.150		274 14		231 12		174 9
4.00	0.508	0.200		324 17		249 13		187 10
5.00	0.635	0.250		374 19		286 15		211 11
6.00	0.762	0.300		475 25		359 19		257 13
8.00	1.016	0.400		521 27		397 21		287 15

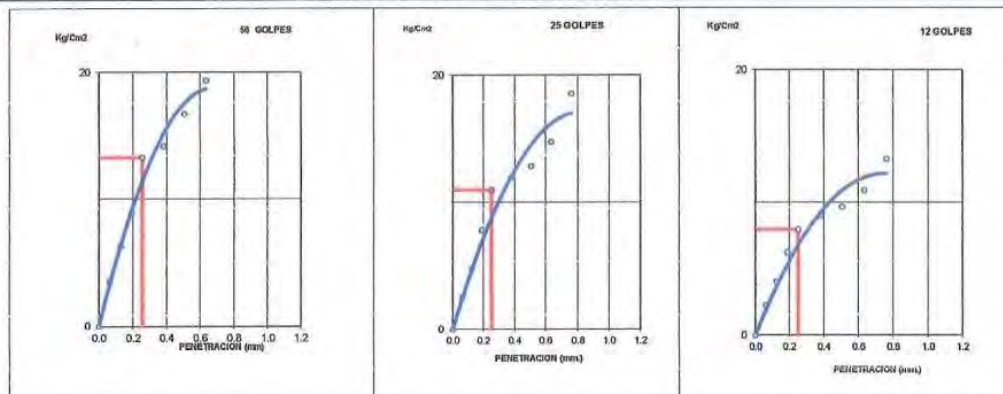
OBSERVACIONES: LA BALANZA SE CALIBRO A CERO.

GRÁFICO DE PENETRACIÓN DE CBR CALICATA N° 01

PROYECTO : TESIS: ESTABILIZACIÓN DE LA SUB RASANTE DE LA AV. AHUASHIYACU, POR MEDIO DE LA CONCENTRACIÓN DE CAL EN EL DISTRITO DE LA BANDA DE SHILCAYO, PROVINCIA Y REGIÓN SAN MARTÍN - 2020
 UBICACIÓN : AV. AHUASHIYACU, DISTRITO DE LA BANDA DE SHILCAYO, PROVINCIA Y REGION SAN MARTIN
 FECHA MUESTREO : 10/11/2020
 FECHA ENSAYO : 02/12/2020
 REALIZADO POR : TESISTAS: MERCY JUDIT RAMOS PÉREZ Y STHEFANY ROBLEDO MERINO
 MUESTRA : ARENA LIMO ARCILLOSA

ING. RESP. : 0
 TEC. : W. VERAY.

GRAFICO PENETRACION DE CBR

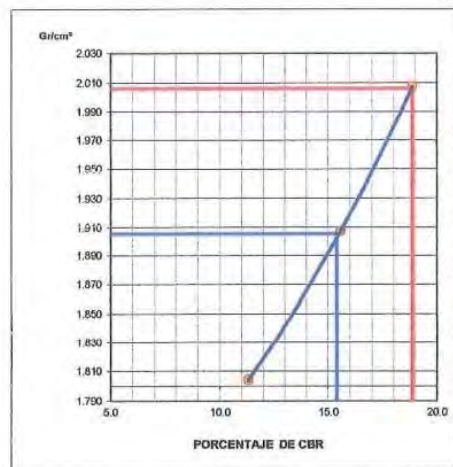


MDS (Gr/cc)= 2.008
 0.1"(%)= 18.9

MDS (Gr/cc)= 1.907
 0.1"(%)= 16.6

MDS (Gr/cc)= 1.804
 0.1"(%)= 11.3

DETERMINACION DE CBR



Datos de Proctor:

MDS PROCTOR	2.008	gr/cc.
OPTIMO DE HUMEDAD	10.50	%
CLASIFICACION	SUCS	SM-SC
	AASHTO	A-4(0)

CBR AL 100 %	19.9	%
CBR AL 95 %	15.4	%

OBSERVACIONES:

CALICATA N° 01 + CAL

ENSAYOS DE LABORATORIO

HUMEDAD

GRANULOMETRÍA

LÍMITES DE CONSISTENCIA

PROCTOR

CBR

ENSAYO DETERMINACIÓN DE LÍMITES DE ATTERBERG CON 2% DE CAL EN CALICATA N°01

Proyecto: TESIS: ESTABILIZACIÓN DE LA SUB RASANTE DE LA AV. AHUASHIYACU, POR MEDIO DE LA CONCENTRACIÓN DE CAL EN EL DISTRITO DE LA BANDA DE SHILCAYO, PROVINCIA Y REGION SAN MARTIN - 2020									
Localización del Proyecto: AV. AHUASHIYACU, DISTRITO DE LA BANDA DE SHILCAYO, PROVINCIA Y REGION SAN MARTIN									
Descripción del Suelo: ARENA LIMO ARCILLOSA COLOR MARRON CON BETEADO AMARILLO	Profundidad de la Muestra: 0.40-1.50 m								
Identificación de la Muestra : C-01 MII + 2%	Operador: Walter Vera Ybañez Calicata: C - 01 MII Fecha: 10/11/2020								
Realizado por Tesistas: MERCY JUDIT RAMOS PÉREZ Y STHEFANY ROBLEDO MERINO									
Tipo de Muestra :	Alterada <input checked="" type="checkbox"/> No alterada <input type="checkbox"/> Remoldeada <input type="checkbox"/> Coordenadas Punto Muestreo: E:351946.25 N:9280234.69								
Extracción de Muestra :	Cliente <input checked="" type="checkbox"/> Técnico <input type="checkbox"/>								
METODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL LIMITE LIQUIDO, LIMITE PLASTICO, E INDICE DE PLASTICIDAD DE SUELOS									
Determinación del Límite Líquido (N.T.P. 339.129) ASTM D-4318									
Recipiente N°	1	2	3						
Peso del recipiente grs.	16.10	16.00	16.70						
Peso del suelo húmedo + recipiente grs.	64.40	65.60	74.80						
Peso del suelo seco + recipiente grs.	54.20	55.50	63.20						
Peso del agua grs.	10.20	10.10	11.60						
Peso del suelo seco grs.	38.10	39.50	46.50						
Contenido de Humedad %	26.77	25.57	24.95						
Numero de Golpes	16	25	32						
		<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td>Límite Líquido (%)</td> <td>25.55</td> </tr> <tr> <td>Límite Plástico (%)</td> <td>17.64</td> </tr> <tr> <td>Índice de Plasticidad Ip (%)</td> <td>7.91</td> </tr> </table>		Límite Líquido (%)	25.55	Límite Plástico (%)	17.64	Índice de Plasticidad Ip (%)	7.91
Límite Líquido (%)	25.55								
Límite Plástico (%)	17.64								
Índice de Plasticidad Ip (%)	7.91								
Determinación del Límite Plástico (N.T.P. 339.131) ASTM D-4318									
Recipiente N°	R	T	C						
Peso del recipiente grs.	16.70	17.30	10.40						
Peso del suelo húmedo + recipiente grs.	33.20	32.80	24.40						
Peso del suelo seco + recipiente grs.	30.70	30.50	22.30						
Peso del agua grs.	2.50	2.30	2.10						
Peso del suelo seco grs.	14.00	13.20	11.90						
Contenido de humedad	17.86	17.42	17.65						
Promedio del contenido de humedad LP	17.64								

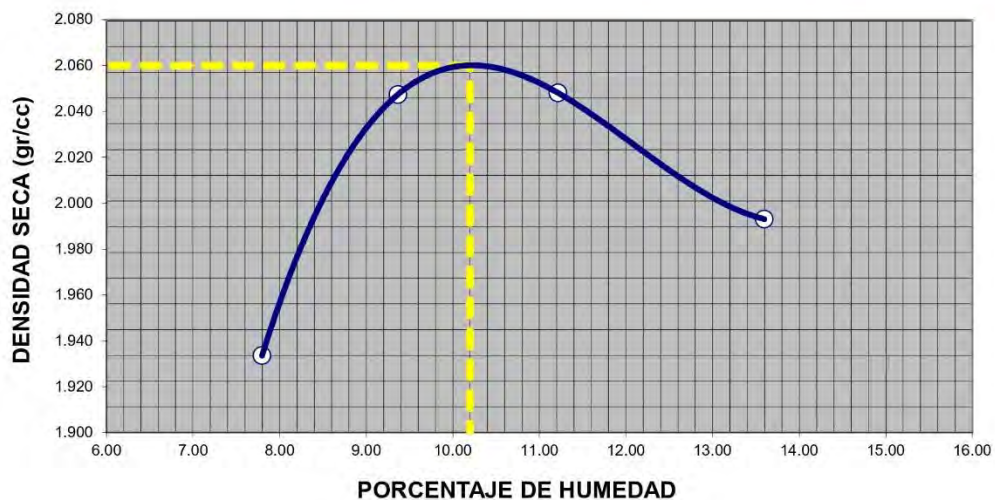
ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO CON ADICIÓN DE 2% DE CAL EN CALICATA N° 01

PROYECTO	: TESIS: ESTABILIZACIÓN DE LA SUB RASANTE DE LA AV. AHUASHIYACU, POR MEDIO DE LA CONCENTRACIÓN DE CAL EN LA AV. AHUASHIYACU, EN EL DISTRITO DE LA BANDA DE SHILCAYO, PROVINCIA Y REGION SAN MARTIN - 2020		
UBICACIÓN	: AV. AHUASHIYACU, DISTRITO DE LA BANDA DE SHILCAYO, PROVINCIA Y REGION SAN MARTIN		
FECHA MUESTREO	: 10/11/2020	ING. RESP.	:
FECHA ENSAYO	: 28/11/2020	TEC.	: W. VERA Y.
REALIZADO POR	: TESISTAS. MERCY JUDIT RAMOS PÉREZ Y STHEFANY ROBLEDO MERINO		
MUESTRA	: C-1 + 2% CAL		

PROCTOR MODIFICADO

NORMA AASHTO T-180

METODO DE COMPACTACION : A					
VOLUMEN DEL MOLDE	2124		6315	MOLDE NRO.	1
PESO SUELO+MOLDE	10742	11071	11153	11124	
PESO DEL MOLDE	6315	6315	6315	6315	
PESO SUELO HUMEDO COMPACTADO	4427	4756	4838	4809	
DENSIDAD HUMEDA	2.08	2.24	2.28	2.26	
CAPSULA NRO.	s/n	s/n	s/n	s/n	
PESO DE LA CAPSULA					
PESO SUELO HUMEDO +CAPSULA	318.00	397.00	357.00	401.00	
PESO SUELO SECO+CAPSULA	295.00	363.00	321.00	353.00	
PESO DE AGUA	23.00	34.00	36.00	48.00	
PESO DEL SUELO SECO	295.00	363.00	321.00	353.00	
CONTENIDO HUMEDAD	7.80	9.37	11.21	13.60	
DENSIDAD SECA	1.934	2.047	2.048	1.993	



1. RESULTADOS OBTENIDOS EN LA COMPACTACION DE LA FRACCION FINA < N°04"

MAXIMA DENSIDAD SECA	2.060	gr/cc.
HUMEDAD OPTIMA	10.20	%

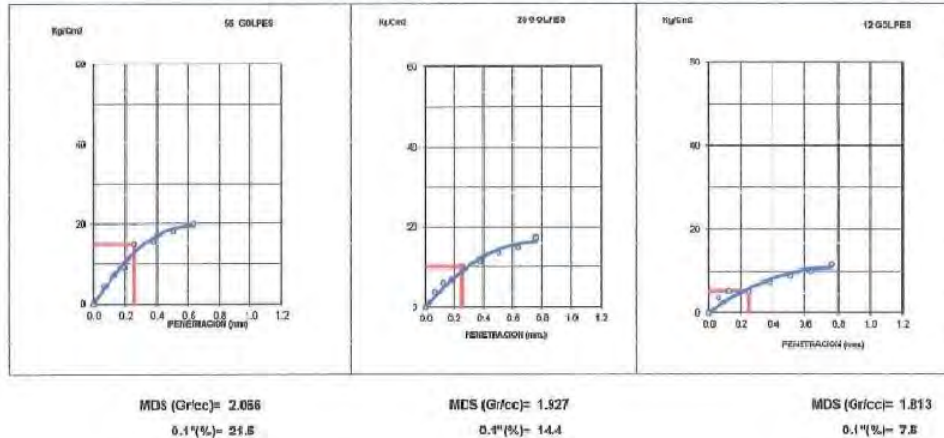
ENSAYO DE CBR CON ADICIÓN DE 2% DE CAL EN CALICATA N°01

PROYECTO	TESIS: ESTABILIZACIÓN DE LA SUB RASANTE DE LA AV. AHUASHIYACU, POR MEDIO DE LA CONCENTRACIÓN DE CAL EN LA AV. AHUASHIYACU, EN EL DISTRITO DE LA BANDA DE SHILCAYO, PROVINCIA Y REGION SAN MARTIN - 2020											
UBICACIÓN	AV. AHUASHIYACU, DISTRITO DE LA BANDA DE SHILCAYO, PROVINCIA Y REGION SAN MARTIN											
FECHA MUESTREO	: 10/11/2020						ING. RESP. : 0					
FECHA ENSAYO	: 07/12/2020						TEC. : W. VERA Y.					
REALIZADO POR	: TESISTAS. MERCY JUDIT RAMOS PÉREZ Y STHEFANY ROBLEDO MERINO											
MUESTRA	: C-1 + 2% CAL											
ENSAYO CBR (NORMA AASHTO T-193, ASTM D 1883)												
MOLDE Nro.	4				5				6			
Nro. GOLPES POR CAPA	56				25				12			
COND. DE LA MUESTRA	SIN MOJAR		MOJADA		SIN MOJAR		MOJADA		SIN MOJAR		MOJADA	
Peso molde + suelo humedo	13915				13304				12687			
Peso del Molde	9143				8800				8382			
Peso del Suelo humedo	4772				4504				4305			
Volumen del Molde	2091				2119				2141			
Densidad humeda	2.282				2.126				2.011			
% de humedad	10.5				10.3				10.9			
Densidad seca	2.066				1.927				1.813			
Tara Nro.												
Tara + suelo humedo	451.20				397.20				456.90			
Tara + suelo seco	408.50				360.10				411.90			
Peso del agua	42.70				37.10				45.00			
Peso del suelo seco	408.50				360.10				411.90			
% de humedad	10.45				10.30				10.92			
Promedio de humedad	10.5				10.3				10.9			
EXPANSION												
FECHA	HORA	TIEMPO HRS.	LECTURA DIAL	EXPANSION mm. %		LECTURA DIAL	EXPANSION mm. %		LECTURA DIAL	EXPANSION mm. %		
08-12-20	9:00	0	0.0	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00	
09-12-20	9:00	24	4.0	0.040	0.03	9.0	0.090	0.07	13.0	0.130	0.10	
10-12-20	9:00	48	15.0	0.150	0.12	16.0	0.160	0.13	32.0	0.320	0.25	
11-12-20	9:00	72	28.0	0.280	0.22	41.0	0.410	0.32	58.0	0.580	0.46	
12-12-20	9:00	96	36.0	0.360	0.28	53.0	0.530	0.42	79.0	0.790	0.62	
PENETRACION												
PENETRACION			MOLDE Nro: 4			MOLDE Nro: 5			MOLDE Nro: 6			
			LECTURA DIAL	CORRECCION Kgs Kgs/Cm2		LECTURA DIAL	CORRECCION Kgs Kgs/Cm2		LECTURA DIAL	CORRECCION Kgs Kgs/Cm2		
TIEMPO	mm.	pulg.										
0.00	0.000	0.000		0	0		0	0		0	0	
0.30	0.064	0.025		87	5		75	4		67	3	
1.00	0.127	0.050		139	7		120	6		105	5	
1.30	0.191	0.075		179	9		135	7		94	5	
2.00	0.254	0.100		292	15		196	10		104	5	
3.00	0.381	0.150		304	16		223	11		145	7	
4.00	0.508	0.200		352	18		260	13		171	9	
5.00	0.635	0.250		388	20		289	15		194	10	
6.00	0.762	0.300		455	24		338	17		225	12	
8.00	1.016	0.400		540	28		401	20		266	14	
OBSERVACIONES:			LA BALANZA SE CALIBRO A CERO.									

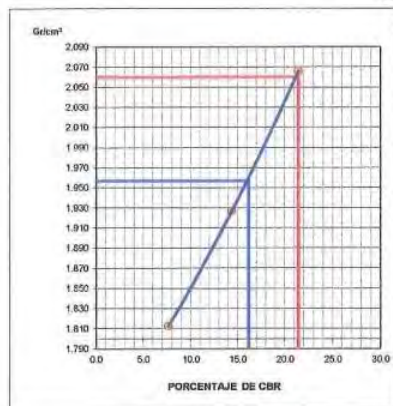
GRÁFICO DE PENETRACIÓN DE CBR CON ADICIÓN DE 2% DE CAL - CALICATA N° 01

PROYECTO : TESIS: ESTABILIZACIÓN DE LA SUB RASANTE DE LA AV. AHUASHIYACU, POR MEDIO DE LA CONCENTRACIÓN DE CAL EN LA AV. AHUASHIYACU, EN EL DISTRITO DE LA BANDA DE SHILCAYO, PROVINCIA Y REGION SAN MARTIN - 2020
UBICACIÓN : AV. AHUASHIYACU, DISTRITO DE LA BANDA DE SHILCAYO, PROVINCIA Y REGION SAN MARTIN
FECHA MUESTREO : 10/11/2020 **ING. RESP.** : 0
FECHA ENSAYO : 07/12/2020 **TEC.** : W. VERA Y.
REALIZADO POR : TESISTAS: MERCY JUDIT RAMOS PÉREZ Y STHEFANY ROBLEDO MERINO
MUESTRA : ARENA LIMO ARCILLOSA

GRÁFICO PENETRACION DE CBR



DETERMINACION DE CBR



Datos de Proctor:

MDS PROCTOR	2.060	gr/cc.
OPTIMO DE HUMEDAD	10.20	%
CLASIFICACION	SUCS	SM-SC
	AASHTO	A-4(0)

CBR AL 100 %	21.8	%
CBR AL 95 %	16.2	%

OBSERVACIONES:

ENSAYO DETERMINACIÓN DE LÍMITES DE ATTERBERG CON 4% DE CAL EN CALICATA N°01

Proyecto: TESIS: ESTABILIZACIÓN DE LA SUB RASANTE DE LA AV. AHUASHIYACU, POR MEDIO DE LA CONCENTRACIÓN DE CAL EN EL DISTRITO DE LA BANDA DE SHILCAYO, PROVINCIA Y REGION SAN MARTIN - 2020

Localización del Proyecto: AV. AHUASHIYACU, DISTRITO DE LA BANDA DE SHILCAYO, PROVINCIA Y REGION SAN MARTIN

Descripción del Suelo: ARENA LIMO ARCILLOSA COLOR MARRON CON BETEADO AMARILLO Profundidad de la Muestra: 0,40-1,50 m

Identificación de la Muestra : C-01 MII + 4% Operador : **Walter Vera Ybañez** Calicata: C - 01 MII Fecha: 10/11/2020

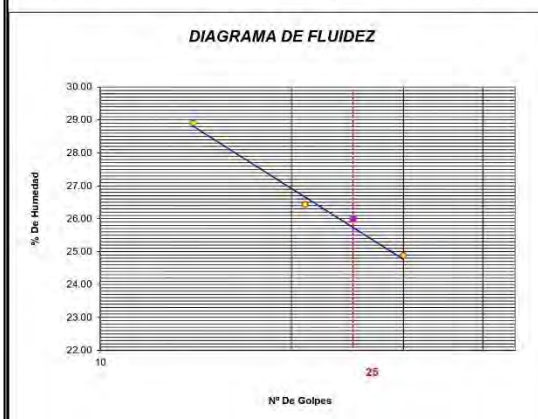
Realizado por Tesistas: MERCY JUDIT RAMOS PÉREZ Y STEFANY ROBLEDO MERINO

Tipo de Muestra : Alterada No alterada Remoldeada **Coordenadas Punto Muestreo:** E:351946.25 N:9280234.69

Extracción de Muestra : Cliente Técnico

METODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL LIMITE LIQUIDO, LIMITE PLASTICO, E INDICE DE PLASTICIDAD DE SUELOS

Determinación del Límite Líquido (N.T.P. 339.129)	ASTM D-4318		
Recipiente N°	10	11	30
Peso del recipiente grs.	17.50	17.60	21.80
Peso del suelo húmedo + recipiente grs.	60.30	54.90	75.00
Peso del suelo seco + recipiente grs.	50.70	47.10	64.40
Peso del agua grs.	9.60	7.80	10.60
Peso del suelo seco grs.	33.20	29.50	42.60
Contenido de Humedad %	28.92	26.44	24.88
Número de Golpes	14	21	30



Límite Líquido (%)	25.99
Límite Plástico (%)	16.23
Índice de Plasticidad Ip (%)	9.76

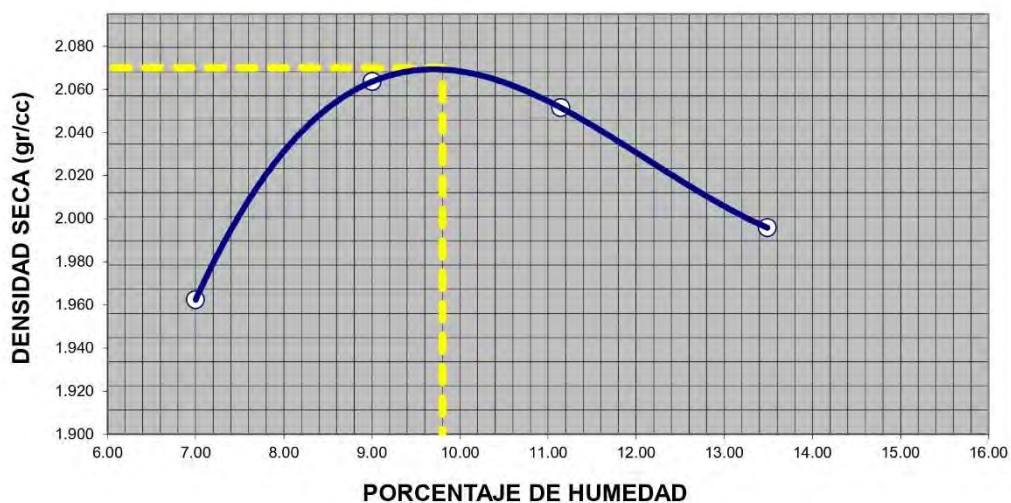
Determinación del Límite Plástico (N.T.P. 339.131)	ASTM D-4318		
Recipiente N°	P	Q	G
Peso del recipiente grs.	16.30	15.70	16.10
Peso del suelo húmedo + recipiente grs.	29.90	35.60	32.70
Peso del suelo seco + recipiente grs.	28.00	32.80	30.40
Peso del agua grs.	1.90	2.80	2.30
Peso del suelo seco grs.	11.70	17.10	14.30
Contenido de humedad	16.24	16.37	16.08
Promedio del contenido de humedad LP	16.23		

ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO CON ADICIÓN DE 4% DE CAL EN CALICATA N° 01

PROYECTO	TESIS: ESTABILIZACIÓN DE LA SUB RASANTE DE LA AV. AHUASHIYACU, POR MEDIO DE LA CONCENTRACIÓN DE CAL EN LA AV. AHUASHIYACU, EN EL DISTRITO DE LA BANDA DE SHILCAYO, PROVINCIA Y REGION SAN MARTIN - 2020		
UBICACIÓN	AV. AHUASHIYACU, DISTRITO DE LA BANDA DE SHILCAYO, PROVINCIA Y REGION SAN MARTIN		
FECHA MUESTREO	10/11/2020	ING. RESP.	:
FECHA ENSAYO	28/11/2020	TEC.	: W. VERA Y.
REALIZADO POR	TESISTAS. MERCY JUDIT RAMOS PÉREZ Y STHEFANY ROBLEDO MERINO		
MUESTRA	C-1 + 4% CAL		

PROCTOR MODIFICADO NORMA AASHTO T-180

METODO DE COMPACTACION :	A			
VOLUMEN DEL MOLDE	2124		6315	MOLDE NRO. 1
PESO SUELO+MOLDE	10775	11093	11158	11126
PESO DEL MOLDE	6315	6315	6315	6315
PESO SUELO HUMEDO COMPACTADO	4460	4778	4843	4811
DENSIDAD HUMEDA	2.10	2.25	2.28	2.27
CAPSULA NRO.	s/n	s/n	s/n	s/n
PESO DE LA CAPSULA				
PESO SUELO HUMEDO +CAPSULA	321.00	351.00	379.00	387.00
PESO SUELO SECO+CAPSULA	300.00	322.00	341.00	341.00
PESO DE AGUA	21.00	29.00	38.00	46.00
PESO DEL SUELO SECO	300.00	322.00	341.00	341.00
CONTENIDO HUMEDAD	7.00	9.01	11.14	13.49
DENSIDAD SECA	1.962	2.064	2.052	1.996



1. RESULTADOS OBTENIDOS EN LA COMPACTACION DE LA FRACCION FINA < N°04"

MAXIMA DENSIDAD SECA	2.070	gr/cc.
HUMEDAD OPTIMA	9.80	%

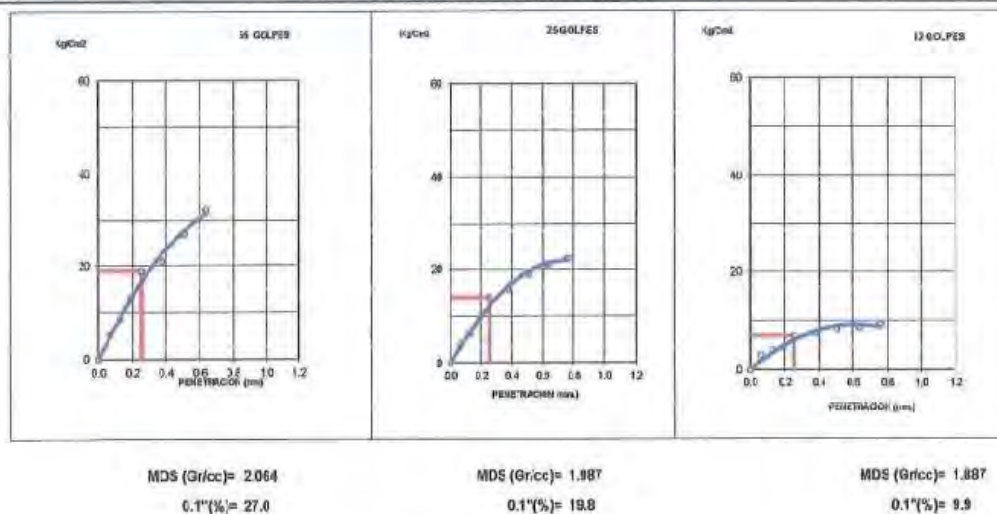
ENSAYO DE CBR CON ADICIÓN DE 4% DE CAL EN CALICATA N°01

PROYECTO	TESIS: ESTABILIZACIÓN DE LA SUB RASANTE DE LA AV. AHUASHIYACU, POR MEDIO DE LA CONCENTRACIÓN DE CAL EN LA AV. AHUASHIYACU, EN EL DISTRITO DE LA BANDA DE SHILCAYO, PROVINCIA Y REGION SAN MARTIN - 2020											
UBICACIÓN	AV. AHUASHIYACU, DISTRITO DE LA BANDA DE SHILCAYO, PROVINCIA Y REGION SAN MARTIN											
FECHA MUESTREO	10/11/2020					ING. RESP. : 0						
FECHA ENSAYO	07/12/2020					TEC. : W. VERA Y.						
REALIZADO POR	TESISTAS. MERCY JUDIT RAMOS PÉREZ Y STHEFANY ROBLEDO MERINO											
MUESTRA	C-1 + 4% CAL											
ENSAYO CBR (NORMA AASHTO T-193, ASTM D 1883)												
MOLDE Nro.	7				8				9			
Nro. GOLPES POR CAPA	56				25				12			
COND. DE LA MUESTRA	SIN MOJAR		MOJADA		SIN MOJAR		MOJADA		SIN MOJAR		MOJADA	
Peso molde + suelo humedo	13765				12987				13154			
Peso del Molde	8969				8383				8815			
Peso del Suelo humedo	4796				4604				4339			
Volumen del Molde	2116				2119				2091			
Densidad humeda	2.267				2.173				2.075			
% de humedad	9.8				9.3				10.0			
Densidad seca	2.064				1.987				1.887			
Tara Nro.												
Tara + suelo humedo	445.80				364.50				498.10			
Tara + suelo seco	405.90				333.40				452.90			
Peso del agua	39.90				31.10				45.20			
Peso del suelo seco	405.90				333.40				452.90			
% de humedad	9.83				9.33				9.98			
Promedio de humedad	9.8				9.3				10.0			
EXPANSION												
FECHA	HORA	TIEMPO HRS.	LECTURA DIAL	EXPANSION mm. %		LECTURA DIAL	EXPANSION mm. %		LECTURA DIAL	EXPANSION mm. %		
08-12-20	9:00	0	0.0	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00	
09-12-20	9:00	24	4.0	0.040	0.03	7.0	0.070	0.06	12.0	0.120	0.09	
10-12-20	9:00	48	14.0	0.140	0.11	17.0	0.170	0.13	23.0	0.230	0.18	
11-12-20	9:00	72	22.0	0.220	0.17	26.0	0.260	0.20	30.0	0.300	0.24	
12-12-20	9:00	96	38.0	0.380	0.30	59.0	0.590	0.46	77.0	0.770	0.61	
PENETRACION												
PENETRACION			MOLDE Nro: 7			MOLDE Nro: 8			MOLDE Nro: 9			
TIEMPO	mm.	pulg.	LECTURA DIAL	CORRECCION Kgs Kgs/Cm2		LECTURA DIAL	CORRECCION Kgs Kgs/Cm2		LECTURA DIAL	CORRECCION Kgs Kgs/Cm2		
0.00	0.000	0.000		0	0		0	0		0	0	
0.30	0.064	0.025		104	5		77	4		59	3	
1.00	0.127	0.050		167	9		124	6		79	4	
1.30	0.191	0.075		257	13		184	10		89	5	
2.00	0.254	0.100		367	19		270	14		135	7	
3.00	0.381	0.150		405	21		305	16		147	8	
4.00	0.508	0.200		522	27		367	19		157	8	
5.00	0.635	0.250		625	32		407	21		167	9	
6.00	0.762	0.300		687	36		435	22		181	9	
8.00	1.016	0.400		724	37		521	27		194	10	
OBSERVACIONES: LA BALANZA SE CALIBRO A CERO.												

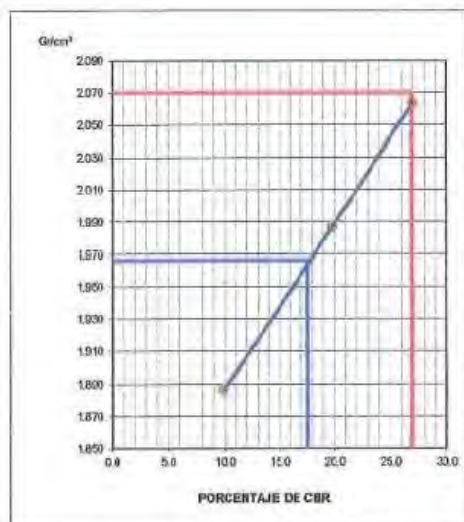
GRÁFICO DE PENETRACIÓN DE CBR CON ADICIÓN DE 4% DE CAL - CALICATA N° 01

PROYECTO : TESIS: ESTABILIZACIÓN DE LA SUB RASANTE DE LA AV. AHUASHYACU, POR MEDIO DE LA CONCENTRACIÓN DE CAL EN LA AV. AHUASHYACU, EN EL DISTRITO DE LA BANDA DE SHILCAYO, PROVINCIA Y REGION SAN MARTIN - 2020
UBICACIÓN : AV. AHUASHYACU, DISTRITO DE LA BANDA DE SHILCAYO, PROVINCIA Y REGION SAN MARTIN
FECHA MUESTR : 10/11/2020 **ING. RESP.** : 0
FECHA ENSAYO : 07/12/2020 **TEC.** : W. VERAY,
REALIZADO POR : TESISTAS, MERCY JUDIT RAMOS PÉREZ Y STEFANY ROBLEDO MERINO
MUESTRA : ARENA LIMO ARCILLOSA

GRAFICO PENETRACION DE CBR



DETERMINACION DE CBR



Datos de Proctor:

MDS PROCTOR	2.070	gr/cc.
OPTIMO DE HUMEDAD	9.80	%
CLASIFICACION	SUCS	SM-SC
	AASHTO	A-4(0)

CBR AL 100 %	27.0	%
CBR AL 95 %	17.5	%

OBSERVACIONES:

ENSAYO DETERMINACIÓN DE LÍMITES DE ATTERBERG CON 6% DE CAL EN CALICATA N°01

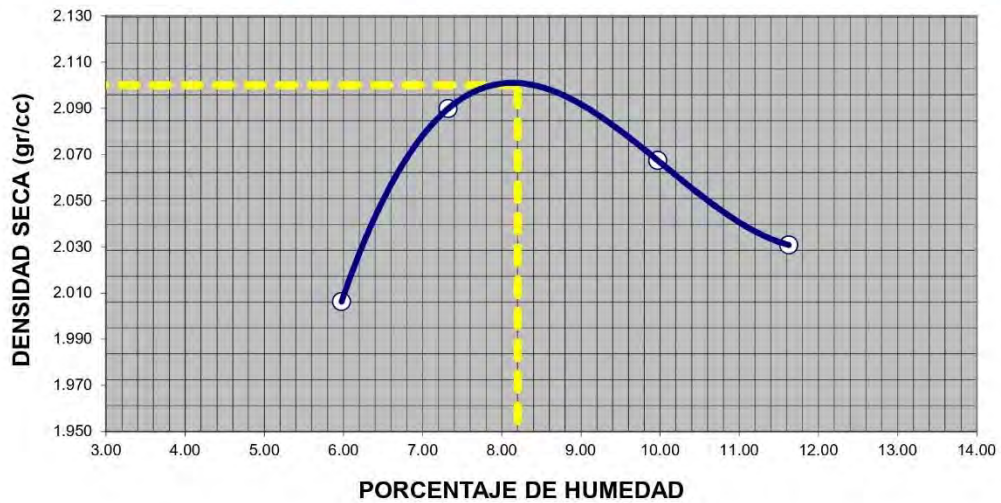
Proyecto: TESIS: ESTABILIZACIÓN DE LA SUB RASANTE DE LA AV. AHUASHIYACU, POR MEDIO DE LA CONCENTRACIÓN DE CAL EN EL DISTRITO DE LA BANDA DE SHILCAYO, PROVINCIA Y REGION SAN MARTIN - 2020			
Localización del Proyecto: AV. AHUASHIYACU, DISTRITO DE LA BANDA DE SHILCAYO, PROVINCIA Y REGION SAN MARTIN			
Descripción del Suelo: ARENA LIMO ARCILLOSA COLOR MARRON CON BETEADO AMARILLO		Profundidad de la Muestra: 0.40-1.50 m	
Realizado por Tesistas: MERCY JUDIT RAMOS PÉREZ Y STEFANY ROBLEDO MERINO			
Identificación de la Muestra : C-01 MII + 6%		Operador: <u>Walter Vera Ybañez</u>	Calicata: C - 01 MII
			Fecha: 10/11/2020
Tipo de Muestra : Alterada <input checked="" type="checkbox"/> No alterada <input type="checkbox"/> Remoldeada <input type="checkbox"/>			
		Coordenadas Punto Muestreo: E:351946.25 N:9280234.69	
Extracción de Muestra : Cliente <input checked="" type="checkbox"/> Técnico <input type="checkbox"/>			
METODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL LIMITE LIQUIDO, LIMITE PLASTICO, E INDICE DE PLASTICIDAD DE SUELOS			
Determinación del Limite Líquido (N.T.P. 339.129)			ASTM D-4318
Recipiente N°	4	5	6
Peso del recipiente grs.	17.70	16.00	16.70
Peso del suelo húmedo + recipiente grs.	69.70	65.10	67.30
Peso del suelo seco + recipiente grs.	58.90	55.20	57.50
Peso del agua grs.	10.80	9.90	9.80
Peso del suelo seco grs.	41.20	39.20	40.80
Contenido de Humedad %	26.21	25.26	24.02
Numero de Golpes	16	22	34
DIAGRAMA DE FLUIDEZ			
Determinación del Limite Plástico (N.T.P. 339.131)			ASTM D-4318
Recipiente N°	D	L	B
Peso del recipiente grs.	9.50	8.50	9.40
Peso del suelo húmedo + recipiente grs.	23.70	24.10	24.60
Peso del suelo seco + recipiente grs.	21.80	22.00	22.60
Peso del agua grs.	1.90	2.10	2.00
Peso del suelo seco grs.	12.30	13.50	13.20
Contenido de humedad	15.45	15.56	15.15
Promedio del contenido de humedad LP	15.38		

ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO CON ADICIÓN DE 6% DE CAL EN CALICATA N° 01

PROYECTO	: TESIS: ESTABILIZACIÓN DE LA SUB RASANTE DE LA AV. AHUASHIYACU, POR MEDIO DE LA CONCENTRACIÓN DE CAL EN LA AV. AHUASHIYACU, EN EL DISTRITO DE LA BANDA DE SHILCAYO, PROVINCIA Y REGION SAN MARTIN - 2020		
UBICACIÓN	: AV. AHUASHIYACU, DISTRITO DE LA BANDA DE SHILCAYO, PROVINCIA Y REGION SAN MARTIN		
FECHA MUESTREO	: 10/11/2020	ING. RESP.	:
FECHA ENSAYO	: 28/11/2020	TEC.	: W. VERA Y.
REALIZADO POR	: TESISTAS. MERCY JUDIT RAMOS PÉREZ Y STHEFANY ROBLEDO MERINO		
MUESTRA	: C-1 + 6% CAL		

PROCTOR MODIFICADO NORMA AASHTO T-180

METODO DE COMPACTACION : A				
VOLUMEN DEL MOLDE	2124		6315	MOLDE NRO. 1
PESO SUELO+MOLDE	10831	11079	11144	11130
PESO DEL MOLDE	6315	6315	6315	6315
PESO SUELO HUMEDO COMPACTADO	4516	4764	4829	4815
DENSIDAD HUMEDA	2.13	2.24	2.27	2.27
CAPSULA NRO.	s/n	s/n	s/n	s/n
PESO DE LA CAPSULA				
PESO SUELO HUMEDO +CAPSULA	337.00	381.00	375.00	384.00
PESO SUELO SECO+CAPSULA	318.00	355.00	341.00	344.00
PESO DE AGUA	19.00	26.00	34.00	40.00
PESO DEL SUELO SECO	318.00	355.00	341.00	344.00
CONTENIDO HUMEDAD	5.97	7.32	9.97	11.63
DENSIDAD SECA	2.006	2.090	2.067	2.031



1. RESULTADOS OBTENIDOS EN LA COMPACTACION DE LA FRACCION FINA < N°04"

MAXIMA DENSIDAD SECA	2.100	gr/cc.
HUMEDAD OPTIMA	8.20	%

ENSAYO DE CBR CON ADICIÓN DE 6% DE CAL EN CALICATA N°01

PROYECTO	. TESIS: ESTABILIZACIÓN DE LA SUB RASANTE DE LA AV. AHUASHIYACU, POR MEDIO DE LA CONCENTRACIÓN DE CAL EN LA AV. AHUASHIYACU, EN EL DISTRITO DE LA BANDA DE SHILCAYO, PROVINCIA Y REGION SAN MARTIN - 2020		
UBICACIÓN	: AV. AHUASHIYACU, DISTRITO DE LA BANDA DE SHILCAYO, PROVINCIA Y REGION SAN MARTIN		
FECHA MUESTREO	: 10/11/2020	ING. RESP.	: 0
FECHA ENSAYO	: 07/12/2020	TEC.	: W. VERA Y.
REALIZADO POR	: TESISTAS. MERCY JUDIT RAMOS PÉREZ Y STHEFANY ROBLEDO MERINO		
MUESTRA	: C-1 + 6% CAL		

ENSAYO CBR (NORMA AASHTO T-193, ASTM D 1883)

MOLDE Nro.	10		11		12	
	56		25		12	
Nro. GOLFES POR CAPA						
COND. DE LA MUESTRA	SIN MOJAR	MOJADA	SIN MOJAR	MOJADA	SIN MOJAR	MOJADA
Peso molde + suelo humedo	13200		13398		12748	
Peso del Molde	8415		8800		8383	
Peso del Suelo humedo	4785		4598		4365	
Volumen del Molde	2105		2119		2119	
Densidad humeda	2.273		2.170		2.060	
% de humedad	8.2		8.1		8.4	
Densidad seca	2.101		2.008		1.901	
Tara Nro.						
Tara + suelo humedo	432.10		346.20		427.20	
Tara + suelo seco	399.40		320.30		394.20	
Peso del agua	32.70		25.90		33.00	
Peso del suelo seco	399.40		320.30		394.20	
% de humedad	8.19		8.09		8.37	
Promedio de humedad	8.2		8.1		8.4	

EXPANSION

FECHA	HORA	TIEMPO HRS.	LECTURA		EXPANSION		LECTURA		EXPANSION		
			DIAL	mm.	%	DIAL	mm.	%	DIAL	mm.	%
08-12-20	9:00	0	0.0	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00
09-12-20	9:00	24	4.0	0.040	0.03	7.0	0.070	0.06	14.0	0.140	0.11
10-12-20	9:00	48	10.0	0.100	0.08	17.0	0.170	0.13	20.0	0.200	0.16
11-12-20	9:00	72	16.0	0.160	0.13	24.0	0.240	0.19	31.0	0.310	0.24
12-12-20	9:00	96	35.0	0.350	0.28	51.0	0.510	0.40	75.0	0.750	0.59

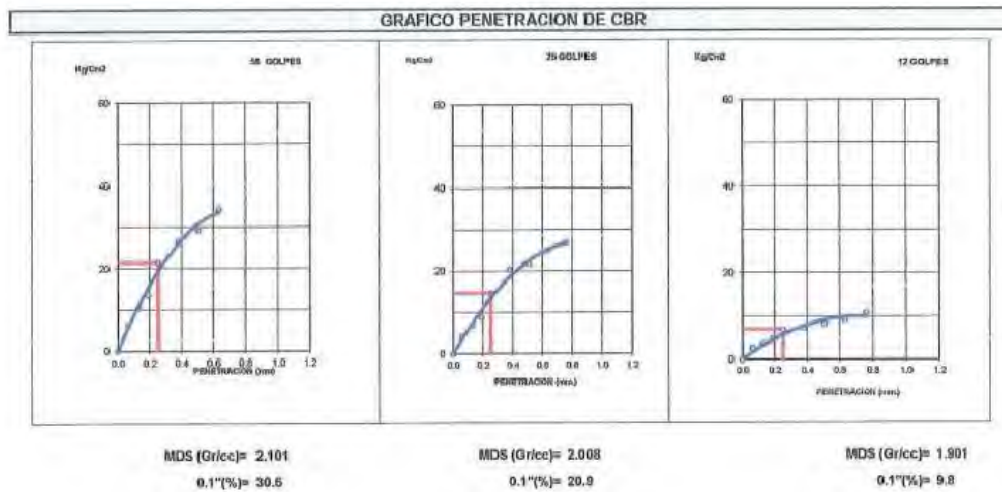
PENETRACION

PENETRACION			MOLDE Nro: 10			MOLDE Nro: 11			MOLDE Nro: 12		
			LECTURA DIAL	CORRECCION Kgs	Kgs/Cm2	LECTURA DIAL	CORRECCION Kgs	Kgs/Cm2	LECTURA DIAL	CORRECCION Kgs	Kgs/Cm2
TIEMPO	mm.	puig.									
0.00	0.000	0.000		0	0		0	0		0	0
0.30	0.064	0.025		120	6		80	4		52	3
1.00	0.127	0.050		203	10		131	7		70	4
1.30	0.191	0.075		262	14		172	9		94	5
2.00	0.254	0.100		415	21		284	15		134	7
3.00	0.381	0.150		515	27		395	20		141	7
4.00	0.508	0.200		567	29		421	22		157	8
5.00	0.635	0.250		664	34		484	25		177	9
6.00	0.762	0.300		792	41		521	27		211	11
8.00	1.016	0.400		845	44		574	30		278	14

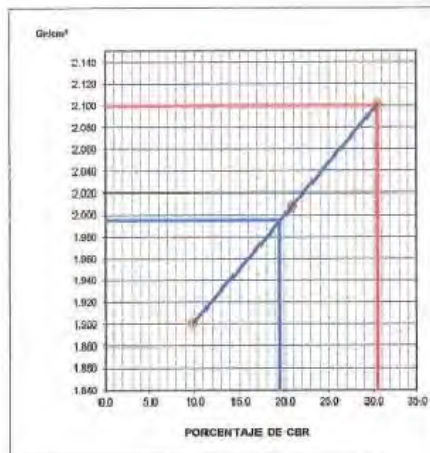
OBSERVACIONES: LA BALANZA SE CALIBRO A CERO.

GRÁFICO DE PENETRACIÓN DE CBR CON ADICIÓN DE 6% DE CAL - CALICATA N° 01

PROYECTO : TESIS: ESTABILIZACIÓN DE LA SUB RASANTE DE LA AV. AHUASHIYACU, POR MEDIO DE LA CONCENTRACIÓN DE CAL EN AV. AHUASHIYACU, EN EL DISTRITO DE LA BANDA DE SHILCAYO, PROVINCIA Y REGION SAN MARTIN - 2020
UBICACIÓN : AV. AHUASHIYACU, DISTRITO DE LA BANDA DE SHILCAYO, PROVINCIA Y REGION SAN MARTIN
FECHA MUESTREO : 10/11/2020 **ING. RESP. :** 0
FECHA ENSAYO : 07/12/2020 **TEC. :** W. VERA Y.
REALIZADO POR : TESISTAS. MERCY JUDIT RAMOS PÉREZ Y STEFANY ROBLEDO MERINO
MUESTRA : ARENA LIMO ARCILLOSA



DETERMINACION DE CBR



Datos de Proctor:

MDS PROCTOR	2.100	gr/cc.
OPTIMO DE HUMEDAD	8.20	%
CLASIFICACION	SUC 5	SM-SC
	AASHTO	A-4(0)

CBR AL 100 %	30.5	%
CBR AL 95 %	19.5	%

OBSERVACIONES:

-

ENSAYO DETERMINACIÓN DE LÍMITES DE ATTERBERG CON 8% DE CAL EN CALICATA N°01

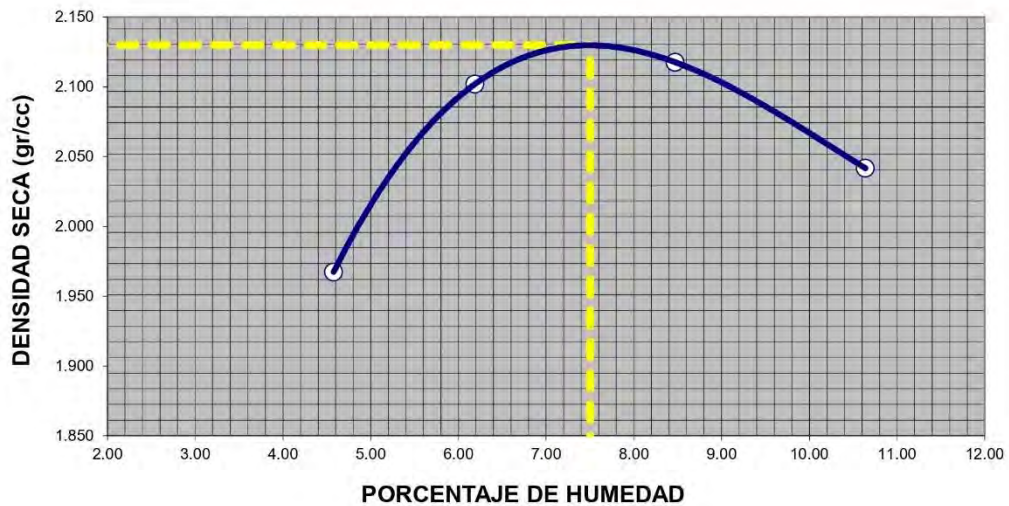
Proyecto: TESIS: ESTABILIZACIÓN DE LA SUB RASANTE DE LA AV. AHUASHIYACU, POR MEDIO DE LA CONCENTRACIÓN DE CAL EN EL DISTRITO DE LA BANDA DE SHILCAYO, PROVINCIA Y REGION SAN MARTIN - 2020									
Localización del Proyecto: AV. AHUASHIYACU, DISTRITO DE LA BANDA DE SHILCAYO, PROVINCIA Y REGION SAN MARTIN									
Descripción del Suelo: ARENA LIMO ARCILLOSA COLOR MARRON CON BETEADO AMARILLO		Profundidad de la Muestra: 0.40-1.50 m							
Realizado por Tesistas: MERCY JUDIT RAMOS PÉREZ Y STHEFANY ROBLEDO MERINO									
Identificación de la Muestra : C-01 MI+8%		Operador : Walter Vera Ybañez	Calicata: C - 01 MI						
			Fecha: 10/11/2020						
Tipo de Muestra : Alterada <input checked="" type="checkbox"/> No alterada <input type="checkbox"/> Remoldeada <input type="checkbox"/>									
Extracción de Muestra : Cliente <input checked="" type="checkbox"/> Técnico <input type="checkbox"/>		Coordenadas Punto Muestreo: E:351946.25 N:9280234.69							
METODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL LIMITE LIQUIDO, LIMITE PLASTICO, E INDICE DE PLASTICIDAD DE SUELOS									
Determinación del Límite Líquido (N.T.P. 339.129)			ASTM D-4318						
Recipiente N°	29	30	31						
Peso del recipiente grs.	13.20	12.30	13.00						
Peso del suelo húmedo + recipiente grs.	67.30	64.70	68.90						
Peso del suelo seco + recipiente grs.	56.40	54.50	58.30						
Peso del agua grs.	10.90	10.20	10.60						
Peso del suelo seco grs.	43.20	42.20	45.30						
Contenido de Humedad %	25.23	24.17	23.40						
Numero de Golpes	13	22	31						
		<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td>Límite Líquido (%)</td> <td>23.75</td> </tr> <tr> <td>Límite Plástico (%)</td> <td>15.47</td> </tr> <tr> <td>Índice de Plasticidad Ip (%)</td> <td>8.28</td> </tr> </table>		Límite Líquido (%)	23.75	Límite Plástico (%)	15.47	Índice de Plasticidad Ip (%)	8.28
Límite Líquido (%)	23.75								
Límite Plástico (%)	15.47								
Índice de Plasticidad Ip (%)	8.28								
Determinación del Límite Plástico (N.T.P. 339.131)			ASTM D-4318						
Recipiente N°	A	K	J						
Peso del recipiente grs.	9.30	8.50	13.10						
Peso del suelo húmedo + recipiente grs.	25.90	24.90	26.40						
Peso del suelo seco + recipiente grs.	23.70	22.70	24.60						
Peso del agua grs.	2.20	2.20	1.80						
Peso del suelo seco grs.	14.40	14.20	11.50						
Contenido de humedad	15.28	15.49	15.65						
Promedio del contenido de humedad LP	15.47								

ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO CON ADICIÓN DE 8% DE CAL EN CALICATA N° 01

PROYECTO : TESIS: ESTABILIZACIÓN DE LA SUB RASANTE DE LA AV. AHUASHIYACU, POR MEDIO DE LA CONCENTRACIÓN DE CAL EN LA AV. AHUASHIYACU, EN EL DISTRITO DE LA BANDA DE SHILCAYO, PROVINCIA Y REGION SAN MARTIN - 2020
UBICACIÓN : AV. AHUASHIYACU, DISTRITO DE LA BANDA DE SHILCAYO, PROVINCIA Y REGION SAN MARTIN
FECHA MUESTREO : 10/11/2020 **ING. RESP. :**
FECHA ENSAYO : 28/11/2020 **TEC. :** W. VERA Y.
REALIZADO POR : TESISISTAS. MERCY JUDIT RAMOS PÉREZ Y STEFANY ROBLEDO MERINO
MUESTRA : C-1 + 8% CAL

PROCTOR MODIFICADO NORMA AASHTO T-180

METODO DE COMPACTACION : A						
VOLUMEN DEL MOLDE	2124				6315	MOLDE NRO. 1
PESO SUELO+MOLDE	10685	11056	11194	11113		
PESO DEL MOLDE	6315	6315	6315	6315		
PESO SUELO HUMEDO COMPACTADO	4370	4741	4879	4798		
DENSIDAD HUMEDA	2.06	2.23	2.30	2.26		
CAPSULA NRO.	s/n	s/n	s/n	s/n		
PESO DE LA CAPSULA						
PESO SUELO HUMEDO +CAPSULA	347.20	326.00	397.00	364.00		
PESO SUELO SECO+CAPSULA	332.00	307.00	366.00	329.00		
PESO DE AGUA	15.20	19.00	31.00	35.00		
PESO DEL SUELO SECO	332.00	307.00	366.00	329.00		
CONTENIDO HUMEDAD	4.58	6.19	8.47	10.64		
DENSIDAD SECA	1.967	2.102	2.118	2.042		



1. RESULTADOS OBTENIDOS EN LA COMPACTACION DE LA FRACCION FINA < N°04"

MAXIMA DENSIDAD SECA	2.130	gr/cc.
HUMEDAD OPTIMA	7.50	%

ENSAYO DE CBR CON ADICIÓN DE 8% DE CAL EN CALICATA N°01

PROYECTO	TESIS: ESTABILIZACIÓN DE LA SUB RASANTE DE LA AV. AHUASHIYACU, POR MEDIO DE LA CONCENTRACIÓN DE CAL EN LA AV. AHUASHIYACU, EN EL DISTRITO DE LA BANDA DE SHILCAYO, PROVINCIA Y REGION SAN MARTIN - 2020		
UBICACIÓN	: AV. AHUASHIYACU, DISTRITO DE LA BANDA DE SHILCAYO, PROVINCIA Y REGION SAN MARTIN		
FECHA MUESTREO	: 10/11/2020	ING. RESP.	: 0
FECHA ENSAYO	: 07/12/2020	TEC.	: W. VERA Y.
REALIZADO POR	: TESISTAS. MERCY JUDIT RAMOS PÉREZ Y STHEFANY ROBLEDO MERINO		
MUESTRA	: C-1 + 8% CAL		

ENSAYO CBR (NORMA AASHTO T-193, ASTM D 1883)

	13		14		15	
	SIN MOJAR	MOJADA	SIN MOJAR	MOJADA	SIN MOJAR	MOJADA
MOLDE Nro.	13660		12717		12240	
Nro. GOLPES POR CAPA	56		25		12	
COND. DE LA MUESTRA						
Peso molde + suelo humedo	13660		12717		12240	
Peso del Molde	8800		8134		7820	
Peso del Suelo humedo	4860		4583		4420	
Volumen del Molde	2119		2121		2127	
Densidad humeda	2.294		2.161		2.078	
% de humedad	7.5		7.2		7.6	
Densidad seca	2.134		2.015		1.931	
Tara Nro.						
Tara + suelo humedo	461.30		386.20		349.50	
Tara + suelo seco	429.20		360.20		324.70	
Peso del agua	32.10		26.00		24.80	
Peso del suelo seco	429.20		360.20		324.70	
% de humedad	7.48		7.22		7.64	
Promedio de humedad	7.5		7.2		7.6	

EXPANSION

FECHA	HORA	TIEMPO HRS.	EXPANSION			EXPANSION			EXPANSION		
			LECTURA DIAL	mm.	%	LECTURA DIAL	mm.	%	LECTURA DIAL	mm.	%
08-12-20	9:00	0	0.0	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00
09-12-20	9:00	24	4.0	0.040	0.03	8.0	0.080	0.06	12.0	0.120	0.09
10-12-20	9:00	48	8.0	0.080	0.06	14.0	0.140	0.11	20.0	0.200	0.16
11-12-20	9:00	72	16.0	0.160	0.13	20.0	0.200	0.16	25.0	0.250	0.20
12-12-20	9:00	96	36.0	0.360	0.28	41.0	0.410	0.32	53.0	0.530	0.42

25.00

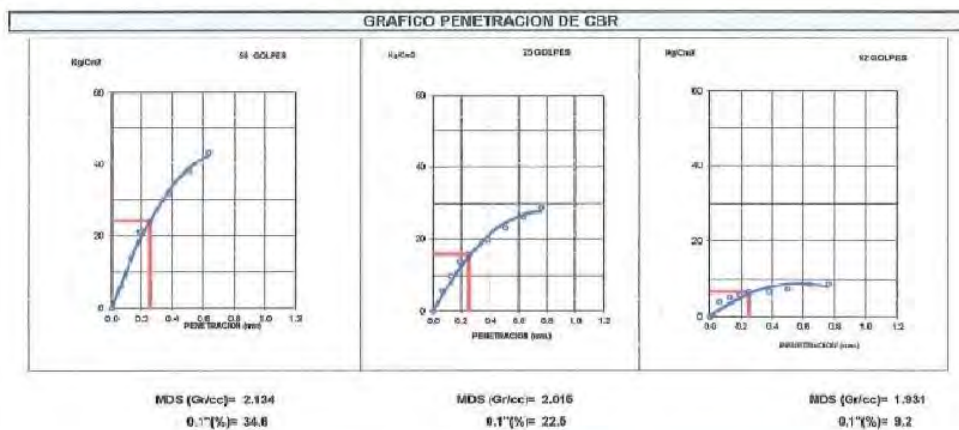
PENETRACION

PENETRACION			MOLDE Nro: 13			MOLDE Nro: 14			MOLDE Nro: 15		
			LECTURA DIAL	CORRECCION		LECTURA DIAL	CORRECCION		LECTURA DIAL	CORRECCION	
TIEMPO	mm.	pulg.	DIAL	Kgs	Kgs/Cm2	DIAL	Kgs	Kgs/Cm2	DIAL	Kgs	Kgs/Cm2
0.00	0.000	0.000		0	0		0	0		0	0
0.30	0.064	0.025		122	6		106	5		75	4
1.00	0.127	0.050		272	14		193	10		98	5
1.30	0.191	0.075		410	21		268	14		111	6
2.00	0.254	0.100		472	24		306	16		125	6
3.00	0.381	0.150		614	32		379	20		127	7
4.00	0.508	0.200		735	38		446	23		140	7
5.00	0.635	0.250		839	43		511	26		167	9
6.00	0.762	0.300		936	48		561	29		169	9
8.00	1.016	0.400		1093	56		647	32		185	10

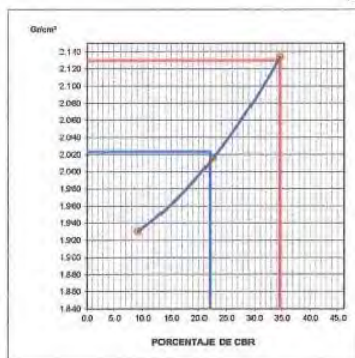
OBSERVACIONES: LA BALANZA SE CALIBRO A CERO.

GRÁFICO DE PENETRACIÓN DE CBR CON ADICIÓN DE 8% DE CAL - CALICATA N° 01

PROYECTO : TESIS: ESTABILIZACIÓN DE LA SUB RASANTE DE LA AV. AHUASHIYACU, POR MEDIO DE LA CONCENTRACIÓN DE CAL EN LA AV. AHUASHIYACU, EN EL DISTRITO DE LA BANDA DE SHILCAYO, PROVINCIA Y REGION SAN MARTIN - 2020
UBICACIÓN : AV. AHUASHIYACU, DISTRITO DE LA BANDA DE SHILCAYO, PROVINCIA Y REGION SAN MARTIN
FECHA MUESTREO : 10/11/2020 **ING. RESP.** : 0
FECHA ENSAYO : 07/12/2020 **TEC.** : W. VERA Y.
REALIZADO POR : TESISISTAS. MERCY JUDIT RAMOS PÉREZ Y STHEFANY ROBLEDO MERINO
MUESTRA : ARENA LIMO ARCILLOSA



DETERMINACION DE CBR



Datos de Proctor:

MDS PROCTOR	2.130	gr/cc.
OPTIMO DE HUMEDAD	7.50	%
CLASIFICACION	SUCS	SM-SC
	AASHTO	A-4(0)

CBR AL 100 %	34.5	%
CBR AL 95 %	22.0	%

OBSERVACIONES:

CALICATA N° 02

ENSAYOS DE LABORATORIO

HUMEDAD

GRANULOMETRÍA

LÍMITES DE CONSISTENCIA

PROCTOR

CBR

DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD EN CALICATA N°02

Proyecto : TESIS: ESTABILIZACIÓN DE LA SUB RASANTE DE LA AV. AHUASHIYACU, POR MEDIO DE LA CONCENTRACIÓN DE CAL EN EL DISTRITO DE LA BANDA DE SHILCAYO, PROVINCIA Y REGION SAN MARTIN - 2020				
Localización del proyecto: AV. AHUASHIYACU, DISTRITO DE LA BANDA DE SHILCAYO, PROVINCIA Y REGION SAN MARTIN		Ubicación : AV. AHUASHIYACU		
Descripción del Suelo: ARENA LIMOSA COLOR NEGRO CLARO		Profundidad de la Muestra: 0.30-1.50 m		
Identificación de la Muestra : C-02 MII		Operador : Walter Vera Ybañez	Calicata: C - 02 MII	Fecha: 10/11/2020
Realizado por Tesistas : MERCY JUDIT RAMOS PÉREZ Y STHEFANY ROBLEDO MERINO				
Tipo de Muestra :		Alterada <input type="checkbox"/> No alterada <input checked="" type="checkbox"/> Remoldeada <input type="checkbox"/>		Coordenadas Punto Muestreo: E:351848.80 N:92800342.66
Extracción de Muestra :		Cliente <input checked="" type="checkbox"/> Técnico <input type="checkbox"/>		
Determinación del contenido de humedad de un suelo N.T.P. 339.127				ASTM 2216
RECIPIENTE N°	1	2	3	4
Peso del recipiente grs.	98.70	101.40	122.40	99.80
Peso del suelo húmedo + recipiente grs.	346.00	452.00	384.00	463.00
Peso del suelo seco + recipiente grs.	317.00	411.00	352.00	420.00
Peso del agua grs.	29.00	41.00	32.00	43.00
Peso del suelo seco grs.	218.30	309.60	229.60	320.20
Contenido de humedad %	13.28	13.24	13.94	13.43
Promedio de contenido de humedad %	13.47			
Observaciones :				
<div style="border-top: 1px dashed black; border-bottom: 1px dashed black;"></div>				

ENSAYO GRANULOMÉTRICO EN CALICATA N°02

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO - N.T.P. 400.012 - ASTM D - 423							
A.- DATOS GENERALES							
Proyecto : TESIS: ESTABILIZACIÓN DE LA SUB RASANTE DE LA AV. AHUASHIYACU, POR MEDIO DE LA CONCENTRACIÓN DE CAL EN EL DISTRITO DE LA BANDA DE SHILCAYO, PROVINCIA Y REGION SAN MARTIN - 2020							
Localización del Proyecto : AV. AHUASHIYACU, DISTRITO DE LA BANDA DE SHILCAYO, PROVINCIA Y REGION SAN MARTIN							
Descripción del Suelo : ARENA LIMOSA COLOR NEGRO CLARO Profundidad de la Muestra: 0.30-1.50 m							
Técnico: Walter Vera Ybañez Calicata: C - 02 MII							
Realizado por Tesistas : MERCY JUDIT RAMOS PÉREZ Y STHEFANY ROBLEDO MERINO							
Tipo de Muestra : Alterada <input type="checkbox"/> No alterada <input checked="" type="checkbox"/> Remoldeada <input type="checkbox"/>							
Extracción de Muestra : Cliente <input checked="" type="checkbox"/> Técnico <input type="checkbox"/> Coordenadas UTM : E:351848.80 N:92800342.66							
B.- DATOS TECNICOS							
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO ASTM D - 422 - N.T.P. 400.012							
Tamices	Peso Retenido	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa	DATOS TECNICOS DEL ENSAYO Y RESULTADOS		
Ø (mm)							
Tamiz 5"	127.00				Numero del recipiente :	-	
Tamiz 4"	101.60				Peso del recipiente :	125.4	
Tamiz 3"	76.20				Peso del recipiente + suelo seco :	485	
Tamiz 2"	50.80				Peso del suelo seco antes del lavado :	359.6	
Tamiz 1 1/2"	38.10				Resultados Obtenidos:		
Tamiz 1"	25.40				Contenido de humedad natural =	13.47	
Tamiz 3/4"	19.050	0.00	0.00%		Limite Liquido =	15.12	
Tamiz 1/2"	12.700	0.00	0.00%	100.00%	Limite Plástico =	14.28	
Tamiz 3/8"	9.525	0.00	0.00%	100.00%	Índice Plástico =	0.84	
Tamiz 1/4"	6.350	0.00	0.00%	100.00%	Grava =	0.00%	
N° 4	4.760	0.00	0.00%	100.00%	Arena =	69.61%	
N° 8	2.380	0.60	0.17%	99.83%	Limos y arcillas =	30.39%	
N° 10	2.000	0.20	0.06%	99.78%	Porcentajes que pasan :		
N° 16	1.190	2.20	0.61%	99.17%	% Pasa el Tamiz N° 4	100.00%	
N° 20	0.840	3.10	0.86%	98.30%	% Pasa el Tamiz N° 10	99.78%	
N° 30	0.590	15.20	4.23%	94.08%	% Pasa el Tamiz N° 40	87.24%	
N° 40	0.426	24.60	6.84%	87.24%	% Pasa el Tamiz N° 200	30.39%	
N° 50	0.297	22.90	6.37%	80.87%	D ₆₀ :		
N° 60	0.250	8.00	2.22%	78.64%	D ₃₀ :		
N° 80	0.177	55.40	15.41%	63.24%	D ₁₀ :		
N° 100	0.149	41.90	11.65%	51.59%	Cc (Coeficiente de curvatura) :		
N° 200	0.074	76.20	21.19%	30.39%	Cu (Coeficiente de Uniformidad) :		
Fondo	0.01	109.30	30.39%	0.00%	Clasificación S.U.C.S.	SM	
TOTAL				359.60		Clasificación AASHTO	A-2-4(0)

Curva Granulométrica

El gráfico muestra la curva granulométrica con el eje vertical etiquetado como '% que Pasa' (de 0% a 100%) y el eje horizontal etiquetado como 'Tamaño de Partícula (mm)' (de 1000 mm a 0.075 mm). Se marcan los puntos de los tamices y el fondo. La curva es casi horizontal en 100% hasta los tamices N° 10 y N° 16, luego desciende más pronunciadamente a través de los tamices N° 20, N° 30, N° 40, N° 50, N° 60, N° 80 y N° 100, terminando en 30.39% que pasa en el tamiz N° 200 y 0.00% que pasa en el fondo.

ENSAYOS DE LIMITES DE ATTERBERG EN CALICATA N°02

Proyecto: TESIS: ESTABILIZACIÓN DE LA SUB RASANTE DE LA AV. AHUASHIYACU, POR MEDIO DE LA CONCENTRACIÓN DE CAL EN EL DISTRITO DE LA BANDA DE SHILCAYO, PROVINCIA Y REGION SAN MARTIN - 2020									
Localización del Proyecto: AV. AHUASHIYACU, DISTRITO DE LA BANDA DE SHILCAYO, PROVINCIA Y REGION SAN MARTIN									
Descripción del Suelo: ARENA LIMOSA COLOR NEGRO CLARO		Profundidad de la Muestra: 0.30-1.50 m							
Identificación de la Muestra : C-02 MII		Operador : Walter Vera Ybañez							
Realizado por Tesistas : MERCY JUDIT RAMOS PÉREZ Y STHEFANY ROBLEDO MERINO		Calicata: C - 02 MII							
		Fecha: 10/11/2020							
Tipo de Muestra :		Coordenadas Punto Muestreo: E:351848.80 N:92800342.66							
Alterada <input checked="" type="checkbox"/> No alterada <input type="checkbox"/> Remoldeada <input type="checkbox"/>									
Extracción de Muestra :									
Cliente <input checked="" type="checkbox"/> Técnico <input type="checkbox"/>									
METODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL LIMITE LIQUIDO, LIMITE PLASTICO, E INDICE DE PLASTICIDAD DE SUELOS									
Determinación del Límite Líquido (N.T.P. 339.129)		ASTM D-4318							
Recipiente N°	4	5	6						
Peso del recipiente grs.	17.70	16.00	16.70						
Peso del suelo húmedo + recipiente grs.	78.50	78.40	77.50						
Peso del suelo seco + recipiente grs.	69.90	70.00	69.80						
Peso del agua grs.	8.60	8.40	7.70						
Peso del suelo seco grs.	52.20	54.00	53.10						
Contenido de Humedad %	16.48	15.56	14.50						
Numero de Golpes	14	20	29						
<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;"> <p>DIAGRAMA DE FLUIDEZ</p> </div> <table border="1" style="border-collapse: collapse;"> <tr> <td>Límite Líquido (%)</td> <td style="text-align: center;">15.12</td> </tr> <tr> <td>Límite Plástico (%)</td> <td style="text-align: center;">14.28</td> </tr> <tr> <td>Índice de Plasticidad Ip (%)</td> <td style="text-align: center;">0.84</td> </tr> </table> </div>				Límite Líquido (%)	15.12	Límite Plástico (%)	14.28	Índice de Plasticidad Ip (%)	0.84
Límite Líquido (%)	15.12								
Límite Plástico (%)	14.28								
Índice de Plasticidad Ip (%)	0.84								
Determinación del Límite Plástico (N.T.P. 339.131)		ASTM D-4318							
Recipiente N°	D	K	I						
Peso del recipiente grs.	9.50	8.50	9.80						
Peso del suelo húmedo + recipiente grs.	24.60	25.20	24.40						
Peso del suelo seco + recipiente grs.	22.70	23.10	22.60						
Peso del agua grs.	1.90	2.10	1.80						
Peso del suelo seco grs.	13.20	14.60	12.80						
Contenido de humedad	14.39	14.38	14.06						
Promedio del contenido de humedad LP	14.28								

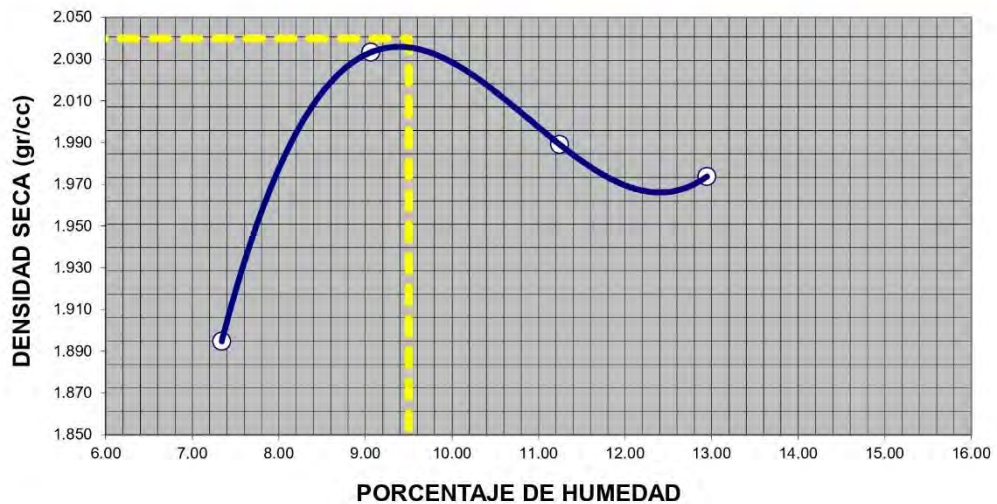
ENSAYOS DE PROCTOR MODIFICADO EN CALICATA N°02

PROYECTO	:	TESIS: ESTABILIZACIÓN DE LA SUB RASANTE DE LA AV. AHUASHIYACU, POR MEDIO DE LA CONCENTRACIÓN DE CAL EN LA AV. AHUASHIYACU, EN EL DISTRITO DE LA BANDA DE SHILCAYO, PROVINCIA Y REGION SAN MARTIN - 2020
UBICACIÓN	:	AV. AHUASHIYACU, DISTRITO DE LA BANDA DE SHILCAYO, PROVINCIA Y REGION SAN MARTIN
FECHA MUESTREO	:	10/11/2020
FECHA ENSAYO	:	28/11/2020
REALIZADO POR	:	TESISTAS. MERCY JUDIT RAMOS PÉREZ Y STHEFANY ROBLEDO MERINO
MUESTRA	:	C-2

PROCTOR MODIFICADO

NORMA AASHTO T-180

METODO DE COMPACTACION :		A			
VOLUMEN DEL MOLDE	2124			6315	MOLDE NRO. 1
PESO SUELO+MOLDE		10635	11025	11015	11050
PESO DEL MOLDE		6315	6315	6315	6315
PESO SUELO HUMEDO COMPACTADO		4320	4710	4700	4735
DENSIDAD HUMEDA		2.03	2.22	2.21	2.23
CAPSULA NRO.		s/n	s/n	s/n	s/n
PESO DE LA CAPSULA					
PESO SUELO HUMEDO +CAPSULA		351.00	337.00	465.00	349.00
PESO SUELO SECO+CAPSULA		327.00	309.00	418.00	309.00
PESO DE AGUA		24.00	28.00	47.00	40.00
PESO DEL SUELO SECO		327.00	309.00	418.00	309.00
CONTENIDO HUMEDAD		7.34	9.06	11.24	12.94
DENSIDAD SECA		1.895	2.033	1.989	1.974



1. RESULTADOS OBTENIDOS EN LA COMPACTACION DE LA FRACCION FINA < N°04"

MAXIMA DENSIDAD SECA	2.040	gr/cc.
HUMEDAD OPTIMA	9.50	%

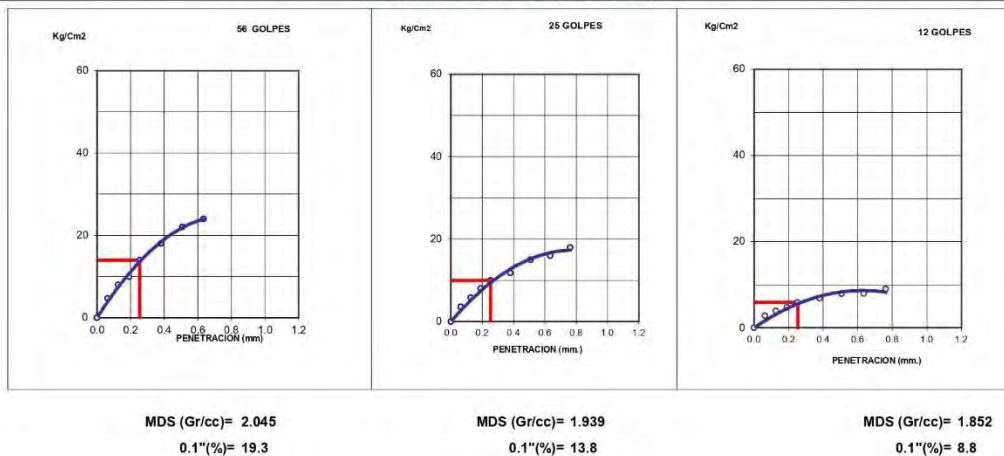
ENSAYOS DE CBR EN CALICATA N°02

PROYECTO	TESIS: ESTABILIZACIÓN DE LA SUB RASANTE DE LA AV. AHUASHIYACU, POR MEDIO DE LA CONCENTRACIÓN DE CAL EN LA AV. AHUASHIYACU, EN EL DISTRITO DE LA BANDA DE SHILCAYO, PROVINCIA Y REGION SAN MARTIN - 2020											
UBICACIÓN	AV. AHUASHIYACU, DISTRITO DE LA BANDA DE SHILCAYO, PROVINCIA Y REGION SAN MARTIN											
FECHA MUESTREO	10/11/2020						ING. RESP. : 0					
FECHA ENSAYO	02/12/2020						TEC. : W. VERA Y.					
REALIZADO POR	TESISTAS. MERCY JUDIT RAMOS PÉREZ Y STHEFANY ROBLEDO MERINO											
MUESTRA	C-2											
ENSAYO CBR												
(NORMA AASHTO T-193, ASTM D 1883)												
MOLDE Nro.	4				5				6			
Nro. GOLPES POR CAPA	56				25				12			
COND. DE LA MUESTRA	SIN MOJAR		MOJADA		SIN MOJAR		MOJADA		SIN MOJAR		MOJADA	
Peso molde + suelo humedo	13881				13347				12758			
Peso del Molde	9143				8800				8382			
Peso del Suelo humedo	4738				4547				4376			
Volumen del Molde	2091				2119				2141			
Densidad humeda	2.266				2.146				2.044			
% de humedad	10.8				10.7				10.3			
Densidad seca	2.045				1.939				1.852			
Tara Nro.												
Tara + suelo humedo	256.00				301.00				224.00			
Tara + suelo seco	231.00				272.00				203.00			
Peso del agua	25.00				29.00				21.00			
Peso del suelo seco	231.00				272.00				203.00			
% de humedad	10.82				10.66				10.34			
Promedio de humedad	10.8				10.7				10.3			
EXPANSION												
FECHA	HORA	TIEMPO	LECTURA	EXPANSION		LECTURA	EXPANSION		LECTURA	EXPANSION		
		HRS.	DIAL	mm.	%	DIAL	mm.	%	DIAL	mm.	%	
03-12-20	9:00	0	0.0	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00	
04-12-20	9:00	24	1.0	0.010	0.01	3.0	0.030	0.02	4.0	0.040	0.03	
05-12-20	9:00	48	5.0	0.050	0.04	7.0	0.070	0.06	9.0	0.090	0.07	
06-12-20	9:00	72	12.0	0.120	0.09	13.0	0.130	0.10	16.0	0.160	0.13	
07-12-20	9:00	96	18.0	0.180	0.14	20.0	0.200	0.16	22.0	0.220	0.17	
PENETRACION												
PENETRACION			MOLDE Nro: 4			MOLDE Nro: 5			MOLDE Nro: 6			
TIEMPO	mm.	pulg.	LECTURA	CORRECCION		LECTURA	CORRECCION		LECTURA	CORRECCION		
			DIAL	Kgs	Kgs/Cm2	DIAL	Kgs	Kgs/Cm2	DIAL	Kgs	Kgs/Cm2	
0.00	0.000	0.000		0	0		0	0		0	0	
0.30	0.064	0.025		96	5		73	4		57	3	
1.00	0.127	0.050		163	8		117	6		80	4	
1.30	0.191	0.075		203	10		146	8		97	5	
2.00	0.254	0.100		263	14		188	10		120	6	
3.00	0.381	0.150		349	18		241	12		140	7	
4.00	0.508	0.200		425	22		289	15		161	8	
5.00	0.635	0.250		469	24		312	16		162	8	
6.00	0.762	0.300		535	28		350	18		172	9	
8.00	1.016	0.400		630	33		425	22		227	12	
OBSERVACIONES:			LA BALANZA SE CALIBRO A CERO.									

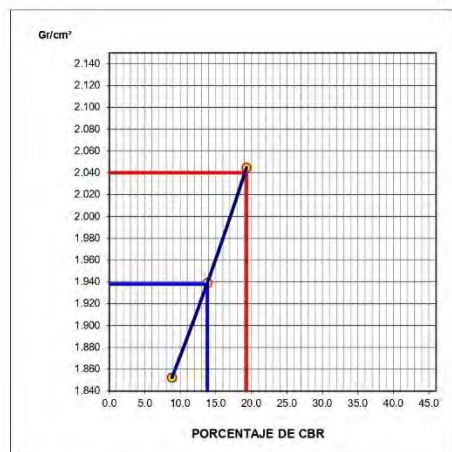
GRÁFICO PENETRACIÓN DE CBR EN CALICATA N°02

PROYECTO	: TESIS: ESTABILIZACIÓN DE LA SUB RASANTE DE LA AV. AHUASHIYACU, POR MEDIO DE LA CONCENTRACIÓN DE CAL EN LA AV. AHUASHIYACU, EN EL DISTRITO DE LA BANDA DE SHILCAYO, PROVINCIA Y REGION SAN MARTIN - 2020		
UBICACIÓN	: AV. AHUASHIYACU, DISTRITO DE LA BANDA DE SHILCAYO, PROVINCIA Y REGION SAN MARTIN		
FECHA MUESTREO	: 10/11/2020	ING. RESP.	: 0
FECHA ENSAYO	: 07/12/2020	TEC.	: W. VERA Y.
REALIZADO POR	: TESISTAS. MERCY JUDIT RAMOS PÉREZ Y STHEFANY ROBLEDO MERINO		
MUESTRA	: ARENA LIMOSA		

GRAFICO PENETRACION DE CBR



DETERMINACION DE CBR



Datos de Proctor:

MDS PROCTOR	2.040	gr/cc.
OPTIMO DE HUMEDAD	9.50	%
CLASIFICACION	SUCS	SM
	AASHTO	A-2-4(0)

CBR AL 100 %	19.3	%
CBR AL 95 %	14.0	%

OBSERVACIONES:

CALICATA N° 03

ENSAYOS DE LABORATORIO

HUMEDAD

GRANULOMETRÍA

LÍMITES DE CONSISTENCIA

PROCTOR

CBR

ENSAYO DE DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD EN CALICATA N°03

Proyecto : TESIS: ESTABILIZACIÓN DE LA SUB RASANTE DE LA AV. AHUASHIYACU, POR MEDIO DE LA CONCENTRACIÓN DE CAL EN EL DISTRITO DE LA BANDA DE SHILCAYO, PROVINCIA Y REGION SAN MARTIN - 2020				
Localización del proyecto: AV. AHUASHIYACU, DISTRITO DE LA BANDA DE SHILCAYO, PROVINCIA Y REGION		Ubicación : AV. AHUASHIYACU		
Descripción del Suelo: ARCILLA DE MADIANA PLASTICIDAD COLOR AMARILLO		Profundidad de la Muestra: 0.40-1.50 m		
Identificación de la Muestra : C-03 MII		Operador : Walter Vera Ybañez		Calicata: C - 03 MII
Realizado por las Tesistas: MERCY JUDIT RAMOS PÉREZ Y STEFANY ROBLEDO MERINO		Fecha: 10/11/2020		
Tipo de Muestra : Alterada <input type="checkbox"/> No alterada <input checked="" type="checkbox"/> Remoldeada <input type="checkbox"/>		Coordenadas Punto Muestreo: E:351749.98 N:9280460.98		
Extracción de Muestra : Cliente <input checked="" type="checkbox"/> Técnico <input type="checkbox"/>				
Determinación del contenido de humedad de un suelo N.T.P. 339.127				ASTM 2216
RECIPIENTE N°	1	2	3	4
Peso del recipiente grs.	134.70	120.30	100.80	99.70
Peso del suelo húmedo + recipiente grs.	452.00	420.00	427.00	437.00
Peso del suelo seco + recipiente grs.	423.00	392.00	397.00	406.00
Peso del agua grs.	29.00	28.00	30.00	31.00
Peso del suelo seco grs.	288.30	271.70	296.20	306.30
Contenido de humedad %	10.06	10.31	10.13	10.12
Promedio de contenido de humedad %	10.15			
Observaciones :				

ENSAYO GRANULOMÉTRICO EN CALICATA N°03

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO - N.T.P. 400.012 - ASTM D - 423

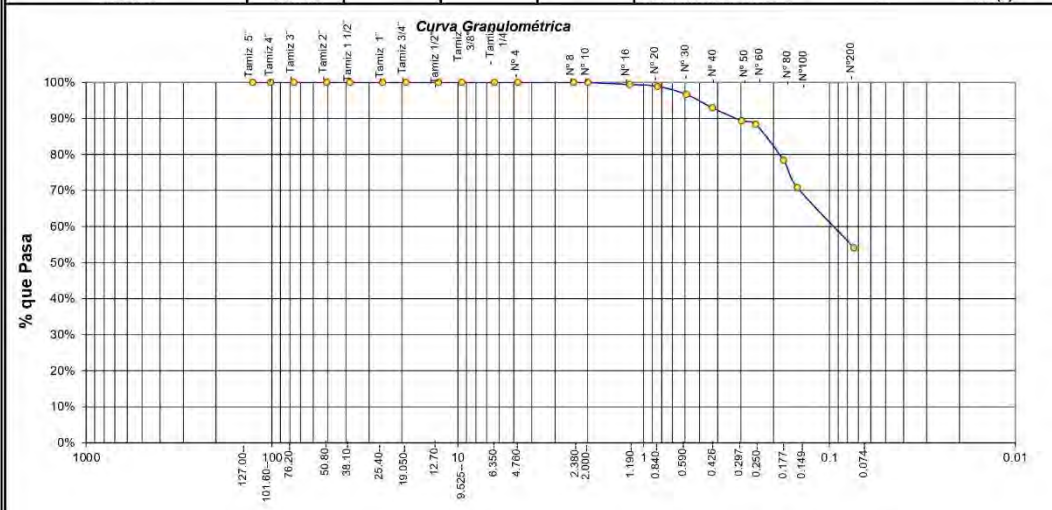
A.- DATOS GENERALES

Proyecto : TESIS: ESTABILIZACIÓN DE LA SUB RASANTE DE LA AV. AHUASHIYACU, POR MEDIO DE LA CONCENTRACIÓN DE CAL EN EL DISTRITO DE LA BANDA DE SHILCAYO, PROVINCIA Y REGION SAN MARTIN - 2020
Localización del Proyecto : AV. AHUASHIYACU, DISTRITO DE LA BANDA DE SHILCAYO, PROVINCIA Y REGION SAN MARTIN
Descripción del Suelo: ARCILLA DE MADIANA PLASTICIDAD COLOR AMARILLO Profundidad de la Muestra: 0.40-1.50 m
Hecho Por : Walter Vera Ybañez Calicata: C - 03 MII
Realizado por las Tesistas: MERCY JUDIT RAMOS PÉREZ Y STHEFANY ROBLEDO MERINO
Tipo de Muestra : Alterada No alterada Remoldeada
Extracción de Muestra : Cliente Técnico Coordenadas UTM : E:351749.98 N:9280460.98

B.- DATOS TECNICOS

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO ASTM D - 422 - N.T.P. 400.012

Tamices	Peso Retenido	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa	DATOS TECNICOS DEL ENSAYO Y RESULTADOS
Tamiz 5"	127.00				Numero del recipiente : -
Tamiz 4"	101.60				Peso del recipiente : 134.7
Tamiz 3"	76.20				Peso del recipiente + suelo seco : 464.9
Tamiz 2"	50.80				Peso del suelo seco antes del lavado : 330.2
Tamiz 1 1/2"	38.10				Resultados Obtenidos:
Tamiz 1"	25.40				Contenido de humedad natural = 10.15
Tamiz 3/4"	19.050	0.00	0.00%		Limite Líquido = 32.69
Tamiz 1/2"	12.700	0.00	0.00%	100.00%	Limite Plástico = 22.25
Tamiz 3/8"	9.525	0.00	0.00%	100.00%	Índice Plástico = 10.44
Tamiz 1/4"	6.350	0.00	0.00%	100.00%	Grava = 0.00%
N° 4	4.760	0.00	0.00%	100.00%	Arena = 45.88%
N° 8	2.380	0.00	0.00%	100.00%	Limos y arcillas = 54.12%
N° 10	2.000	0.00	0.00%	100.00%	Porcentajes que pasan :
N° 16	1.190	1.90	0.58%	99.42%	% Pasa el Tamiz N° 4 = 100.00%
N° 20	0.840	1.70	0.51%	98.91%	% Pasa el Tamiz N° 10 = 100.00%
N° 30	0.590	7.40	2.24%	96.67%	% Pasa el Tamiz N° 40 = 92.94%
N° 40	0.426	12.30	3.73%	92.94%	% Pasa el Tamiz N° 200 = 54.12%
N° 50	0.297	11.80	3.57%	10.63%	D ₆₀ :
N° 60	0.250	3.30	1.00%	11.63%	D ₃₀ :
N° 80	0.177	32.80	9.93%	21.56%	D ₅₀ :
N° 100	0.149	25.10	7.60%	29.16%	Cc (Coeficiente de curvatura) :
N° 200	0.074	55.20	16.72%	45.88%	Cu (Coeficiente de Uniformidad) :
Fondo	0.01	178.70	54.12%	100.00%	Clasificación S.U.C.S. : CL
TOTAL	330.20				Clasificación AASHTO : A-6(3)



ENSAYO DE LIMITES DE ATTERBERG EN CALICATA N°03

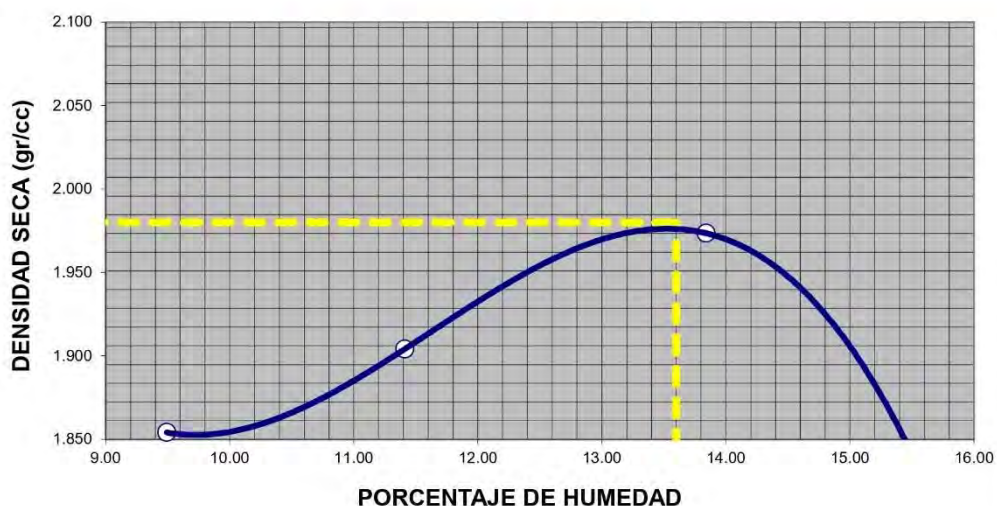
Proyecto: TESIS: ESTABILIZACIÓN DE LA SUB RASANTE DE LA AV. AHUASHIYACU, POR MEDIO DE LA CONCENTRACIÓN DE CAL EN EL DISTRITO DE LA BANDA DE SHILCAYO, PROVINCIA Y REGION SAN MARTIN - 2020									
Localización del Proyecto: AV. AHUASHIYACU, DISTRITO DE LA BANDA DE SHILCAYO, PROVINCIA Y REGION SAN MARTIN									
Descripción del Suelo: ARCILLA DE MADIANA PLASTICIDAD COLOR AMARILLO	Profundidad de la Muestra: 0.40-1.50 m								
Identificación de la Muestra : C-03 MII Operador : Walter Vera Ybañez Calicata: C - 03 MII Fecha: 10/11/2020									
Realizado por las Tesistas: MERCY JUDIT RAMOS PÉREZ Y STHEFANY ROBLEDO MERINO									
Tipo de Muestra : Alterada <input checked="" type="checkbox"/> No alterada <input type="checkbox"/> Remoldeada <input type="checkbox"/>	Coordenadas Punto Muestreo: E:351749.98 N:9280460.98								
Extracción de Muestra : Cliente <input checked="" type="checkbox"/> Técnico <input type="checkbox"/>									
METODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL LIMITE LIQUIDO, LIMITE PLASTICO, E INDICE DE PLASTICIDAD DE SUELOS									
Determinación del Límite Líquido (N.T.P. 339.129) ASTM D-4318									
Recipiente N°	3	2	1						
Peso del recipiente grs.	17.70	16.00	16.20						
Peso del suelo húmedo + recipiente grs.	67.30	63.60	68.00						
Peso del suelo seco + recipiente grs.	54.60	51.90	55.60						
Peso del agua grs.	12.70	11.70	12.40						
Peso del suelo seco grs.	36.90	35.90	39.40						
Contenido de Humedad %	34.42	32.59	31.47						
Numero de Golpes	18	25	34						
		<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td>Limite Líquido (%)</td> <td>32.69</td> </tr> <tr> <td>Limite Plástico (%)</td> <td>22.25</td> </tr> <tr> <td>Índice de Plasticidad Ip (%)</td> <td>10.44</td> </tr> </table>		Limite Líquido (%)	32.69	Limite Plástico (%)	22.25	Índice de Plasticidad Ip (%)	10.44
Limite Líquido (%)	32.69								
Limite Plástico (%)	22.25								
Índice de Plasticidad Ip (%)	10.44								
Determinación del Límite Plástico (N.T.P. 339.131) ASTM D-4318									
Recipiente N°	R	T	X						
Peso del recipiente grs.	16.70	17.30	12.40						
Peso del suelo húmedo + recipiente grs.	31.00	32.70	29.40						
Peso del suelo seco + recipiente grs.	28.40	29.90	26.30						
Peso del agua grs.	2.60	2.80	3.10						
Peso del suelo seco grs.	11.70	12.60	13.90						
Contenido de humedad	22.22	22.22	22.30						
Promedio del contenido de humedad LP	22.25								

ENSAYO DE PRÓCTOR MODIFICADO EN CALICATA N°03

PROYECTO	:	TESIS: ESTABILIZACIÓN DE LA SUB RASANTE DE LA AV. AHUASHIYACU, POR MEDIO DE LA CONCENTRACIÓN DE CAL EN LA AV. AHUASHIYACU, EN EL DISTRITO DE LA BANDA DE SHILCAYO, PROVINCIA Y REGION SAN MARTIN - 2020
UBICACIÓN	:	AV. AHUASHIYACU, DISTRITO DE LA BANDA DE SHILCAYO, PROVINCIA Y REGION SAN MARTIN
FECHA MUESTREO	:	10/11/2020
FECHA ENSAYO	:	28/11/2020
REALIZADO POR	:	TESISTAS. MERCY JUDIT RAMOS PÉREZ Y STHEFANY ROBLEDO MERINO
MUESTRA	:	C-3

PROCTOR MODIFICADO NORMA AASHTO T-180

METODO DE COMPACTACION : A				
VOLUMEN DEL MOLDE	2124		6315	MOLDE NRO. 1
PESO SUELO+MOLDE	10627	10821	11087	10784
PESO DEL MOLDE	6315	6315	6315	6315
PESO SUELO HUMEDO COMPACTADO	4312	4506	4772	4469
DENSIDAD HUMEDA	2.03	2.12	2.25	2.10
CAPSULA NRO.	s/n	s/n	s/n	s/n
PESO DE LA CAPSULA				
PESO SUELO HUMEDO +CAPSULA	346.00	371.00	329.00	392.00
PESO SUELO SECO+CAPSULA	316.00	333.00	289.00	339.00
PESO DE AGUA	30.00	38.00	40.00	53.00
PESO DEL SUELO SECO	316.00	333.00	289.00	339.00
CONTENIDO HUMEDAD	9.49	11.41	13.84	15.63
DENSIDAD SECA	1.854	1.904	1.974	1.820



1. RESULTADOS OBTENIDOS EN LA COMPACTACION DE LA FRACCION FINA < N°04"

MAXIMA DENSIDAD SECA	1.980	gr/cc.
HUMEDAD OPTIMA	13.60	%

ENSAYO DE CBR EN CALICATA N°03

PROYECTO	TESIS: ESTABILIZACIÓN DE LA SUB RASANTE DE LA AV. AHUASHIYACU, POR MEDIO DE LA CONCENTRACIÓN DE CAL EN LA AV. AHUASHIYACU, EN EL DISTRITO DE LA BANDA DE SHILCAYO, PROVINCIA Y REGION SAN MARTIN - 2020		
UBICACIÓN	: AV. AHUASHIYACU, DISTRITO DE LA BANDA DE SHILCAYO, PROVINCIA Y REGION SAN MARTIN		
FECHA MUESTREO	: 10/11/2020	ING. RESP.	: 0
FECHA ENSAYO	: 02/12/2020	TEC.	: W. VERA Y.
REALIZADO POR	: TESISTAS. MERCY JUDIT RAMOS PÉREZ Y STHEFANY ROBLEDO MERINO		
MUESTRA	: C-3		

ENSAYO CBR (NORMA AASHTO T-193, ASTM D 1883)

MOLDE Nro.	7		8		9	
Nro. GOLPES POR CAPA	56		25		12	
COND. DE LA MUESTRA	SIN MOJAR	MOJADA	SIN MOJAR	MOJADA	SIN MOJAR	MOJADA
Peso molde + suelo humedo	13715		12874		12945	
Peso del Molde	8969		8383		8815	
Peso del Suelo humedo	4746		4491		4130	
Volumen del Molde	2116		2119		2091	
Densidad humeda	2.243		2.119		1.975	
% de humedad	13.3		13.4		13.0	
Densidad seca	1.980		1.868		1.748	
Tara Nro.						
Tara + suelo humedo	256.00		287.00		243.00	
Tara + suelo seco	226.00		253.00		215.00	
Peso del agua	30.00		34.00		28.00	
Peso del suelo seco	226.00		253.00		215.00	
% de humedad	13.27		13.44		13.02	
Promedio de humedad	13.3		13.4		13.0	

EXPANSION

FECHA	HORA	TIEMPO HRS.	LECTURA			EXPANSION			LECTURA			EXPANSION		
			DIAL	mm.	%	DIAL	mm.	%	DIAL	mm.	%	DIAL	mm.	%
03-12-20	9:00	0	0.0	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
04-12-20	9:00	24	12.0	0.120	0.09	17.0	0.170	0.13	24.0	0.190	0.15			
05-12-20	9:00	48	35.0	0.350	0.28	45.0	0.450	0.35	57.0	0.450	0.35			
06-12-20	9:00	72	57.0	0.570	0.45	67.0	0.670	0.53	74.0	0.580	0.46			
07-12-20	9:00	96	69.0	0.690	0.54	78.0	0.780	0.61	94.0	0.740	0.58			

PENETRACION

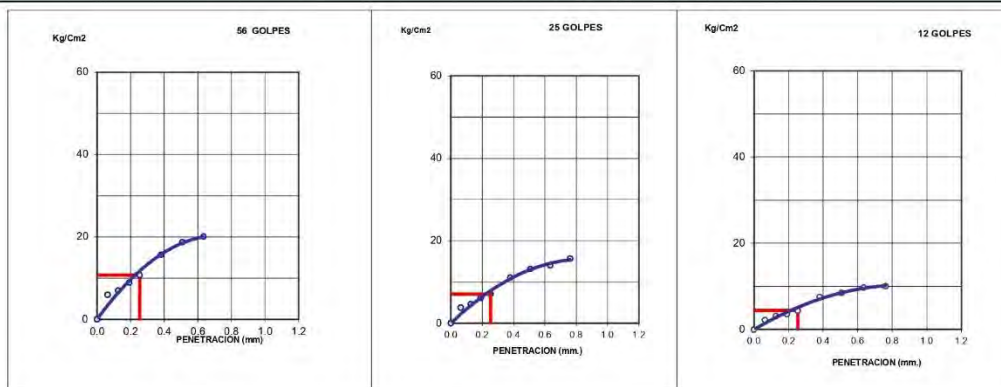
PENETRACION			MOLDE Nro: 7			MOLDE Nro: 8			MOLDE Nro: 9		
			LECTURA DIAL	CORRECCION		LECTURA DIAL	CORRECCION		LECTURA DIAL	CORRECCION	
TIEMPO	mm.	pulg.	DIAL	Kgs	Kgs/Cm2	DIAL	Kgs	Kgs/Cm2	DIAL	Kgs	Kgs/Cm2
0.00	0.000	0.000		0	0		0	0		0	0
0.30	0.064	0.025		191	6		77	4		45	2
1.00	0.127	0.050		145	7		94	5		64	3
1.30	0.191	0.075		182	9		125	6		74	4
2.00	0.254	0.100		220	11		144	7		90	4
3.00	0.381	0.150		320	16		226	11		154	8
4.00	0.508	0.200		383	19		268	13		174	9
5.00	0.635	0.250		410	20		287	14		198	10
6.00	0.762	0.300		456	22		320	16		205	10
8.00	1.016	0.400		552	27		394	19		257	13

OBSERVACIONES: LA BALANZA SE CALIBRO A CERO.

GRÁFICO PENETRACIÓN DE CBR EN CALICATA N°03

PROYECTO	: TESIS: ESTABILIZACIÓN DE LA SUB RASANTE DE LA AV. AHUASHIYACU, POR MEDIO DE LA CONCENTRACIÓN DE CAL EN LA AV. AHUASHIYACU, EN EL DISTRITO DE LA BANDA DE SHILCAYO, PROVINCIA Y REGION SAN MARTIN - 2020		
UBICACIÓN	: AV. AHUASHIYACU, DISTRITO DE LA BANDA DE SHILCAYO, PROVINCIA Y REGION SAN MARTIN		
FECHA MUESTREO	: 10/11/2020	ING. RESP.	: 0
FECHA ENSAYO	: 02/12/2020	TEC.	: W. VERA Y.
REALIZADO POR	: TESISTAS. MERCY JUDIT RAMOS PÉREZ Y STHEFANY ROBLEDO MERINO		
MUESTRA	: ARCILLA		

GRAFICO PENETRACION DE CBR

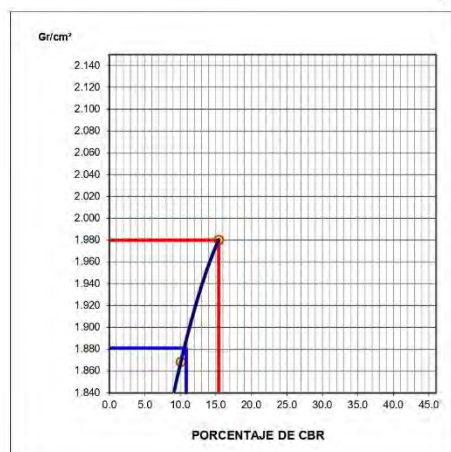


MDS (Gr/cc)= 1.980
0.1"(%)= 15.4

MDS (Gr/cc)= 1.868
0.1"(%)= 10.1

MDS (Gr/cc)= 1.748
0.1"(%)= 6.3

DETERMINACION DE CBR



Datos de Proctor:

MDS PROCTOR	1.980	gr/cc.
OPTIMO DE HUMEDAD	13.60	%
CLASIFICACION	SUCS	SC
	AASHTO	A-4(2)

CBR AL 100 %	15.4	%
CBR AL 95 %	10.8	%

OBSERVACIONES:

CALICATA N° 04

ENSAYOS DE LABORATORIO

HUMEDAD

GRANULOMETRÍA

LÍMITES DE CONSISTENCIA

PROCTOR

CBR

ENSAYO DE DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD EN CALICATA N°04

Proyecto : TESIS: ESTABILIZACIÓN DE LA SUB RASANTE DE LA AV. AHUASHIYACU, POR MEDIO DE LA CONCENTRACIÓN DE CAL EN EL DISTRITO DE LA BANDA DE SHILCAYO, PROVINCIA Y REGION SAN MARTIN - 2020				
Localización del proyecto: AV. AHUASHIYACU, DISTRITO DE LA BANDA DE SHILCAYO, PROVINCIA Y REGION SAN MARTIN		Ubicación : AV. AHUASHIYACU		
Descripción del Suelo: ARENA LIMOSA COLOR NEGRO CON BETEADO MARRON		Profundidad de la Muestra: 0.35-1.50 m		
Identificación de la Muestra : C-04 MII		Operador : Walter Vera Ybañez		Calicata: C - 04 MII
Realizado por Tesistas: MERCY JUDIT RAMOS PÉREZ Y STHEFANY ROBLEDO MERINO		Fecha: 10/11/2020		
Tipo de Muestra : Alterada <input type="checkbox"/> No alterada <input checked="" type="checkbox"/> Remoldeada <input type="checkbox"/>		Coordenadas Punto Muestreo: E:351634.94 N:9280563.07		
Extracción de Muestra : Cliente <input checked="" type="checkbox"/> Técnico <input type="checkbox"/>				
Determinación del contenido de humedad de un suelo N.T.P. 339.127 ASTM 2216				
RECIPIENTE N°	1	2	3	4
Peso del recipiente grs.	103.20	121.10	135.40	120.60
Peso del suelo húmedo + recipiente grs.	482.00	429.00	388.00	421.00
Peso del suelo seco + recipiente grs.	431.00	390.00	356.00	383.00
Peso del agua grs.	51.00	39.00	32.00	38.00
Peso del suelo seco grs.	327.80	268.90	220.60	262.40
Contenido de humedad %	15.56	14.50	14.51	14.48
Promedio de contenido de humedad %	14.76			
Observaciones :				

ENSAYO GRANULOMÉTRICO EN CALICATA Nº04

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO - N.T.P. 400.012 - ASTM D - 423

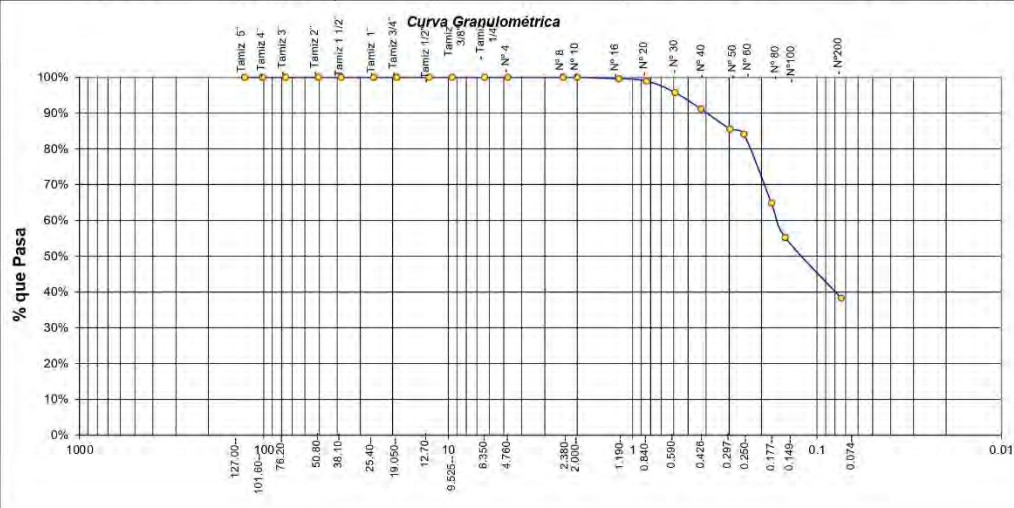
A.- DATOS GENERALES

Proyecto : TESIS: ESTABILIZACIÓN DE LA SUB RASANTE DE LA AV. AHUASHIYACU, POR MEDIO DE LA CONCENTRACIÓN DE CAL EN EL DISTRITO DE LA BANDA DE SHILCAYO, PROVINCIA Y REGION SAN MARTIN - 2020
Localización del Proyecto : AV. AHUASHIYACU, DISTRITO DE LA BANDA DE SHILCAYO, PROVINCIA Y REGION SAN MARTIN
Descripción del Suelo: ARENA LIMOSA COLOR NEGRO CON BETEADO MARR Profundidad de la Muestra: 0,35-1,50 m
Técnico : Walter Vera Ybañez Calicata: C - 04 MII
Realizado por Tesistas: MERCY JUDIT RAMOS PÉREZ Y STHEFANY ROBLEDO MERINO
Tipo de Muestra : Alterada No alterada Remoldeada
Extracción de Muestra : Cliente Técnico Coordenadas UTM : E:351634.94 N:9280563.07

B.- DATOS TECNICOS

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO ASTM D - 422 - N.T.P. 400.012

Tamices	Peso Retenido	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa	DATOS TECNICOS DEL ENSAYO Y RESULTADOS
Ø (mm)					
Tamiz 5"	127.00				Numero del recipiente : -
Tamiz 4"	101.60				Peso del recipiente : 118.6
Tamiz 3"	76.20				Peso del recipiente + suelo seco : 448.6
Tamiz 2"	50.80				Peso del suelo seco antes del lavado : 330
Tamiz 1 1/2"	38.10				Resultados Obtenidos:
Tamiz 1"	25.40				Contenido de humedad natural = 14.76
Tamiz 3/4"	19.050	0.00	0.00%		Límite Líquido = 18.20
Tamiz 1/2"	12.700	0.00	0.00%	100.00%	Límite Plástico = 15.46
Tamiz 3/8"	9.525	0.00	0.00%	100.00%	Índice Plástico = 2.75
Tamiz 1/4"	6.350	0.00	0.00%	100.00%	Grava = 0.00%
Nº 4	4.760	0.00	0.00%	100.00%	Arena = 61.73%
Nº 8	2.380	0.00	0.00%	100.00%	Limos y arcillas = 38.27%
Nº 10	2.000	0.00	0.00%	100.00%	Porcentajes que pasan :
Nº 16	1.190	1.30	0.39%	99.61%	% Pasa el Tamiz Nº 4 = 100.00%
Nº 20	0.840	2.10	0.64%	98.97%	% Pasa el Tamiz Nº 10 = 100.00%
Nº 30	0.590	10.60	3.21%	95.76%	% Pasa el Tamiz Nº 40 = 91.15%
Nº 40	0.426	15.20	4.61%	91.15%	% Pasa el Tamiz Nº 200 = 38.27%
Nº 50	0.297	18.40	5.58%	85.58%	D ₁₀ :
Nº 60	0.250	4.80	1.45%	84.12%	D ₃₀ :
Nº 80	0.177	63.60	19.27%	35.15%	D ₅₀ :
Nº 100	0.149	31.60	9.58%	44.73%	Cc (Coeficiente de curvatura) :
Nº 200	0.074	56.10	17.00%	61.73%	Cu (Coeficiente de Uniformidad) :
Fondo	0.01	126.30	38.27%	100.00%	Clasificación S.U.C.S. : SM
TOTAL	330.00				Clasificación AASHTO : A-4(0)



ENSAYO DE LIMITES DE ATTERBERG EN CALICATA N°04

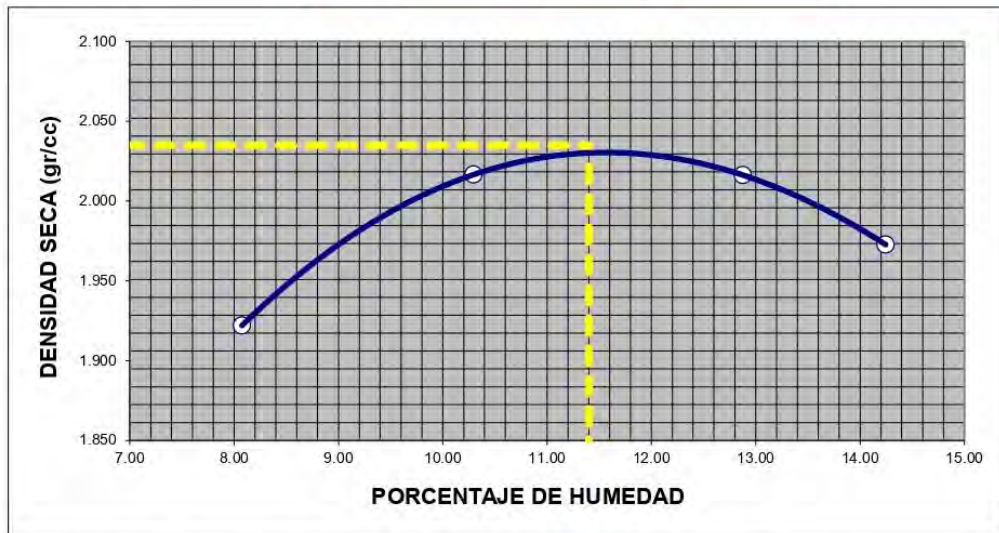
Proyecto: TESIS: ESTABILIZACIÓN DE LA SUB RASANTE DE LA AV. AHUASHIYACU, POR MEDIO DE LA CONCENTRACIÓN DE CAL EN EL DISTRITO DE LA BANDA DE SHILCAYO, PROVINCIA Y REGION SAN MARTIN - 2020									
Localización del Proyecto: AV. AHUASHIYACU, DISTRITO DE LA BANDA DE SHILCAYO, PROVINCIA Y REGION SAN MARTIN									
Descripción del Suelo: ARENA LIMOSA COLOR NEGRO CON BETEADO MARRON		Profundidad de la Muestra: 0.35-1.50 m							
Identificación de la Muestra : C-04 MII		Operador : Walter Vera Ybañez	Calicata: C - 04 MII Fecha: 10/11/2020						
Realizado por Testistas: MERCY JUDIT RAMOS PÉREZ Y STHEFANY ROBLEDO MERINO									
Tipo de Muestra :		Alterada <input checked="" type="checkbox"/> No alterada <input type="checkbox"/> Remoldeada <input type="checkbox"/>	Coordenadas Punto Muestreo: E:351634.94 N:9280563.07						
Extracción de Muestra :		Cliente <input checked="" type="checkbox"/> Técnico <input type="checkbox"/>							
METODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL LIMITE LIQUIDO, LIMITE PLASTICO, E INDICE DE PLASTICIDAD DE SUELOS									
Determinación del Límite Líquido (N.T.P. 339.129)		ASTM D-4318							
Recipiente N°	10	11	12						
Peso del recipiente grs.	17.50	17.60	21.80						
Peso del suelo húmedo + recipiente grs.	68.50	79.20	81.10						
Peso del suelo seco + recipiente grs.	60.30	69.60	72.30						
Peso del agua grs.	8.20	9.60	8.80						
Peso del suelo seco grs.	42.80	52.00	50.50						
Contenido de Humedad %	19.16	18.46	17.43						
Numero de Golpes	16	23	32						
		<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td>Límite Líquido (%)</td> <td>18.20</td> </tr> <tr> <td>Límite Plástico (%)</td> <td>15.46</td> </tr> <tr> <td>Índice de Plasticidad Ip (%)</td> <td>2.75</td> </tr> </table>		Límite Líquido (%)	18.20	Límite Plástico (%)	15.46	Índice de Plasticidad Ip (%)	2.75
Límite Líquido (%)	18.20								
Límite Plástico (%)	15.46								
Índice de Plasticidad Ip (%)	2.75								
Determinación del Límite Plástico (N.T.P. 339.131)		ASTM D-4318							
Recipiente N°	D	Q	S						
Peso del recipiente grs.	9.50	15.70	9.80						
Peso del suelo húmedo + recipiente grs.	24.90	32.80	25.10						
Peso del suelo seco + recipiente grs.	22.80	30.50	23.10						
Peso del agua grs.	2.10	2.30	2.00						
Peso del suelo seco grs.	13.30	14.80	13.30						
Contenido de humedad	15.79	15.54	15.04						
Promedio del contenido de humedad LP	15.46								

ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO EN CALICATA N°04

PROYECTO	TESIS: ESTABILIZACIÓN DE LA SUB RASANTE DE LA AV. AHUASHIYACU, POR MEDIO DE LA CONCENTRACIÓN DE CAL EN LA AV. AHUASHIYACU, EN EL DISTRITO DE LA BANDA DE SHILCAYO, PROVINCIA Y REGION SAN MARTIN - 2020		
UBICACIÓN	AV. AHUASHIYACU, DISTRITO DE LA BANDA DE SHILCAYO, PROVINCIA Y REGION SAN MARTIN		
FECHA MUESTREO	10/11/2020	ING. RESP.	:
FECHA ENSAYO	28/11/2020	TEC.	: W. VERA Y.
REALIZADO POR	TESISTAS. MERCY JUDIT RAMOS PÉREZ Y STHEFANY ROBLEDO MERINO		
MUESTRA	C-4		

PROCTOR MODIFICADO NORMA AASHTO T-180

METODO DE COMPACTACION :	A				
VOLUMEN DEL MOLDE	2124		6315	MOLDE NRO.	1
PESO SUELO+MOLDE	10727	11039	11149	11102	
PESO DEL MOLDE	6315	6315	6315	6315	
PESO SUELO HUMEDO COMPACTADO	4412	4724	4834	4787	
DENSIDAD HUMEDA	2.08	2.22	2.28	2.25	
CAPSULA NRO.	s/n	s/n	s/n	s/n	
PESO DE LA CAPSULA					
PESO SUELO HUMEDO +CAPSULA	348.00	375.00	412.00	401.00	
PESO SUELO SECO+CAPSULA	322.00	340.00	365.00	351.00	
PESO DE AGUA	26.00	35.00	47.00	50.00	
PESO DEL SUELO SECO	322.00	340.00	365.00	351.00	
CONTENIDO HUMEDAD	8.07	10.29	12.88	14.25	
DENSIDAD SECA	1.922	2.017	2.016	1.973	



1. RESULTADOS OBTENIDOS EN LA COMPACTACION DE LA FRACCION FINA < N°04"

MAXIMA DENSIDAD SECA	2.035	gr/cc.
HUMEDAD OPTIMA	11.40	%

ENSAYO DE CBR EN CALICATA N°04

PROYECTO	TESIS: ESTABILIZACIÓN DE LA SUB RASANTE DE LA AV. AHUASHIYACU, POR MEDIO DE LA CONCENTRACIÓN DE CAL EN LA AV. AHUASHIYACU, EN EL DISTRITO DE LA BANDA DE SHILCAYO, PROVINCIA Y REGION SAN MARTIN - 2020					
UBICACIÓN	AV. AHUASHIYACU, DISTRITO DE LA BANDA DE SHILCAYO, PROVINCIA Y REGION SAN MARTIN					
FECHA MUESTREO	: 10/11/2020			ING. RESP.	: 0	
FECHA ENSAYO	: 02/12/2020			TEC.	: W. VERA Y.	
REALIZADO POR	: TESISTAS. MERCY JUDIT RAMOS PÉREZ Y STHEFANY ROBLEDO MERINO					
MUESTRA	: C-4					

ENSAYO CBR (NORMA AASHTO T-193, ASTM D 1883)						
MOLDE Nro.	10		11		12	
Nro. GOLPES POR CAPA	56		25		12	
COND. DE LA MUESTRA	SIN MOJAR	MOJADA	SIN MOJAR	MOJADA	SIN MOJAR	MOJADA
Peso molde + suelo humedo	13187		13397		12784	
Peso del Molde	8415		8800		8383	
Peso del Suelo humedo	4772		4597		4401	
Volumen del Molde	2105		2119		2119	
Densidad humeda	2.267		2.169		2.077	
% de humedad	11.3		11.8		11.2	
Densidad seca	2.037		1.940		1.867	
Tara Nro.						
Tara + suelo humedo	217.00		246.00		297.00	
Tara + suelo seco	195.00		220.00		267.00	
Peso del agua	22.00		26.00		30.00	
Peso del suelo seco	195.00		220.00		267.00	
% de humedad	11.28		11.82		11.24	
Promedio de humedad	11.3		11.8		11.2	

EXPANSION														
FECHA	HORA	TIEMPO HRS.	LECTURA			EXPANSION			LECTURA			EXPANSION		
			DIAL	mm.	%	DIAL	mm.	%	DIAL	mm.	%	DIAL	mm.	%
03-12-20	9:00	0	0.0	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
04-12-20	9:00	24	6.0	0.060	0.05	8.0	0.080	0.06	9.0	0.090	0.07	0.090	0.07	0.07
05-12-20	9:00	48	10.0	0.100	0.08	14.0	0.140	0.11	17.0	0.170	0.13	0.170	0.13	0.13
06-12-20	9:00	72	23.0	0.230	0.18	25.0	0.250	0.20	28.0	0.280	0.22	0.280	0.22	0.22
07-12-20	9:00	96	38.0	0.380	0.30	40.0	0.400	0.31	42.0	0.420	0.33	0.420	0.33	0.33

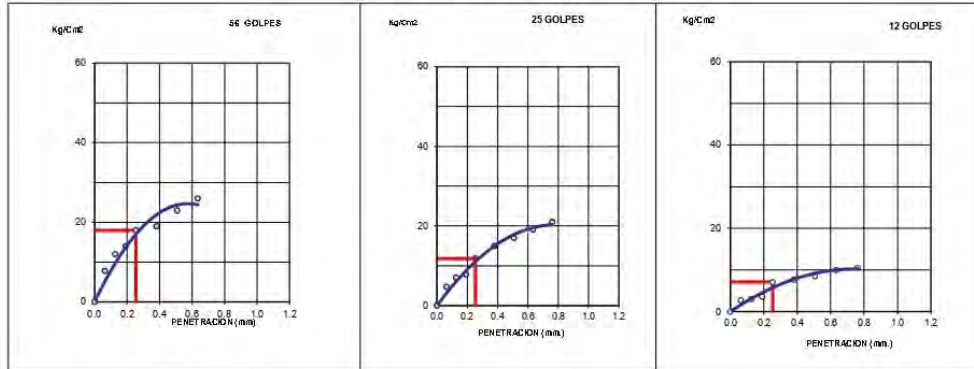
PENETRACION														
PENETRACION			MOLDE Nro: 10			MOLDE Nro: 11			MOLDE Nro: 12					
TIEMPO	mm.	pulg.	LECTURA		CORRECCION		LECTURA		CORRECCION		LECTURA		CORRECCION	
			DIAL	Kgs	Kgs/Cm2	DIAL	Kgs	Kgs/Cm2	DIAL	Kgs	Kgs/Cm2	DIAL	Kgs	Kgs/Cm2
0.00	0.000	0.000		0	0		0	0		0	0		0	0
0.30	0.064	0.025		160	8		97	5		56	3		56	3
1.00	0.127	0.050		224	12		132	7		62	3		62	3
1.30	0.191	0.075		270	14		161	8		74	4		74	4
2.00	0.254	0.100		350	18		241	12		145	7		145	7
3.00	0.381	0.150		374	19		288	15		157	8		157	8
4.00	0.508	0.200		441	23		323	17		174	9		174	9
5.00	0.635	0.250		500	26		374	19		187	10		187	10
6.00	0.762	0.300		548	28		410	21		215	11		215	11
8.00	1.016	0.400		647	33		451	23		257	13		257	13

OBSERVACIONES:	LA BALANZA SE CALIBRO A CERO.
-----------------------	-------------------------------

GRÁFICO PENETRACIÓN DE CBR EN CALICATA N°04

TESIS: ESTABILIZACIÓN DE LA SUB RASANTE DE LA AV. AHUASHIYACU, POR MEDIO DE LA CONCENTRACION DE CAL EN LA AV. AHUASHIYACU, EN EL DISTRITO DE LA BANDA DE SHILCAYO, PROVINCIA Y REGION SAN MARTIN - 2020			
PROYECTO	:	EL DISTRITO DE LA BANDA DE SHILCAYO, PROVINCIA Y REGION SAN MARTIN	
UBICACIÓN	:	AV. AHUASHIYACU, DISTRITO DE LA BANDA DE SHILCAYO, PROVINCIA Y REGION SAN MARTIN	
FECHA MUESTREO	:	10/11/2020	ING. RESP. : 0
FECHA ENSAYO	:	02/12/2020	TEC. : W. VERA Y.
REALIZADO POR	:	TESISTAS. MERCY JUDIT RAMOS PÉREZ Y STHEFANY ROBLEDO MERINO	
MUESTRA	:	ARENA LIMOSA	

GRAFICO PENETRACION DE CBR

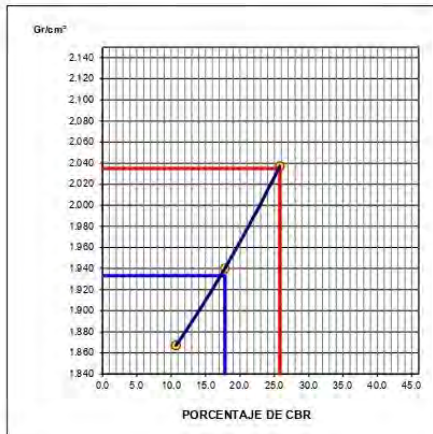


MDS (Gr/cc) = 2.037
0.1"(%)= 25.8

MDS (Gr/cc) = 1.940
0.1"(%)= 17.8

MDS (Gr/cc) = 1.867
0.1"(%)= 10.7

DETERMINACION DE CBR



Datos de Proctor:

MDS PROCTOR	2.035	gr/cc.
OPTIMO DE HUMEDAD	11.40	%
CLASIFICACION	SUCS	SM
	AASHTO	A-4(0)

CBR AL 100 %	25.8	%
CBR AL 95 %	17.3	%

OBSERVACIONES:

CALICATA N° 05

ENSAYOS DE LABORATORIO

HUMEDAD

GRANULOMETRÍA

LÍMITES DE CONSISTENCIA

PROCTOR

CBR

ENSAYO DE CONTENIDO DE HUMEDAD EN CALICATA N°05

Proyecto : TESIS: ESTABILIZACIÓN DE LA SUB RASANTE DE LA AV. AHUASHIYACU, POR MEDIO DE LA CONCENTRACIÓN DE CAL EN EL DISTRITO DE LA BANDA DE SHILCAYO, PROVINCIA Y REGION SAN MARTIN - 2020				
Localización del proyecto: AV. AHUASHIYACU, DISTRITO DE LA BANDA DE SHILCAYO, PROVINCIA Y REGION SAN MARTIN			Ubicación : AV. AHUASHIYACU	
Descripción del Suelo: ARENA LIMO ARCILLOSA COLOR MARRON CON BETEADO AMARILLO			Profundidad de la Muestra: 0.45-1.50 m	
Identificación de la Muestra : C-05 MII		Operador : Walter Vera Ybañez	Calicata: C - 05 MII	Fecha: 10/11/2020
Realizado por Tesistas: MERCY JUDIT RAMOS PÉREZ Y STHEFANY ROBLEDO MERINO				
Tipo de Muestra :		Alterada <input type="checkbox"/>	No alterada <input checked="" type="checkbox"/>	Remoldeada <input type="checkbox"/>
Extracción de Muestra :		Cliente <input checked="" type="checkbox"/>	Técnico <input type="checkbox"/>	Coordenadas Punto Muestreo: E:351495.84 N:9280641.58
Determinación del contenido de humedad de un suelo N.T.P. 339.127 ASTM 2216				
RECIPIENTE N°	1	2	3	4
Peso del recipiente grs.	102.40	118.40	148.70	105.40
Peso del suelo húmedo + recipiente grs.	346.00	386.00	412.00	346.00
Peso del suelo seco + recipiente grs.	324.00	363.00	389.00	325.00
Peso del agua grs.	22.00	23.00	23.00	21.00
Peso del suelo seco grs.	221.60	244.60	240.30	219.60
Contenido de humedad %	9.93	9.40	9.57	9.56
Promedio de contenido de humedad %	9.62			
Observaciones :				

ENSAYO GRANULOMÉTRICO EN CALICATA Nº05

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO - N.T.P. 400.012 - ASTM D - 423

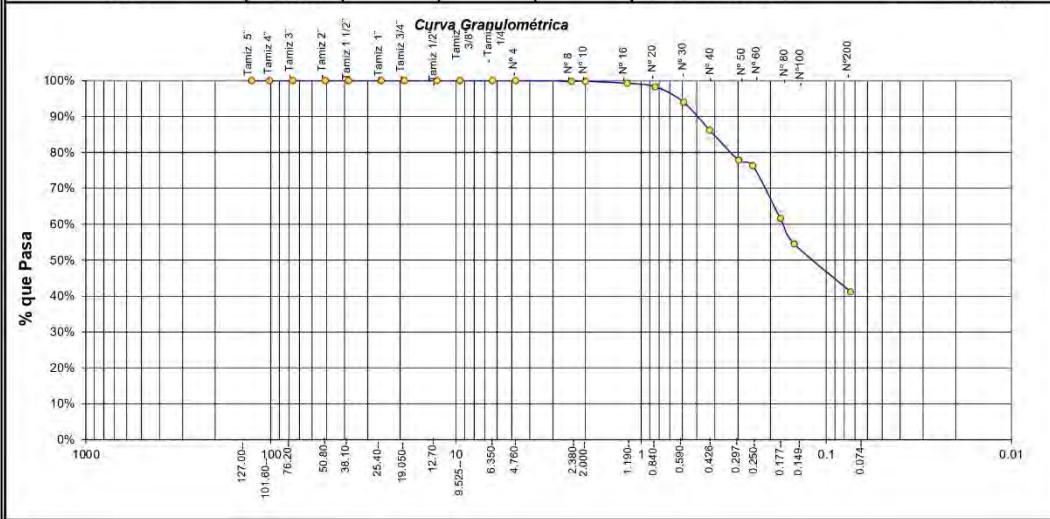
A.- DATOS GENERALES

Proyecto : TESIS: ESTABILIZACIÓN DE LA SUB RASANTE DE LA AV. AHUASHIYACU, POR MEDIO DE LA CONCENTRACIÓN DE CAL EN EL DISTRITO DE LA BANDA DE SHILCAYO, PROVINCIA Y REGION SAN MARTIN - 2020
Localización del Proyecto : AV. AHUASHIYACU, DISTRITO DE LA BANDA DE SHILCAYO, PROVINCIA Y REGION SAN MARTIN
Descripción del Suelo: ARENA LIMO ARCILLOSA COLOR MARRON CON BETE. Profundidad de la Muestra: 0.45-1.50 m
Técnico : Walter Vera Ybañez Calicata: C - 05 MII
Realizado por Tesistas: MERCY JUDIT RAMOS PÉREZ Y STEFANY ROBLEDO MERINO
Tipo de Muestra : Alterada No alterada Remoldeada
Extracción de Muestra : Cliente Técnico Coordenadas UTM : E:351495.84 N:9280641.58

B.- DATOS TECNICOS

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO ASTM D - 422 - N.T.P. 400.012

Tamices	Peso Retenido	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa	DATOS TECNICOS DEL ENSAYO Y RESULTADOS
Tamiz 5"	127.00				Numero del recipiente : -
Tamiz 4"	101.60				Peso del recipiente : 164.2
Tamiz 3"	76.20				Peso del recipiente + suelo seco : 499.6
Tamiz 2"	50.80				Peso del suelo seco antes del lavado : 335.4
Tamiz 1 1/2"	38.10				Resultados Obtenidos:
Tamiz 1"	25.40				Contenido de humedad natural = 9.62
Tamiz 3/4"	19.050	0.00	0.00%		Limite Liquido = 23.05
Tamiz 1/2"	12.700	0.00	0.00%	100.00%	Limite Plástico = 18.25
Tamiz 3/8"	9.525	0.00	0.00%	100.00%	Índice Plástico = 4.80
Tamiz 1/4"	6.350	0.00	0.00%	100.00%	Grava = 0.00%
Nº 4	4.760	0.00	0.00%	100.00%	Arena = 58.80%
Nº 8	2.380	0.50	0.15%	99.85%	Limos y arcillas = 41.20%
Nº 10	2.000	0.00	0.00%	99.85%	Porcentajes que pasan :
Nº 16	1.190	2.00	0.60%	99.25%	% Pasa el Tamiz Nº 4 = 100.00%
Nº 20	0.840	3.20	0.95%	98.30%	% Pasa el Tamiz Nº 10 = 99.85%
Nº 30	0.590	14.50	4.32%	93.98%	% Pasa el Tamiz Nº 40 = 86.20%
Nº 40	0.426	26.10	7.78%	86.20%	% Pasa el Tamiz Nº 200 = 41.20%
Nº 50	0.297	28.10	8.38%	77.82%	D ₆₀ :
Nº 60	0.250	5.00	1.49%	76.33%	D ₃₀ :
Nº 80	0.177	49.30	14.70%	61.63%	D ₁₀ :
Nº 100	0.149	23.70	7.07%	54.56%	Cc (Coeficiente de curvatura) :
Nº 200	0.074	44.80	13.36%	41.20%	Cu (Coeficiente de Uniformidad) :
Fondo	0.01	138.20	41.20%	100.00%	Clasificación S.U.C.S. : SM-SC
TOTAL	335.40				Clasificación AASHTO : A-4(0)



ENSAYO LIMITES DE ATTERBERG EN CALICATA N°05

Proyecto: TESIS: ESTABILIZACIÓN DE LA SUB RASANTE DE LA AV. AHUASHIYACU, POR MEDIO DE LA CONCENTRACIÓN DE CAL EN EL DISTRITO DE LA BANDA DE SHILCAYO, PROVINCIA Y REGION SAN MARTIN - 2020	
Localización del Proyecto: AV. AHUASHIYACU, DISTRITO DE LA BANDA DE SHILCAYO, PROVINCIA Y REGION SAN MARTIN	
Descripción del Suelo: ARENA LIMO ARCILLOSA COLOR MARRON CON BETEADO AMARILLO	Profundidad de la Muestra: 0.45-1.50 m
Identificación de la Muestra : C-05 Mil	Operador: Walter Vera Ybañez Calicata: C - 05 Mil Fecha: 10/11/2020
Realizado por Tesistas: MERCY JUDIT RAMOS PÉREZ Y STHEFANY ROBLEDO MERINO	
Tipo de Muestra :	Alterada <input checked="" type="checkbox"/> No alterada <input type="checkbox"/> Remoldeada <input type="checkbox"/> Coordenadas Punto Muestreo: E:351495.84 N:9280641.58
Extracción de Muestra :	Cliente <input checked="" type="checkbox"/> Técnico <input type="checkbox"/>

METODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL LIMITE LIQUIDO, LIMITE PLASTICO, E INDICE DE PLASTICIDAD DE SUELOS

Determinación del Limite Líquido (N.T.P. 339.129)		ASTM D-4318	
Recipiente N°	13	14	15
Peso del recipiente grs.	15.60	17.60	17.60
Peso del suelo húmedo + recipiente grs.	79.30	73.20	72.30
Peso del suelo seco + recipiente grs.	66.90	62.60	62.30
Peso del agua grs.	12.40	10.60	10.00
Peso del suelo seco grs.	51.30	45.00	44.70
Contenido de Humedad %	24.17	23.56	22.37
Numero de Golpes	16	21	33

DIAGRAMA DE FLUIDEZ

Límite Líquido (%)	23.05
Límite Plástico (%)	18.25
Índice de Plasticidad Ip (%)	4.80

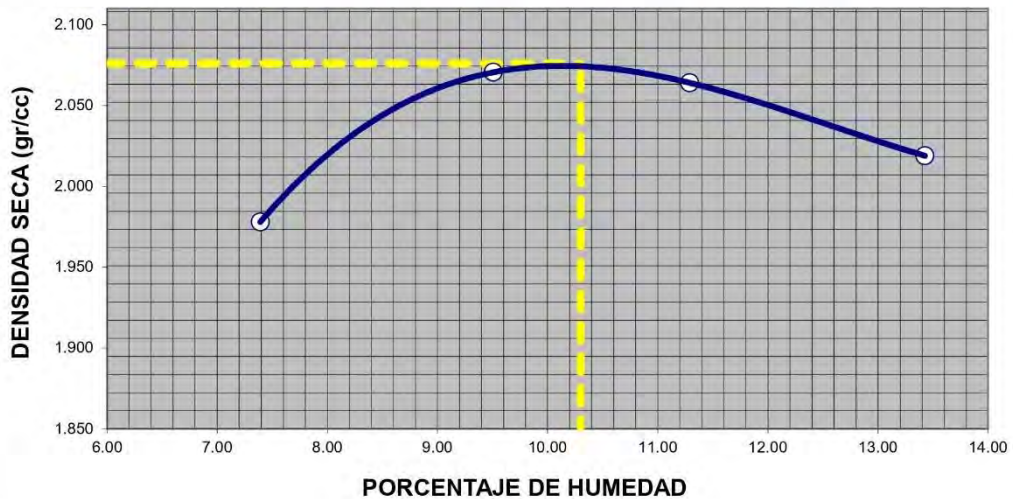
Determinación del Limite Plástico (N.T.P. 339.131)		ASTM D-4318	
Recipiente N°	M	N	O
Peso del recipiente grs.	15.10	15.80	15.20
Peso del suelo húmedo + recipiente grs.	31.80	36.00	33.40
Peso del suelo seco + recipiente grs.	29.20	32.90	30.60
Peso del agua grs.	2.60	3.10	2.80
Peso del suelo seco grs.	14.10	17.10	15.40
Contenido de humedad	18.44	18.13	18.18
Promedio del contenido de humedad LP	18.25		

ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO EN CALICATA N°05

PROYECTO	TESIS: ESTABILIZACIÓN DE LA SUB RASANTE DE LA AV. AHUASHIYACU, POR MEDIO DE LA CONCENTRACIÓN DE CAL EN LA AV. AHUASHIYACU, EN EL DISTRITO DE LA BANDA DE SHILCAYO, PROVINCIA Y REGION SAN MARTIN - 2020		
UBICACIÓN	AV. AHUASHIYACU, DISTRITO DE LA BANDA DE SHILCAYO, PROVINCIA Y REGION SAN MARTIN		
FECHA MUESTREO	10/11/2020	ING. RESP.	
FECHA ENSAYO	28/11/2020	TEC.	W. VERA Y.
REALIZADO POR	TESISTAS. MERCY JUDIT RAMOS PÉREZ Y STHEFANY ROBLEDO MERINO		
MUESTRA	C-5		

PROCTOR MODIFICADO NORMA AASHTO T-180

METODO DE COMPACTACION : A					
VOLUMEN DEL MOLDE	2124		6315	MOLDE NRO.	1
PESO SUELO+MOLDE	10827	11131	11194	11179	
PESO DEL MOLDE	6315	6315	6315	6315	
PESO SUELO HUMEDO COMPACTADO	4512	4816	4879	4864	
DENSIDAD HUMEDA	2.12	2.27	2.30	2.29	
CAPSULA NRO.	s/n	s/n	s/n	s/n	
PESO DE LA CAPSULA					
PESO SUELO HUMEDO +CAPSULA	276.00	311.00	276.00	245.00	
PESO SUELO SECO+CAPSULA	257.00	284.00	248.00	216.00	
PESO DE AGUA	19.00	27.00	28.00	29.00	
PESO DEL SUELO SECO	257.00	284.00	248.00	216.00	
CONTENIDO HUMEDAD	7.39	9.51	11.29	13.43	
DENSIDAD SECA	1.978	2.071	2.064	2.019	



1. RESULTADOS OBTENIDOS EN LA COMPACTACION DE LA FRACCION FINA < N°04"

MAXIMA DENSIDAD SECA	2.076	gr/cc.
HUMEDAD OPTIMA	10.30	%

ENSAYO DE CBR EN CALICATA N°05

PROYECTO	: TESIS: ESTABILIZACIÓN DE LA SUB RASANTE DE LA AV. AHUASHIYACU, POR MEDIO DE LA CONCENTRACIÓN DE CAL EN LA AV. AHUASHIYACU, EN EL DISTRITO DE LA BANDA DE SHILCAYO, PROVINCIA Y REGION SAN MARTIN - 2020		
UBICACIÓN	: AV. AHUASHIYACU, DISTRITO DE LA BANDA DE SHILCAYO, PROVINCIA Y REGION SAN MARTIN		
FECHA MUESTREO	: 10/11/2020	ING. RESP.	: 0
FECHA ENSAYO	: 02/12/2020	TEC.	: W. VERA Y.
REALIZADO POR	: TESISISTAS. MERCY JUDIT RAMOS PÉREZ Y STHEFANY ROBLEDO MERINO		
MUESTRA	: C-5		

ENSAYO CBR (NORMA AASHTO T-193, ASTM D 1883)

MOLDE Nro.	13		14		15	
Nro. GOLPES POR CAPA	56		25		12	
COND. DE LA MUESTRA	SIN MOJAR	MOJADA	SIN MOJAR	MOJADA	SIN MOJAR	MOJADA
Peso molde + suelo humedo	13645		12745		12074	
Peso del Molde	8800		8134		7820	
Peso del Suelo humedo	4845		4611		4254	
Volumen del Molde	2119		2121		2127	
Densidad humeda	2.286		2.174		2.000	
% de humedad	10.6		10.7		11.0	
Densidad seca	2.068		1.964		1.802	
Tara Nro.						
Tara + suelo humedo	282.00		310.00		283.00	
Tara + suelo seco	255.00		280.00		255.00	
Peso del agua	27.00		30.00		28.00	
Peso del suelo seco	255.00		280.00		255.00	
% de humedad	10.59		10.71		10.98	
Promedio de humedad	10.6		10.7		11.0	

EXPANSION

FECHA	HORA	TIEMPO HRS.	LECTURA			EXPANSION			LECTURA			EXPANSION		
			DIAL	mm.	%	DIAL	mm.	%	DIAL	mm.	%			
03-12-20	9:00	0	0.0	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	
04-12-20	9:00	24	8.0	0.080	0.06	11.0	0.110	0.09	18.0	0.180	0.14	0.180	0.14	
05-12-20	9:00	48	25.0	0.250	0.20	35.0	0.350	0.28	41.0	0.410	0.32	0.410	0.32	
06-12-20	9:00	72	35.0	0.350	0.28	40.0	0.400	0.31	57.0	0.570	0.45	0.570	0.45	
07-12-20	9:00	96	57.0	0.570	0.45	76.0	0.760	0.60	89.0	0.890	0.70	0.890	0.70	

PENETRACION

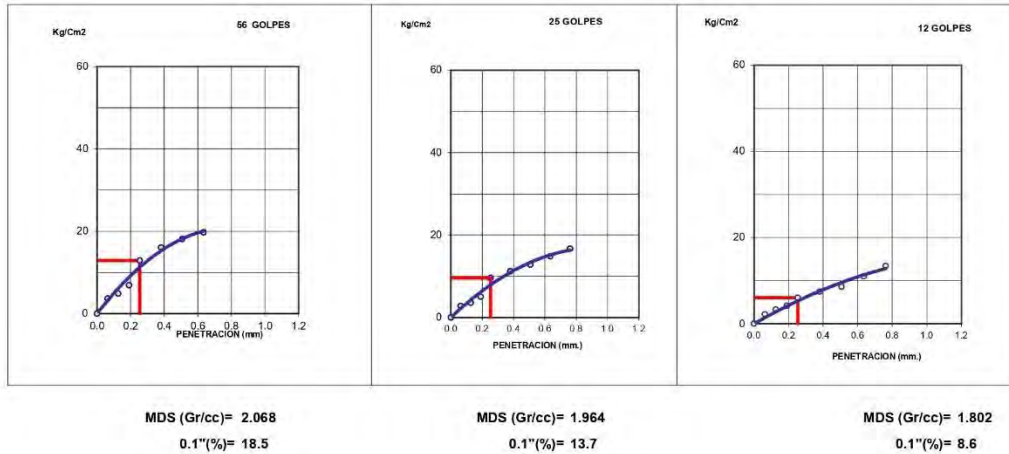
PENETRACION			MOLDE Nro: 13			MOLDE Nro: 14			MOLDE Nro: 15					
TIEMPO	mm.	pulg.	LECTURA		CORRECCION		LECTURA		CORRECCION		LECTURA		CORRECCION	
			DIAL	Kgs	Kgs/Cm2	DIAL	Kgs	Kgs/Cm2	DIAL	Kgs	Kgs/Cm2	DIAL	Kgs	Kgs/Cm2
0.00	0.000	0.000		0	0		0	0		0	0		0	0
0.30	0.064	0.025		74	4		57	3		45	2		45	2
1.00	0.127	0.050		99	5		72	4		67	3		67	3
1.30	0.191	0.075		141	7		102	5		85	4		85	4
2.00	0.254	0.100		264	13		196	10		123	6		123	6
3.00	0.381	0.150		328	16		229	11		152	7		152	7
4.00	0.508	0.200		370	18		262	13		176	9		176	9
5.00	0.635	0.250		403	20		303	15		225	11		225	11
6.00	0.762	0.300		427	21		340	17		274	13		274	13
8.00	1.016	0.400		457	22		365	18		294	14		294	14

OBSERVACIONES: LA BALANZA SE CALIBRO A CERO.

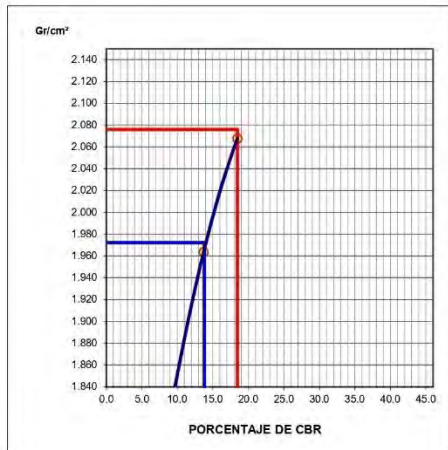
GRÁFICO PENETRACIÓN DE CBR EN CALICATA N°05

PROYECTO : TESIS: ESTABILIZACIÓN DE LA SUB RASANTE DE LA AV. AHUASHIYACU, POR MEDIO DE LA CONCENTRACIÓN DE CAL EN LA AV. AHUASHIYACU, EN EL DISTRITO DE LA BANDA DE SHILCAYO, PROVINCIA Y REGION SAN MARTIN - 2020
UBICACIÓN : AV. AHUASHIYACU, DISTRITO DE LA BANDA DE SHILCAYO, PROVINCIA Y REGION SAN MARTIN
FECHA MUESTREO : 10/11/2020 **ING. RESP.** : 0
FECHA ENSAYO : 02/12/2020 **TEC.** : W. VERA Y.
REALIZADO POR : TESISTAS. MERCY JUDIT RAMOS PÉREZ Y STHEFANY ROBLEDO MERINO
MUESTRA : ARENA LIMO ARCILLOSA

GRAFICO PENETRACION DE CBR



DETERMINACION DE CBR



Datos de Proctor:

MDS PROCTOR	2.076	gr/cc.
OPTIMO DE HUMEDAD	10.30	%
CLASIFICACION	SUCS	SC
	AASHTO	A-4(2)

CBR AL 100 %	18.5	%
CBR AL 95 %	14.0	%

OBSERVACIONES:

ANEXO 4: PANEL FOTOGRÁFICO

Figura 24: Excavación de Calicata a cielo abierto, profundidad 1.50



Fuente: Elaboración propia (2020).

Figura 25: Calicata Terminada.



Fuente: Elaboración propia (2020).

Figura 26: Tamizando la muestra para ensayo de Granulometría



Fuente: Elaboración propia (2020).

Figura 27: Pesando la muestra para ensayo de Límites de Atterberg



Fuente: Elaboración propia (2020).

Figura 28: Porcentajes de Cal para ser añadidas a las muestras



Fuente: Elaboración propia (2020).