

UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA DE ESTUDIO DE INGENIERÍA CIVIL



TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

Influencia del polímero POLYCOM en la capacidad portante de la base para la
carretera de Acos Vinchos – Colpa en Ayacucho

Línea de investigación: Ingeniería de Transportes

Sub línea de investigación: Transportes

Autores:

Santillán Chávarry, Jordy

Véliz Arévalo, Frank Pool

Jurado Evaluador:

Presidente : Rodríguez Ramos, Mamerto

Secretario : Hurtado Zamora, Oswaldo

Vocal : Burgos Sarmiento, Tito Alfredo

Asesor:

Merino Martínez, Marcelo Edmundo

Código Orcid: <https://orcid.org/0000-0003-4733-4959>

Trujillo – Perú

2023

Fecha de Sustentación: 2023/12/22

UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO

FACULTAD DE INGENIERÍA

PROGRAMA DE ESTUDIO DE INGENIERÍA CIVIL



TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

Influencia del polímero POLYCOM en la capacidad portante de la base para la
carretera de Acos Vinchos – Colpa en Ayacucho

Línea de investigación: Ingeniería de Transportes

Sub línea de investigación: Transportes

Autores:

Santillán Chávarry, Jordy

Véliz Arévalo, Frank Pool

Jurado Evaluador:

Presidente : Rodríguez Ramos, Mamerto

Secretario : Hurtado Zamora, Oswaldo

Vocal : Burgos Sarmiento, Tito Alfredo

Asesor:

Merino Martínez, Marcelo Edmundo

Código Orcid: <https://orcid.org/0000-0003-4733-4959>

Trujillo – Perú

2023

Fecha de Sustentación: 2023/12/22

Influencia del polímero POLYCOM en la capacidad portante de la base para la carretera de Acos Vinchos – Colpa en Ayacucho

INFORME DE ORIGINALIDAD

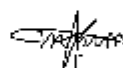


FUENTES PRIMARIAS

1	Submitted to Universidad Privada Antenor Orrego Trabajo del estudiante	7%
2	hdl.handle.net Fuente de Internet	2%
3	repositorio.upao.edu.pe Fuente de Internet	1%

Excluir citas Activo
Excluir bibliografía Activo

Excluir coincidencias < 1%



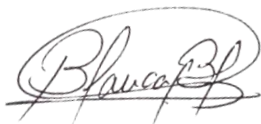
ing. Merino Martinez Marcelo

DECLARACIÓN DE ORIGINALIDAD

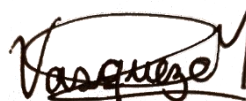
Yo, **Marcelo Edmundo Merino Martínez**, docente del Programa de Estudio de Ingeniería Civil de la Universidad Privada Antenor Orrego, asesor de la tesis de investigación titulada “**Influencia del polímero POLYCOM en la capacidad portante de la base para la carretera de Acos Vinchos – Colpa en Ayacucho**”, de los autores **Santillán Chávarry, Jordy y Véliz Arévalo, Frank Pool**, dejo constancia de lo siguiente:

- El mencionado documento tiene un índice de puntuación de similitud 10%. Así lo consigna el reporte de similitud emitido por el software Turnitin el día 15 de diciembre del 2023.
- He revisado con detalle dicho reporte de tesis, Influencia del polímero POLYCOM en la capacidad portante de la base para la carretera de Acos Vinchos – Colpa en Ayacucho” y no se advierte indicios de plagio.
- Las citas a otros autores y sus respectivas referencias cumplen con las normas establecidas por la Universidad.

Ciudad y fecha: Trujillo, 22 de diciembre del 2023



Br. Santillan, Chávarry Jordy
DNI: 71069324



Br. Véliz Arévalo, Frank Pool
DNI: 72577825



Ms. Merino Martínez, Marcelo Edmundo
DNI: 17983739

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4733-4959>

DEDICATORIA

Con inmensa gratitud y alegría, dedico mi tesis a todas las personas que han sido parte fundamental en este apasionante recorrido académico. Sus invaluable contribuciones y apoyo incondicional han sido la fuente de inspiración que me ha impulsado a perseverar y alcanzar este importante logro en mi vida. En especial a mis padres, cuyo amor, aliento y sacrificio han sido la base de mi formación; sin su constante respaldo, este sueño no se habría convertido en realidad. A mi familia, amigos y seres queridos, gracias por su paciencia, comprensión y compañía en cada paso del camino.

Asimismo, mi reconocimiento a mis profesores y profesoras, cuyos conocimientos y enseñanzas han forjado mi visión crítica y académica, y me han motivado a seguir creciendo en el ámbito profesional.

Br. Santillán Chávarry, Jordy

DEDICATORIA

A Dios por darme paciencia y fuerzas para lograr mis objetivos trazados.

A mis padres Pedro y Carmen, quienes son mis pilares en la vida, siempre estuvieron en cada etapa de mi formación, ellos me guiaron y educaron para ser una persona de bien, sobre todo por su apoyo y amor incondicional.

A mi hermana Rosa por su apoyo en todo momento.

Br. Véliz Arévalo, Frank Pool

AGRADECIMIENTO

Agradecer a mi Asesor de tesis, Ms. Merino Martínez, Marcelo Edmundo, por su inestimable sabiduría, dedicación y paciencia durante todo el proceso de investigación. Además, me gustaría expresar mi más sincero agradecimiento a todas las personas que han sido parte fundamental en la realización de esta tesis.

Agradezco a mi familia por ser mi roca y mi fuente de inspiración. Su amor incondicional y aliento constante me han impulsado a superar obstáculos y a seguir adelante incluso en los momentos más desafiantes.

A mis amigos y seres queridos, gracias por comprender mi ausencia en numerosas ocasiones y por brindarme su apoyo inquebrantable.

Gracias, de corazón, a cada uno de ustedes por ser parte de este camino y por hacer de esta experiencia una etapa inolvidable en mi vida académica.

Br. Santillán Chávarry, Jordy

AGRADECIMIENTO

A nuestro asesor, Ms. Marcelo Merino Martínez, por confiar en nosotros, y permitirnos realizar este proyecto, para el cual puso a disposición su tiempo, apoyándonos en cada momento y reforzando nuestros conocimientos para el desarrollo de una correcta investigación, sin dejar de lado la importancia de los valores y la ética, demostrándonos la formación de un buen profesional, por ello, nuestro más grande agradecimiento y admiración.

Br. Véliz Arévalo, Frank Pool

RESUMEN

La presente tesis trata sobre el análisis de la influencia del polímero Polycom en la capacidad portante para la carretera entre Acos Vinchos - Colpa, en Ayacucho. Tomando como objetivo determinar la influencia del polímero Polycom en la capacidad portante de la base de carretera y proponer este polímero para un mejor desempeño del CBR en la mezcla de suelos.

La investigación será del tipo aplicada y experimental, en la cual se evaluaron las propiedades físico – mecánicas, bajo la metodología del Manual de Ensayos de Materiales RD N° 18 – 2016 – MTC/14, para lo cual, se realizaron ensayos de laboratorio, donde se determinó su contenido de humedad, análisis granulométrico por tamizado, límites de consistencia y Proctor modificado, con la finalidad de determinar los valores de CBR para cada suelo y la influencia del polímero Polycom.

Luego, se realizó el procesamiento de todos los datos obtenidos de los ensayos de laboratorio, determinando las propiedades físicas – mecánicas del suelo, tanto de la cantera Colpa, cantera Km 11+150 y mezcla de suelos, se evaluó el % de CBR que se obtuvo de las bases granulares, según NTP 339.145. Pudiendo analizar las canteras estudiadas, ambas cumplen con el CBR como subrasante, pero la cantera Km 11+150, no cumple con la resistencia necesaria para una base, según lo normado por el MTC. Considerando la mezcla de estos dos suelos para la mejora del % de CBR, pero tampoco llega a la resistencia estipulada, por lo que se agregó el polímero Polycom a la mezcla para aumentar el CBR, cumpliendo con lo estipulado para una base de pavimento.

Por último, concluiremos que los % de CBR del suelo en estado natural son: cantera Colpa 98.96%, Cantera Km 11+150 53.63%, Mezcla de suelos 71.00% y Mezcla de suelos + Polycom 105.00%, siendo este último el % de CBR que cumple con los requerimientos establecidos por la MTC para las bases de pavimentación, con la importante ventaja de la transportabilidad y de que tenemos distribuido de una forma más económica los puntos de extracción de muestra.

Palabras Clave: CBR (Relación de Soporte de California), Polycom (Polímero estabilizador de suelo).

ABSTRACT

This thesis deals with the analysis of the influence of polymer Polycom on the bearing capacity for the road between Acos Vinchos – Colpa, in Ayacucho. Aiming to determine the influence of Polycom polymer on the bearing capacity of the road base and propose this polymer for a better performance of CBR in the soil mixture.

The research will be of the applied and experimental type, in which it seeks to evaluate the physical-mechanical properties, under the methodology of the Materials Testing Manual RD N° 18 – 2016 – MTC/14, for which, Laboratory tests were performed, where its moisture content was determined, granulometric analysis by sieving, consistency limits and modified Proctor, in order to determine the CBR values for each soil and the influence of the Polycom polymer.

Then, the processing of all the data obtained from the laboratory tests was carried out, determining the physical-mechanical properties of the soil, both from the Colpa quarry, Km 11 + 150 quarry and soil mixture, the % of CBR obtained from the granular bases was evaluated, according to NTP 339.145. Being able to analyze the quarries studied, both comply with the CBR as subgrade, but the quarry Km 11 + 150, does not meet the strength necessary for a base, as regulated by the MTC. Considering the mixture of these two soils for the improvement of the % of CBR, but also does not reach the stipulated resistance, so Polycom polymer was added to the mix to increase CBR, meeting the stipulations for a pavement base.

Finally, we will conclude that the % of CBR of the soil in its natural state are: Colpa quarry 98.96%, Quarry Km 11 + 150 53.63%, Soil mixture 71.00% and Soil Mix + Polycom 105.00%, the latter being the % of CBR that meets the requirements established by the MTC for paving bases, with the important advantage of transportability and that we have distributed the sample extraction points in a more economical way.

Key Words: CBR (California Bearing Ratio), Polycom (Soil stabilizing polymer).

ÍNDICE

DEDICATORIA.....	iv
AGRADECIMIENTO.....	vi
RESUMEN	viii
ABSTRACT	ix
ÍNDICE	x
ÍNDICE DE TABLAS	xii
ÍNDICE DE FIGURAS	xiv
I. INTRODUCCIÓN	1
1.1. Problema de investigación.....	1
1.2. Formulación del problema	3
1.3. Objetivos.....	3
1.4. Justificación del estudio	3
II. MARCO DE REFERENCIA	5
2.1 Antecedentes del estudio.....	5
2.2 Marco teórico	7
2.3. Marco conceptual	21
2.4. Sistema de hipótesis, Variables e Indicadores	22
III. METODOLOGÍA EMPLEADA	24
3.1. Tipo y nivel de investigación	24
3.2. Población y Muestra de estudio.....	24
3.3. Diseño de investigación	25
3.4. Técnicas e instrumentos de investigación	25
3.5. Procesamiento y análisis de datos	26
IV PRESENTACIÓN DE RESULTADOS.....	27
4.1. Propuesta de investigación.....	27
4.2. Análisis e interpretación de resultados	27
4.3. Docimasia de Hipótesis	73
V. DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS.....	77
5.1. Resumen de Contenido de Humedad.....	79
5.2. Resumen de Análisis Granulométrico.....	80

5.3. Resumen de Límites de Consistencia.....	81
5.4. Resumen de Proctor Modificado.....	82
5.5. Resumen de California Bearing Ratio (CBR).....	83
CONCLUSIONES.....	84
RECOMENDACIONES	85
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	86
ANEXOS	88

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1	<i>Especificaciones técnicas para Proctor Modificado</i>	14
Tabla 2.	<i>Operacionalización de variables</i>	23
Tabla 3	<i>Coordenadas de las 2 canteras</i>	27
Tabla 4.	<i>Análisis granulométrico por tamizado en Forma Natural</i>	29
Tabla 5	<i>Límites de Consistencia (ASTM D-424)</i>	31
Tabla 6	<i>Resultados del LL en la cantera Colpa</i>	32
Tabla 7	<i>Análisis de Proctor Modificado (ASTM D-1557)</i>	33
Tabla 8	<i>Resultados de la densidad seca de la cantera Colpa</i>	34
Tabla 9	<i>Valor relativo de soporte (C.B.R) (ASTM D-1883)</i>	35
Tabla 10	<i>Ensayo de Expansión y Penetración</i>	36
Tabla 11	<i>Resultados de CBR a los 56, 25 y 12 golpes</i>	38
Tabla 12	<i>Resultados de CBR a los 25 golpes</i>	38
Tabla 13	<i>Resultados de CBR a los 12 golpes</i>	38
Tabla 14	<i>Parámetros de CBR al 100% y 95%</i>	39
Tabla 15	<i>Densidad seca según CBR</i>	39
Tabla 16	<i>Análisis granulométrico por tamizado (ASTM D-422)</i>	40
Tabla 17	<i>Límites de Consistencia (ASTM D-424)</i>	42
Tabla 18	<i>Resultados de la densidad seca del km 11+150.00</i>	43
Tabla 19	<i>Análisis de Proctor Modificado (ASTM D-1557)</i>	44
Tabla 20	<i>Resultados de la densidad seca del km 11+150.00</i>	45
Tabla 21	<i>Valor relativo de soporte (C.B.R) (ASTM D-1883)</i>	46
Tabla 22	<i>Ensayo de Expansión y Penetración</i>	47
Tabla 23	<i>CBR a los 56 golpes para km 11+150.00</i>	49
Tabla 24	<i>CBR a los 25 golpes para km 11+150.00</i>	49
Tabla 25	<i>CBR a los 12 golpes para km 11+150.00</i>	49
Tabla 26	<i>CBR al 100% y 95% para km 11+150.00</i>	50
Tabla 27	<i>Densidad seca de km 11+150.00</i>	50
Tabla 28.	<i>Análisis granulométrico en Forma Natural. del suelo mezcla</i>	51
Tabla 29	<i>Límites de Consistencia (ASTM D-424)</i>	53
Tabla 30	<i>Resultados del LL de la mezcla del suelo</i>	54
Tabla 31	<i>Análisis de Proctor Modificado (ASTM D-1557)</i>	55
Tabla 32	<i>Resultados de la densidad seca para la mezcla de suelo</i>	56
Tabla 33	<i>Valor relativo de soporte (C.B.R) (ASTM D-1883)</i>	57
Tabla 34	<i>Ensayo de Expansión y Penetración</i>	58
Tabla 35	<i>Resultado de CBR a los 56 golpes</i>	60
Tabla 36	<i>Resultados de CBR a los 25 golpes</i>	60
Tabla 37	<i>Resultados de CBR a los 12 golpes</i>	60
Tabla 38	<i>Densidad seca de la mezcla de suelo</i>	61
Tabla 39.	<i>Análisis granulométrico de la mezcla de suelo + Polycom</i>	62
Tabla 40	<i>Límites de Consistencia (ASTM D-424)</i>	64
Tabla 41	<i>Resultados del LL para la mezcla de suelo + Polycom</i>	65
Tabla 42	<i>Análisis de Proctor Modificado (ASTM D-1557)</i>	66
Tabla 43	<i>Resultados de densidad seca de la mezcla de suelo + Polycom</i>	67
Tabla 44	<i>Valor relativo de soporte (C.B.R) (ASTM D-1883)</i>	68
Tabla 45	<i>Ensayo de Expansión y Penetración</i>	69
Tabla 46	<i>Resultados de CBR a los 56 golpes</i>	71
Tabla 47	<i>Resultados de CBR a los 25 golpes</i>	71
Tabla 48	<i>Resultados de CBR a los 12 golpes</i>	71
Tabla 49	<i>Resultados de la densidad seca</i>	72
Tabla 50	<i>Resultados del CBR al 100% y 95%</i>	72

Tabla 51 <i>Análisis estadístico descriptivo de hipótesis</i>	73
Tabla 52 <i>Análisis estadístico descriptivo de hipótesis</i>	74
Tabla 53 <i>Análisis de prueba de normalidad</i>	75
Tabla 54 <i>Contenido de humedad por muestra de cantera</i>	79
Tabla 55 <i>Análisis granulométrico por muestras de canteras</i>	80
Tabla 56 <i>Análisis de límites de consistencia</i>	81
Tabla 57 <i>Análisis de Proctor Modificado</i>	82
Tabla 58 <i>Análisis de CBR</i>	83

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. <i>Simbología y clasificación AASHTO</i>	7
Figura 2 <i>Simbología y clasificación SUCS</i>	8
Figura 3. <i>Ensayo de valor de soporte California (CBR)</i>	16
Figura 4 <i>Grafica de lectura del índice de CBR</i>	18
Figura 5 <i>Temperatura de Acos Vinchos</i>	28
Figura 6 <i>Gráfico del análisis granulométrico por tamizado (ASTM D-422)</i>	30
Figura 7 <i>Gráfico de los Límites de Consistencia (ASTM D-424)</i>	32
Figura 8 <i>Gráfico del Análisis de Proctor Modificado (ASTM D-1557)</i>	34
Figura 9 <i>Curva de 12 golpes, 25 golpes y 56 golpes</i>	37
Figura 10 <i>Grafico del C.B.R.</i>	39
Figura 11 <i>Gráfico del análisis granulométrico por tamizado del km 11+150.00</i>	41
Figura 12 <i>Gráfico de los Límites de Consistencia (ASTM D-424)</i>	43
Figura 13 <i>Grafico del Análisis de Proctor Modificado</i>	45
Figura 14 <i>Curva de 12 golpes, 25 golpes y 56 golpes</i>	48
Figura 15 <i>Gráfico del C.B.R.</i>	50
Figura 16 <i>Gráfico del análisis granulométrico por tamizado (ASTM D-422)</i>	52
Figura 17 <i>Gráfico de los Límites de Consistencia (ASTM D-424)</i>	54
Figura 18 <i>Gráfico del Análisis de Proctor Modificado (ASTM D-1557)</i>	56
Figura 19. <i>Curva de 12 golpes, 25 golpes y 56 golpes</i>	59
Figura 20 <i>Gráfico del C.B.R.</i>	61
Figura 21 <i>Parámetros del CBR al 100% y 95%</i>	61
Figura 22 <i>Gráfico del análisis granulométrico para la mezcla de suelo + Polycom</i>	63
Figura 23 <i>Gráfico de Límites de Consistencia (ASTM D-424)</i>	65
Figura 24 <i>Gráfico del Análisis de Proctor Modificado (ASTM D-1557)</i>	67
Figura 25 <i>Curva de 12 golpes, 25 golpes y 56 golpes</i>	70
Figura 26 <i>Gráfico de CBR para mezcla de suelo + Polycom</i>	72
Figura 27 <i>Diagrama de cajas</i>	76
Figura 28 <i>Resumen del contenido de humedad</i>	79
Figura 29 <i>Resumen del análisis granulométrico</i>	80
Figura 30 <i>Resumen de los límites de consistencia</i>	81
Figura 31 <i>Resumen de Proctor Modificado</i>	82
Figura 32 <i>Resumen de los valores CBR</i>	83

I. INTRODUCCIÓN

1.1. Problema de investigación

Para elaborar el diseño general de una carretera, es necesario diferentes estudios y métodos, siendo una de las más importantes, el estudio de suelos con el fin de que la vía tenga un tiempo de vida prolongado y cumpla con todas las consideraciones que exige el MTC. Garantizando la funcionalidad, seguridad, comodidad, economía y amigable con el medio ambiente.

Existen alrededor de 21 millones de km de carretera a nivel mundial, siendo consideradas las carreteras principales, secundarias y terciarias. Por tal motivo, es necesario la aplicación de nuevas tecnologías de los materiales de construcción, un ejemplo es la construcción de caminos y vías de acceso en zonas remotas y de condiciones extremas en las diferentes partes del mundo.

Según CAF (2019), uno de los principales inconvenientes para las carreteras a nivel de América Latina, es el clima, sobre todo las condiciones climáticas extremas, poniendo en riesgo la seguridad como la sostenibilidad de los sistemas viales de la región, por lo que se buscan alternativas para la creación de planes específicos de adaptación y mejora de las carreteras debido al clima.

De acuerdo con Oliveira F. (2017), "Al igual que la creación del Portland, la difusión masiva de aditivos químicos ha abierto más posibilidades. No es erróneo afirmar que los aditivos han llevado a la construcción a encontrar nuevos horizontes." Esto nos da a entender, que, actualmente a nivel mundial y Latinoamérica, la presencia de aditivos está agarrando bastante campo e importancia, viniendo a diversificarse en diferentes ámbitos de la Ingeniería Civil, como la rama de Estructuras, Arquitectura, etc.

En nuestro país, estas tecnologías se vienen usando hace un corto tiempo, y tiene una incidencia importante tanto en los materiales de construcción como en las obras en sí. Las normas encargadas de regular el uso de los materiales han venido modificándose para añadir a los aditivos en los procesos constructivos, como el MTC considerando aditivos químicos para mejorar las propiedades granulares de una rasante, también mejorando sus propiedades mecánicas, además de poder soportar la resistencia a la intemperie, y poder utilizar canteras

cercanas al área de trabajo, lo que traerá ahorros en costos y tiempos en la construcción de infraestructura vial.

Ahora, para llegar a saber si tenemos canteras cercanas a la obra, o si cerca a ésta hay material que puede servir como agregado, tenemos que realizar ensayos de suelos para poder determinar las propiedades físicas, químicas y mecánicas, y bajo esta consideración podemos evaluar si el suelo es apto o no para ser usado. Bajo las normativas de AASHTO y ASTM, indicadas en EL Manual de ensayo de material y Manual de Carreteras del MTC.

Por las condiciones climatológicas del departamento de Ayacucho, ubicada en la sierra central del Perú, las obras viales del departamento sufren cambios muy constantes de temperatura, lo que produce que sufran daños por contracción del concreto o por fallas en el pavimento asfáltico, como la desintegración del asfalto por lluvias, o fisuras en el pavimento, entre otros. Para solucionar estas posibles fallas, se ha evaluado principalmente el uso de aditivos para mejorar las propiedades de las capas del pavimento, ya que éstas son las capas que van a recibir de la mejor forma las cargas vehiculares y van a sufrir daños. Considerando el uso de canteras para préstamo y mejoramiento de las características del suelo, cumpliendo con las condiciones mínimas exigidas por la Norma Técnica Peruana.

Con la caracterización de las canteras ya realizado, se podrá evaluar especialmente lo que vendría a ser el California Bearing Ratio o CBR, que viene a ser el factor que nos permite evaluar correctamente la capacidad portante del material que se tiene. Este factor viene a ser importante para nosotros, ya que para el cálculo del CBR en suelos es un dato de entrada, tanto para diseño de los espesores del pavimento, como también para la caracterización de subrasante, para la definición de la calidad de materiales para mejoramiento de suelo, etc.

Considerando lo anterior, para una carretera ubicada en Acos Vinchos, es necesario conocer las propiedades físicas, químicas y mecánicas del terreno donde se va a realizar la obra, para poder evaluar sus características y posibles canteras cercanas, y de esa forma poder dosificar la cantidad de aditivo POLYCOM necesaria para mejorar el CBR de la base de la carretera en mención, que viene a ser un factor relacionado con la resistencia de las capas de rodadura.

1.2. Formulación del problema

¿En qué medida influenciara el polímero POLYCOM en la capacidad portante de la base para la carretera de Acos Vinchos – Colpa en Ayacucho?

1.3. Objetivos

Objetivo general

Determinar la influencia del polímero POLYCOM en la capacidad portante de la base de la carretera Acos Vinchos - Colpa en el Distrito de Acos Vinchos – Provincia de Huamanga – Departamento de Ayacucho.

Objetivos específicos

- Determinar las propiedades de caracterización del afirmado, mediante estudios de mecánica de suelos para una base de carretera.
- Determinar el CBR de las canteras, de acuerdo a la norma NTP 339.145.
- Determinar las propiedades de caracterización de la mezcla de suelos para una base de carretera, de acuerdo al Manual de Carreteras – EG 2013.
- Realizar la estabilización de suelos con el polímero Polycom, siguiendo las consideraciones del Manual de Carreteras – EG 2013.

1.4. Justificación del estudio

Académicamente

Se justifica académicamente debido que nos permitirá realizar el análisis sobre la influencia del Polycom en la capacidad portante de la base para una carretera, determinando sus características específicas incorporando este aditivo. Aplicando conocimientos adquiridos en la universidad, libros y tesis de apoyo. Donde los resultados presentados servirán como antecedentes para futuros proyectos de investigación.

Social

Se justifica socialmente porque el presente proyecto será de beneficio para la comunidad, dando uso a sus canteras, las cuales se encuentran cercanas de donde se ejecutará la obra, además, se mejorará el CBR para que cumpla con los estándares de calidad. La localidad Colpa es una zona turística y su acceso no se encuentra en buen estado, siendo así, beneficiada con este proyecto.

Económica:

Se justifica económicamente debido a que se presenta una solución al mejoramiento de la base para carretera con el uso de un aditivo innovador como lo es el polímero estabilizador de suelos POLYCOM, de esta forma se busca conseguir una reducción de los costos y de los tiempos de una obra mientras se cumplen los estándares de calidad requeridos para el CBR de las capas de la carretera.

II. MARCO DE REFERENCIA

2.1 Antecedentes del estudio

Antecedentes internacionales:

Alarcón J., Jiménez M. y Benítez R. (2019) en su artículo titulado **“Stabilization of soils through the use of oily sludge – Estabilización de suelos mediante el uso de lodos aceitosos”**, tiene como objetivo mezclar una muestra de suelo de tipo granular y otra de tipo arcilloso, y combinarlo con distintas cantidades de lodo aceitoso, para luego realizarle ensayos de suelos a las muestras buscando definir sus propiedades físicas, químicas y mecánicas, principalmente el CBR y el módulo resiliente, para poder analizar su probable comportamiento en campo. Se concluyó que, si se le añade un 6% de lodo aceitoso a un material granular, se pueden conseguir los mejores resultados posibles con respecto a mejorar la plasticidad y la resistencia del material, y en el caso de la subrasante, con la añadidura del 4% se puede conseguir los mejores resultados, ambos con tiempos de curado de 26 días. El aporte de la siguiente investigación es el de analizar la estabilidad de un suelo mejorando su CBR mediante un aditivo aceitoso.

Llano E., Ríos D. y Restrepo G. (2020) en su artículo titulado **“Evaluación de tecnologías para la estabilización de suelos viales empleando intemperismo acelerado. Una estrategia de análisis de impactos sobre la biodiversidad”** busca evaluar todas las propiedades de un suelo arcilloso a la intemperie después de aplicarle aditivos comerciales como aceites sulfonados, polímeros, enzimas, puzolanas y organosilanos, haciéndoles ensayos de compresión no confinada, índice de plasticidad, pH y conductividad de acuerdo a su tiempo de envejecimiento. Se concluyó que, al momento de aplicar los productos anteriormente mencionados, el suelo conserva su aspecto natural, mitigando el impacto ambiental tanto en la flora como en la fauna cercanas a la vía. También se evaluó sus propiedades y la vida útil de la subrasante, demostrando que los productos demostraron comportamientos acordes a lo esperado, presentando una mayor resistencia mecánica que el suelo natural, sobre todo en los aditivos de naturaleza puzolánica. El aporte del siguiente artículo es el de estabilizar un suelo natural bajo aditivos comerciales.

Castellanos C. (2021) en su tesis titulada **“Análisis de Residuos de Construcción y Demolición Pétreos como Aditivo para el Mejoramiento de Vías Terciarias en Piedecuesta, Santander”** tiene como objetivo principal usar desechos pétreos y el desmonte que se produce de las obras de construcción como aditivo para poder analizar la mejoría en las subrasantes de las vías terciarias del municipio de Piedecuesta, Santander, en Bucaramanga. Se terminó concluyendo que es factible el uso de desmonte pétreos, o como ellos lo concluyen “RCD pétreos”, para mejorar todas las subrasantes presentes en el municipio de Piedecuesta, con la recomendación de que el espesor mínimo de la capa que se va a mejorar debe ser de mínimo 30 cm, como también que el % a añadir de RCD pétreo debe encontrarse entre el 20 y 35%, que las partículas de RCD estén en un rango de 4.76 mm a 75 mm, a excepción del ladrillo que debe ser menor a 10 mm, y que es necesario garantizar la correcta compactación en la capa donde se añadirá el RCD pétreo, de al menos 15 cm de compactación. El aporte de la siguiente tesis es el de mejorar el CBR de la subrasante de una vía usando residuos pétreos.

Antecedentes nacionales:

Cohen L. y Paz P. (2021) en su tesis titulada **“Mejoramiento del CBR adicionando escoria de acero blanca al suelo de la Ruta N° LI-810 con trayectoria: Emp. Pe-3n (Quiruvilca) – Bandurria”** tiene como finalidad demostrar que la escoria de acero blanco puede ser utilizado como estabilizante de suelos, y de esta forma generar confianza en la población para que se pueda garantizar su uso. Además, de esta forma se busca generar mayores investigaciones de este material relacionadas como aditivo estabilizador. Se concluyó que, al adicionar escoria de acero blanca en porcentajes de 7.5%, 15% y 22.5% a una subrasante, se obtienen valores de CBR al 95% de máxima densidad seca de 2.7%, 4.6% y 5.3%, siendo la muestra de CBR en estado natural de 1.5%, demostrando que si se le añade 7.5% de escoria sigue siendo una subrasante inadecuada, pero si se le añade un 15% y 22.5% de este material cumple como una subrasante regular entre el 3% y 8% de CBR. El aporte de la siguiente tesis es el de estabilizar una subrasante con un material innovador.

Martínez M. (2020) en su tesis titulada **“Mejoramiento de la subrasante mediante la adición del Polímero Polycor, en la Av. Unión de Manchay. Lima - 2019”** tiene como objetivo principal determinar cuánto puede mejorar la

subrasante de la Av. Unión en Manchay si se aplica el polímero Polycom. Se concluyó que, incluyendo fibras PET o Polycom, mejoran las propiedades de los suelos arcillosos, aumentando el valor de CBR y disminuyendo considerablemente la expansión natural del suelo, llegando a convertir suelos con CBR pobres a CBR apropiados. La aplicación de fibras PET o Polycom también es apto para suelos arenosos o limos, en la cual lo ideal es aplicar un 2% de aditivo para mejorar sus propiedades físicas y mecánicas. El aporte de la siguiente tesis es la de mejorar una subrasante de suelo usando aditivo Polycom.

2.2 Marco teórico

Suelos

Es una combinación de material orgánico, tales como organismos vegetales, con material inorgánico, como agua, aire, rocas, etc. Esta capa se va desarrollando a lo largo de los siglos, a través de la descomposición de la roca a través de factores externos, como los cambios de temperatura, factores eólicos y acuíferos.

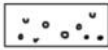

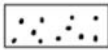



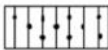








Clasificación de suelos

Para clasificar los suelos seguimos parámetros dados por las normas AASHTO y SUCS, los cuales nos permiten realizar ensayos mediante las características distintas de los suelos y así poder diferenciarlos.

Para ello se utilizan los siguientes signos convencionales:

Figura 1

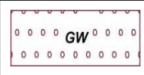


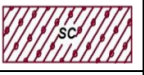



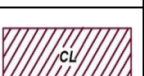
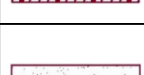

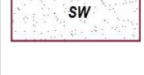



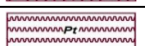
Simbología y clasificación AASHTO

Simbología	Clasificación	Simbología	Clasificación
	A-1-a		A-5
	A-1-b		A-6
	A-3		A-7-5
	A-2-4		A-7-6
	A-2-5		Materia Orgánica
	A-2-6		Roca Sana
	A-2-7		Roca Desintegrada
	A-4		

Nota. La figura muestra los signos convencionales para perfil de calicatas - Clasificación AASHTO. Tomado del Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos. Sección: Suelos y Pavimentos, (p.32), 2014

Figura 2

Simbología y clasificación SUCS

	Grava bien graduada, mezcla de grava con poco o nada de materia fino, variación en tamaños granulares		Materiales finos sin plasticidad o con plasticidad muy bajo
	Grava mal granulada, mezcla de arena-grava con poco o nada de material fino		Arena arcillosa, mezcla de arena-arcillosa
	Grava limosa, mezcla de grava, arena limosa		Limo organico y arena muy fina, polvo de roca, arena fina limosa o arcillosa o limo arcilloso con ligera plasticidad
	Grava arcillosa, mezcla de grava-arena-arcilla; grava con material fino cantidad apreciable de material fino		Limo organico de plasticidad baja o mediano, arcilla grava, arcilla arenosa, arena limosa, arcilla magra
	Arena bien graduada, arena con grava, poco o nada de material fino. Arena limpia poco o nada de material fino, amplia variación en tamaños granulares y cantidades de partículas en tamaños intermedios		Limo organico y arcilla limosa organica, baja plasticidad
	Arena mal graduada con grava poco o nada de material fino. Un tamaño predominante o una serie de tamaños con ausencia de partículas intermedios		Limo inorgánico, suelo fino gravoso o limoso, micacea o diatometacea, limo elástico
	Arcilla inorgánica de elevada plasticidad, arcilla gravosa		
	Arcilla orgánica de mediana o elevada plasticidad, limo orgánico		
	Turba, suelo considerablemente orgánico		

Nota. La figura muestra los signos convencionales para perfil de calicatas – Clasificación SUCS. Tomado del Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos. Sección: Suelos y Pavimentos, (p.32), 2014

Ensayos de mecánica de suelos

Análisis granulométrico

El Manual de Ensayo de Materiales (2016) nos indica lo siguiente:

Se procederá a calcular el porcentaje que pasa por el tamiz de 4.760 mm (N°4), posteriormente se divide el peso que pasa por el tamiz con el suelo tomado originalmente, luego se realizará la multiplicación del resultado obtenido por 100. Para poder obtener el peso de la porción retenida en dicho tamiz se restará por el peso original, del peso del pasante por el tamiz 4.760 mm (N°4). (p.47)

Para confirmar el material que pasa por el tamiz de 9.52 mm (3/8”), Se insertara el peso total del suelo que pasa por el tamiz de 4,760 mm (N°4), de igual manera el peso de la fracción que pasa por el tamiz 9,52 mm (3/8”) también lo retenido en el 4,760 mm(N°4). Posteriormente se tendrá que realizar el mismo calculo para los demás tamices. (p.47)

Para calcular el porcentaje total que pasa por cada tamiz, se tendrá que realizar la división del peso total que pasa entre el peso total de la muestra, esto multiplicado por 100. (p.47)

Se podrá realizar el cálculo del porcentaje de material que pasa por el tamiz 0,074 mm (N°200) de la siguiente manera:

$$\% \text{ Pasa } 0,074 = \frac{\text{Peso Total} - \text{Peso Retenido en el Tamiz de } 0,074}{\text{Peso Total}} \times 100$$

Se procederá a calcular el porcentaje retenido sobre cada tamiz de la siguiente forma. (p.47)

$$\% \text{ Retenido} = \frac{\text{Peso Retenido en el Tamiz}}{\text{Peso Total}} \times 100$$

Para poder realizar el cálculo del porcentaje más fino, se resta en forma acumulativa de 100% los porcentajes retenidos sobre cada tamiz. (p.47)

$$\% \text{ Pasa} = 100 - \% \text{ Retenido acumulado}$$

Contenido de Humedad.

El contenido de humedad de un suelo tiende hacer la relación expresada en porcentaje, del peso de agua en una masa de suelo, al peso de las partículas sólidas.

Para calcular el contenido de humedad de la muestra, se realizará con la siguiente formula.

$$W = \frac{\text{Peso de agua}}{\text{Peso de suelo secado al horno}} \times 100$$

$$W = \frac{M_{CWS} - M_{CS}}{M_{CS} - M_C} \times 100 = \frac{M_W}{M_S} \times 100$$

Donde:

W= el contenido de humedad (%).

M_{CWS}= Peso del contenedor más el suelo húmedo, en gramos.

M_{CS}= El peso del contenedor más el suelo secado en horno, em gramos.

M_c= Peso del contenedor, en gramos.

M_w= Peso del agua, en gramo.

M_s= Peso de partículas Sólidas. En gramos.

Límites de Atterberg

Albert Atterberg definió seis “límites de consistencia”, para suelos finos, dentro de ellos se encuentra el límite superior de flujo viscoso, límite líquido, de pegajosidad, de cohesión, límite plástico y el de contracción. Siendo el límite líquido y el plástico los más usados en ingeniería. (NTP 339.129, 2019)

Limite líquido

El Manual de ensayos de materiales, (2016), Pág. 67, indica lo siguiente:

Es el contenido de humedad, expresado en porcentaje, en el que el suelo se encuentra entre sus estados líquido y plástico. Calculado de la siguiente manera:

Representa la relación entre el contenido de la humedad W^n , y el número correspondiente de golpes, N, en un gráfico semilogarítmico, donde el contenido de humedad es la ordenada en la escala aritmética y el número de golpes en la abscisa en una escala logarítmica. Graficará la correcta línea recta que pasará a través de los tres o más puntos trazados.

Se tomará el contenido de agua que corresponda a la intersección de la línea con las abscisas de 25 golpes como límite líquido del suelo. El método gráfico puede reemplazar el método de ajuste para encontrar la línea recta, para encontrar el límite líquido. (p.67)

La determinación del límite líquido para el contenido de humedad de cada espécimen usando una de las siguientes fórmulas:

$$LL = W^N \left(\frac{N}{25} \right)^{0.121}$$

Donde:

N = Número de golpes necesarios para cerrar la ranura para el contenido de humedad,

W^n = Contenido de humedad del suelo.

Límite plástico

Es el contenido de humedad que se expresa en porcentaje, en el límite donde el suelo se encuentra entre plástico y semisólido. Se especifica como el contenido de humedad más bajo en el que el suelo se puede enrollar en barritas de 1/8 de pulgada (3,2 mm) sin romperse. (NTP 339.129, 2019)

$$\text{Límite Plástico} = \frac{\text{Peso del agua}}{\text{Peso de suelo secado al horno}} \times 100$$

Índice de plasticidad

De acuerdo con el manual de ensayo de materiales (2016), “el índice de plasticidad de un suelo es la diferencia entre sus límites, líquido y plástico “(p. 73).

$$I.P. = L.L. - L.P.$$

Donde:

L.L. = Límite Líquido

P.L. = Límite Plástico

L.L. y L.P., son números enteros

Ensayo de Proctor Estándar

Según el Manual de ensayo de materiales (2016) dice que “Este ensayo abarca el procedimiento de compactación que se usa en el laboratorio para determinar la relación entre el contenido de humedad y el peso seco del suelo (curva de compactación)”. (p. 105)

El Proctor modificado busca determinar la relación entre la densidad y humedad para un suelo en particular, se aplica un esfuerzo con energía específica de compactación, esta mediante la caída de un pisón cilíndrico, con alturas de 12” y 18”, dentro de un molde de forma cilíndrica, con diámetro de 4” y 6”. (Díaz,2018)

Según el manual de ensayo de materiales (2016, p.112), se usarán las siguientes formulas:

Contenido de humedad. - Método de ensayo NTP 339.127

Peso Unitario Seco. – Densidad húmeda (ecuación 1), densidad seca (ecuación 2) y peso unitario seco (ecuación 3):

$$p_m = 100 \times \frac{(M_t - M_{md})}{V} \quad (1)$$

Donde:

p_m = Densidad húmeda del espécimen compactado (Mg/m^3).

M_t = Masa del espécimen húmedo y molde (kg).

M_{md} = Masa del molde de compactación (kg).

V = Volumen del molde de compactación (m^3).

$$p_d = \frac{P_m}{1 + \frac{W}{100}} \quad (2)$$

Donde:

P_d = Densidad seca del espécimen compactado (Mg/m^3).

W = contenido de agua (%).

$$\gamma_d = 62,43 p_d \quad \text{en } \frac{\text{lbf}}{\text{pie}^3} \quad (3)$$

$$\gamma_d = 9,807 p_d \quad \text{en } \frac{\text{kN}}{\text{m}^3}$$

Donde:

γ_d = Peso unitario seco del espécimen compactado.

Para el trazo de la curva de 100% de saturación, seleccionamos los valores que corresponden al contenido de agua a condición de 100% de saturación:

$$W_{sat} = \frac{(\gamma_w)(G_s) - \gamma_d}{(\gamma_d)(G_s)} \times 100 \quad (4)$$

Donde:

W_{sat} = Contenido de agua para una saturación completa (%).

γ_w = Peso unitario del agua 9,807 kN/m³ o (62,43 lbf/pie³).

γ_d = Peso unitario seco del suelo.

G_s = Gravedad específica del suelo.

Tabla 1*Especificaciones técnicas para Proctor Modificado*

ESPECIFICACIÓN TÉCNICA					
ID	DESCRIPCIÓN	UND	PROCTOR MODIFICADO		
			A	B	C
1	METODO				
2	Condiciones para la selección del método		% Ret. Acum. N° 4 ≥ 20%	% Ret. Acum. 3/8" ≤ 20% Ret. Acum. N° 4 ≥ 20%	% Ret. Acum. 3/8" ≤ 20% Ret. Acum. N° 4 ≥ 20%
3	Tipo de material utilizado		Pasante malla N°4	Pasante malla 3/8"	Pasante malla 3/4"
4	N° de capas	N	5	5	5
5	N° de golpes	N	25	25	56
6	Diámetro de molde	Cm	10.16±0.04	10.16±0.04	15.24±0.07
7	Altura de molde	Cm	11.64±0.05	11.64±0.05	11.64±0.05
8	Volumen del molde	cm ³	944±0.15	944±0.15	2124±0.25
9	Peso del martillo	Kg	4.54±0.01	4.54±0.01	4.54±0.01
10	Altura caída del martillo	Cm	45.72±0.16	45.72±0.16	45.72±0.16
11	Diámetro del martillo	Cm	5.08±0.025	5.08±0.025	5.08±0.025
12	Energía de compactación	Kg/cm	27.485	27.485	27.485

Nota: Esta tabla muestra el Mejoramiento del CBR de un suelo arcilloso con cloruro de sodio, 2018, Diaz Chacón, Pág. 28.

Ensayo de Proctor modificado

Tiene como finalidad hallar la Densidad Seca Máxima de una muestra de suelo determinada, como también su humedad óptima para llegar a esa Densidad Seca. Esto es donde radica sus principales diferencias con respecto al ensayo Proctor Estándar, se usa un molde cilíndrico de 2.320 cm³ de capacidad, que luego se rellena con 5 capas de material de suelo que han sido previamente compactadas por una masa de suelo de 4.535 kg a una altura de 457 mm, repitiendo 25 golpes. Cuando ha sido definitivamente compactado el material, se procede a enrasar el material y tomar la muestra de la densidad y la humedad del centro de la muestra. Este procedimiento se realiza varias veces hasta que se pueda trazar la curva Proctor.

California Bearing Ratio (CBR)

El ensayo CBR se usa principalmente para construir carreteras, y se utiliza para evaluar la capacidad portante del terreno, de acuerdo a una muestra de suelo base. Para esto, se compacta una muestra de suelo determinada en un molde, se sumergen en agua y se le aplica una fuerza en la superficie de suelo mediante un pistón ya determinado.

El Manual de Ensayo de Materiales (2016) nos indica los siguiente:

Para la humedad de compactación, se toma un tanto por ciento del agua, esta se agregará al suelo ya dado con su humedad natural, esto es para al alcance de la humedad prefija, y se calcula de la con la siguiente formula: (p.255)

$$\% \text{ de agua a añadir} = \frac{H - h}{100 + h} \times 100$$

Donde:

H= Humedad prefija.

h= húmedas natural.

Figura 3.

Ensayo de valor de soporte California (CBR)



Nota. Adaptado de *California Bearing Ratio [CBR] Test Machines* de Papworths Construction Testing Equipment, 2022, <https://www.pcte.com.au/cbr-test-machines>.

Densidad o peso unitario. El cálculo de la densidad se podrá realizar a partir del peso del suelo antes de sumergirlo y de su humedad, de igual manera de los demás métodos de ensayo citados. Proctor normal o modificado, esto para obtener la densidad máxima y la humedad óptima. (p.255)

Agua absorbida. Para este cálculo se procede a efectuare de dos maneras. Una se puede a partir de la obtención de datos de las humedades, antes de la inmersión y después de esta; entre ambas se encuentra la diferencia de un tanto por ciento de agua absorbida. (p.255)

La otra se realiza utilizando la humedad de la muestra total contenida en el molde. El cálculo se procederá a realizar a partir del peso seco de la muestra ya calculada, de igual manera el peso húmedo antes y después de la inmersión.

Presión de penetración. Una vez calculada la presión aplicada por el penetrómetro y a la vez se dibuja la curva, esto para obtener las presiones reales de penetración todo a partir de los datos de prueba; también se deberá de ajustar el punto cero de la curva esto con el afán de corregir irregularidades de la superficie, que afectan la forma inicial de la curva. (p.255)

Expansión. Este cálculo se realiza por la diferencia en las lecturas del deformímetro antes y después de la inmersión. Este valor referencia al porcentaje con respecto a la altura de la muestra del molde, que llega hacer de 127 mm (5"). (p.255)

Es decir:

$$\% \text{ Expansión} = \frac{L2 - L1}{127} \times 100$$

Valor de la relación de soporte (índice resistente CBR). También llama valor de la relación de soporte (índice CBR), está al tanto por ciento de la presión ejercida por el pistón sobre el suelo, dado para una penetración determinada, relacionada con la presión correspondiente a la misma penetración en una muestra patrón.

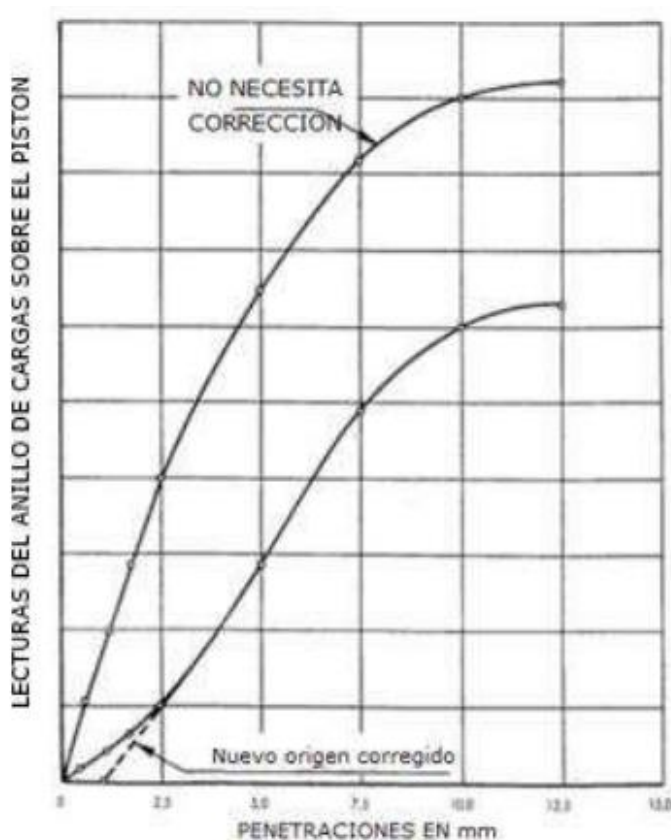
Para realizar el cálculo del índice del CBR se procederá con lo siguiente:

- Se deberá de realizar el dibujo de una curva que relacione las presiones y las penetraciones, con ello al observar no daremos cuenta si esta presenta punto de inflexión. Dado el caso si no presenta punto de inflexión se tomarán los valores correspondientes a 2,54 y 5,08 mm de penetración. Si la curva llegara a presentar un punto de inflexión, la tangente en ese punto cortara el eje de las abscisas en otro punto, de modo que este se tomara como nuevo origen, con el objetivo de determinar las presiones correspondientes a 2,54 y 5,08 mm.
- Con la curva corregida, se tomará los valores de esfuerzo – penetración, esto para los valores de 2,54 mm y 5,08 mm, posteriormente se realizará el cálculo de los valores de relación de soporte correspondientes, dividiendo los esfuerzos ya corregidos por

los esfuerzos de referencia 6,9 MPa (10001 b/plg²) y 10,3 MPa (1500 lb/plg²), luego se multiplica por 100. La relación de soporte reportada para el suelo normalmente es de 2,54 mm de penetración. Dado el caso si la relación es de 5,08 mm de penetración resulta ser mayor, se tendrá que repetir el ensayo. Si tenemos que el ensayo de comprobación un resultado similar, se usara la relación de soporte para 5,05 mm de penetración. (p.255)

Figura 4

Grafica de lectura del índice de CBR.



Nota. La imagen muestra una curva para cálculo de índice de CBR. Tomado del Manual de Ensayo de Materiales, (p.237), 2016

Estabilización de los suelos

La estabilidad de suelos, según Wilfredo Alfonso (2010) nos dice:

La estabilidad de suelos es el proceso mediante el cual el suelo es sometido a manipulaciones o tratamientos, en los cual podemos prevalecerse de mejores cualidades, obteniendo una capa estable, con una

capacidad de soportar los resultados de los efectos del tránsito, como también las condiciones climáticas severas, de tal modo asegure geotécnicamente el comportamiento de la explanada.

Para los procesos de estabilización de suelos existentes, hay dos opciones de implementación, mezclar en una central eléctrica o planta móvil y mezclar en el sitio. El suelo estabilizado "in situ" se define como una mezcla homogénea de suelo con cal o cemento y eventualmente agua, en la traza de la carretera, convenientemente compactada con el fin de reducir la sensibilidad de la carretera al agua. El suelo, o para aumentar su resistencia, se utiliza para formar la Explanada.

Considerando las propiedades más importantes que se deben mejorar con la estabilización:

- **Resistencia:** El aumento de la resistencia mejora la estabilidad y su capacidad de carga.
- **Estabilidad del volumen:** Controla el proceso de expansión-colapso provocado por los cambios de humedad.
- **Durabilidad:** Una mayor durabilidad puede mejorar la resistencia a la erosión y hacer frente con mayor eficacia al cambio climático y al uso del tráfico.
- **Permeabilidad:** La permeabilidad reducida y la circulación de agua reducida mejoran la estabilidad.

Aditivo POLYCOM

Martínez (2020) lo define como un estabilizador australiano, el cual se utiliza para mejorar los suelos con un porcentaje de CBR menor a 4%, utilizable para sub rasantes, sub bases y bases granulares. (p. 18)

POLYCOM

Una solución económica para mejorar las propiedades del suelo, diseñados para fines de construcción, reduciendo los requisitos de mantenimiento de carreteras sin sellar y logrando resultados económicos y de calidad para la mayoría de los tipos de suelo. La función principal de este producto es dar mayor resistencia

al material que se está tratando, en condiciones secas y húmedas. Combinado con buena tecnología y la inclusión del PolyCom, permite densidades más altas en una variedad de materiales con el beneficio adicional de ofrecer un alto grado de resistencia al agua y mayor flexibilidad. Martínez (2020)

Propiedades del POLYCOM

- Propiedad Física: Fórmula Semidesarrollada $(C_3H_5NO)_n$.
- Punto de Inflamabilidad: En el Polycom la temperatura en la que se vuelve inflamable es $93^{\circ} C$.
- Propiedades Químicas
 - Muy soluble en agua
 - PH de 6.9 a 25C

Modo de utilizar POLYCOM en el laboratorio

Según Martínez (2020), la manera de usar este polímero en los suelos que conforman la muestra estudiada, es la siguiente:

- Se utiliza agua limpia y libre de materia álcalis u otras sustancias deletéreas, con un PH entre 5,5 y 8,0. En general, se considera adecuada el agua potable y se puede emplear sin necesidad de ser analizada.
- Se debe determinar características del suelo, realizando ensayos de laboratorio para determinar las propiedades físicas y mecánicas de los suelos.
- La cantidad a utilizar, debería se 0.0026% del peso suelto ensayado. Dando como proporción de polímero con el agua: 3%, 4% y 6%, con un tiempo de espera de 20-30 minutos.
- Verter la solución en el suelo hasta obtener el óptimo contenido de humedad.

2.3. Marco conceptual

Aditivo:

Es un producto o compuesto, ya sea de origen natural o artificial, cuyo objetivo es mejorar o modificar las propiedades de un material de la construcción ya sea material granular, cemento, suelo, etc.

Afirmado:

Material granular seleccionado para ser utilizado como superficie de rodadura de caminos, carreteras que pueden ser tomados naturalmente o procesados, aprobado oficialmente, con o sin estabilizador de suelo añadido y que debe ser colocado sobre una superficie preparada.

Asfalto:

Es la combinación entre la brea con arena o gravilla, para el uso principalmente de pavimentación de vías.

Brea:

Es un derivado del petróleo, viniendo a ser su parte más pesada, de composición viscosa, además de pegajosa y de color plomo oscuro.

Base:

Es la capa que va entre la carpeta de rodadura y la sub base, cuya función principal es aguantar los esfuerzos de los vehículos absorbidos por la carpeta de rodadura y transmitirlos eficientemente a la sub base y sub rasante.

Sub base:

Es la capa más próxima a la sub rasante o al terreno natural, cuya finalidad es reducir el espesor de la base y evitar posibles infiltraciones, reduciendo de esta forma el costo del pavimento.

Sub rasante:

Suele ser la capa del terreno natural, pero debe tener cierta resistencia a la compresión vehicular, esto para que pueda transmitir eficientemente las cargas

absorbidas por la carpeta de rodadura, la base y la sub base, al terreno, sin presentar deformaciones o cambios volumétricos.

Calzada:

Parte de la carretera destinada a la circulación de vehículos en circunstancias ordinarias.

Camino:

Franja longitudinal del terreno preparada para su uso por vehículos.

Camino vecinal:

Camino rural destinado fundamentalmente para acceso a las poblaciones pequeñas y a chacras o predios rurales.

Carril:

Es la sección de la calzada sobre la cual está destinada a que una fila de vehículos que van en un mismo sentido pueda transitar en línea recta.

EAL de diseño:

Es el número de aplicaciones de cargas por Eje Estándar, previsto durante el periodo de diseño, representando la fuerza que un vehículo, de acuerdo a sus características, puede transmitir al suelo.

2.4. Sistema de hipótesis, Variables e Indicadores

Hipótesis

El polímero POLYCOM influenciará positivamente en la base del tramo de la carretera Acos Vinchos - Colpa en la Provincia de Huamanga – Departamento de Ayacucho.

Variables y operacionalización de variables

Variable Dependiente: Capacidad portante de la base.

Variable Independiente: Influencia de polímero POLYCOM.

Operacionalización de variables

Tabla 2.

Operacionalización de variables

Variable	Definición Conceptual	Dimensiones	Indicadores	Unidad de medida	Instrumento de investigación
<ul style="list-style-type: none"> • Capacidad portante de la base 	<ul style="list-style-type: none"> • La progresión o avance de un parámetro de penetración de suelo usado para referirse a la capacidad de carga de un suelo en base a un suelo patrón. 	<ul style="list-style-type: none"> • CBR. 	<ul style="list-style-type: none"> • Esfuerzo aplicado al suelo. • Esfuerzo de suelo patrón. 	<ul style="list-style-type: none"> • Porcentaje de CBR (% CBR). 	<ul style="list-style-type: none"> • Manual de Ensayo de Materiales MTC – 2016. <ul style="list-style-type: none"> • Norma CE.010 “Pavimentos urbanos” • Manual de Carreteras “Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos”
<ul style="list-style-type: none"> • Influencia de polímero POLYCOM. 	<ul style="list-style-type: none"> • Proceso de aplicación de una sustancia compuesta por macromoléculas formadas por la unión de enlaces covalentes de uno o más monómeros usados para elevar las propiedades mecánicas de un suelo. 	<ul style="list-style-type: none"> • Polímero POLYCOM. 	<ul style="list-style-type: none"> • Cantidad en valor de polímero POLYCOM. 	<ul style="list-style-type: none"> • Kilogramos. 	<ul style="list-style-type: none"> • Instrumento de medición en kilogramos. • Guía de observación de campo. <ul style="list-style-type: none"> • Formatos en Excel <ul style="list-style-type: none"> • Ficha técnica • Manual de Ensayo de Materiales del MTC - 2016

III. METODOLOGÍA EMPLEADA

3.1. Tipo y nivel de investigación

Tipo de investigación

De acuerdo a la orientación y finalidad:

El tipo de investigación, de acuerdo a su orientación es aplicada, ya que se busca desarrollar nuevos conocimientos basados en teorías existentes y normas establecidas, desarrolladas por la investigación básica, para brindar propuestas de solución para la el mejoramiento de la capacidad portante de un suelo para la base de una carretera.

De acuerdo a la técnica de contrastación:

El tipo de investigación, de acuerdo a la técnica de contrastación es experimental, ya que su objetivo principal es determinar la influencia del polímero Polycom en la capacidad portante de la carretera Acos Vinchos – Colpa, en Ayacucho y planteando este polímero como una solución para el mejoramiento del CBR en la carretera, determinando sus propiedades físico – mecánicas, lo que concluirá como un proyecto experimental.

3.2. Población y Muestra de estudio

Población

En la investigación, la población serán todas carreteras de la provincia de Huamanga.

Muestra:

En la presente investigación, la muestra estará representada por el tramo de la carretera Acos Vinchos - Colpa en la Provincia de Huamanga. El tipo de muestreo será aleatorio simple, de las cuales se escogerán muestras de afirmado para que sean sometidas a pruebas correspondientes, incluyendo aditivo Polycom 0.02% a la mezcla de suelos, como a laves realizar una comparativa con otra muestra independientemente sin añadir ningún aditivo.

3.3. Diseño de investigación

Diseño de Contrastación

El diseño de contrastación es experimental, ya que se recopilará toda la información necesaria sobre el polímero Polycom, para luego obtener un diseño adecuado y óptimo, posteriormente se hará el uso de laboratorio para poder determinar sus propiedades físicas – mecánicas del suelo, finalizando con la aplicación de lo obtenido en la capacidad portante de la base para carretera.

3.4. Técnicas e instrumentos de investigación

Técnicas

Se realizará la observación directa del suelo y las muestras a obtener, haciendo uso del registro fotográfico, visitas in situ de la carretera y la cantera donde se obtienen los agregados.

Se realizará la revisión bibliográfica de distintos estudios relacionados con la presente tesis, ya sean tesis, artículos, investigaciones científicas, etc. como también de libros y normas reglamentarias.

Se realizará la extracción de calicatas y extracción de muestras en el campo según la tabla 04 de la NTE.050 Suelos y Cimentaciones.

Se realizará el Estudio de Mecánica de Suelos para la determinación de las características del suelo, siendo de vital importancia la información adquirida en campo para la realización de estos estudios fundamentales para definir su estratigrafía, también se realizará la clasificación del suelo por los métodos de SUCS y AASTHO, entre otros ensayos necesarios, tales como los Límites de consistencia, Proctor modificado y CBR.

Se realizarán cálculos numéricos los cuales nos ayudarán a obtener resultados cuantitativos, que permitirán verificar si lo propuesto en la hipótesis es correcto, como la media aritmética, la prueba de hipótesis o la determinación del tamaño de muestra.

Instrumentos de Recolección de Datos

Los instrumentos de recolección de datos, serán validados por un experto independiente, que aprobará los resultados obtenidos mediante certificado. Estos instrumentos serán guías de observación y guías de revisión documentaria, que serán desglosados en:

- Datos de las canteras analizadas en los laboratorios.
- Manuales y normativas peruanas para los ensayos de mecánica de suelos.
- Hojas técnicas.
- Se llevará un registro con cámara fotográfica.
- Se almacenará en disco duro externo toda la información para la investigación.
- Formatos de laboratorio.

3.5. Procesamiento y análisis de datos

- Reconocimiento del área de estudio.
- Extracción de muestras según NTE.050 Suelos y Cimentaciones.
- Desarrollar los ensayos de las propiedades físicas y mecánicas.
 - Contenido de Humedad (NTP. 339.127).
 - Análisis Granulométrico por tamizado (NTP. 339.129).
 - Determinar los valores de límite líquido, plástico e índice de plasticidad (NTP. 339. 129).
 - Determinación del Proctor modificado (NTP 3339.141).
 - Determinación del CBR (NTP 339.145).
- Realizaremos las tablas y graficas comparativas a partir de los datos de obtenidos, usando plantillas de Excel.
- Comparar y evaluar las propiedades de los suelos en estado natural y mezcla de suelos con Polycom.
- Procesar la información registrada en nuestro reporte de laboratorio en el ensayo de CBR, donde se aplicó una carga en cada muestra de suelo, para corroborar que cumpla con los requisitos establecidos.
- Elaboración de los planos de ubicación y localización de las canteras, así como también de la carretera Acos Vinchos – Colpa, usando AutoCAD y Civil 3D.

IV PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

4.1. Propuesta de investigación

La presente investigación realizada, tiene como finalidad desarrollar una investigación acerca de las mejoras que el CBR puede llegar a lograr usando como muestra un suelo de la provincia de Acos Vinchos, para una carretera de afirmado. Para llegar a este objetivo, se realizó calicatas en 2 progresivas dentro de la carretera que servirían como puntos de cantera, luego de extraer las muestras se procedió su traslado al laboratorio para realizar los ensayos y obtener tanto sus propiedades físicas y mecánicas de cada suelo por progresiva, entre ellas el CBR de las muestras. Después de ser analizadas, se procederá a combinar las muestras de suelo de acuerdo a sus características, y se analizará sus propiedades mecánicas en conjunto.

Finalmente, se procederá a usar polímero POLYCOM como aditivo para la muestra de suelo, para mejorar las propiedades mecánicas presentadas y obtener la mejor muestra de suelo para la carretera a trabajar.

Después de haber realizado toda la investigación, se procederá a comparar los resultados de la muestra de suelo, para obtener de esa forma la mejor muestra de suelo para la vía.

4.2. Análisis e interpretación de resultados

Ubicación del proyecto:

El proyecto se encuentra ubicado en la ciudad de Acos Vinchos, distrito de Acos Vinchos, provincia de Huamanga, departamento de Ayacucho. La ubicación de las canteras está en las progresivas de la carretera Acos Vinchos – Colpa, en el km 11 + 150.00 y en la cantera Colpa respectivamente. Las coordenadas de la cantera son las siguientes:

Tabla 3

Coordenadas de la cantera

Progresiva	Latitud	Longitud
Km 11 + 150.00	-13.103735	-74.105164

Acceso al área de estudio

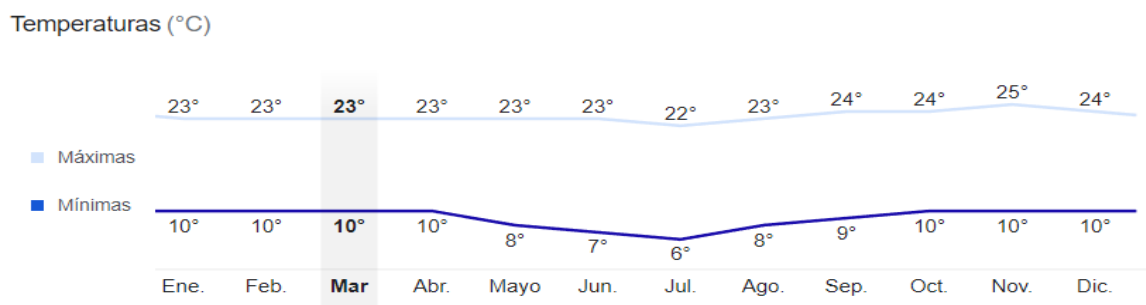
A la carretera de Acos Vinchos – Colpa se puede acceder mediante vía terrestre, si se sigue el camino existente de trocha por el norte de la ciudad. Las canteras y la carretera de estudio se encuentran en la parte superior del pueblo, por la misma trocha por donde se accede

Condición climática

El clima de Acos Vinchos – Ayacucho se considera como una temperatura agradable, con una temperatura máxima en el año 2023 de 23 °C en febrero y una temperatura mínima de 6 °C en Julio. Suelen precipitaciones constantes en verano, y en invierno el clima suele ser seco, con una precipitación media anual de 16 mm, con una humedad media anual de 77%.

Figura 5

Temperatura de Acos Vinchos



Nota. Extraído de *Acos Vinchos: Datos climáticos promedio* de Google, 2023.

Características de la Obra

El proyecto de construcción de carretera Acos Vinchos – Colpa, consiste en la construcción de una vía de afirmado a lo largo de 2 986 metros, que irá a conectar la ciudad de Acos Vinchos con las aguas termales de la Colpa, y las viviendas que se están desarrollando alrededor.

Se propondrá el uso de material propio de la zona para la construcción de la carretera, empleando 2 canteras dentro de la misma vía, para así poder tener un abastecimiento de material económico y de un acceso fácil y rápido.

Análisis e Interpretación de resultados.

Resultado sin aditivo:

Suelo de la Cantera Colpa:

Tabla 4.

Análisis granulométrico por tamizado en Forma Natural.

UNIVERSIDAD PRIVADA ANTONOR ORREGO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL						
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES						
INFLUENCIA DEL POLIMERO POLYCOM EN LA CAPACIDAD PORTANTE DE LA BASE PARA LA CARRETERA DE ACOS VINCHOS – COLPA EN AYACUCHO						
ORIGEN:	CANTERA COLPA EN FORMA NATURAL					
REALIZADO POR:	SANTILLAN CHAVARRY Y VELIZ AREVALO					
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (ASTM D-422)						
DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA:	CANTERA COLPA EN FORMA NATURAL					
TAMICES (ASTM)	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (g)	RETENIDO PARCIAL (%)	RETENIDO ACUMULADO (%)	PASANTE (%)	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
2 1/2"	63,000	0.00	0,00	0,00	100,00	Peso Inicial: 12933g
2"	50,000	0.00	0,00	0,00	100,00	Peso Fracción: 628.8g
1 1/2"	37,500	108.00	0.84	0.84	99.2	Grava: 91.68%
1"	25,000	110.00	0.85	1.69	98.3	Arena: 6.95%
3/4"	19,000	145.00	1.12	2.81	97.2	Fino: 1.37%
3/8"	9,500	3264.00	25.24	28.05	72.0	W Natural: 2.37%
N° 4	4,750	3306.00	25.56	53.61	46.4	LIMITES DE CONSISTENCIA
N° 10	2,000	219.50	16.19	69.80	30.2	L.L: 35.00%
N° 40	0,425	178.20	13.15	82.95	17.0	L.P: N.P.
N° 200	0,075	127.30	9.39	92.34	7.7	I.P: N.P.
FONDO	-	103.80			7.7	CLASIFICACION
						SUCS: SC-SM
						AASHTO: A-1-b(0)

Figura 6

Gráfico del análisis granulométrico por tamizado (ASTM D-422).

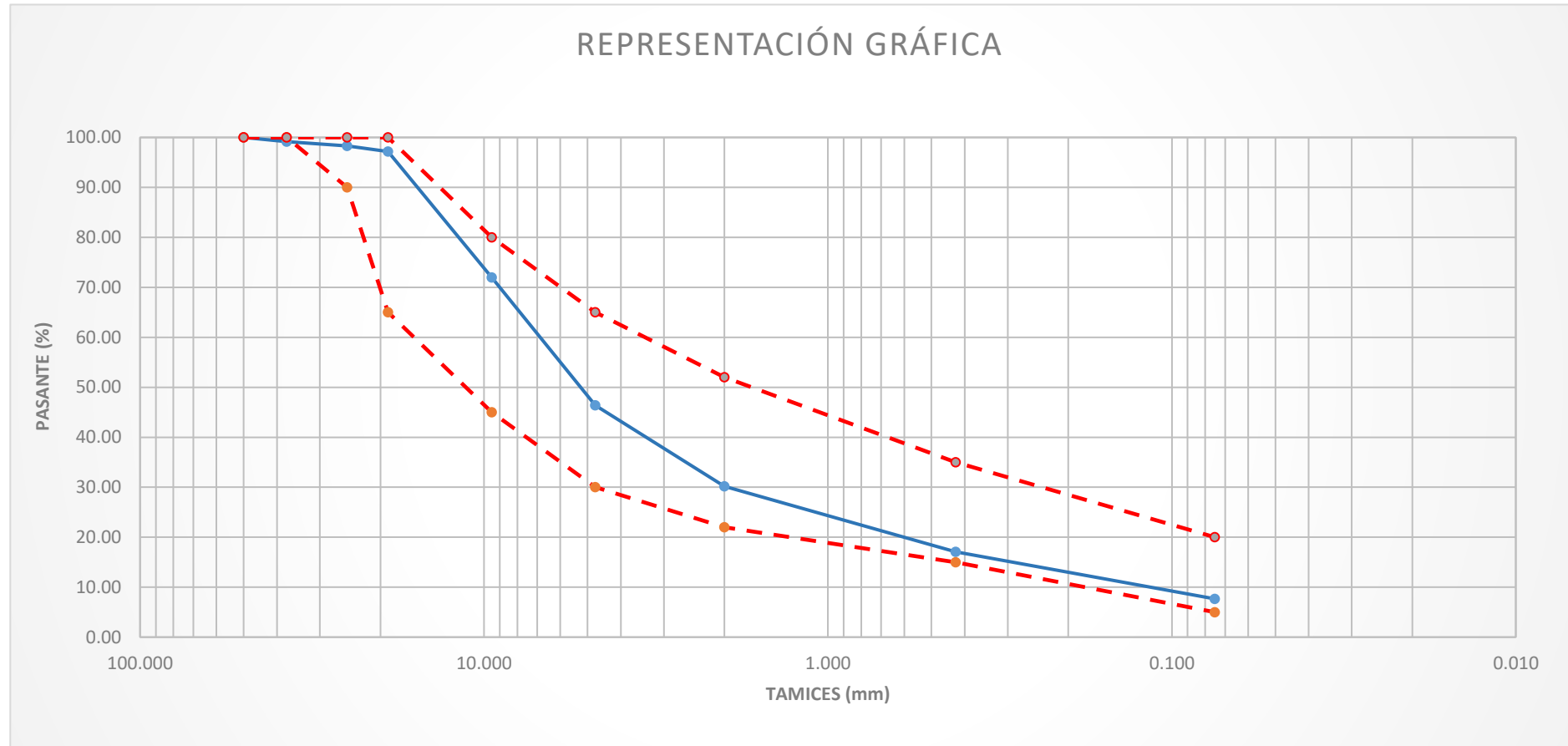


Tabla 5*Límites de Consistencia (ASTM D-424).*

UNIVERSIDAD PRIVADA ANTONOR ORREGO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

INFLUENCIA DEL POLIMERO POLYCOM EN LA CAPACIDAD PORTANTE DE LA BASE PARA
LA CARRETERA DE ACOS VINCHOS – COLPA EN AYACUCHO

ORIGEN: CANTERA COLPA EN FORMA NATURAL

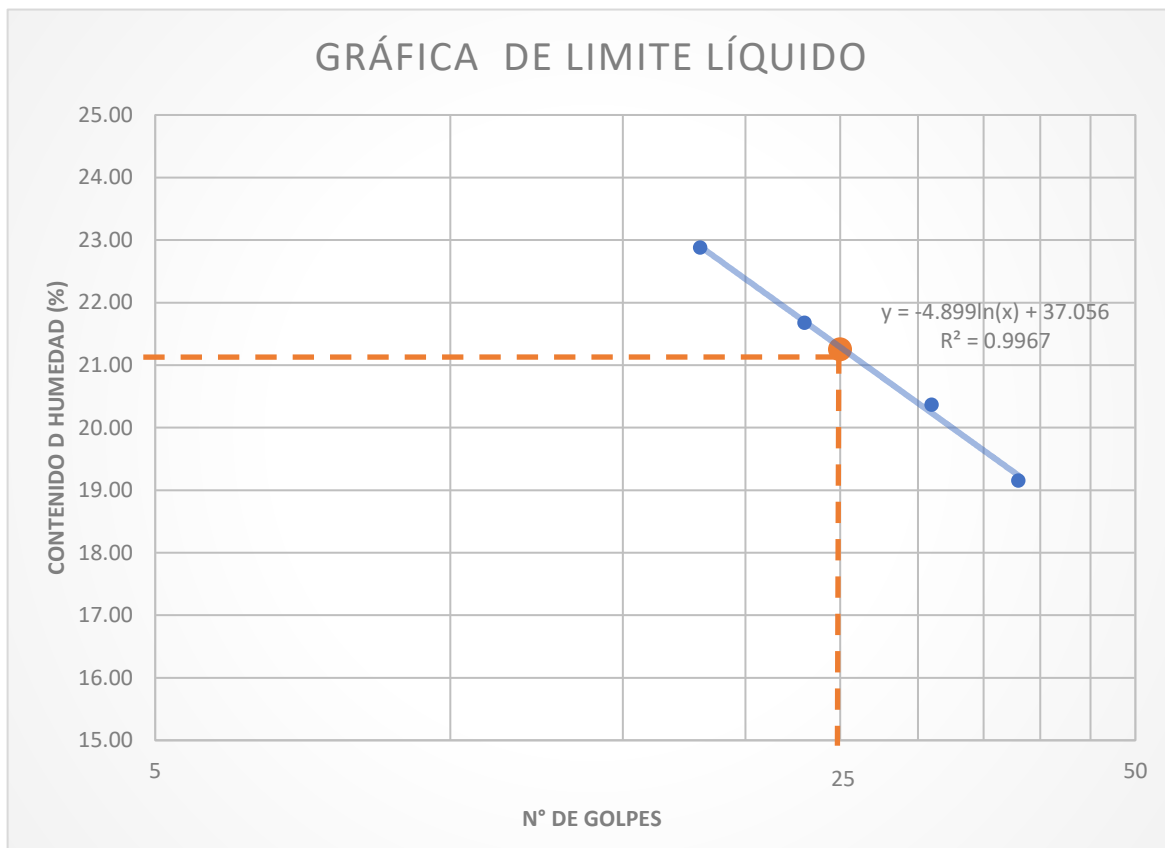
REALIZADO POR: SANTILLAN CHAVARRY Y VELIZ AREVALO

LIMITES DE CONSISTENCIA (ASTM D-424)

DESCRIPCION	LIMITE LÍQUIDO				LIMITE PLÁSTICO	
	M1	M2	M3	M4	N1	N2
N° TARA						
N° DE GOLPES	18	23	31	38	-	-
P. SUELO HUMEDO +P. TARA (g)	40.39	32.74	35.21	31.88	-	-
P. SUELO SECO +P. TARA (g)	34,63	28.59	30.84	28.29	-	-
P.DEL AGUA (g)	5.76	4.15	4.37	3.59	-	-
P. TARA (g)	9.45	9.44	9.38	9.54	-	-
P. DEL SUELO HUMEDO (g)	30.94	23.30	25.83	22.34	-	-
P. DEL SUELO SECO (g)	25.18	19.15	21.46	18.75	-	-
C.HUMEDAD (%)	22.88	21.67	20.36	19.15	-	-
	L.L	L.P			I.P	
	35 %	N.P.			N.P.	

Figura 7

Gráfico de los Límites de Consistencia (ASTM D-424).

**Tabla 6**

Resultados del LL en la cantera Colpa.

Nº DE GOLPES	C.HUMEDAD (%)
25	21

Tabla 7*Análisis de Proctor Modificado (ASTM D-1557).*

UNIVERSIDAD PRIVADA ANTONOR ORREGO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

INFLUENCIA DEL POLIMERO POLYCOM EN LA CAPACIDAD PORTANTE DE LA BASE PARA LA CARRETERA DE ACOS VINCHOS – COLPA EN AYACUCHO

ORIGEN: CANTERA COLPA EN FORMA NATURAL

REALIZADO POR: SANTILLAN CHAVARRY Y VELIZ AREVALO

PROCTOR MODIFICADO (ASTM D-1557)

DETERMINACIÓN DE DENSIDAD

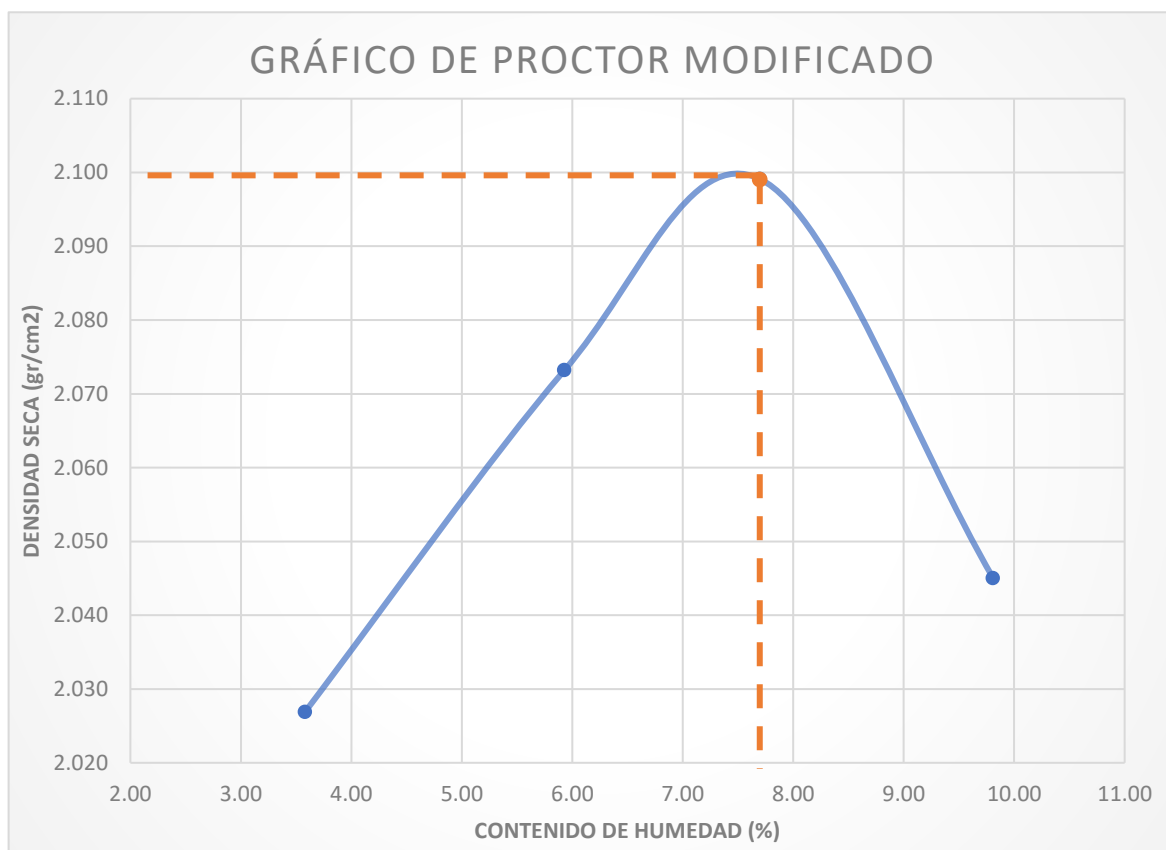
N ° DE ENSAYO	1	2	3	4
PESO MOLDE+ SUELO HÚMEDO COMPACTADO	10501.00	10706.00	10843.00	10811.00
PESO MOLDE	6048.00	6048.00	6048.00	6048.00
PESO SUELO HÚMEDO COMPACTADO	4453.00	4658.00	4795.00	4763.00
VOLUMEN DEL MOLDE	2121.00	2121.00	2121.00	2121.00
DENSIDAD HUMEDA	2.10	2.196	2.261	2.246
DENSIDAD SECA	2.03	2.07	2.10	2.05

DETERMINACIÓN DE DENSIDAD

N ° DE RECIPIENTE	M1	M2	M3	M4
P.SUELO HÚMEDO + P.RECIPIENTE	432.37	492.23	595.25	502.47
P.SUELO SECO +P. RECIPIENTE	419.27	467.77	556.57	462.37
PESO RECIPIENTE	53.45	55.26	54.21	53.62
PESO DEL AGUA	13.10	24.46	38.68	40.10
PESO DE SUELO SECO	365.82	412.51	502.36	408.75
CONTENIDO DE HUMEDAD	3.58	5.930	7.700	9.810
DENSIDAD SECA	2.027	2.073	2.099	2.045

Figura 8

Gráfico del Análisis de Proctor Modificado (ASTM D-1557).

**Tabla 8**

Resultados de la densidad seca de la cantera Colpa.

CONTENIDO DE HUMEDAD	7.80
DENSIDAD SECA	2,099

Tabla 9*Valor relativo de soporte (C.B.R) (ASTM D-1883).*

UNIVERSIDAD PRIVADA ANTONOR ORREGO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL						
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES						
INFLUENCIA DEL POLIMERO POLYCOM EN LA CAPACIDAD PORTANTE DE LA BASE PARA LA CARRETERA DE ACOS VINCHOS – COLPA EN AYACUCHO						
ORIGEN:	CANTERA COLPA EN FORMA NATURAL					
REALIZADO POR:	SANTILLAN CHAVARRY Y VELIZ AREVALO					
	VALOR RELATIVO DE SOPORTE (C.B.R) (ASTM D-1883)					
N° MOLDE	1		2		3	
N° CAPAS	5		5		5	
N° DE GOLPES	56		25		12	
CONDICION DE LA MUESTRA	SIN SUMERGIR	SUMERG.	SIN SUMERGIR	SUMERG.	SIN SUMERGIR	SUMERG.
PESO DEL MOLDE + SUELOS HÚMEDO (gr)	12853	12571	12872	12556	12461	12538
PESO DEL MOLDE (gr)	8062	8062	8304	8304	7939	7939
PESO DEL SUELO HÚMEDO (gr)	4791	4510	4568	4252	4522	4599
VOLÚMEN DEL MOLDE	2103	2103	2108	2108	2144	2144
DENSIDAD HÚMEDA (gr/cm ²)	2.278	2.144	2.167	2.017	2.109	2.145
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	7.33	8.15	7.44	7.51	10.92	14.09
DENSIDAD SECA (gr/cm ²)	2.122	1.982	2.017	1.876	1.901	1.880
TARA N°	1	2	3	4	5	6
TARA + SUELO HÚMEDO	323.43	513.97	389.24	496.96	451.53	535.76
TARA + SUELO SECO	304.84	479.27	365.99	466.11	412.41	476.22
AGUA	18.59	34.70	23.25	30.85	39.12	59.54
PESO DE LA TARA	51.26	53.47	53.45	55.26	54.21	53.62
PESO DEL SUELO SECO	253.58	425.80	312.54	410.85	358.20	422.60
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	7.33	8.15	7.44	7.51	10.92	14.09

Tabla 10

Ensayo de Expansión y Penetración.

UNIVERSIDAD PRIVADA ANTONOR ORREGO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

INFLUENCIA DEL POLIMERO POLYCOM EN LA CAPACIDAD PORTANTE DE LA BASE PARA LA CARRETERA DE ACOS VINCHOS – COLPA EN AYACUCHO

ORIGEN: CANTERA COLPA EN FORMA NATURAL
 REALIZADO POR: SANTILLAN CHAVARRY Y VELIZ AREVALO

ENSAYO DE EXPANSIÓN

FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN	
				mm	%		mm	%		mm	%
-	0 hrs.	0	0.0	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00
-	24 hrs.	0	0.0	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00
-	48 hrs.	0	0.0	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00
-	76 hrs.	0	0.0	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00
-	96 hrs.	0	0.0	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00

PENETRACIÓN

MOLDE			PENETRACIÓN								
Tiempo	mm	plg	1			2			3		
			Lectura	Lectura	Presiones	Lectura	Lectura	Presiones	Lectura	Lectura	Presiones
			Kg	Lb	Lb/plg2	Kg	Lb	Lb/plg2	Kg	Lb	Lb/plg2
0	0	0	0.0	0.0	0.00	0.0	0.0	0.00	0.0	0.0	0.00
0,3	0.63	0.25	290.3	640.1	213.37	225.8	497.8	165.93	193.5	426.7	142.23
1	1.27	0.050	564.5	1244.5	414.83	451.6	995.6	331.87	387.1	853.40	284.47
1,3	1.90	0.075	903.2	1991.3	663.77	645.1	1422.3	474.10	612.9	1351.2	450.40
2	2.54	0.100	1274.2	2809.1	936.37	967.7	2133.5	711.17	725.8	1600.1	533.37
3	3.17	0.125	1758.0	3875.8	1291.93	1354.8	2986.9	995.63	1161.3	2560.2	853.40
4	3.81	0.150	2241.9	4942.6	1647.53	1709.7	3769.2	1256.40	1322.6	2915.8	971.93
5	5.08	0.200	2758.1	6080.5	2023.83	1935.5	4267.0	1422.33	1741.9	3840.3	1280.10
6	7.62	0.300	3322.6	7325.0	2441.67	2467.7	5440.4	1813.47	1919.3	4231.4	1410.47
8	10.16	0.400	3854.8	8498.4	2832.80	2758.1	6080.5	2026.83	2387.1	5262.6	1754.20
10	12.70	0.500	4274.2	9422.9	3140.97	3000.0	6613.8	2204.60	2580.6	5689.3	1896.43

Figura 9

Curva de 56 golpes, 25 golpes y 12 golpes.

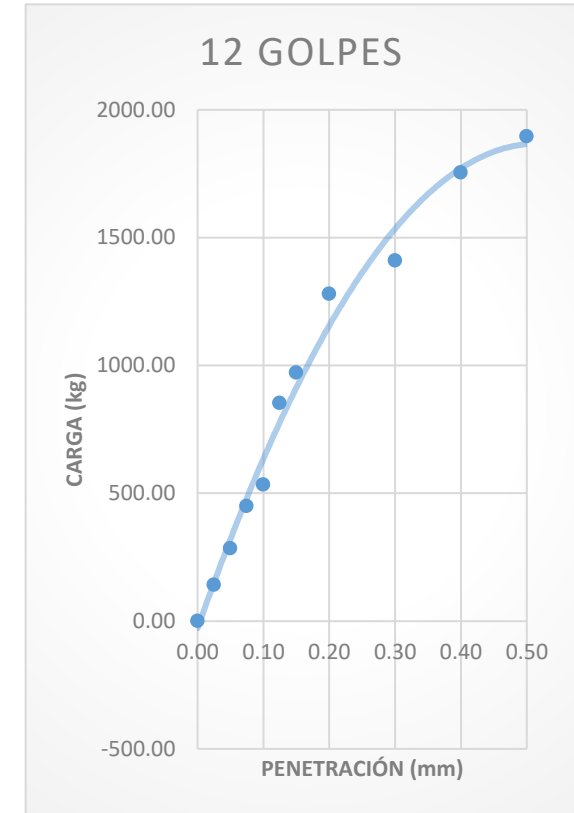
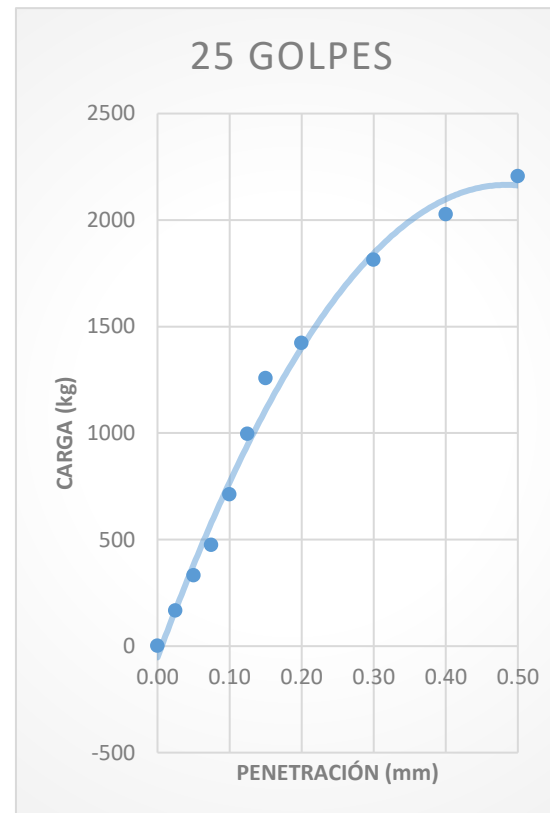
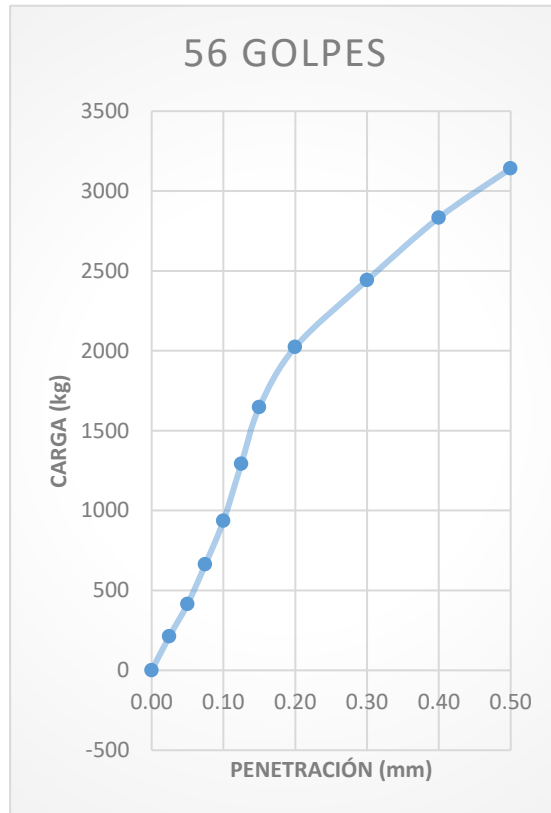


Tabla 11

Resultados de CBR a los 56 golpes.

56 GOLPES	
CBR.01	104.24
CBR 02	126.53

Tabla 12

Resultados de CBR a los 25 golpes.

25 GOLPES	
CBR.01	78.19
CBR 02	93.64

Tabla 13

Resultados de CBR a los 12 golpes.

12 GOLPES	
CBR.01	65.13
CBR 02	77.29

Figura 10*Grafico del C.B.R.***Tabla 14**

Parámetros de CBR al 100% y 95%.

PARAMETROS DEL CBR	
CBR.01 AL 100%	98.69
C.B.R01 AL 95%	79.25

Tabla 15*Densidad seca según CBR.*

DENSIDAD SECA (gr/cm²)	
1	2,122
2	2.017
3	1.901

Suelo de la Cantera en el km 11+150.00:

Tabla 16

Análisis granulométrico por tamizado (ASTM D-422).

UNIVERSIDAD PRIVADA ANTONOR ORREGO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL							
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES							
INFLUENCIA DEL POLIMERO POLYCOM EN LA CAPACIDAD PORTANTE DE LA BASE PARA LA CARRETERA DE ACOS VINCHOS – COLPA EN AYACUCHO							
ORIGEN:		CANTERA KM 11+150 EN FORMA NATURAL					
REALIZADO POR:		SANTILLAN CHAVARRY Y VELIZ AREVALO					
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (ASTM D-422)							
DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA:		CANTERA KM 11+150 EN FORMA NATURAL					
TAMICES (ASTM)	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (g)	RETENIDO PARCIAL (%)	RETENIDO ACUMULADO (%)	PASANTE (%)	DESCRIPCION DE LA MUESTRA	
						Peso Inicial:	11981g
2 1/2"	63,000	0.00	0.00	0.00	100,00	Peso Fracción:	603.5g
2"	50,000	0.00	0.00	0.00	100,00	Grava:	93.29%
1 1/2"	37,500	1002.00	8.36	8.36	91.6	Arena:	3.53%
1"	25,000	1427.00	11.91	20.27	79.7	Fino:	3.18%
3/4"	19,000	1690.00	14.11	34.38	65.6	W Natural:	7.70%
3/8"	9,500	2782.00	23.22	57.60	42.4		
N° 4	4,750	1474.00	12.30	69.90	30.1	LIMITES DE CONSISTENCIA	
N° 10	2,000	120.80	6.03	75.93	24.1	L.L:	35.00%
N° 40	0,425	79.90	3.99	79.91	20.1	L.P:	N.P.
N° 200	0,075	117.00	5.84	85.75	14.3	I.P:	N.P.
FONDO	-	285.10			14.3		
						CLASIFICACION	
						SUCS:	SC-SM
						AASHTO:	A-1-b(0)

Figura 11

Gráfico del análisis granulométrico por tamizado del km 11+150.00.

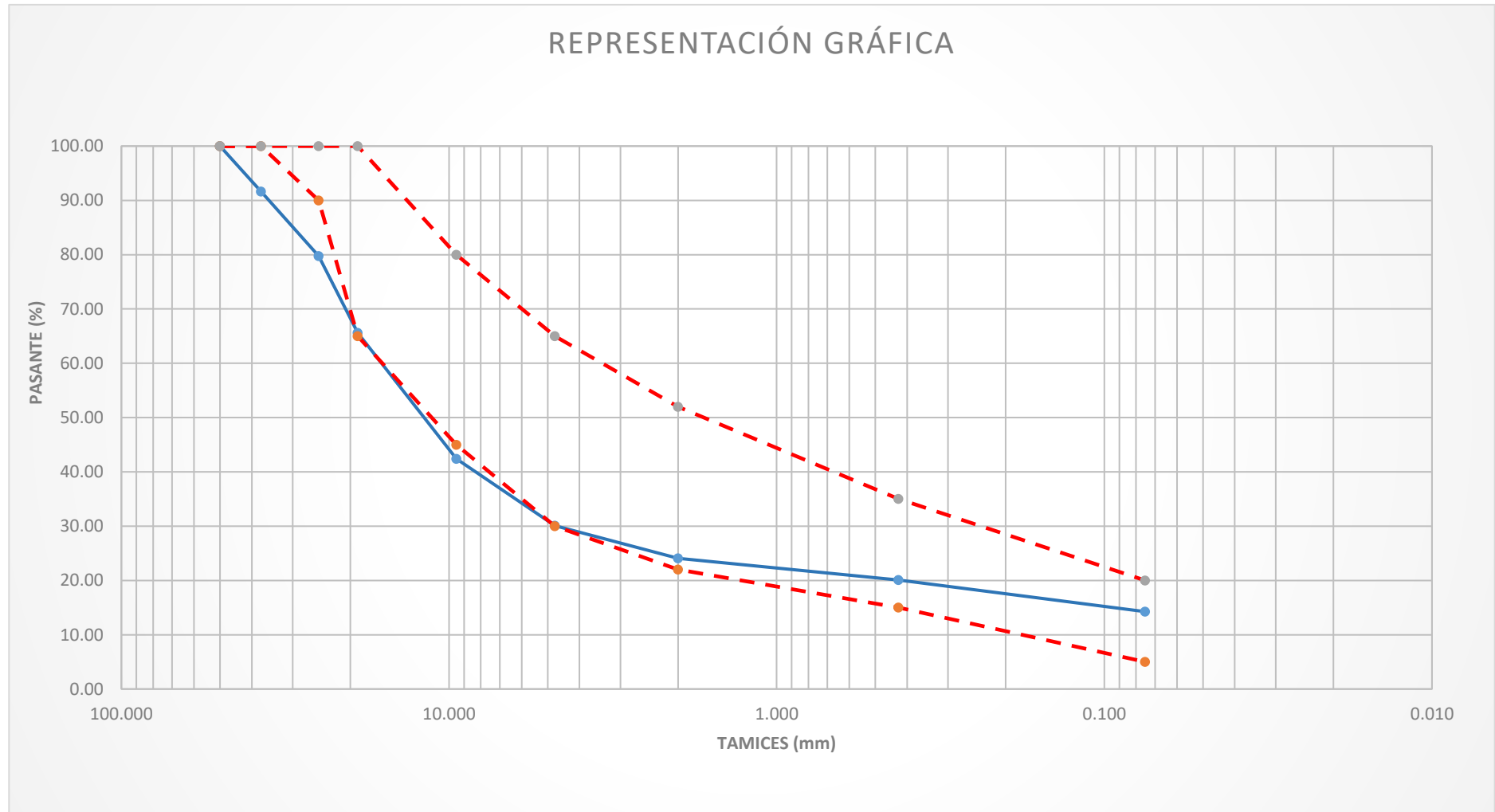


Tabla 17*Límites de Consistencia (ASTM D-424).***UNIVERSIDAD PRIVADA ANTONOR ORREGO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL****LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES**

INFLUENCIA DEL POLIMERO POLYCOM EN LA CAPACIDAD PORTANTE DE LA BASE PARA
LA CARRETERA DE ACOS VINCHOS – COLPA EN AYACUCHO

ORIGEN: CANTERA KM 11+150 EN FORMA NATURAL

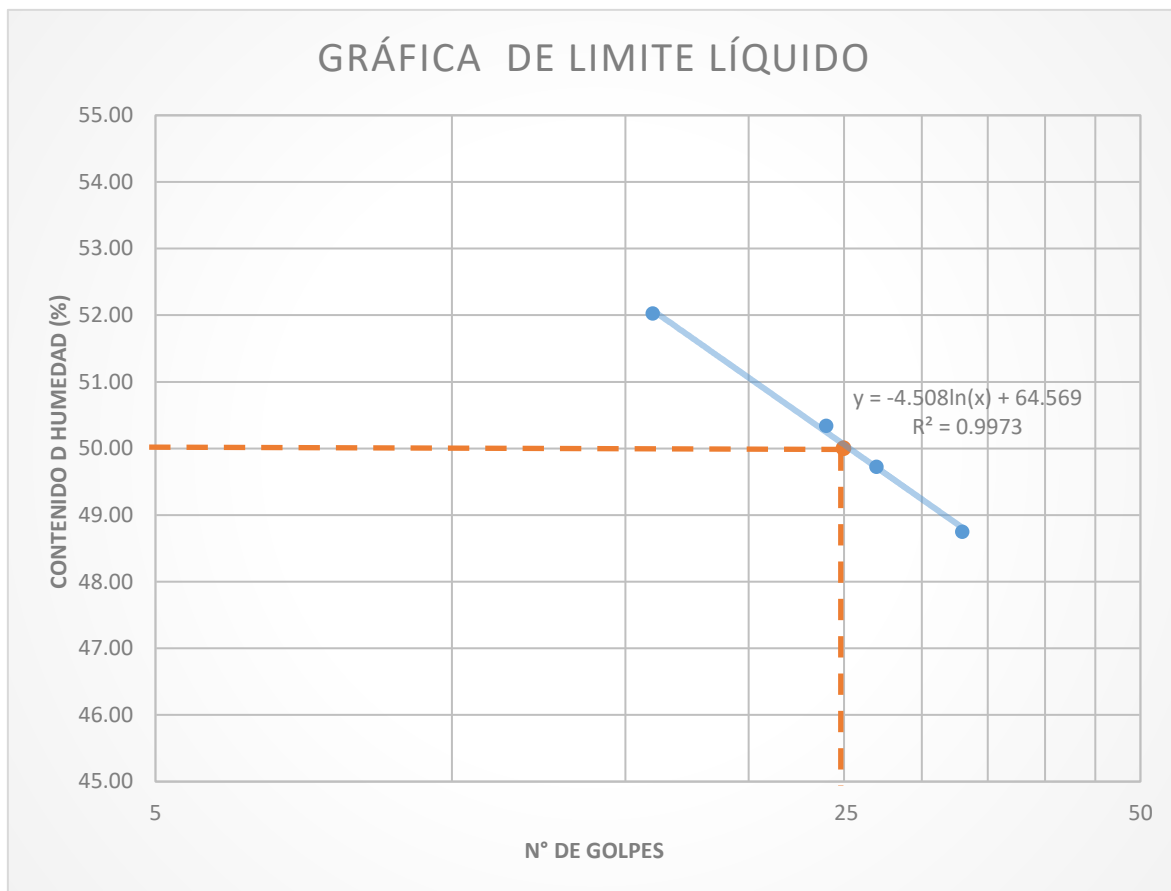
REALIZADO POR: SANTILLAN CHAVARRY Y VELIZ AREVALO

LIMITES DE CONSISTENCIA (ASTM D-424)

DESCRIPCION	LIMITE LÍQUIDO				LIMITE PLÁSTICO	
	M1	M2	M3	M4	N1	N2
N° TARA						
N° DE GOLPES	16	24	27	33	-	-
P. SUELO HUMEDO +P. TARA (g)	47.73	38.23	41.51	37.43	17.94	17.25
P. SUELO SECO +P. TARA (g)	34,63	28.59	30.84	28.29	15.89	15.38
P.DEL AGUA (g)	13.1	9.64	10.67	9.14	2.05	1.87
P. TARA (g)	9.45	9.44	9.38	9.54	9.78	9.75
P. DEL SUELO HUMEDO (g)	38.28	28.79	32.13	27.89	8.16	7.5
P. DEL SUELO SECO (g)	25.18	19.15	21.46	18.75	6.11	5.63
C.HUMEDAD (%)	52.03	50.34	49.72	48.75	33.55	32.21
	L.L		L.P		I.P	
	50%		33		17	

Figura 12

Gráfico de los Límites de Consistencia (ASTM D-424).

**Tabla 18**

Resultados del LL del km 11+150.00.

Nº DE GOLPES	C.HUMEDAD (%)
25	50

Tabla 19*Análisis de Proctor Modificado (ASTM D-1557).*

UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

INFLUENCIA DEL POLIMERO POLYCOM EN LA CAPACIDAD PORTANTE DE LA BASE PARA LA CARRETERA DE ACOS VINCHOS – COLPA EN AYACUCHO

ORIGEN: CANTERA KM 11+150 EN FORMA NATURAL

REALIZADO POR: SANTILLAN CHAVARRY Y VELIZ AREVALO

PROCTOR MODIFICADO (ASTM D-1557)

DETERMINACIÓN DE DENSIDAD

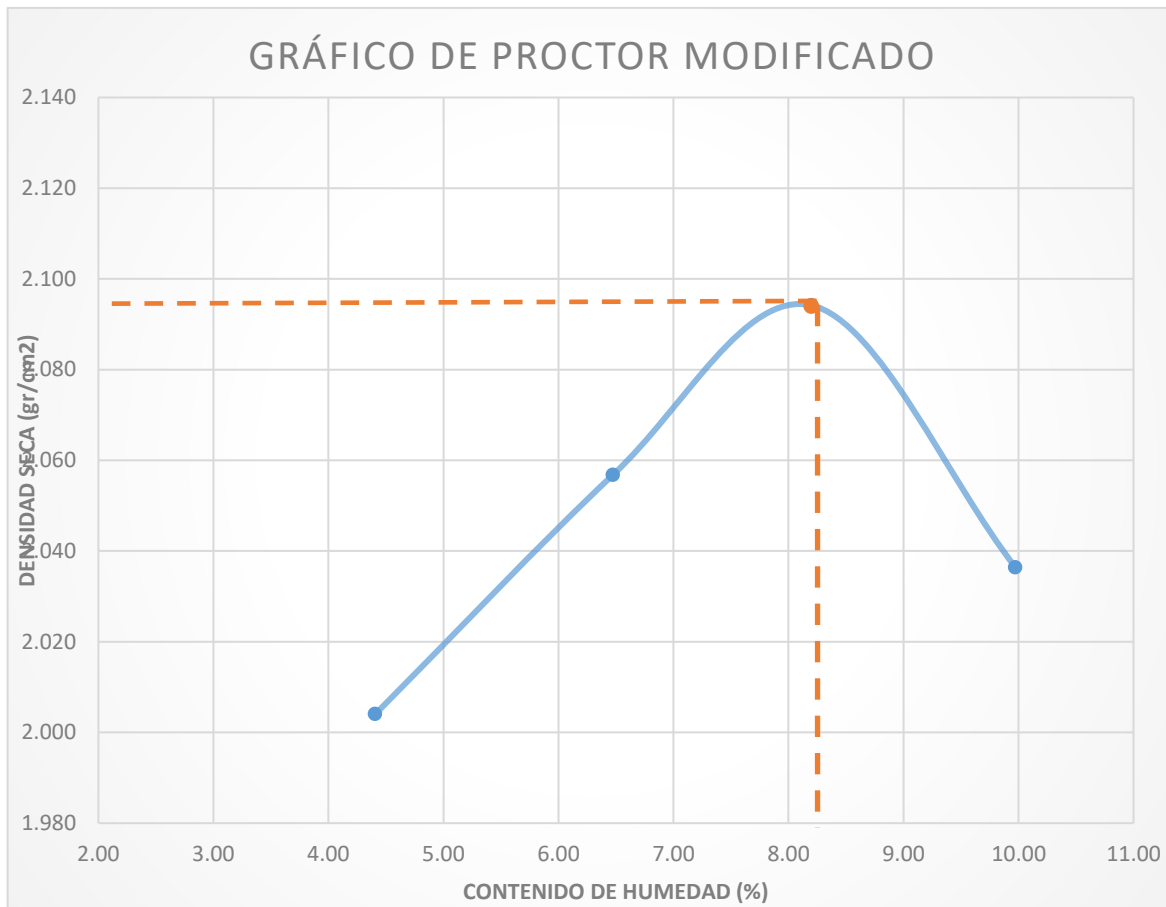
N ° DE ENSAYO	1	2	3	4
PESO MOLDE+ SUELO HÚMEDO COMPACTADO	10486.00	10693.00	10854.00	10798.00
PESO MOLDE	6048.00	6048.00	6048.00	6048.00
PESO SUELO HÚMEDO COMPACTADO	4438.00	4645.00	4806.00	4750.00
VOLUMEN DEL MOLDE	2121.00	2121.00	2121.00	2121.00
DENSIDAD HUMEDA	2.09	2.190	2.266	2.240
DENSIDAD SECA	2.004	2.057	2.094	2.036

DETERMINACIÓN DE DENSIDAD

N ° DE RECIPIENTE	M1	M2	M3	M4
P. SUELO HÚMEDO + P.RECIPIENTE	75.87	71.65	76.69	75.74
P. SUELO SECO +P. RECIPIENTE	74.76	70.41	74.93	73.87
PESO RECIPIENTE	49.58	51.26	53.47	55.12
PESO DEL AGUA	1.11	1.24	1.76	1.87
PESO DE SUELO SECO	25.18	19.15	21.46	18.75
CONTENIDO DE HUMEDAD	4.41	6.475	8.201	9.973
DENSIDAD SECA	2.004	2.057	2.094	2.036

Figura 13

Grafico del Análisis de Proctor Modificado.

**Tabla 20**

Resultados de la densidad seca del km 11+150.00.

CONTENIDO DE HUMEDAD	8.20
DENSIDAD SECA	2,094

Tabla 21

Valor relativo de soporte (C.B.R) (ASTM D-1883).

UNIVERSIDAD PRIVADA ANTONOR ORREGO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

INFLUENCIA DEL POLIMERO POLYCOM EN LA CAPACIDAD PORTANTE DE LA BASE PARA LA CARRETERA DE ACOS
VINCHOS – COLPA EN AYACUCHO

ORIGEN: CANTERA KM 11+150 EN FORMA NATURAL
REALIZADO POR: SANTILLAN CHAVARRY Y VELIZ AREVALO

VALOR RELATIVO DE SOPORTE (C.B.R) (ASTM D-1883)

N° MOLDE	1	2	3
N° CAPAS	5	5	5
N° DE GOLPES	56	25	12

	SIN SUMERGIR	SUMERG.	SIN SUMERGIR	SUMERG.	SIN SUMERGIR	SUMERG.
CONDICION DE LA MUESTRA						
PESO DEL MOLDE + SUELOS HÚMEDO (gr)	12811	12947	12828	13024	12293	12538
PESO DEL MOLDE (gr)	8062	8062	8304	8304	7939	7939
PESO DEL SUELO HÚMEDO (gr)	4749	4885	4524	4720	4354	4599
VOLÚMEN DEL MOLDE	2103	2103	2108	2108	2144	2144
DENSIDAD HÚMEDA (gr/cm ²)	2.258	2.323	2.146	2.239	2.031	2.145
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	8.07	9.51	7.94	11.38	8.20	14.09
DENSIDAD SECA (gr/cm ²)	2.089	2.121	1.988	2.010	1.877	1.880
TARA N°	1	2	3	4	5	6
TARA + SUELO HÚMEDO	323.62	517.55	390.83	512.72	439.79	538.88
TARA + SUELO SECO	303.16	477.06	366.01	465.97	410.42	479.34
AGUA	20.46	40.49	24.82	46.75	29.37	59.54
PESO DE LA TARA	49.58	51.26	53.47	55.12	52.22	56.74
PESO DEL SUELO SECO	253.58	425.80	312.54	410.85	358.20	422.60
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	8.07	9.51	7.94	11.38	8.20	14.09

Tabla 22

Ensayo de Expansión y Penetración.

UNIVERSIDAD PRIVADA ANTONOR ORREGO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL											
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES											
INFLUENCIA DEL POLIMERO POLYCOM EN LA CAPACIDAD PORTANTE DE LA BASE PARA LA CARRETERA DE ACOS VINCHOS – COLPA EN AYACUCHO											
ORIGEN:		CANTERA KM 11+150 EN FORMA NATURAL									
REALIZADO POR:		SANTILLAN CHAVARRY Y VELIZ AREVALO									
ENSAYO DE EXPANSIÓN											
FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN	
				mm	%		mm	%		mm	%
-	0 hrs.	0	0.0	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00
-	24 hrs.	0	5.0	0.050	0.039	7.0	0.070	0.055	10.0	0.10	0.078
-	48 hrs.	0	6.0	0.060	0.047	11.0	0.110	0.086	13.0	0.130	0.102
-	76 hrs.	0	9.0	0.090	0.070	14.0	0.140	0.109	18.0	0.180	0.141
-	96 hrs.	0	10.0	0.100	0.078	17.0	0.170	0.133	23.0	0.230	0.180
PENETRACIÓN											
MOLDE			1			2			3		
PENETRACIÓN			Lectura	Lectura	Presiones	Lectura	Lectura	Presiones	Lectura	Lectura	Presiones
Tiempo	mm	plg	Kg	Lb	Lb/plg ²	Kg	Lb	Lb/plg ²	Kg	Lb	Lb/plg ²
0	0	0	0.0	0.0	0.00	0.0	0.0	0.00	0.0	0.0	0.00
0,3	0.63	0.25	193.5	426.5	142.17	135.3	298.3	99.43	96.8	213.3	71.10
1	1.27	0.050	348.4	768.0	256.0	232.2	512.0	170.67	232.2	512.0	170.67
1,3	1.90	0.075	503.2	1109.4	369.80	367.7	810.7	270.23	290.3	640.0	213.33
2	2.54	0.100	657.8	1450.1	483.37	483.8	1066.7	355.57	445.2	981.4	327.13
3	3.17	0.125	903.0	1990.8	663.60	735.5	1621.4	540.47	580.6	1280.0	426.67
4	3.81	0.150	1089.8	2402.6	800.87	948.4	2090.8	696.93	754.8	1664.1	554.70
5	5.08	0.200	1425.5	3142.7	1047.57	1083.9	2389.5	796.50	948.4	2090.8	696.93
6	7.62	0.300	1709.3	3768.3	1256.10	1432.2	3257.5	1052.50	1083.9	2389.5	796.50
8	10.16	0.400	1973.6	4351.0	1450.33	1606.4	3541.6	1180.53	1296.1	2857.5	952.50
10	12.70	0.500	2125.4	4685.7	1561.90	1800.0	3968.3	1322.77	1399.6	3085.5	1028.50

Figura 14

Curva de 12 golpes, 25 golpes y 56 golpes.

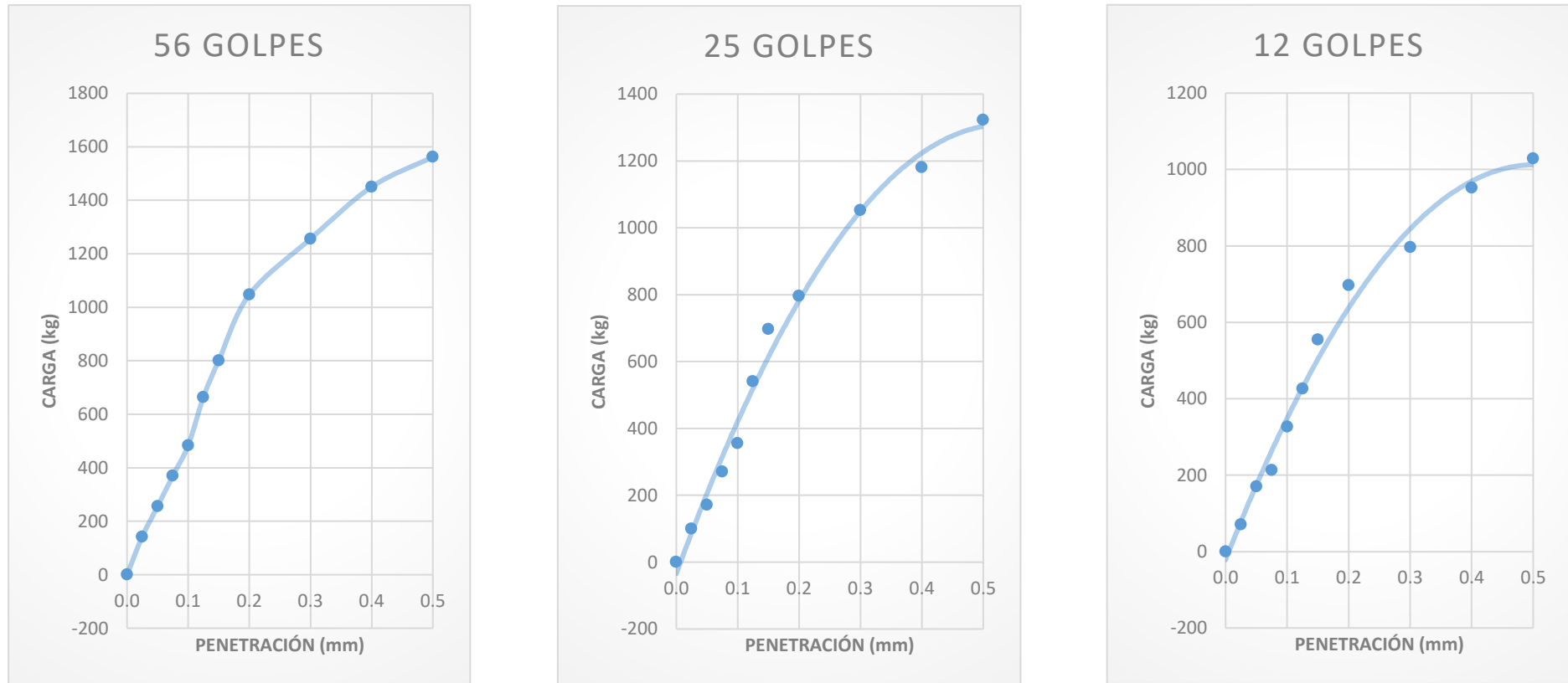


Tabla 23

CBR a los 56 golpes para km 11+150.00.

56 GOLPES	
CBR.01	53.93
CBR 02	64.89

Tabla 24

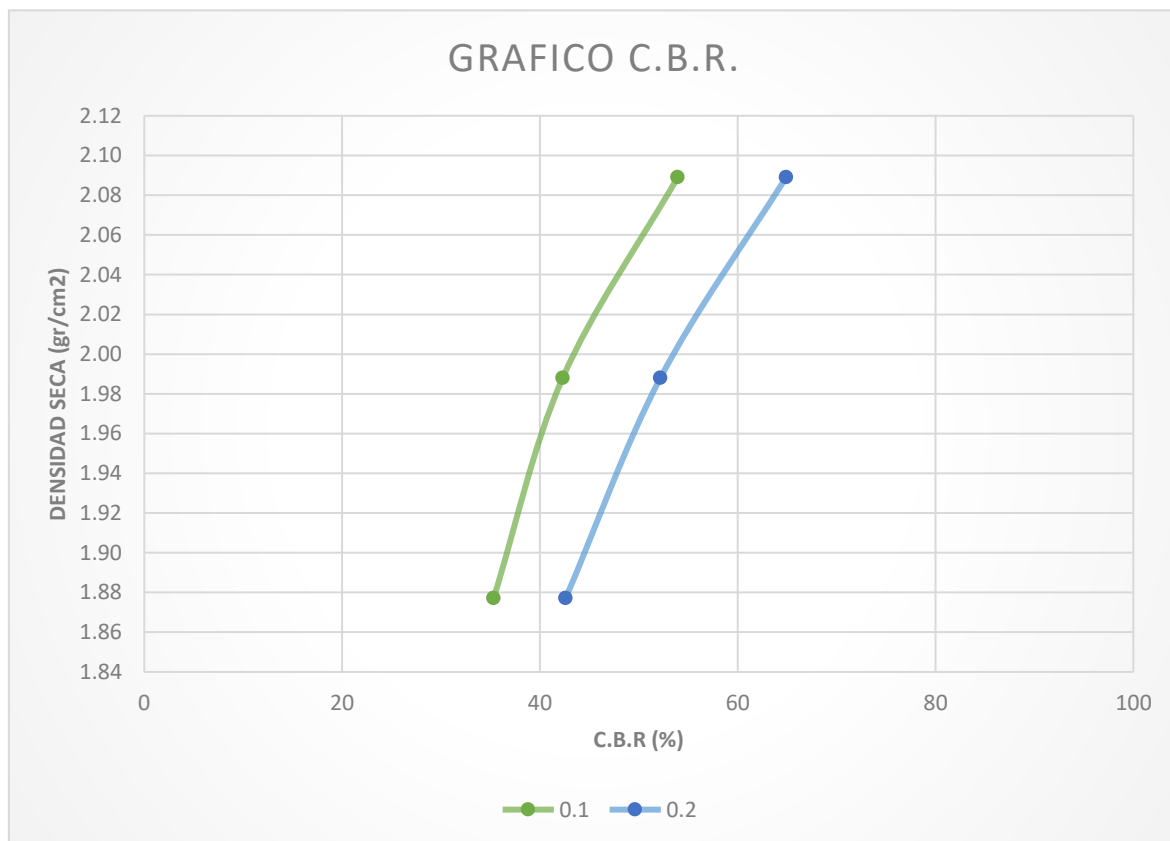
CBR a los 25 golpes para km 11+150.00.

25 GOLPES	
CBR.01	42.30
CBR 02	52.18

Tabla 25

CBR a los 12 golpes para km 11+150.00.

12 GOLPES	
CBR.01	35.31
CBR 02	42.59

Figura 15*Gráfico del C.B.R.***Tabla 26***CBR al 100% y 95% para km 11+150.00.*

PARAMETROS DEL CBR	
CBR.01 AL 100%	53.63
C.B.R01 AL 95%	44.34

Tabla 27*Densidad seca de km 11+150.00.*

DENSIDAD SECA (gr/cm²)	
1	2.089
2	1.988
3	1.877

Mezcla de suelos de la cantera Colpa y del km 11+150:

Tabla 28.

Análisis granulométrico en Forma Natural de la mezcla de suelos.

UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL						
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES						
INFLUENCIA DEL POLIMERO POLYCOM EN LA CAPACIDAD PORTANTE DE LA BASE PARA LA CARRETERA DE ACOS VINCHOS – COLPA EN AYACUCHO						
ORIGEN:	CANTERA COLPA (60%) + CANTERA KM 11+150 (40%)					
REALIZADO POR:	SANTILLAN CHAVARRY Y VELIZ AREVALO					
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (ASTM D-422)						
DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA:	CANTERA COLPA (60%) + CANTERA KM 11+150 (40%)					
TAMICES (ASTM)	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (g)	RETENIDO PARCIAL (%)	RETENIDO ACUMULADO (%)	PASANTE (%)	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
						Peso Inicial: 15500 g
2 1/2"	63,000	0.00	0.00	0.00	100.00	Peso Fracción: 350.6 g
2"	50,000	0.00	0.00	0.00	100.00	Grava: 97.06%
1 1/2"	37,500	0.00	0.00	0.00	100.00	Arena: 2.90%
1"	25,000	315.40	2.03	2.03	98.0	Fino: 0.04%
3/4"	19,000	1799.80	11.61	13.64	86.4	W Natural: -
3/8"	9,500	2513.50	16.22	29.86	70.1	
N° 4	4,750	3610.70	23.29	53.15	46.9	LIMITES DE CONSISTENCIA
N° 10	2,000	112.82	15.08	68.23	31.8	L.L: 33.00%
N° 40	0,425	86.75	11.59	79.82	20.2	L.P: 25
N° 200	0,075	46.88	6.26	86.08	13.9	I.P: 8
FONDO	-	3.41			-	
CLASIFICACION						
SUCS:						GP
AASHTO:						A-2-6(0)

Figura 16

Gráfico del análisis granulométrico por tamizado (ASTM D-422).

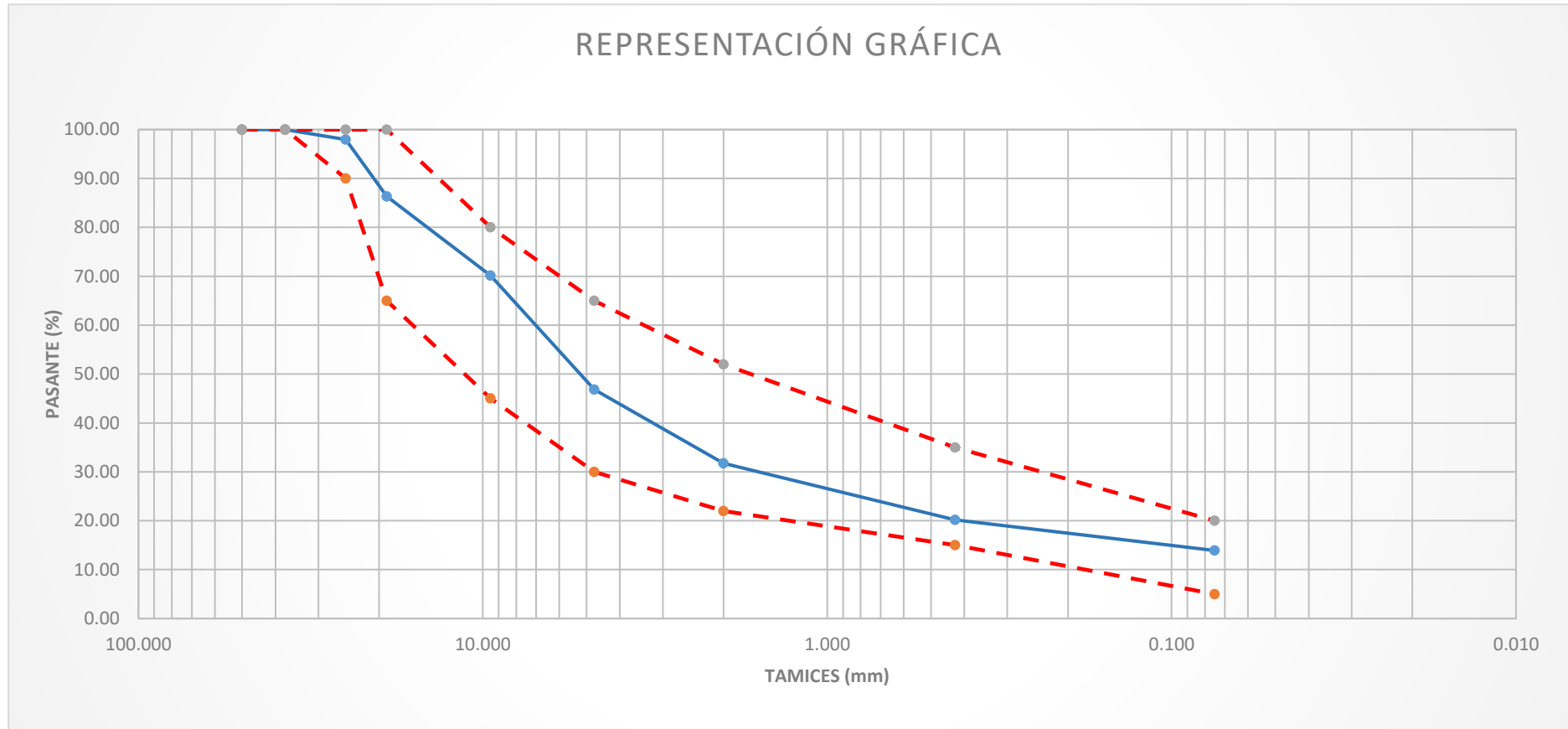


Tabla 29*Límites de Consistencia (ASTM D-424).***UNIVERSIDAD PRIVADA ANTONOR ORREGO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL****LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES**

INFLUENCIA DEL POLIMERO POLYCOM EN LA CAPACIDAD PORTANTE DE LA BASE PARA
LA CARRETERA DE ACOS VINCHOS – COLPA EN AYACUCHO

ORIGEN: CANTERA COLPA (60%) + CANTERA KM 11+150 (40%)

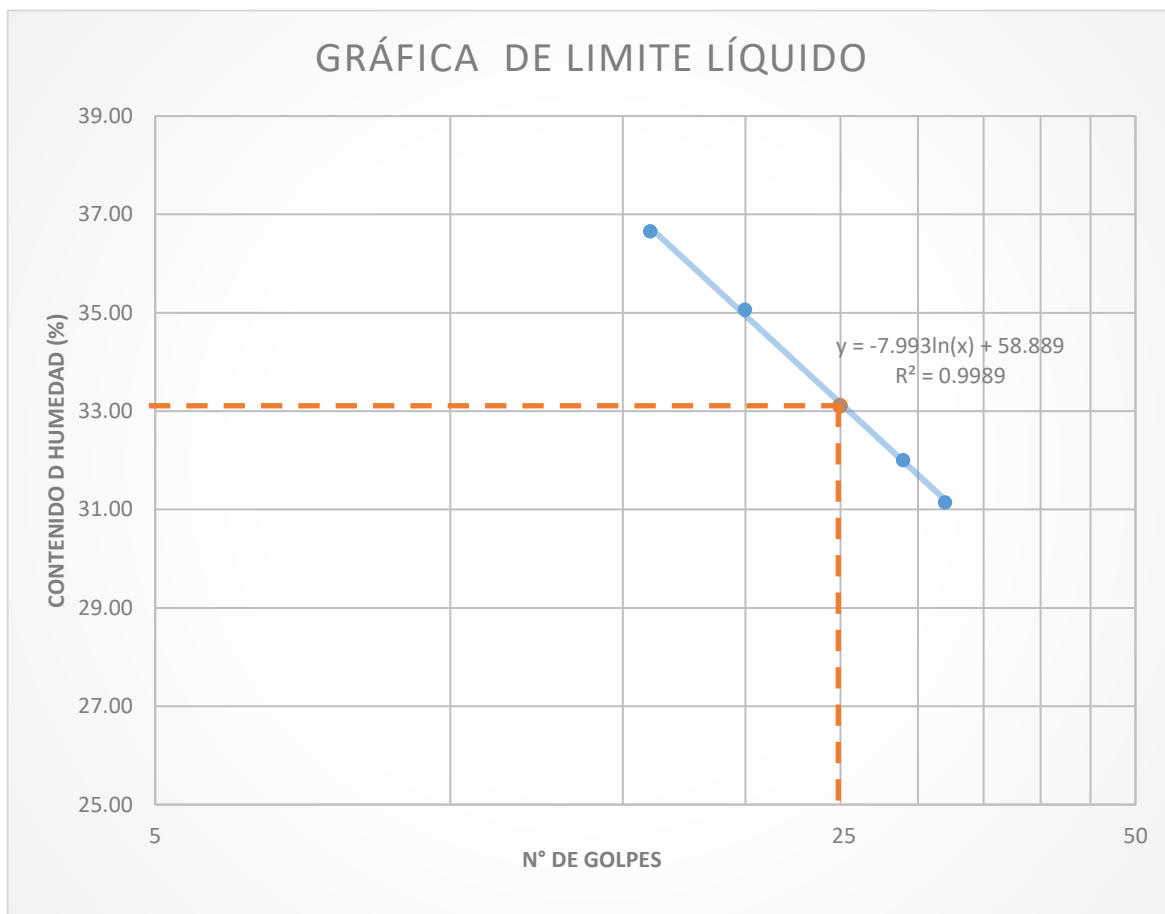
REALIZADO POR: SANTILLAN CHAVARRY Y VELIZ AREVALO

LIMITES DE CONSISTENCIA (ASTM D-424)

DESCRIPCION	LIMITE LÍQUIDO				LIMITE PLÁSTICO	
	M1	M2	M3	M4	N1	N2
N° TARA						
N° DE GOLPES	16	20	29	32	-	-
P. SUELO HUMEDO +P. TARA (g)	41.08	37.51	39	40.07	15.32	15.92
P. SUELO SECO +P. TARA (g)	32.61	30.25	31.82	32.8	14.09	14.66
P.DEL AGUA (g)	8.47	7.26	7.18	7.27	1.23	1.26
P. TARA (g)	9.50	9.54	9.38	9.45	9.22	9.48
P. DEL SUELO HUMEDO (g)	31.58	27.97	29.62	30.62	6.1	6.44
P. DEL SUELO SECO (g)	23.11	20.71	22.44	23.35	4.87	5.18
C.HUMEDAD (%)	36.65	35.06	32.00	31.13	25.26	24.32
	L.L		L.P		I.P	
	33%		25%		8%	

Figura 17

Gráfico de Límites de Consistencia (ASTM D-424).

**Tabla 30**

Resultados del LL de la mezcla del suelo.

Nº DE GOLPES	C.HUMEDAD (%)
25	33

Tabla 31*Análisis de Proctor Modificado (ASTM D-1557).*

UNIVERSIDAD PRIVADA ANTONOR ORREGO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

INFLUENCIA DEL POLIMERO POLYCOM EN LA CAPACIDAD PORTANTE DE LA BASE PARA LA CARRETERA DE ACOS VINCHOS – COLPA EN AYACUCHO

ORIGEN: CANTERA COLPA (60%) + CANTERA KM 11+150 (40%)

REALIZADO POR: SANTILLAN CHAVARRY Y VELIZ AREVALO

PROCTOR MODIFICADO (ASTM D-1557)
DETERMINACIÓN DE DENSIDAD

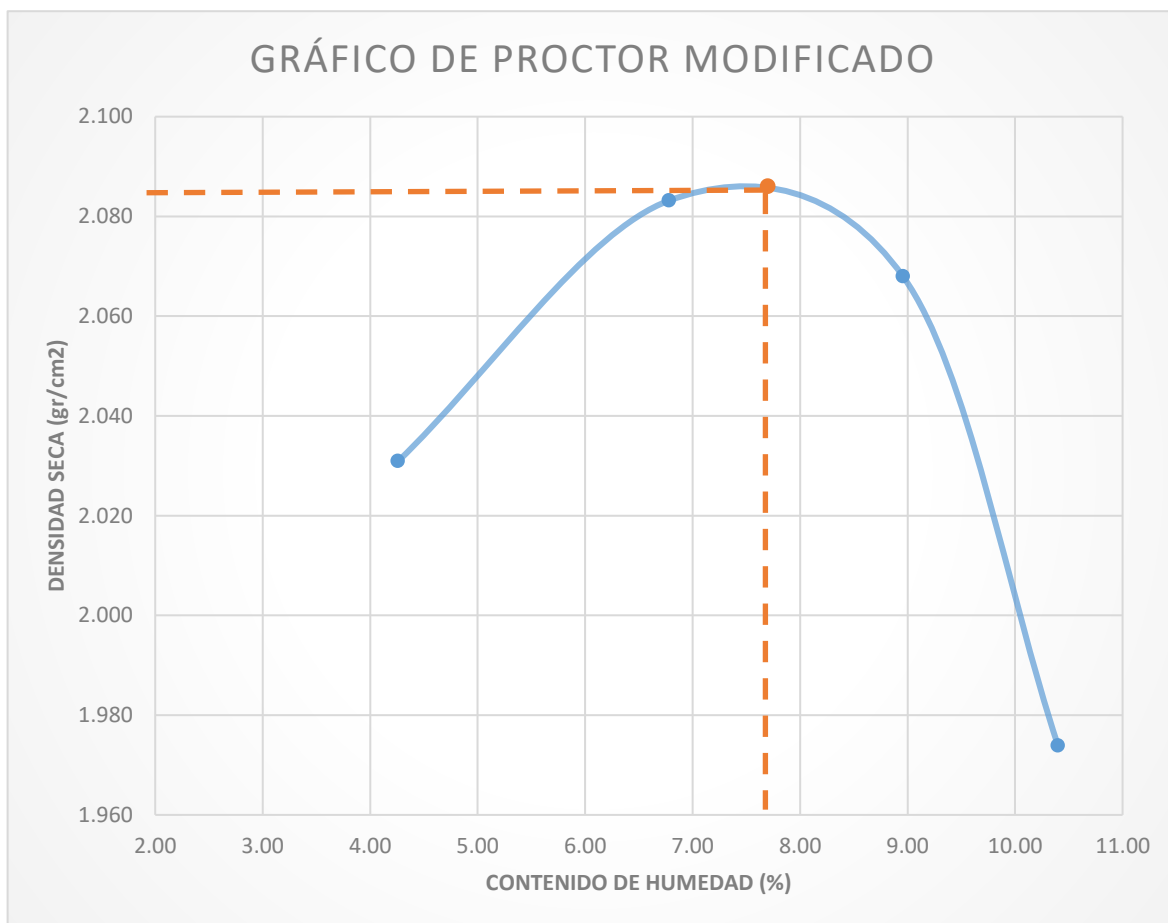
N ° DE ENSAYO	1	2	3	4
PESO MOLDE+ SUELO HÚMEDO COMPACTADO	10539.00	10766.00	10827.00	10670.00
PESO MOLDE	6048.00	6048.00	6048.00	6048.00
PESO SUELO HÚMEDO COMPACTADO	4491.00	4718.00	4779.00	4622.00
VOLUMEN DEL MOLDE	2121.00	2121.00	2121.00	2121.00
DENSIDAD HUMEDA	2.12	2.224	2.253	2.179
DENSIDAD SECA	2.031	2.083	2.068	1.974

DETERMINACIÓN DE DENSIDAD

N ° DE RECIPIENTE	M1	M2	M3	M4
P. SUELO HÚMEDO + RECIPIENTE	491.85	411.85	490.19	382.98
P. SUELO SECO +P. RECIPIENTE	473.89	389.30	454.28	352.11
PESO RECIPIENTE	52.22	56.74	53.45	55.26
PESO DEL AGUA	17.96	22.55	35.91	30.87
PESO DE SUELO SECO	421.67	332.56	400.83	296.85
CONTENIDO DE HUMEDAD	4.26	6.781	8.959	10.399
DENSIDAD SECA	2.031	2.083	2.068	1.974

Figura 18

Gráfico del Análisis de Proctor Modificado (ASTM D-1557).

**Tabla 32**

Resultados de la densidad seca para la mezcla de suelo.

CONTENIDO DE HUMEDAD	7.70
DENSIDAD SECA	2.086

Tabla 33

Valor relativo de soporte (C.B.R) (ASTM D-1883)

UNIVERSIDAD PRIVADA ANTONOR ORREGO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

INFLUENCIA DEL POLIMERO POLYCOM EN LA CAPACIDAD PORTANTE DE LA BASE PARA LA CARRETERA DE ACOS VINCHOS – COLPA EN AYACUCHO

ORIGEN: CANTERA COLPA (60%) + CANTERA KM 11+150 (40%)

REALIZADO POR: SANTILLAN CHAVARRY Y VELIZ AREVALO

VALOR RELATIVO DE SOPORTE (C.B.R) (ASTM D-1883)

N° MOLDE	1	2	3
N° CAPAS	5	5	5
N° DE GOLPES	56	25	12

	SIN SUMERGIR	SUMERG.	SIN SUMERGIR	SUMERG.	SIN SUMERGIR	SUMERG.
CONDICION DE LA MUESTRA						
PESO DEL MOLDE + SUELOS HÚMEDO (gr)	13017	12844	12980	12646	12570	12285
PESO DEL MOLDE (gr)	8062	8062	8304	8304	7939	7939
PESO DEL SUELO HÚMEDO (gr)	4955	4782	4676	4342	4631	4346
VOLÚMEN DEL MOLDE	2103	2103	2108	2108	2144	2144
DENSIDAD HÚMEDA (gr/cm ²)	2.356	2.274	2.218	2.060	2.160	2.027
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	7.75	8.56	8.02	8.23	10.48	12.34
DENSIDAD SECA (gr/cm ²)	2.187	2.095	2.053	1.903	1.955	1.804
TARA N°	1	2	3	4	5	6
TARA + SUELO HÚMEDO	387.74	500.55	476.14	448.21	463.22	386.97
TARA + SUELO SECO	363.70	465.56	444.89	418.32	424.42	350.34
AGUA	24.04	34.99	31.25	29.89	38.80	36.63
PESO DE LA TARA	53.45	56.74	55.26	55.12	54.21	53.47
PESO DEL SUELO SECO	310.25	408.82	389.63	363.20	370.21	296.87
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	7.75	8.56	8.02	8.23	10.48	12.34

Tabla 34

Ensayo de Expansión y Penetración.

UNIVERSIDAD PRIVADA ANTONOR ORREGO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

INFLUENCIA DEL POLIMERO POLYCOM EN LA CAPACIDAD PORTANTE DE LA BASE PARA LA CARRETERA DE ACOS VINCHOS – COLPA EN
 AYACUCHO

ORIGEN: CANTERA COLPA (60%) + CANTERA KM 11+150 (40%)
 REALIZADO POR: SANTILLAN CHAVARRY Y VELIZ AREVALO

ENSAYO DE EXPANSIÓN

FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN	
				mm	%		mm	%		mm	%
-	0 hrs.	0	0.0	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00
-	24 hrs.	0	0.0	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00
-	48 hrs.	0	0.0	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00
-	76 hrs.	0	0.0	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00
-	96 hrs.	0	0.0	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00

PENETRACIÓN

MOLDE			PENETRACIÓN								
Tiempo	mm	plg	1			2			3		
			Lectura	Lectura	Presiones	Lectura	Lectura	Presiones	Lectura	Lectura	Presiones
			Kg	Lb	Lb/plg2	Kg	Lb	Lb/plg2	Kg	Lb	Lb/plg2
0	0	0	0.0	0.0	0.00	0.0	0.0	0.00	0.0	0.0	0.00
0,3	0.63	0.25	227.6	501.7	167.23	175.8	387.5	129.17	158.2	348.8	116.27
1	1.27	0.050	487.8	1075.5	358.50	386.7	852.5	284.17	315.3	695.1	231.70
1,3	1.90	0.075	790.1	1741.8	580.60	612.4	1350.1	450.03	499.3	1100.8	366.93
2	2.54	0.100	1087.0	2396.5	789.83	889.1	1960.1	653.37	724.9	1598.1	532.70
3	3.17	0.125	1404.8	3097.0	1032.33	1160.2	2557.8	852.60	946.0	2085.5	695.17
4	3.81	0.150	1676.7	3696.5	1232.17	1321.5	2913.4	971.13	1077.5	2375.4	791.80
5	5.08	0.200	2190.4	4829.0	1609.67	1631.1	3595.9	1198.63	1334.5	2942.1	980.70
6	7.62	0.300	2673.1	5893.2	1964.40	2026.9	4468.5	1489.50	1658.4	3656.1	1218.70
8	10.16	0.400	3010.9	6638.0	2212.67	2384.9	5257.8	1752.60	1951.3	4301.8	1433.93
10	12.70	0.500	3338.4	7360.0	2453.33	2578.3	5684.1	1894.70	2064.2	4550.7	1516.90

Figura 19.

Curva de 12 golpes, 25 golpes y 56 golpes.

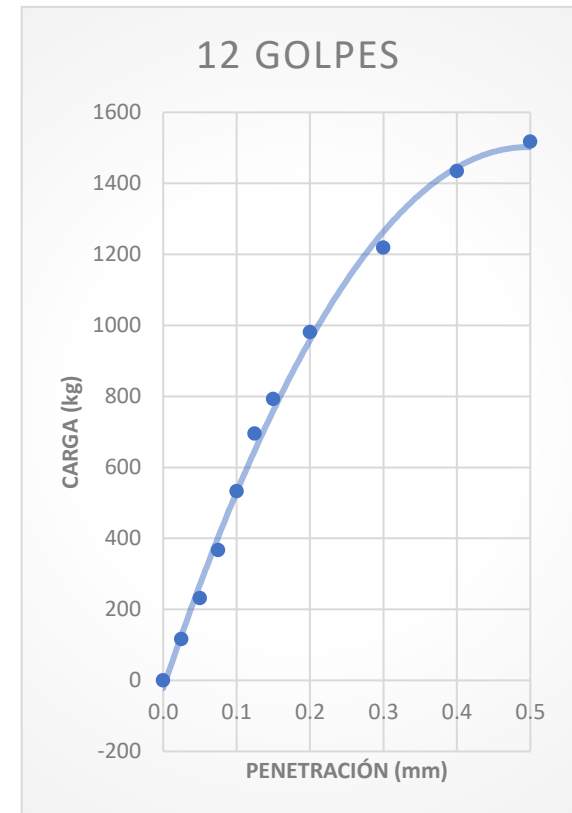
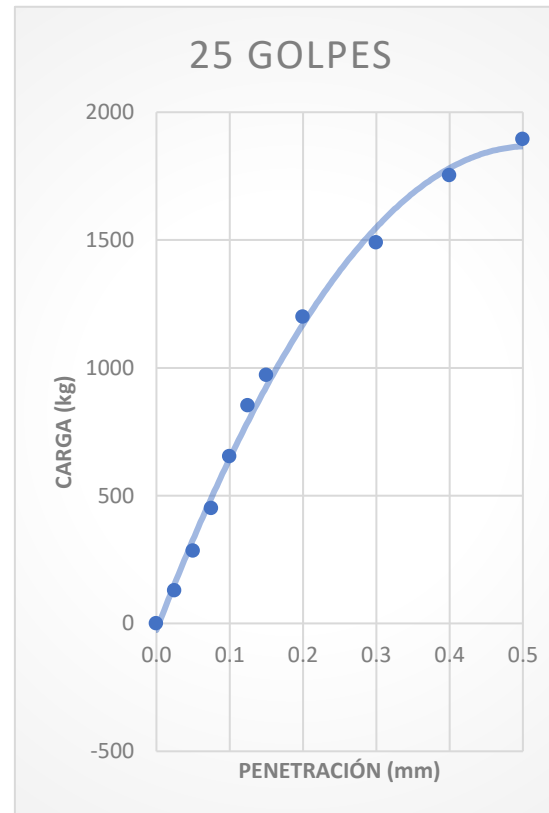
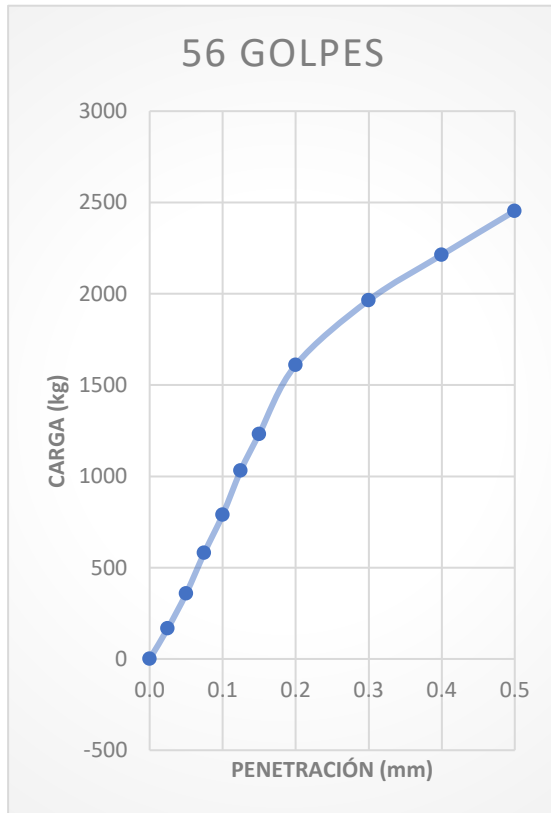


Tabla 35

Resultado de CBR a los 56 golpes.

56 GOLPES	
CBR.01	83.96
CBR 02	100.69

Tabla 36

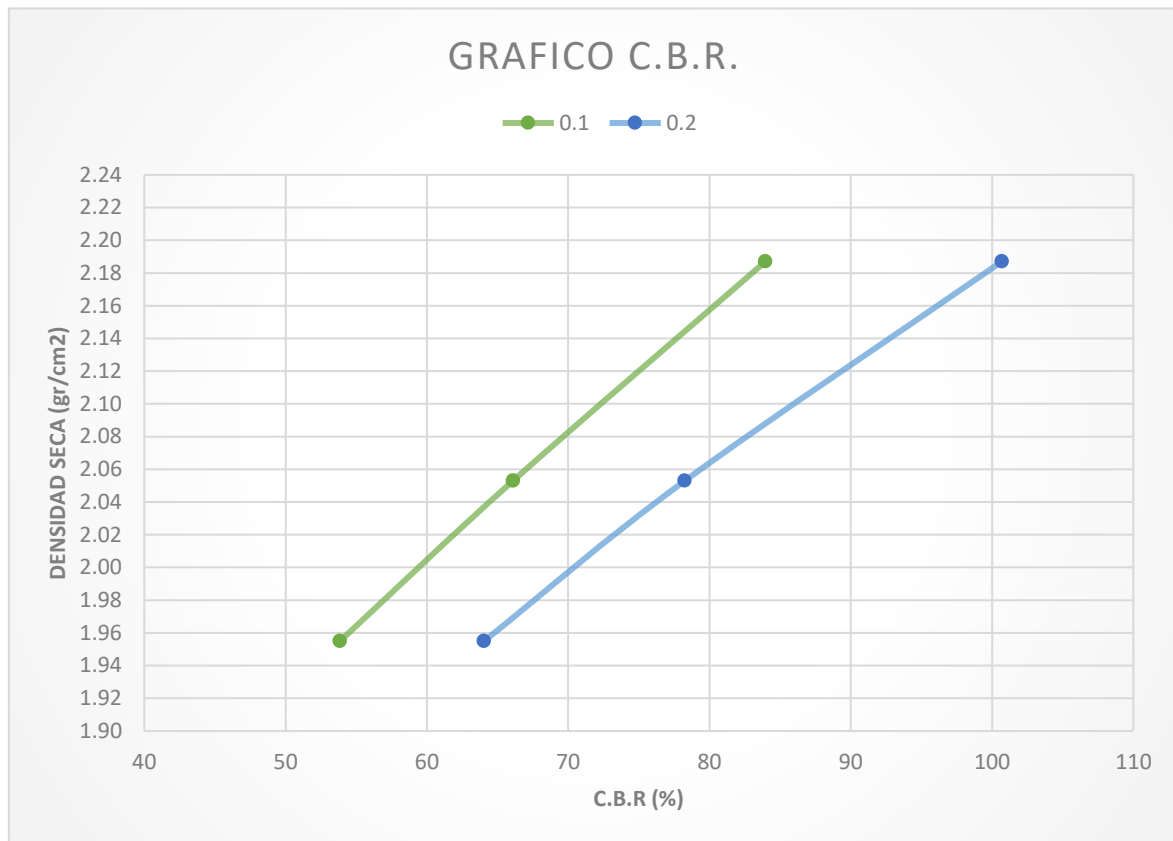
Resultados de CBR a los 25 golpes.

25 GOLPES	
CBR.01	66.10
CBR 02	78.26

Tabla 37

Resultados de CBR a los 12 golpes.

12 GOLPES	
CBR.01	53.85
CBR 02	64.05

Figura 20*Gráfico del C.B.R.***Figura 21***Parámetros del CBR al 100% y 95%*

PARAMETROS DEL CBR	
CBR.01 AL 100%	71.00
C.B.R01 AL 95%	57.00

Tabla 38*Densidad seca de la mezcla de suelo*

DENSIDAD SECA (gr/cm2)	
1	2,187
2	2,053
3	1,955

Mezcla de suelos de la Cantera Colpa y del km 11+150.00 con adición de Polycom al 0.02%:

Tabla 39.

Análisis granulométrico de la mezcla de suelo + Polycom.

UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES						
INFLUENCIA DEL POLIMERO POLYCOM EN LA CAPACIDAD PORTANTE DE LA BASE PARA LA CARRETERA DE ACOS VINCHOS – COLPA EN AYACUCHO						
ORIGEN:		MEZCLA DE SUELO + POLYCOM (0.02%)				
REALIZADO POR:		SANTILLAN CHAVARRY Y VELIZ AREVALO				
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (ASTM D-422)						
DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA:		MEZCLA DE SUELO + POLYCOM (0.02%)				
TAMICES (ASTM)	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (g)	RETENIDO PARCIAL (%)	RETENIDO ACUMULADO (%)	PASANTE (%)	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
2 1/2"	63,000	0.00	0.00	0.00	100.00	Peso Inicial: 15500g
2"	50,000	0.00	0.00	0.00	100.00	Peso Fracción: 350.6g
1 1/2"	37,500	0.00	0.00	0.00	100.00	Grava: 97.06%
1"	25,000	315.40	2.03	2.03	98.0	Arena: 2.90%
3/4"	19,000	1799.80	11.61	13.64	86.4	Fino: 0.04%
3/8"	9,500	2513.50	16.22	29.86	70.1	W Natural: -
N° 4	4,750	3610.70	23.29	53.15	46.9	LIMITES DE CONSISTENCIA
N° 10	2,000	112.82	15.08	68.23	31.8	L.L: 33.00%
N° 40	0,425	86.75	11.59	79.82	20.2	L.P: 25
N° 200	0,075	46.88	6.26	86.08	13.9	I.P: 8
FONDO	-	3.41			-	
CLASIFICACION						
						SUCS: GP
						AASHTO: A-2-6(0)

Figura 22

Gráfico del análisis granulométrico para la mezcla de suelo + Polycom.

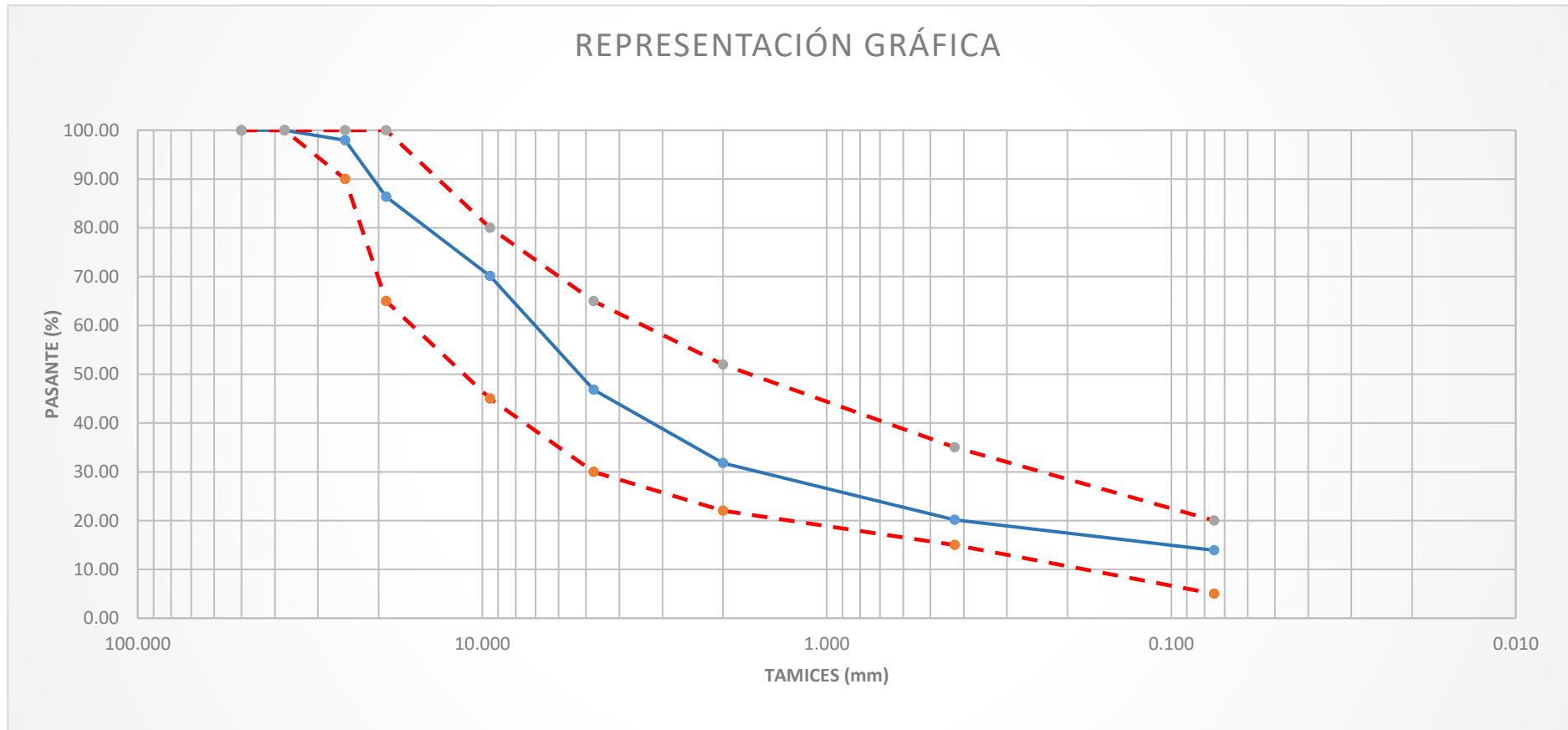


Tabla 40*Límites de Consistencia (ASTM D-424).***UNIVERSIDAD PRIVADA ANTONOR ORREGO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL****LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES**

INFLUENCIA DEL POLIMERO POLYCOM EN LA CAPACIDAD PORTANTE DE LA BASE PARA
LA CARRETERA DE ACOS VINCHOS – COLPA EN AYACUCHO

ORIGEN: MEZCLA DE SUELO + POLYCOM (0.02%)

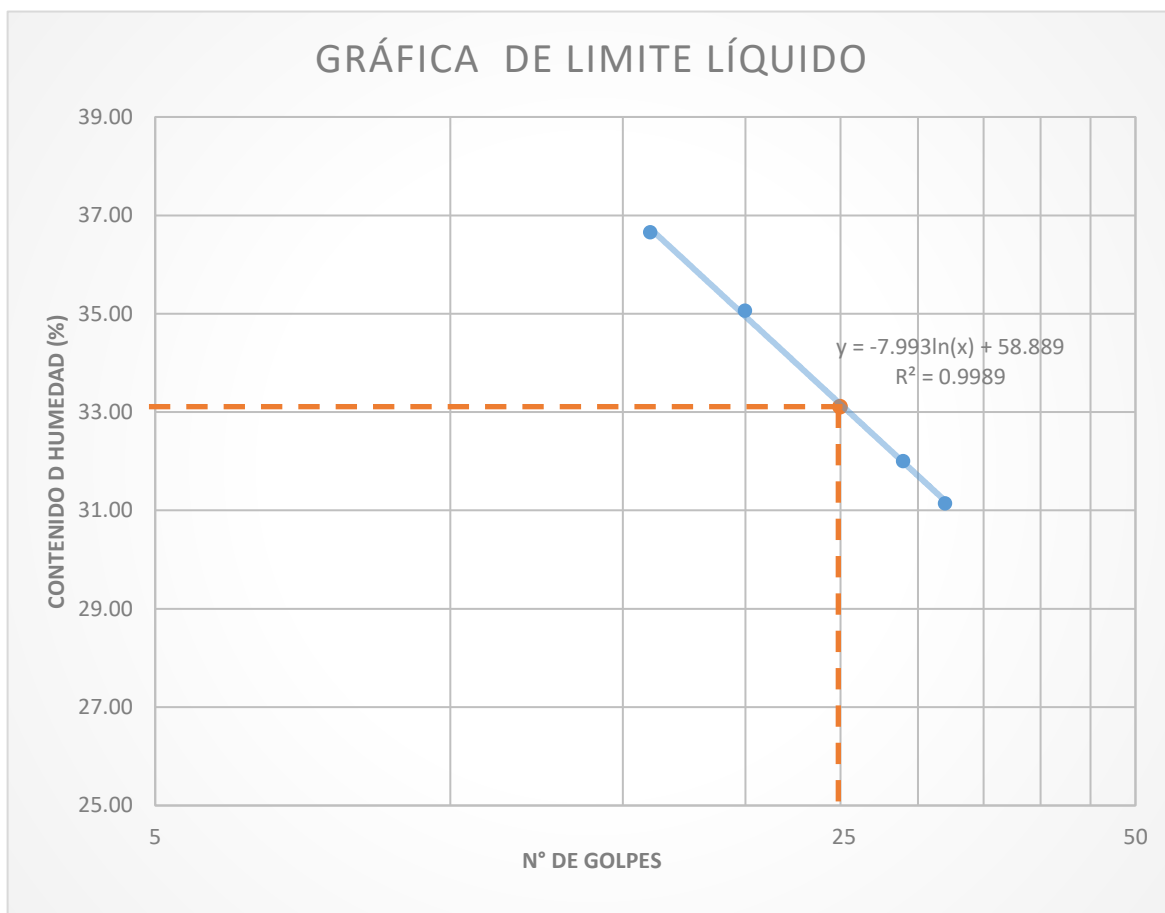
REALIZADO POR: SANTILLAN CHAVARRY Y VELIZ AREVALO

LIMITES DE CONSISTENCIA (ASTM D-424)

DESCRIPCION	LIMITE LÍQUIDO				LIMITE PLÁSTICO	
	M1	M2	M3	M4	N1	N2
N° TARA						
N° DE GOLPES	16	20	29	32	-	-
P. SUELO HUMEDO +P. TARA (g)	41.08	37.51	39	40.07	15.32	15.92
P. SUELO SECO +P. TARA (g)	32.61	30.25	31.82	32.8	14.09	14.66
P.DEL AGUA (g)	8.47	7.26	7.18	7.27	1.23	1.26
P. TARA (g)	9.50	9.54	9.38	9.45	9.22	9.48
P. DEL SUELO HUMEDO (g)	31.58	27.97	29.62	30.62	6.1	6.44
P. DEL SUELO SECO (g)	23.11	20.71	22.44	23.35	4.87	5.18
C.HUMEDAD (%)	36.65	35.06	32.00	31.13	25.26	24.32
	L.L		L.P		I.P	
	33%		25%		8%	

Figura 23

Gráfico de Límites de Consistencia (ASTM D-424).

**Tabla 41**

Resultados del LL para la mezcla de suelo + Polycom

N° DE GOLPES	C.HUMEDAD (%)
25	33

Tabla 42*Análisis de Proctor Modificado (ASTM D-1557).*

UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

INFLUENCIA DEL POLIMERO POLYCOM EN LA CAPACIDAD PORTANTE DE LA BASE PARA LA CARRETERA DE ACOS VINCHOS – COLPA EN AYACUCHO

ORIGEN: MEZCLA DE SUELO + POLYCOM (0.02%)

REALIZADO POR: SANTILLAN CHAVARRY Y VELIZ AREVALO

PROCTOR MODIFICADO (ASTM D-1557)

DETERMINACIÓN DE DENSIDAD

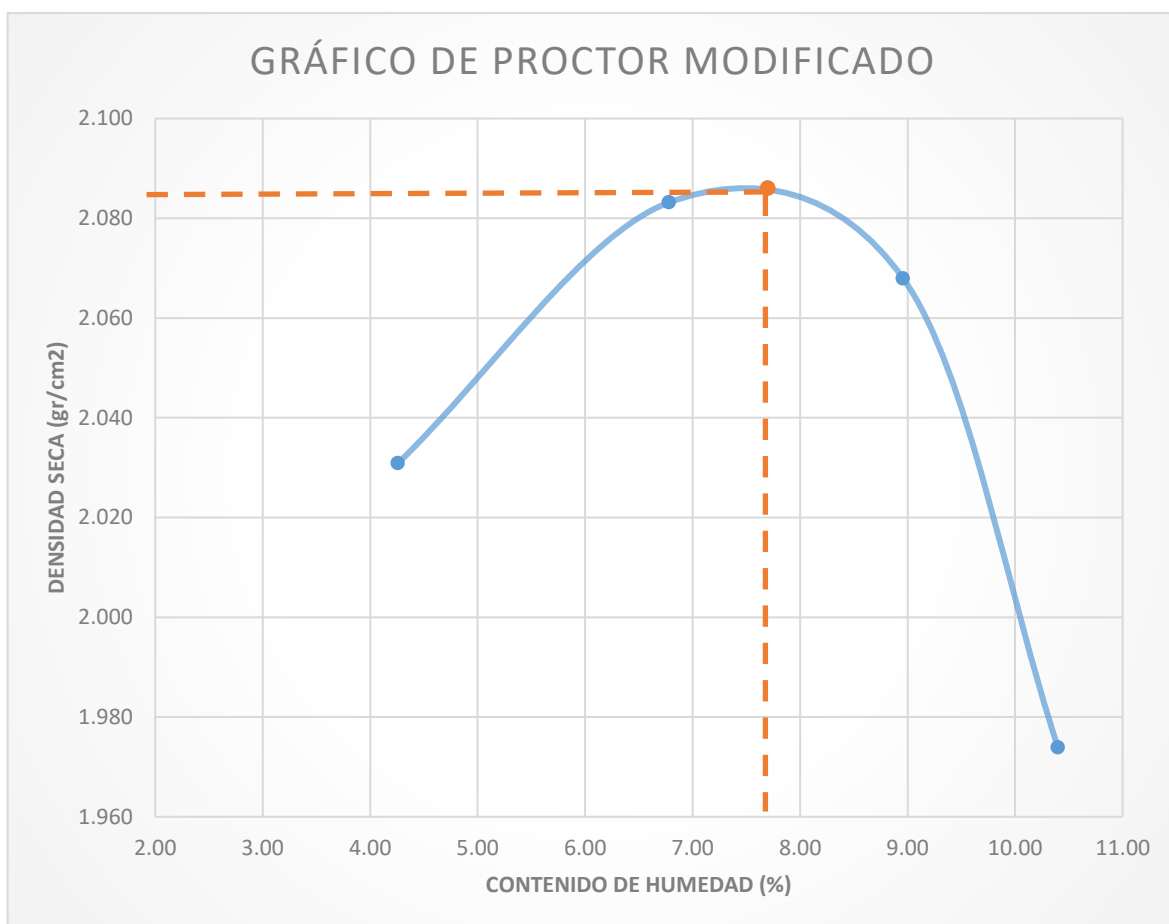
N ° DE ENSAYO	1	2	3	4
PESO MOLDE+ SUELO HÚMEDO COMPACTADO	10539.00	10766.00	10827.00	10670.00
PESO MOLDE	6048.00	6048.00	6048.00	6048.00
PESO SUELO HÚMEDO COMPACTADO	4491.00	4718.00	4779.00	4622.00
VOLUMEN DEL MOLDE	2121.00	2121.00	2121.00	2121.00
DENSIDAD HUMEDA	2.12	2.224	2.253	2.179
DENSIDAD SECA	2.031	2.083	2.068	1.974

DETERMINACIÓN DE DENSIDAD

N ° DE RECIPIENTE	M1	M2	M3	M4
P. SUELO HÚMEDO + P. RECIPIENTE	491.85	411.85	490.19	382.98
P. SUELO SECO +P. RECIPIENTE	473.89	389.30	454.28	352.11
PESO RECIPIENTE	52.22	56.74	53.45	55.26
PESO DEL AGUA	17.96	22.55	35.91	30.87
PESO DE SUELO SECO	421.67	332.56	400.83	296.85
CONTENIDO DE HUMEDAD	4.26	6.781	8.959	10.399
DENSIDAD SECA	2.031	2.083	2.068	1.974

Figura 24

Gráfico del Análisis de Proctor Modificado (ASTM D-1557)

**Tabla 43**

Resultados de densidad seca de la mezcla de suelo + Polycom

CONTENIDO DE HUMEDAD	7.70
DENSIDAD SECA	2.089

Tabla 44*Valor relativo de soporte (C.B.R) (ASTM D-1883)***UNIVERSIDAD PRIVADA ANTONOR ORREGO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL****LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES**

INFLUENCIA DEL POLIMERO POLYCOM EN LA CAPACIDAD PORTANTE DE LA BASE PARA LA CARRETERA DE ACOS
VINCHOS – COLPA EN AYACUCHO

ORIGEN: MEZCLA DE SUELO + POLYCOM (0.02%)
REALIZADO POR: SANTILLAN CHAVARRY Y VELIZ AREVALO

VALOR RELATIVO DE SOPORTE (C.B.R) (ASTM D-1883)

N° MOLDE	1	2	3
N° CAPAS	5	5	5
N° DE GOLPES	56	25	12

CONDICION DE LA MUESTRA	SIN SUMERGIR		SUMERG.		SIN SUMERGIR		SUMERG.	
	1	2	3	4	5	6	7	8
PESO DEL MOLDE + SUELOS HÚMEDO (gr)	13033	12800	12986	12712	12557	12523		
PESO DEL MOLDE (gr)	8062	8062	8304	8304	7939	7939		
PESO DEL SUELO HÚMEDO (gr)	4971	4738	4682	4408	4618	4584		
VOLÚMEN DEL MOLDE	2103	2103	2108	2108	2144	2144		
DENSIDAD HÚMEDA (gr/cm ²)	2.364	2.253	2.221	2.091	2.154	2.138		
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	7.82	8.93	7.78	8.14	8.32	10.43		
DENSIDAD SECA (gr/cm ²)	2.193	2.068	2.061	1.934	1.989	1.936		
TARA N°	1	2	3	4	5	6		
TARA + SUELO HÚMEDO	361.98	378.42	375.87	427.42	452.31	395.69		
TARA + SUELO SECO	339.66	351.92	352.32	399.41	421.51	363.68		
AGUA	22.32	26.5	23.55	28.01	30.80	32.01		
PESO DE LA TARA	54.21	55.12	49.58	55.26	51.26	56.74		
PESO DEL SUELO SECO	248.45	296.80	302.74	344.15	370.25	306.94		
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	7.82	8.93	7.78	8.14	8.32	10.43		

Tabla 45

Ensayo de Expansión y Penetración.

UNIVERSIDAD PRIVADA ANTONOR ORREGO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

INFLUENCIA DEL POLIMERO POLYCOM EN LA CAPACIDAD PORTANTE DE LA BASE PARA LA CARRETERA DE ACOS VINCHOS – COLPA EN
 AYACUCHO

ORIGEN: MEZCLA DE SUELO + POLYCOM (0.02%)
 REALIZADO POR: SANTILLAN CHAVARRY Y VELIZ AREVALO

ENSAYO DE EXPANSIÓN

FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN	
				mm	%		mm	%		mm	%
-	0 hrs.	0	0.0	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00
-	24 hrs.	0	0.0	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00
-	48 hrs.	0	0.0	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00
-	76 hrs.	0	0.0	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00
-	96 hrs.	0	0.0	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00

PENETRACIÓN

MOLDE			PENETRACIÓN								
Tiempo	mm	plg	1			2			3		
			Lectura	Lectura	Presiones	Lectura	Lectura	Presiones	Lectura	Lectura	Presiones
			Kg	Lb	Lb/plg2	Kg	Lb	Lb/plg2	Kg	Lb	Lb/plg2
0	0	0	0.0	0.0	0.00	0.0	0.0	0.00	0.0	0.0	0.00
0,3	0.63	0.25	293.5	647.1	215.70	285.7	629.8	209.93	211.9	467.1	155.70
1	1.27	0.050	604.2	1332.1	444.03	710.9	1567.3	522.43	423.8	934.4	311.47
1,3	1.90	0.075	1140.9	2515.2	838.40	996.0	2195.7	731.90	671.2	1479.8	493.27
2	2.54	0.100	1526.6	3444.9	1148.30	1350.0	2976.2	992.07	974.5	2148.3	716.10
3	3.17	0.125	2155.9	4753.0	1584.33	1679.8	3703.4	1234.47	1271.6	2803.5	934.50
4	3.81	0.150	2573.1	5672.7	1890.90	1905.0	4199.7	1399.90	1448.4	3193.1	1064.37
5	5.08	0.200	2988.4	6588.4	2196.13	2316.6	5107.2	1702.40	1787.7	3941.1	1313.70
6	7.62	0.300	3702.3	8162.2	2720.73	2884.7	6359.6	2119.87	2221.6	4897.7	1632.57
8	10.16	0.400	4170.2	9193.8	3064.60	3249.2	7163.3	2387.77	2613.9	5762.7	1920.90
10	12.70	0.500	4367.3	9628.2	3109.40	3602.7	7942.5	2647.50	2825.8	6229.9	2076.63

Figura 25

Curva de 12 golpes, 25 golpes y 56 golpes.

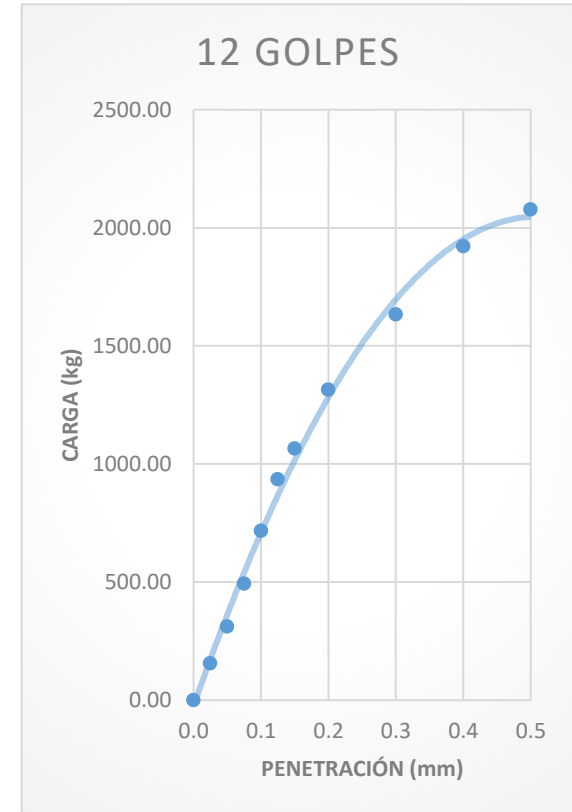
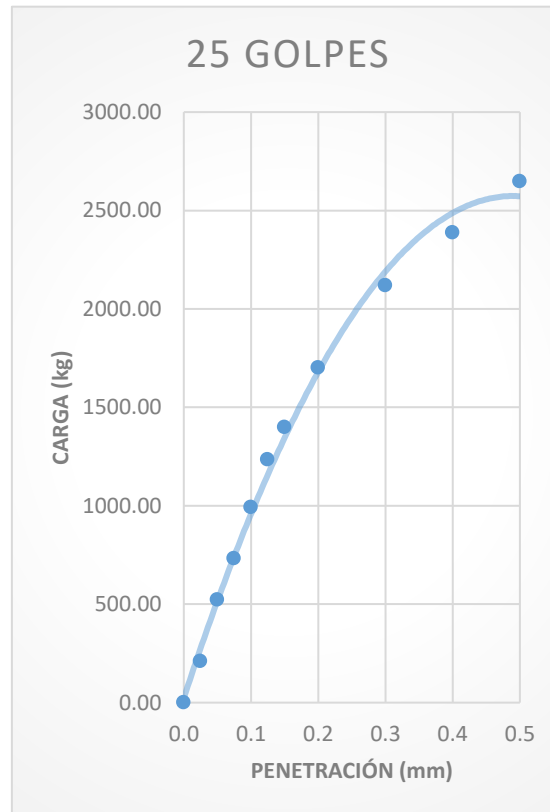
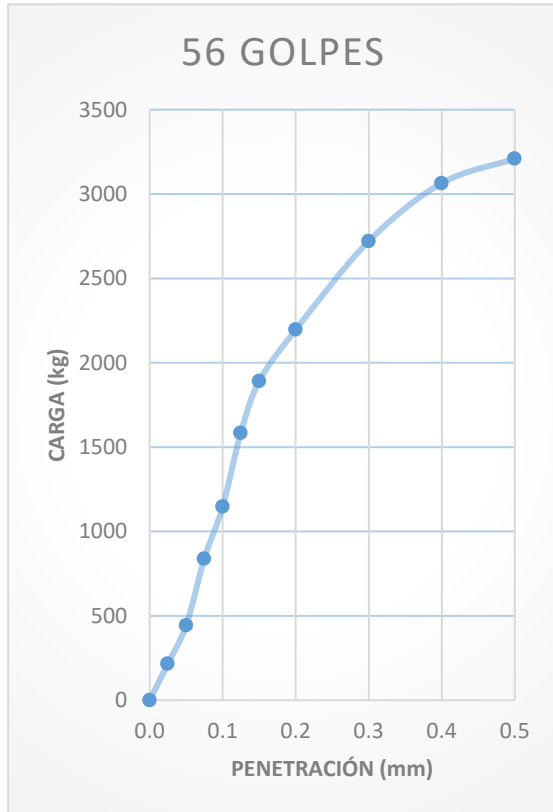


Tabla 46

Resultados de CBR a los 56 golpes

56 GOLPES	
CBR.01	122.19
CBR 02	144.66

Tabla 47

Resultados de CBR a los 25 golpes

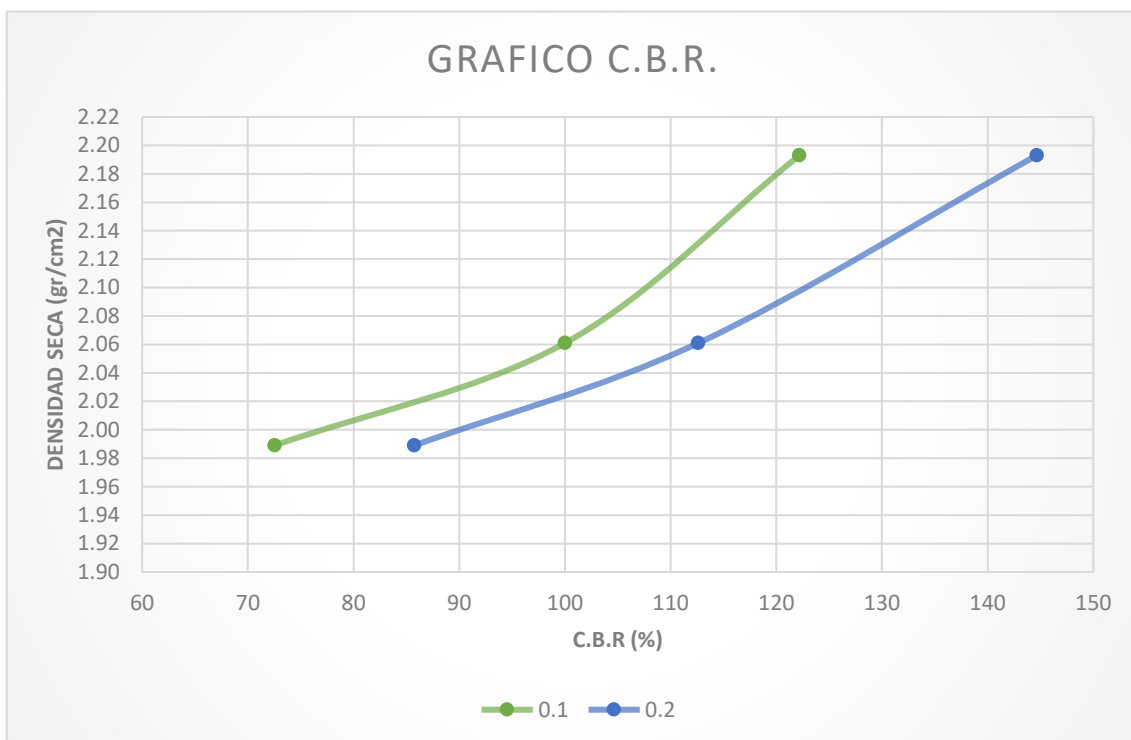
25 GOLPES	
CBR.01	100.01
CBR 02	112.62

Tabla 48*Resultados de CBR a los 12 golpes*

12 GOLPES	
CBR.01	72.54
CBR 02	85.74

Figura 26

Gráfico de CBR para mezcla de suelo + Polycom

**Tabla 49**

Resultados de la densidad seca

DENSIDAD SECA (gr/cm²)	
1	2.193
2	2.061
3	1.989

Tabla 50

Resultados del CBR al 100% y 95%

PARAMETROS DEL CBR	
CBR.01 AL 100%	105.00
C.B.R01 AL 95%	73.52

4.3. Docimasia de Hipótesis

Nuestra investigación corresponde a un modelado estadístico no probabilístico, debido al número determinista de los ensayos. Se realizó el análisis estadístico de la hipótesis, para evitar dudas sobre los datos. Mediante el software SPSS.

CBR% estabilizado con el polímero Polycom

La siguiente tabla presenta los datos descriptivos obtenidos tras el análisis estadístico de los resultados de la prueba CBR realizada en el laboratorio, una vez que se estabilizó el suelo con "Polycom" al 0.02% con la mezcla de suelos, donde fueron contrastados con las otras muestras de suelo.

Tabla 51

Análisis estadístico descriptivo de hipótesis

		Descriptivos		Estadístico	Error estándar
Adición de Polycom (%)					
CBR% - COLPA (0%)	Media			109.8200	8.50723
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior		73.2164	
		Límite superior		146.4236	
	Media recortada al 5%			.	
	Mediana			104.2400	
	Varianza			217.119	
	Desv. estándar			14.73495	
	Mínimo			98.69	
	Máximo			126.53	
	Rango			27.84	
	Rango intercuartil			.	
	Asimetría			1.460	1.225
	Curtosis			.	.
CBR% - KM 11+150 (0%)	Media			57.4833	3.70435
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior		41.5448	
		Límite superior		73.4218	
	Media recortada al 5%			.	
	Mediana			53.9300	
	Varianza			41.167	
	Desv. estándar			6.41612	
	Mínimo			53.63	
	Máximo			64.89	
	Rango			11.26	
	Rango intercuartil			.	
	Asimetría			1.728	1.225
	Curtosis			.	.

Nota. En esta tabla se muestra los datos obtenidos por el software IBM SPSS.

Tabla 52*Análisis estadístico descriptivo de hipótesis - 2*

CBR% - MEZCLA DE SUELOS (0%)	Media		85.2167	8.59377
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	48.2407	
		Límite superior	122.1927	
	Media recortada al 5%		.	
	Mediana		83.9600	
	Varianza		221.558	
	Desv. estándar		14.88484	
	Mínimo		71.00	
	Máximo		100.69	
	Rango		29.69	
	Rango intercuartil		.	
	Asimetría		.377	1.225
	Curtosis		.	.
CBR% - MEZCLA DE SUELOS (0.02%)	Media		123.9500	11.48263
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	74.5442	
		Límite superior	173.3558	
	Media recortada al 5%		.	
	Mediana		122.1900	
	Varianza		395.552	
	Desv. estándar		19.88849	
	Mínimo		105.00	
	Máximo		144.66	
	Rango		39.66	
	Rango intercuartil		.	
	Asimetría		.395	1.225
	Curtosis		.	.

Nota. En esta tabla se muestra los dato obtenidos por el software IBM SPSS.

Prueba de Normalidad

Se llevan a cabo pruebas de hipótesis estadísticas en relación con el porcentaje de CBR obtenido en experimentos de laboratorio después de la estabilización del suelo con la mezcla de suelos + polycom. Esto se basa en el siguiente supuesto estadístico:

Hipótesis Nula (H_0): Los porcentajes de CBR (derivados de pruebas de laboratorio) que emplean polycom como estabilizador del suelo siguen una distribución típica.

Hipótesis Alternativa (H_a): Los datos del porcentaje de CBR (obtenidos de pruebas de laboratorio) que utilizan polycom como estabilizador del suelo no siguen una distribución normal.

La toma de decisión implica superar el umbral de significancia establecido en 0,05 o rechazar la hipótesis nula después de evaluar si el valor de

significancia obtenido mediante la prueba de normalidad es menor o mayor que 0,05.

Tabla 53

Análisis de prueba de normalidad

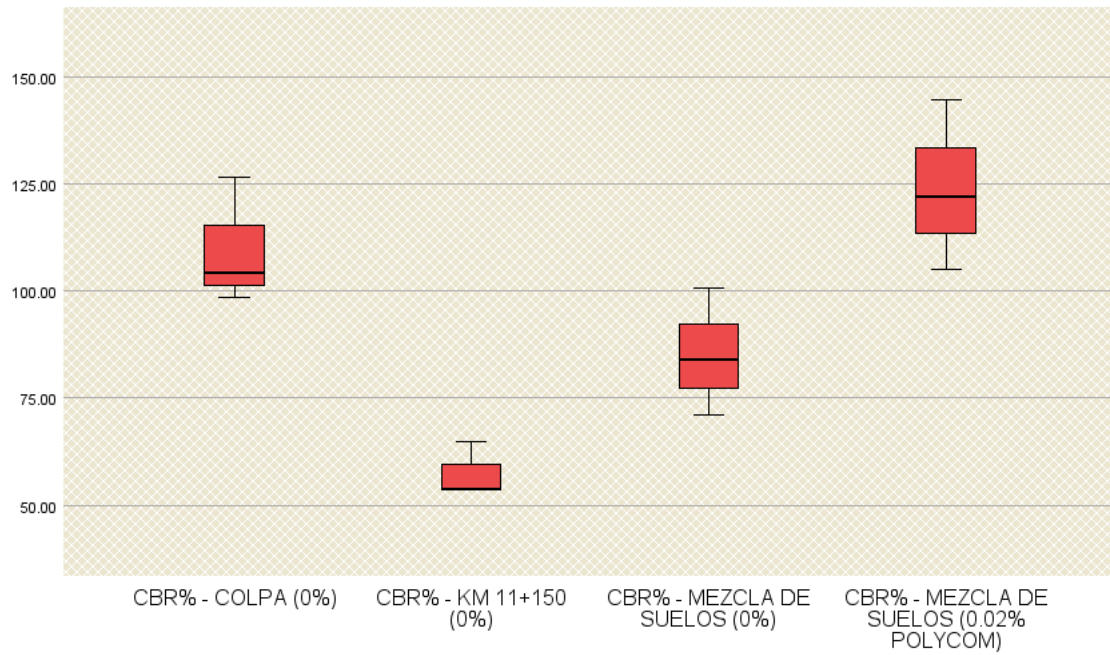
Adición de Polycom (%)	Pruebas de normalidad					
	Kolmogórov-Smirnov			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
CBR% - COLPA (0%)	.314	3	.	.892	3	.362
CBR% - KM 11+150 (0%)	.377	3	.	.770	3	.045
CBR% - MEZCLA DE SUELOS (0%)	.200	3	.	.995	3	.860
CBR% - MEZCLA DE SUELOS (0.02%)	.202	3	.	.994	3	.853

Nota. En esta tabla se muestra los dato obtenidos de la prueba de normalidad por el software IBM SPSS.

Dado que todos los valores de significancia obtenidos a través de las pruebas de Shapiro-Wilk para los ensayos de laboratorio de CBR son mayores a 0,05, rechazamos la hipótesis nula. En consecuencia, podemos concluir que el polimero Polycom presenta un comportamiento consistente con una "distribución paramétrica de datos y resultados de CBR de una base de datos normal".

Diagrama de Cajas

Se empleó un diagrama de cajas para evaluar la dispersión de la distribución y estimar el tamaño de la muestra para cada proporción de suelo estabilizado y sin estabilizar. Se observó que los valores de CBR mostraron un porcentaje aceptable cuando no se utilizó polycom, aunque permanecieron dentro del rango especificado. Al utilizar un 0% de polycom, se evidenció una asimetría hacia la baja; mientras que la mezcla del suelo con 0% de polycom, fue simétrica; finalmente al agregar a esta mezcla un 0.02% de polycom, los valores de CBR fueron asimétricos ligeramente hacia abajo y aún dentro de los rangos permisibles.

Figura 27*Diagrama de cajas*

Nota. Esta grafica representa el comportamiento de CRB de los tipos de suelos.

V. DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

Esta investigación, tuvo como objetivo principal determinar la influencia del polímero Polycom en la capacidad portante de la base de carretera. Su función es dar mayor resistencia al material tanto con condiciones húmedas como secas. Siguiendo todos los lineamientos de las normativas del MTC y las especificaciones técnicas del polímero. Afirmando la influencia de este material en el comportamiento de las propiedades de nuestro material.

En base a lo anterior, Llano, Ríos & Restrepo (2020), en su investigación nos indican que el uso de estabilizadores químicos representa una solución técnica y ambientalmente sostenible. Dando como resultado un suelo que conserva su aspecto inicial, pero presentando una mayor resistencia mecánica que un suelo natural. Bajo este análisis, se evalúan distintas tecnologías de estabilización, para garantizar su desempeño y durabilidad de suelos viales.

En cuanto a nuestra investigación y el primer objetivo, buscamos la clasificación de nuestro material granular, obtenido de canteras. Donde se analizaron 4 muestras, las cuales fueron Cantera Colpa, Km 11+150, Mezcla de suelos y Mezcla de suelos + Polycom, donde se obtuvo que las dos primeras muestras se clasifican como A-1-b y las dos últimas en A-2-6 según las consideraciones de la normativa AASHTO.

Alarcón y Benítez (2019), en su artículo plantea el uso de lodo aceitoso como agente estabilizante de materiales granulares y suelos de subrasante, mejorando su resistencia y plasticidad. Donde se realizó la caracterización del material granular, donde según SUCS, estuvo compuesto por 38.5% de grava, 45.7% de arena y 15.8% de finos y se clasifica como un Limo, mientras que por AASHTO, se clasifica como A-2-4. Para la caracterización de la subrasante su índice de plasticidad representa un 17%, y según SUCS, lo clasifica como arena con presencia de limos o arcilla, por otro lado, AASHTO clasifica a la sub rasante como A-2-6.

Habiendo realizado la caracterización de nuestras muestras, realizamos el CBR de nuestras canteras, donde se obtuvieron los siguientes valores de CBR al 100%, cantera Colpa 98.96%, Km 11+150 53.65%. Según la norma EG-2013, un material granular para base, debe tener como mínimo 80% de CBR, por lo que se realizó la mezcla de estos dos materiales, dando como resultado 71% CBR; por lo que realizamos la adición de Polycom, siguiendo la dosificación según sus especificaciones técnicas, el cual fue de 0.02% para la cantidad de nuestro material y obtuvimos un CBR de 105%.

Estos resultados los podemos comparar con Martínez (2019), quien en su investigación aplica el polímero Polycom a una subrasante de suelo arenoso arcilloso, buscando la mejora de sus propiedades, aumentando su CBR y disminuyendo considerablemente la expansión natural del suelo. Indicando que el porcentaje ideal de Polycom es de 2%.

Con respecto a nuestra investigación, nuestro tercer objetivo se basa en la aplicación del Polímero y en analizar el CBR junto con la compactación del suelo base. El ensayo de CBR es dividido en el número de golpes (12, 25 y 56 golpes) respectivamente de cada espécimen, pudiendo observar un notable aumento del 40% entre los ensayos de CBR de 12 y 56 golpes en la cantera Colpa. Sin embargo, para el estudio de la cantera KM 11+150 se visualizó un aumento también, pero del 20% entre 12 y 56 golpes respectivamente.

Cohen y Paz (2022), en su investigación plantea el uso de la escoria de acero blanca en proyectos de infraestructura vial con el objetivo de aumentar el resultado de CBR obtenido y mejorar su suelo arcilloso. Las cantidades añadidas de la escoria son de 7.5%, 15% y 22.5%, obteniendo un aumento del CBR de un 1.5% a un 5.3%.

5.1. Resumen de Contenido de Humedad

Se realizaron los análisis de contenido de humedad de cada muestra en estado natural, obtenidos de las canteras, colpa y km 11+150. Logrando calcular los porcentajes como se muestra a continuación en la tabla y grafica de cada muestra analizada.

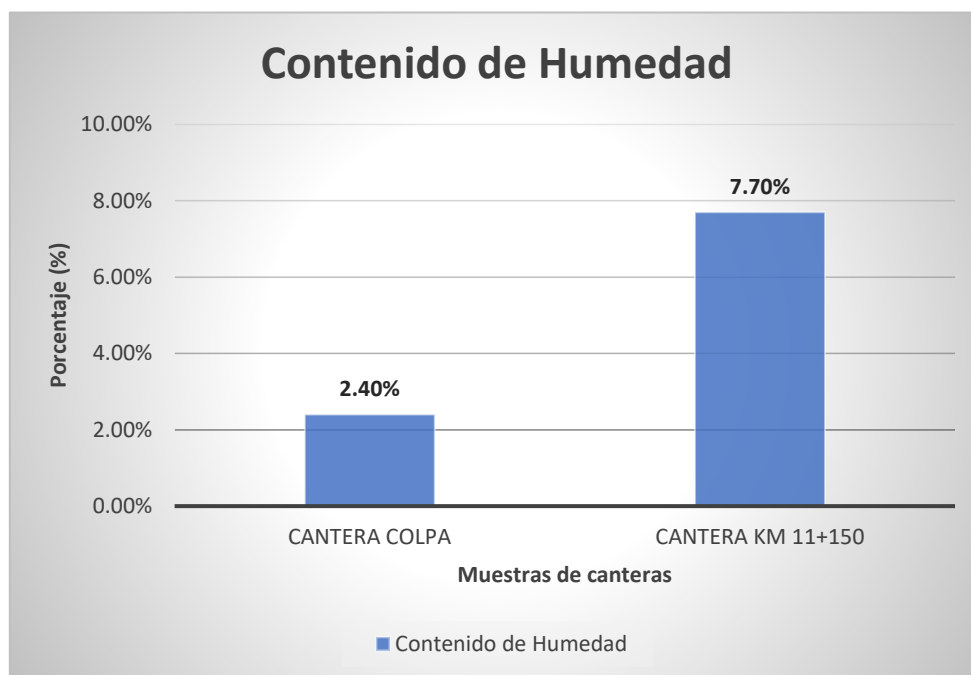
Tabla 54

Contenido de humedad por muestra de cantera.

Contenido de Humedad	
Muestra de Canteras	
Cantera Colpa	2.40%
Cantera Km 11+150	7.70%

Figura 28

Resumen del contenido humedad.



5.2. Resumen de Análisis Granulométrico

Se realizaron los análisis granulométricos de cada muestra en estado natural de las canteras, Colpa, km 11+150 y la mezcla de estos dos suelos; a través de tamices estandarizados ASTM. Logrando calcular los pesos retenidos y los porcentajes de peso pasantes para cada muestra, como se muestra a continuación en la tabla y grafica con la cantidad de grava, arena y finos en cada muestra analizada.

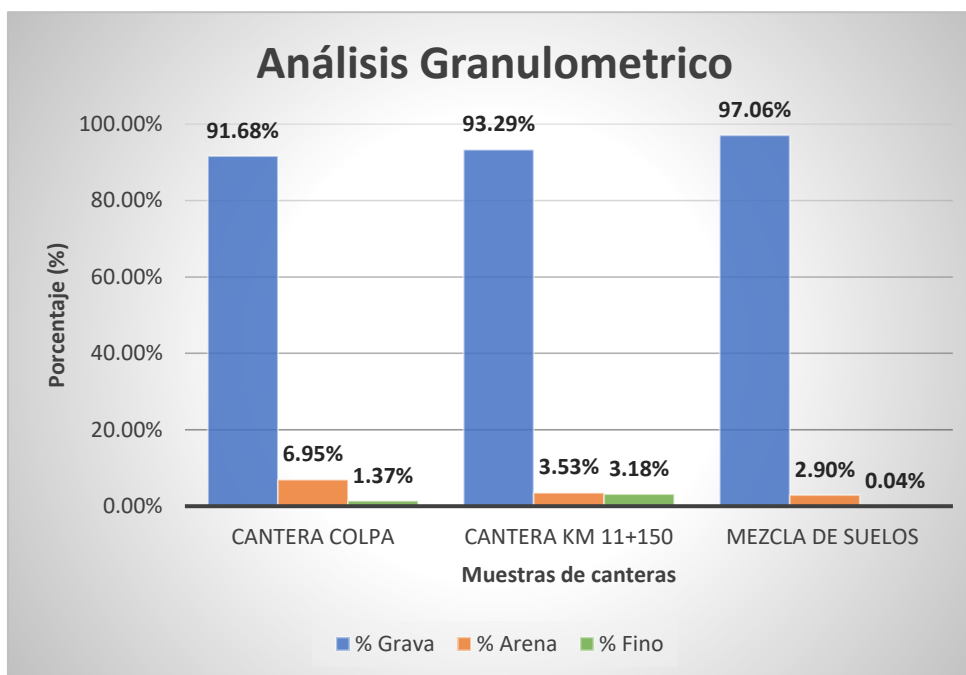
Tabla 55

Análisis granulométrico por muestras de canteras.

Análisis Granulométrico			
Muestra de Canteras	% Grava	% Arena	% Fino
Cantera Colpa	91.68%	6.95%	1.37%
Cantera Km 11+150	93.29%	3.53%	3.18%
Mezcla de Suelos	97.06%	2.90%	0.04%

Figura 29

Resumen del Análisis Granulométrico.



5.3. Resumen de Límites de Consistencia

Se realizaron el análisis de los límites de consistencia, tales como el límite líquido, el límite plástico e índice de plasticidad, para cada muestra en estado natural, de las canteras, Colpa, km 11+150 y mezcla de estos dos suelos. Basándose en que los suelos de grano fino pueden encontrarse en diferentes estados, dependiendo del contenido de agua, como se muestra a continuación en la tabla y gráfica de cada muestra analizada.

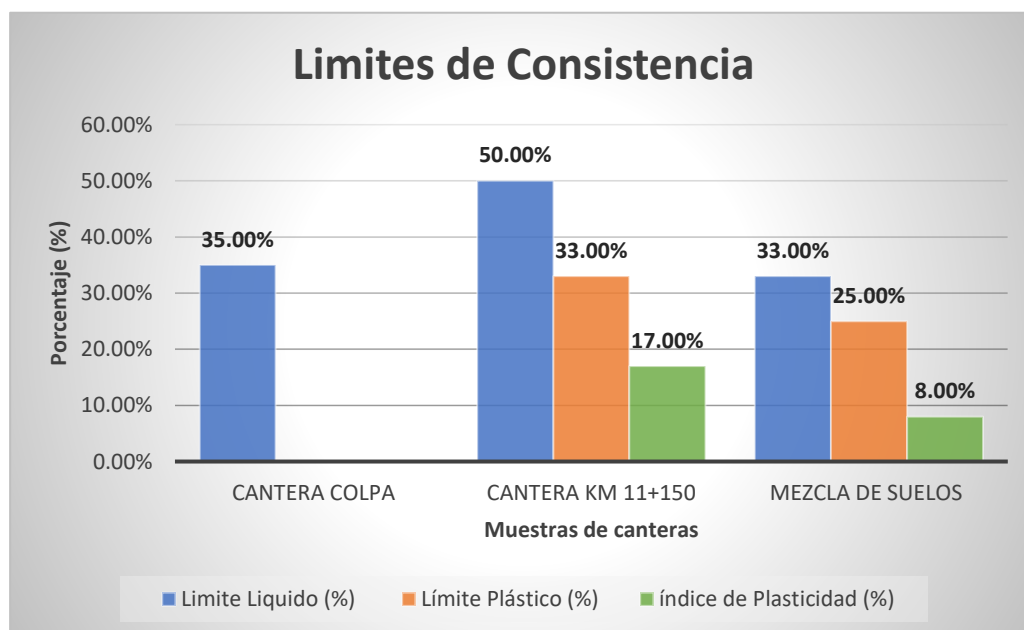
Tabla 56

Análisis de límites de consistencia.

Límites de Consistencia			
Muestra de Canteras	L. Líquido (%)	L. Plástico (%)	Índice de Plasticidad (%)
Cantera Colpa	35.00%	-	-
Cantera Km 11+150	50.00%	33.00%	17.00%
Mezcla de Suelos	33.00%	25.00%	8.00%

Figura 30

Resumen de los límites de consistencia.



5.4. Resumen de Proctor Modificado

Se realizó el análisis de Proctor modificado, bajo la normativa ASTM D-1557, para cada muestra en estado natural de las canteras, Colpa, km 11+150 y la mezcla de estos dos suelos, aproximadamente 23 kg para los métodos A y B; 45 kg para la muestra del método C. Con el porcentaje de material retenido en los tamices N°4, 3/8" y 3/4" según el "Manual de Ensayo de Materiales - MTC 2016" (MTC E 115) se podrá establecer el método a realizar, la comparación de resultados se muestra en la siguiente tabla y gráfica de cada muestra analizada.

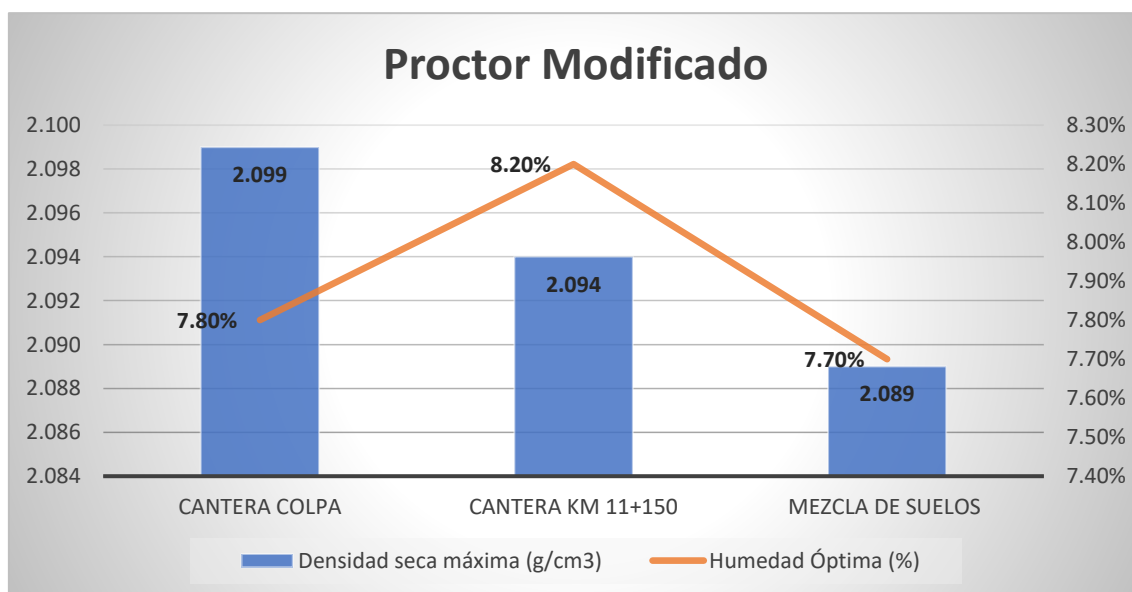
Tabla 57

Análisis de Proctor Modificado

Proctor Modificado		
Muestra de Canteras	Densidad seca máxima (g/cm ³)	Humedad Óptima (%)
Cantera Colpa	2.099	7.80%
Cantera Km 11+150	2.094	8.20%
Mezcla de Suelos	2.089	7.70%

Figura 31

Resumen de Proctor Modificado.



5.5. Resumen de California Bearing Ratio (CBR)

Se realizó el CBR para cada muestra en estado natural, de las canteras, Colpa, km 11+150, mezcla de estos dos suelos y mezcla de suelo + % Polycom. Para analizar el comportamiento de los valores de soporte del suelo, comprobando que, al agregar el aditivo, claramente producía un incremento porcentual, en condiciones de laboratorio. Como se muestra en la tabla y gráfico de cada muestra analizada.

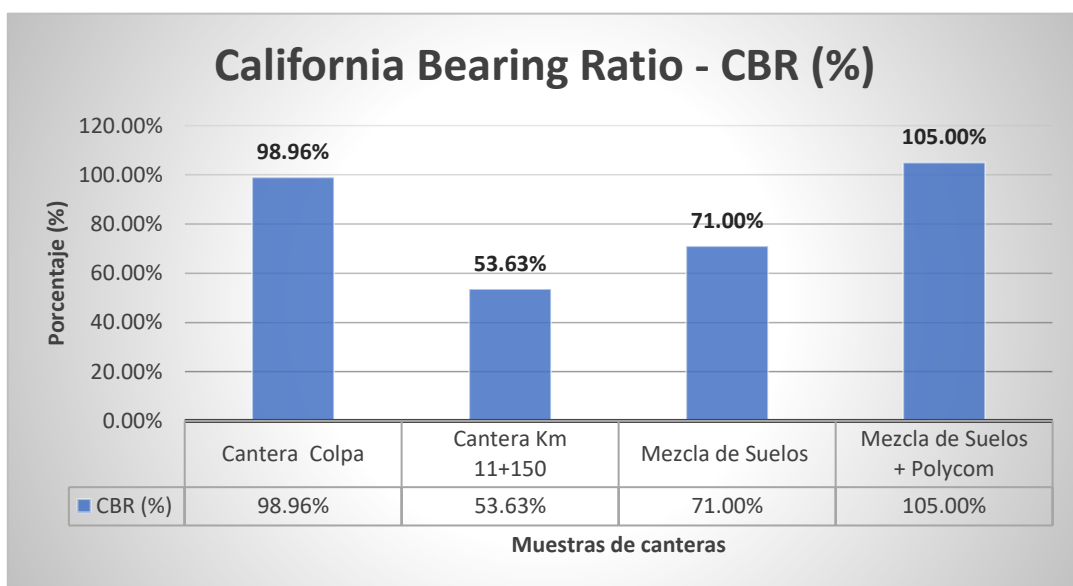
Tabla 58

Análisis de CBR.

California Bearing Ratio - CBR (%)	
Muestra de Canteras	CBR (%)
Cantera Colpa	98.96%
Cantera Km 11+150	53.63%
Mezcla de Suelos	71.00%
Mezcla de Suelo + Polycom	105.00%

Figura 32

Resumen de los valores de CBR.



CONCLUSIONES

- Se determinó que, basándonos en el Estudio de Mecánica de Suelos realizados en las canteras de suelo Colpa y al material encontrado en el km 11 + 150.00, se pudo determinar que el terreno encontrado en ambos lugares cumple con la clasificación A-1-b según los criterios establecidos por AASHTO.
- Se concluyó que, de acuerdo a los Estudios de Mecánica de Suelos realizadas en ambas muestras, se pudo obtener una Máxima Densidad Seca de 2.099 g/cm³ para el terreno de la cantera Colpa y 2.094 g/cm³ para el suelo del km 11+150.00, con un contenido óptimo de humedad de 7.70% y 8.20% respectivamente. Con respecto al CBR de ambos suelos, se obtuvo que al 100% de CBR, la cantera Colpa tiene un 98.69% y el km 11+150.00 tiene un 53.63%.
- Se concluyó además que, dicha cantera no cumple con el CBR mínimo para superar el 80%, se procedió a mezclas ambos suelos de las canteras para obtener un nuevo material, siendo este material un 60% de suelo de la cantera Colpa y un 40% de suelo del km 11 + 150.00. De ambos suelos se obtuvo una Densidad Seca Máxima de 2.086 g/cm³ y un óptimo contenido de humedad de 7.70%. Además, el CBR del suelo al 100% es de 71%, que todavía no cumple con lo mínimo establecido por normativa.
- Se llegó a la conclusión que la mezcla de suelos por sí sola no era adecuada para cumplir con la norma establecida. Para mejorar su desempeño, se decidió añadir un 0.02% del polímero Polycom a la muestra de suelo. Como resultado de esta adición, se logró alcanzar un CBR del 105% para el 100% de la Densidad Seca Máxima, cumpliendo así con los requerimientos del MTC para bases de pavimentación.
- Se concluyó que, evaluando el CBR obtenido de las canteras con el CBR obtenido de la mezcla de los suelos + Polycom, podremos obtener un suelo con un CBR ligeramente mayor al de la cantera Colpa, pero con la importante ventaja de la transportabilidad y aplicación de una forma más económica. Además, considerando que, para el total de la vía, la cantera Colpa no se podrá abastecer, así que hay que buscar puntos de extracción más económicos.

RECOMENDACIONES

- Se recomienda replicar este estudio con otros porcentajes de suelos, o en su defecto con otras canteras dentro de la misma vía, ya que este tramo tiene puntos en el que se puede aprovechar su potencial como suelo para base de carreteras.
- Se recomienda también, realizar otros estudios de suelos referentes a otras propiedades del suelo que no ha podido abarcar esta investigación, tales como la abrasión o el módulo de reacción del suelo, por ejemplo.
- Se recomienda finalmente, evaluar el impacto de otros polímeros en el CBR del suelo, tales como el polímero EVA (Etilenvinilacetato), por ejemplo.
- Se recomienda realizar estabilización de suelos utilizando materiales ecológicos o económicos, como alternativas de estabilizadores.
- Se recomienda realizar la comparativa entre el cemento y polímero Polycom, en base al costo beneficio de los mismos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Martínez M. (2020) *Mejoramiento de la subrasante mediante la adición del Polímero Polycom, en la Av. Unión de Manchay. Lima -2019* [Tesis para obtener el título de Ingeniería Civil]. Universidad César Vallejo.
- Cohen L. y Paz P. (2021) *Mejoramiento del CBR adicionando escoria de acero blanca al suelo de la ruta N° LI-810 con trayectoria: Emp. pe-3n (Quiruvilca) – Bandurria* [Trabajo de investigación para optar el grado de bachiller de Ingeniería Civil]. Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas.
- Ramos J. y Lozano J. (2019) *Estabilización de suelos mediante aditivos alternativos* [Tesis para obtener el título de Ingeniero Civil]. Universidad Católica de Colombia.
- Castellanos C. (2021) *Análisis de residuos de Construcción y Demolición Pétreos como Aditivo para el Mejoramiento de Vías Terciarias en Piedecuesta, Santander* [Trabajo de grado para optar el título de Ingeniero Civil]. Universidad Santo Tomás, Bucaramanga.
- Díaz G. (2018) *Mejoramiento del CBR de un suelo arcilloso con Cloruro de Sodio* [Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Civil]. Universidad Privada del Norte.
- Mendoza B. y Rodríguez L. (2019) *Mejoramiento del CBR incorporando estabilizador iónico de suelos CON-AID SÚPER para la carretera en el Tramo II Chicanihuma – Tahuaco Distrito de Yunguno en Puno* [Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Civil]. Universidad Privada Antenor Orrego.
- Alarcón J., Jiménez M. y Benítez R. (2019) *Estabilización de suelos mediante el uso de lodo aceitoso*. Revista Ingeniería de Construcción, Vol. 35(1), 5-20.
- E. Llano, D. Ríos, G. Restrepo, (2020) *Evaluación de tecnologías para la estabilización de suelos viales empleando intemperismo acelerado. Una estrategia de análisis de impactos sobre la biodiversidad*, Tecnológicas, Vol. 23 (49) 185-199.

Gallegos, C. (2006). *Guía multimedia para el diseño de muros a gravedad, muros en cantiliver y muros con contrafuertes* [Tesis de grado previo a la obtención del título de Ingeniería Civil]. Universidad Técnica de Ambato.

Resolución Directoral N°18-2016-MTC/14 (2016). *Manual de Ensayos de Materiales* (2016). Ministerio de Transportes y Comunicaciones.

Norma ASTM D-3282 (2004), *Práctica Estándar para la Clasificación de Suelos y Mezclas y de Suelo-Agregado para fines de construcción de Carreteras*. American Society for Testing and Materials.

Resolución Directoral N°003-2015-MTC/14 (2015). *Documento Técnico – Soluciones Básicas en carreteras No Pavimentadas*. Ministerio de Transportes y Comunicaciones.

ANEXOS

ANEXO 1

Fichas de recolección de datos – 1.

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO ASTM D-422					
DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA					
Peso Inicial					
TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (g)	RETENIDO (%)	RET. ACUM. (%)	PASANTE (%)
2"	50.000				
1 1/2"	37.500				
1"	25.000				
3/4"	19.000				
3/8"	9.500				
N° 4	4.750				
N° 10	2.000				
N° 40	0.425				
N° 200	0.075				
FONDO	-				
SUMATORIA					

LIMITES DE CONSISTENCIA ASTM D-424				
DESCRIPCIÓN	LIMITE LÍQUIDO			
N° TARA	M1	M2	M3	M4
N° DE GOLPES				
P. SUELO HUMEDO +P. TARA (g)				
P. SUELO SECO +P. TARA (g)				
P.DEL AGUA (g)				
P. TARA (g)				
P. DEL SUELO HUMEDO (g)				
P. DEL SUELO SECO (g)				
C.HUMEDAD (%)				
DESCRIPCIÓN	LIMITE PLÁSTICO			
N° TARA	N1	N2		
N° DE GOLPES				
P. SUELO HUMEDO +P. TARA (g)				
P. SUELO SECO +P. TARA (g)				
P.DEL AGUA (g)				
P. TARA (g)				
P. DEL SUELO HUMEDO (g)				
P. DEL SUELO SECO (g)				
C.HUMEDAD (%)				

ANEXO 2*Fichas de recolección de datos – 2.*

PROCTOR MODIFICADO ASTM D-1557				
DETERMINACIÓN DE DENSIDAD				
N ° DE ENSAYO	1	2	3	4
PESO MOLDE+ SUELO HÚMEDO COMPACTADO				
PESO MOLDE				
PESO SUELO HÚMEDO COMPACTADO				
VOLUMEN DEL MOLDE				
DENSIDAD HUMEDA				
DENSIDAD SECA				
DETERMINACIÓN DE DENSIDAD				
N ° DE RECIPIENTE	M1	M2	M3	M4
P. SUELO HÚMEDO + P. RECIPIENTE				
P. SUELO SECO +P. RECIPIENTE				
PESO RECIPIENTE				
PESO DEL AGUA				
PESO DE SUELO SECO				
CONTENIDO DE HUMEDAD				
DENSIDAD SECA				

ANEXO 3*Fichas de recolección de datos – 3.*

VALOR RELATIVO DE SOPORTE (C.B.R) ASTM D-1883						
N° MOLDE	1		2		3	
N° CAPAS	5		5		5	
N° DE GOLPES	56		25		12	
CONDICION DE LA MUESTRA	SIN SUMERGIR	SUMERGIDO	SIN SUMERGIR	SUMERGIDO	SIN SUMERGIR	SUMERGIDO
PESO DEL MOLDE + SUELOS HÚMEDO (gr)						
PESO DEL MOLDE (gr)						
PESO DEL SUELO HÚMEDO (gr)						
VOLÚMEN DEL MOLDE						
DENSIDAD HÚMEDA (gr/cm ²)						
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)						
DENSIDAD SECA (gr/cm ²)						
TARA N°	1	2	3	4	5	6
TARA + SUELO HÚMEDO						
TARA + SUELO SECO						
AGUA						
PESO DE LA TARA						
PESO DEL SUELO SECO						
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)						

ANEXO 4

Ubicación de localidad Acos Vinchos - Ayacucho.

**ANEXO 5**

Ubicación de cantera en progresiva Km 11+150 – 11+250.



ANEXO 6

Progresiva identificada Km 11+250.

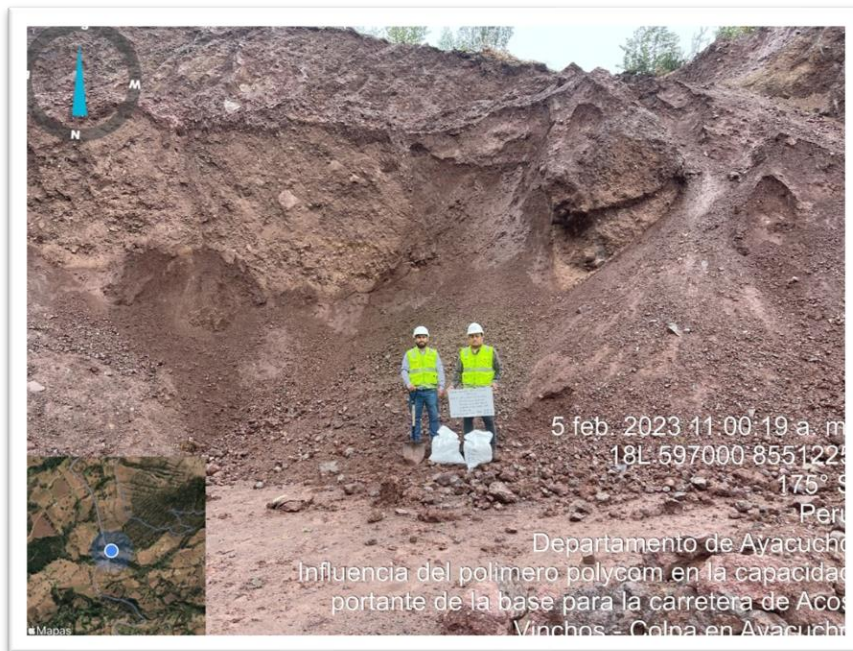
**ANEXO 7**

Recolección de material en cantera Km 11+150.



ANEXO 8

Muestra extraída de cantera Km 11+150.



ANEXO 9

Muestra extraída de cantera Km 11+150.



ANEXO 10

Preparación y Colocación de muestra en horno.

**ANEXO 11**

Separación de muestra para análisis granulométrico.



ANEXO 12

Colocación de muestra en tamices.

**ANEXO 13**

Preparación de muestra para ensayo de Límite Líquido.

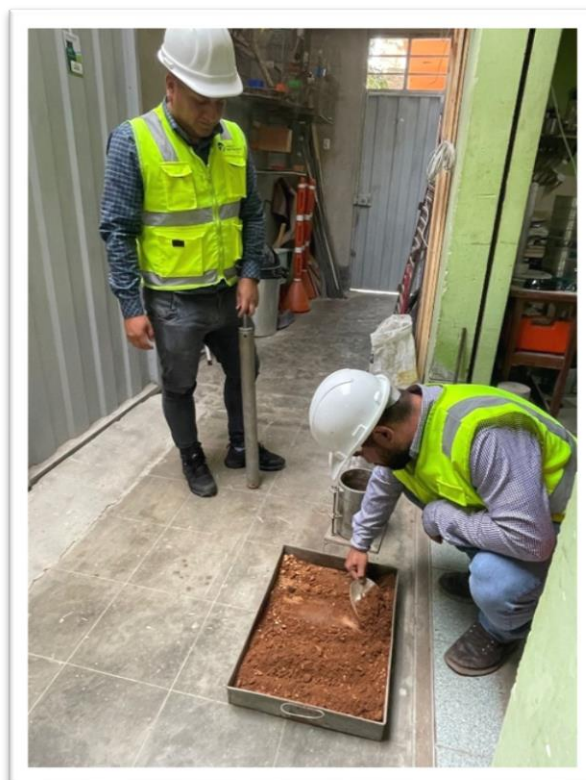


ANEXO 14

Elaboración del ensayo de Límite Plástico.

**ANEXO 15**

Preparación de muestra para ensayo de Proctor.



ANEXO 16

Elaboración de ensayo de Proctor Modificado.

**ANEXO 17**

Preparación de mezcla de suelos + Polycom.



ANEXO 18

Elaboración de ensayo de CBR de las muestras.

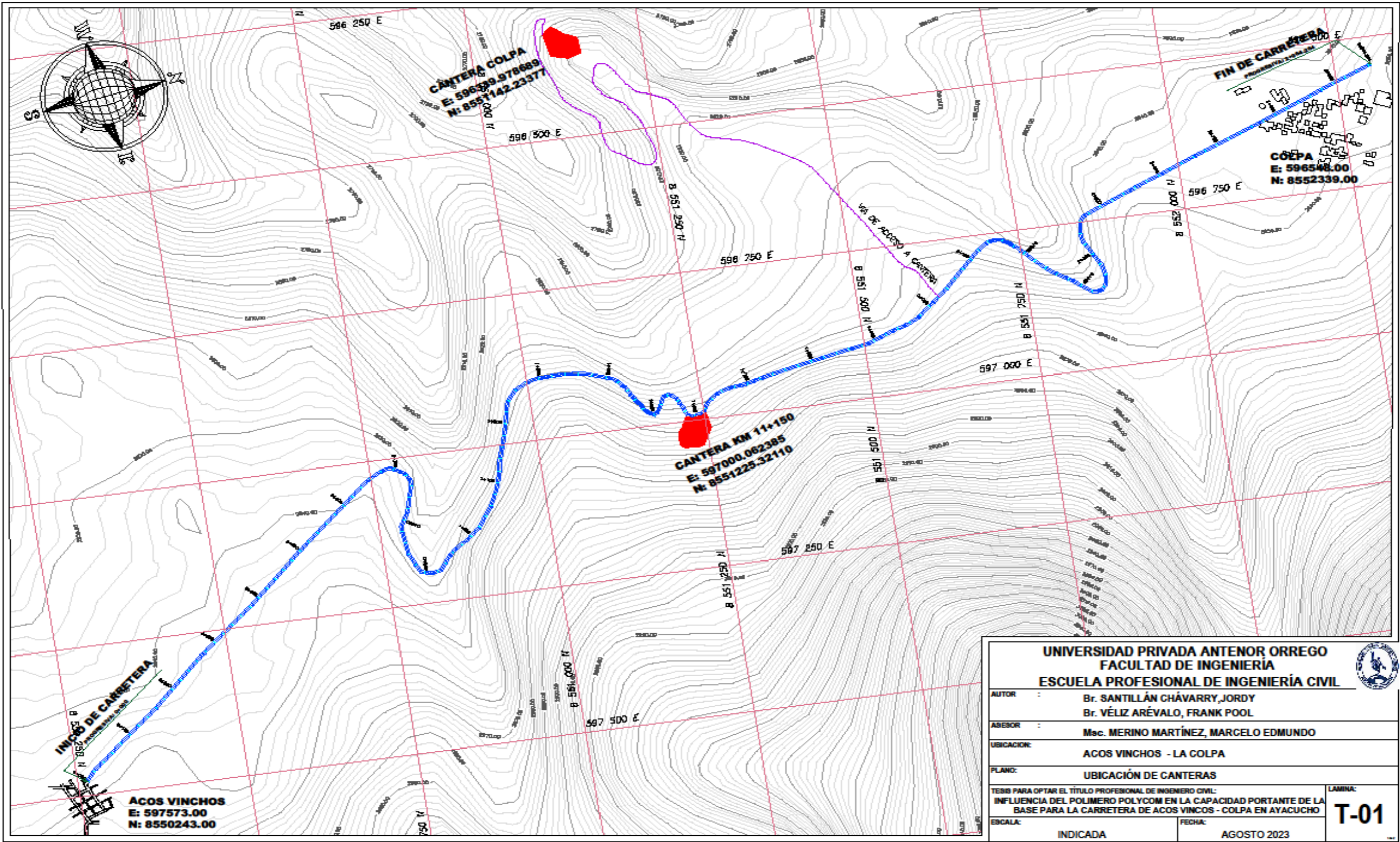
**ANEXO 19**

Muestra compactada después de ensayo CBR.



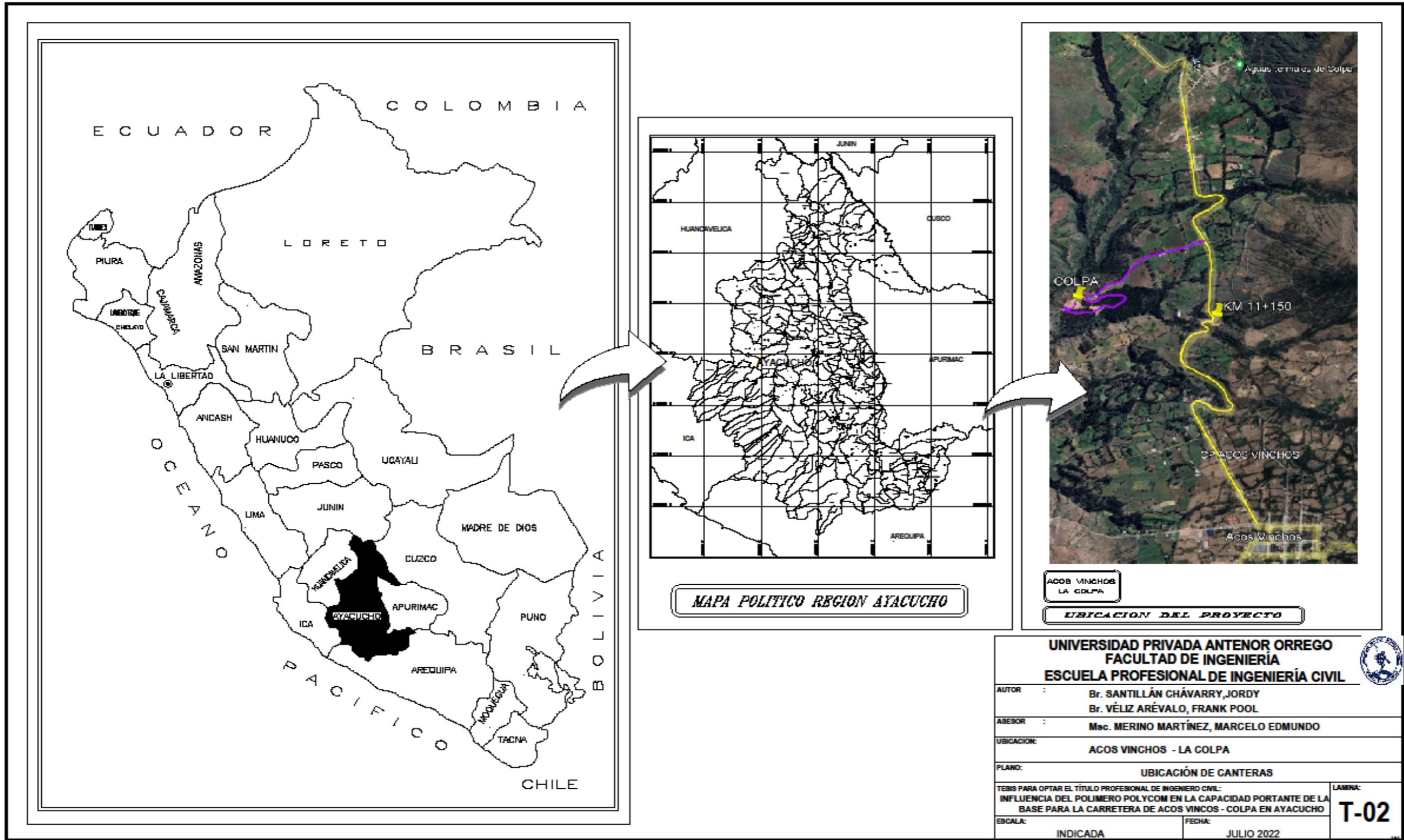
ANEXO 20

Plano de ubicación de canteras y ruta.



ANEXO 21


Plano de ubicación de Ayacucho y Acos Vinchos.



ANEXO 22

Certificación de Ensayo de CBR (Cantera Colpa)

CERT N° 000785-2023 0012



GEOTEC VIAL
S.A.C.

R.U.C. 20601362563

Estudios Geotécnicos y Geofísicos •
Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales •
Control de Calidad de Concreto, Asfalto y Agua •
Expedientes Técnicos y Asesoría en Ingeniería •

Resolución N° 025205-2017/DSD-INDECOPI
Certificado: ISO 9001:2015 SIS CERT. N° SIS03722Q069

RAZON SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R)
ASTM D-1883/MTC E 132

Proyecto : INFLUENCIA DEL POLIMERO POLYCON EN LA CAPACIDAD PORTANTE DE LA BASE PARA LA CARRETERA DE ACOS VINCHOS-COLPA EN AYACUCHO.
Institución : UNIVERSIDAD PRIVADA ANTONOR ORREGO
Solicitante : BR. SANTILLAN CHAVARRY JORDY
BR. VÉLIZ AREVALO, FRANK POOL
Fecha de Entrega : miércoles, 7 de Junio de 2023

IDENTIFICACION DE LA MUESTRA

Procedencia : CANTERA COLPA
Muestreado por : Solicitante
Ensayado por : Solicitante
Supervisado por: R. Tapia
Tipo: Afirmado

ENSAYO DE COMPACTACION C.B.R.

Descripción	U. M.	Prueba 1		Prueba 2		Prueba 3	
Denominación del recipiente	-	CBR-C	CBR-C	CBR-B	CBR-B	CBR-A	CBR-A
Número de Capas	-	5	5	5	5	5	5
N° de golpes por capas	-	56	56	25	25	12	12
Sobrecarga	gr	4530	4530	4530	4530	4530	4530
Peso del Molde	gr	8062	8062	8304	8304	7939	7939
Volumen del Molde	cc	2103	2103	2108	2108	2144	2144
Estado	-	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Muestra húmeda + Molde	gr	12853	12901	12872	12973	12461	12538
Peso de la Muestra húmeda	gr	4791	4839	4568	4669	4522	4599
Densidad húmeda	gr / cc	2.278	2.301	2.167	2.216	2.109	2.145


CONTENIDO DE HUMEDAD Y DENSIDAD SECA

Descripción	U. M.	Prueba 1	Prueba 2	Prueba 3	Prueba 4	Prueba 5	Prueba 6
Denominación del recipiente	-	T6	T7	T1	T2	T3	T4
Peso recipiente	gr	51.26	53.47	53.45	55.26	54.21	53.62
Peso recipiente + muestra Húmeda	gr	323.43	519.38	389.24	513.44	451.53	535.76
Peso recipiente + muestra seca	gr	304.84	479.27	365.99	466.11	412.41	476.22
Peso de muestra húmeda	gr	272.17	465.91	335.79	458.18	397.32	482.14
Peso de muestra seca	gr	253.58	425.80	312.54	410.85	358.20	422.60
peso de agua	gr	18.59	40.11	23.25	47.33	39.12	59.54
Contenido de humedad	gr	0.073	0.094	0.074	0.12	0.109	0.14
Contenido de humedad	%	7.33	9.42	7.44	11.52	10.92	14.09
Densidad seca	gr/cc	2.122	2.103	2.017	1.986	1.901	1.880

DATOS DE EXPANSION

Altura Muestra compactada:		128 mm		128 mm		128 mm	
Sobrecarga		4530		4530		4530	
Fecha/ Tiempo	Lect. Dial	Expansion		Expansion		Expansion	
		mm	%	mm	%	mm	%
0 hrs.							
24 hrs.							
48 hrs.							
72 hrs.							
96 hrs.							

NO EXPANSIVO



GEOTEC VIAL S.A.C.
Ing. Robinson Tapia Medina
JEFE DE LABORATORIO
R. C. P. N° 174365

Calle Florencia 1er. Piso N° 303 - Mz. F - Lote 13 - Urb. La Esmeralda - Trujillo
Cel.: 976338404 E-mail: geotec.vial@hotmail.com

ANEXO 23

Certificación de Ensayo de CBR (Cantera Colpa)



CERT N° 000785-2023

0013

R.U.C. 20601362563

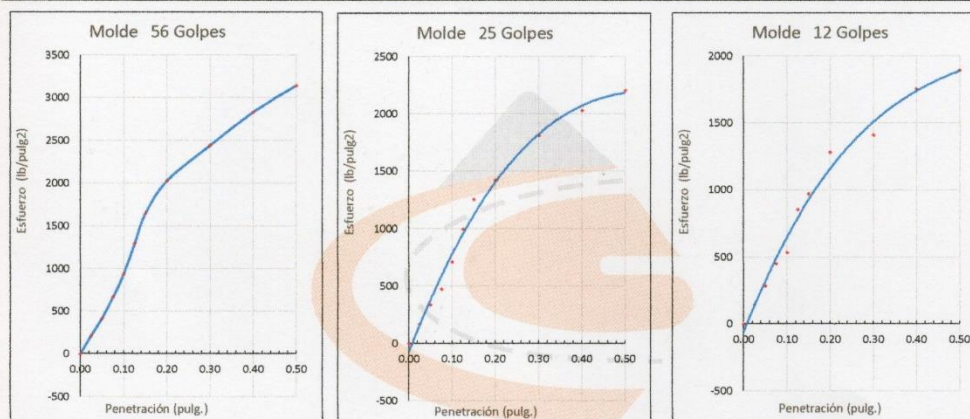
- Estudios Geotécnicos y Geofísicos
- Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales
- Control de Calidad de Concreto, Asfalto y Agua
- Expedientes Técnicos y Asesoría en Ingeniería

Resolución N° 025205-2017/DSD-INDECOPI
 Certificado: ISO 9001:2015 SIS CERT. N° SIS03722Q069

ENSAYO CARGA - PENETRACION

Penetración (mm)	Penetración (pulg.)	Molde N° C				Molde N° B				Molde N° A			
		Ensayo Carga		Correc.	Ensayo Carga		Correc.	Ensayo Carga		Correc.			
		lbs	lbs/pulg2		lbs	lbs/pulg2		lbs	lbs/pulg2				
0.00	0.000	0.0	0.00		0.0	0.00		0.0	0.00				
0.63	0.025	840.1	213.37		497.8	165.93		426.7	142.23				
1.27	0.050	1244.5	414.83		995.6	331.87		853.4	284.47				
1.90	0.075	1991.3	663.77		1422.3	474.10		1351.2	450.40				
2.54	0.100	2809.1	936.37	1042.44	2133.5	711.17	781.87	1600.1	533.37	651.33			
3.17	0.125	3875.8	1291.93		2986.9	995.63		2580.2	853.40				
3.81	0.150	4942.6	1647.53		3769.2	1256.40		2915.8	971.93				
5.08	0.200	6080.5	2026.83	1898.00	4267.0	1422.33	1404.56	3840.3	1280.10	1159.35			
7.62	0.300	7325.0	2441.67		5440.4	1813.47		4231.4	1410.47				
10.16	0.400	8498.4	2832.80		6080.5	2026.83		5262.6	1754.20				
12.70	0.500	9422.9	3140.97		6613.8	2204.60		5689.3	1896.43				

GRAFICAS DE PENETRACION



VALORES CORREGIDOS

MOLDE N°	Penetración	Presión Aplicada	Presión Patrón	CBR	Densidad Seca
	pulg.	lbs/pulg2	lbs/pulg2	%	gr/cm3
CBR-C	0.1 pulg.	1042.44	1000	104.24	2.122
CBR-B	0.1 pulg.	781.87	1000	78.19	2.017
CBR-A	0.1 pulg.	651.33	1000	65.13	1.901


MOLDE N°	Penetración	Presión Aplicada	Presión Patrón	CBR	Densidad Seca
	pulg.	(lbs/pulg2)	(lbs/pulg2)	%	gr/cm3
CBR-C	0.2 pulg.	1898.00	1500	126.53	2.122
CBR-B	0.2 pulg.	1404.56	1500	93.64	2.017
CBR-A	0.2 pulg.	1159.35	1500	77.29	1.901

GEOTEC VIAL S.A.C.

Ing. Robinson Tapia Medina
 JEFE DE LABORATORIO
 R. CIP N° 174365

ANEXO 24

Certificación de Ensayo de CBR (Cantera Colpa)



GEOTEC VIAL
S.A.C.

CERT N° 000785-2023

0014

R.U.C. 20601362563

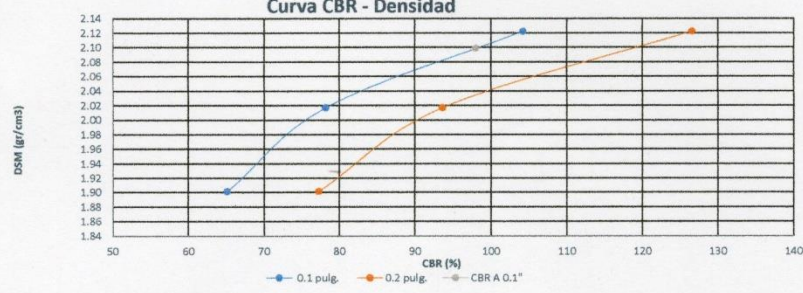
Estudios Geotécnicos y Geofísicos •
Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales •
Control de Calidad de Concreto, Asfalto y Agua •
Expedientes Técnicos y Asesoría en Ingeniería •

Resolución N° 025205-2017/DSD-INDECOPI
Certificado: ISO 9001:2015 SIS CERT. N° SIS03722Q069

Estudios Geotécnicos y Geofísicos •
Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales •
Control de Calidad de Concreto, Asfalto y Agua •
Expedientes Técnicos y Asesoría en Ingeniería •

Resolución N° 025205-2017/DSD-INDECOPI
Certificado: ISO 9001:2015 SIS CERT. N° SIS03722Q069

Curva CBR - Densidad



RESUMEN PROCTOR MODIFICADO


DENSIDAD SECA MAXIMA : 2.099 gr./cm3
 HUMEDAD OPTIMA (%) : 7.800 %
 95% dsm (g.cm3) : 1.994 gr./cm3

C.B.R (%)	100% DSM	95% DSM
(0.1")	98.89%	79.25%
(0.2")	119.12%	94.71%

CONCLUSIONES

C.B.R (%)	REQUERIDO	OPTENIDO	ANALISIS
AFIRMADO	40.00%	98.00%	CUMPLE
BASE	80.00%	98.00%	CUMPLE

OBSERVACIONES: La capacidad de Soporte C.B.R. de la muestra cumple con el requerimiento del solicitante en conformidad con el Manual de Carreteras -Especificaciones Técnicas Generales para construcción EG-2013, sección 301 (Tabla 301-01)




GEOTEC VIAL S.A.C.
 Ing. Robinson Tapia Medina
 JEFE DE LABORATORIO
 R. CIP N° 174365

Calle Florencia 1er. Piso N° 303 - Mz. F - Lote 13 - Urb. La Esmeralda - Trujillo
 Cel.: 976338404 E-mail: geotec.vial@hotmail.com

ANEXO 25

Certificación de Ensayo de CBR (Cantera KM 11+150m)

CERT N° 000785-2023 0021



GEOTEC VIAL
S.A.C.

R.U.C. 20601362563

Estudios Geotécnicos y Geofísicos •
Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales •
Control de Calidad de Concreto, Asfalto y Agua •
Expedientes Técnicos y Asesoría en Ingeniería •

Resolución N° 025205-2017/DSD-INDECOPI
Certificado: ISO 9001:2015 SIS CERT. N° SIS03722Q069

RAZON SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R)
ASTM D-1883/MTC E 132

Proyecto : INFLUENCIA DEL POLIMERO POLYCON EN LA CAPACIDAD PORTANTE DE LA BASE PARA LA CARRETERA DE ACOS VINCHOS-COLPA EN AYACUCHO.
Institución : UNIVERSIDAD PRIVADA ANTONOR ORREGO
Solicitante : BR. SANTILLAN CHAVARRY JORDY
BR. VÉLIZ ARÉVALO, FRANK POOL
Fecha de Entrega : miércoles, 7 de Junio de 2023

IDENTIFICACION DE LA MUESTRA

Procedencia : CANTERA KM 11+150 ml
Muestreado por : Solicitante
Ensayado por : Solicitante
Supervisado por: R. Tapia
Tipo: Afirmado

ENSAYO DE COMPACTACION C.B.R.

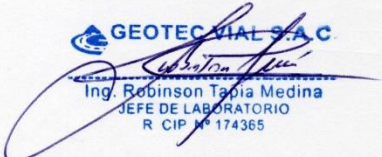
Descripción	U. M.	Prueba 1		Prueba 2		Prueba 3	
Denominación del recipiente	-	CBR-C	CBR-C	CBR-B	CBR-B	CBR-A	CBR-A
Número de Capas	-	5	5	5	5	5	5
N° de golpes por capas	-	56	56	25	25	12	12
Sobrecarga	gr	4530	4530	4530	4530	4530	4530
Peso del Molde	gr	8062	8062	8304	8304	7939	7939
Volumen del Molde	cc	2103	2103	2108	2108	2144	2144
Estado	-	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Muestra húmeda + Molde	gr	12811	12947	12828	13024	12293	12538
Peso de la Muestra húmeda	gr	4749	4885	4524	4720	4354	4599
Densidad húmeda	gr / cc	2.258	2.323	2.146	2.239	2.031	2.145

CONTENIDO DE HUMEDAD Y DENSIDAD SECA

Descripción	U. M.	Prueba 1	Prueba 2	Prueba 3	Prueba 4	Prueba 5	Prueba 6
Denominación del recipiente	-	T5	T6	T7	T8	T9	T10
Peso recipiente	gr	49.58	51.26	53.47	55.12	52.22	56.74
Peso recipiente + muestra Húmeda	gr	323.62	517.55	390.83	512.72	439.79	538.88
Peso recipiente + muestra seca	gr	303.16	477.06	366.01	465.97	410.42	479.34
Peso de muestra húmeda	gr	274.04	466.29	337.36	457.60	387.57	482.14
Peso de muestra seca	gr	253.58	425.80	312.54	410.85	358.20	422.60
peso de agua	gr	20.46	40.49	24.82	46.75	29.37	59.54
Contenido de humedad	gr	0.081	0.10	0.079	0.11	0.082	0.14
Contenido de humedad	%	8.07	9.51	7.94	11.38	8.20	14.09
Densidad seca	gr/cc	2.089	2.121	1.988	2.010	1.877	1.880

DATOS DE EXPANSION

Altura Muestra compactada:	128 mm						128 mm						128 mm					
	Sobrecarga		Expansion		Expansion		Sobrecarga		Expansion		Expansion		Sobrecarga		Expansion		Expansion	
Fecha/ Tiempo	Lect. Dial	mm	%	Lect. Dial	mm	%	Lect. Dial	mm	%	Lect. Dial	mm	%	Lect. Dial	mm	%	Lect. Dial	mm	%
0 hrs.	0	0.000	-	0	0.000	-	0	0.000	-	0	0.000	-	0	0.000	-	0	0.000	-
24 hrs.	5	0.050	0.039	7	0.070	0.055	10	0.100	0.078	10	0.100	0.078	10	0.100	0.078	10	0.100	0.078
48 hrs.	6	0.060	0.047	11	0.110	0.086	13	0.130	0.102	13	0.130	0.102	13	0.130	0.102	13	0.130	0.102
72 hrs.	9	0.090	0.070	14	0.140	0.109	18	0.180	0.141	18	0.180	0.141	18	0.180	0.141	18	0.180	0.141
96 hrs.	10	0.100	0.078	17	0.170	0.133	23	0.230	0.180	23	0.230	0.180	23	0.230	0.180	23	0.230	0.180



GEOTEC VIAL S.A.C
Ing. Robinson Tapia Medina
JEFE DE LABORATORIO
R. CIP N° 174365

Calle Florencia 1er. Piso N° 303 - Mz. F - Lote 13 - Urb. La Esmeralda - Trujillo
Cel.: 976338404 E-mail: geotec.vial@hotmail.com

ANEXO 26

Certificación de Ensayo de CBR (Cantera KM 11+150 ml)

CERT N° 000785-2023

0022



R.U.C. 20601362563

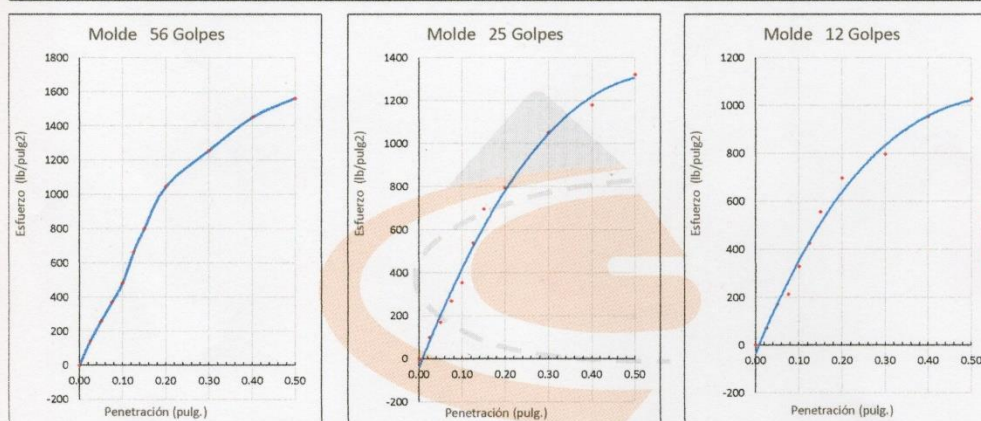
- Estudios Geotécnicos y Geofísicos •
- Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales •
- Control de Calidad de Concreto, Asfalto y Agua •
- Expedientes Técnicos y Asesoría en Ingeniería •

Resolución N° 025205-2017/DSD-INDECOPI
 Certificado: ISO 9001:2015 SIS CERT. N° SIS03722Q069

ENSAYO CARGA - PENETRACION

Penetración (mm)	Penetración (pulg.)	Molde N° C				Molde N° B				Molde N° A			
		Ensayo Carga		Correc.	Ensayo Carga		Correc.	Ensayo Carga		Correc.			
		lbs	lbs/pulg2		lbs	lbs/pulg2		lbs	lbs/pulg2				
0.00	0.000	0.0	0.00		0.0	0.00		0.0	0.00				
0.63	0.025	426.5	142.17		298.3	99.43		213.3	71.10				
1.27	0.050	788.0	256.00		512.0	170.67		512.0	170.67				
1.80	0.075	1109.4	369.80		810.7	270.23		640.0	213.33				
2.54	0.100	1450.1	483.37	539.31	1066.7	355.57	423.01	981.4	327.13	355.06			
3.17	0.125	1990.8	663.80		1621.4	540.47		1280.0	426.67				
3.81	0.150	2402.6	800.87		2090.8	696.93		1664.1	554.70				
5.08	0.200	3142.7	1047.57	973.26	2389.5	796.50	782.68	2090.8	696.93	638.91			
7.62	0.300	3768.3	1256.10		3157.5	1052.50		2389.5	796.50				
10.16	0.400	4351.0	1450.33		3541.6	1180.53		2857.5	952.50				
12.70	0.500	4685.7	1561.90		3968.3	1322.77		3085.5	1028.50				

GRAFICAS DE PENETRACION



VALORES CORREGIDOS


MOLDE N°	Penetración	Presión Aplicada	Presión Patrón	CBR	Densidad Seca
	pulg.	lbs/pulg2	lbs/pulg2	%	gr/cm3
CBR-C	0.1 pulg.	539.31	1000	53.93	2.089
CBR-B	0.1 pulg.	423.01	1000	42.30	1.988
CBR-A	0.1 pulg.	355.06	1000	35.51	1.877

MOLDE N°	Penetración	Presión Aplicada	Presión Patrón	CBR	Densidad Seca
	pulg.	(lbs/pulg2)	(lbs/pulg2)	%	gr/cm3
CBR-C	0.2 pulg.	973.26	1500	64.89	2.089
CBR-B	0.2 pulg.	782.68	1500	52.18	1.988
CBR-A	0.2 pulg.	638.91	1500	42.59	1.877

Ing. Robinson Tapia Medina
 JEFE DE LABORATORIO
 R. CIP. N° 174365

ANEXO 27

Certificación de Ensayo de CBR (Cantera KM 11+150 ml)



GEOTEC VIAL
S.A.C.

CERT N° 000785-2023

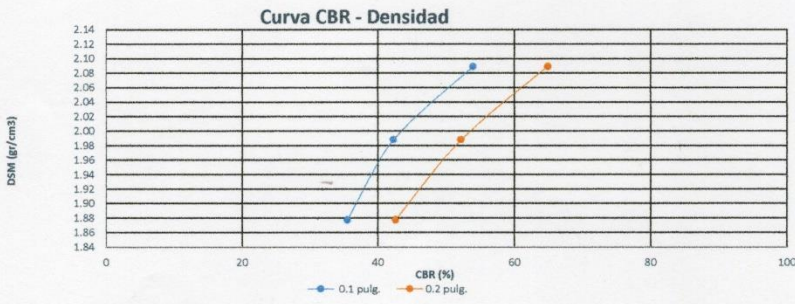
0023

R.U.C. 20601362563

Estudios Geotécnicos y Geofísicos •
Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales •
Control de Calidad de Concreto, Asfalto y Agua •
Expedientes Técnicos y Asesoría en Ingeniería •

Resolución N° 025205-2017/DSD-INDECOPI
Certificado: ISO 9001:2015 SIS CERT. N° SIS03722Q069

Curva CBR - Densidad



RESUMEN PROCTOR MODIFICADO


DENSIDAD SECA MAXIMA : 2.094 gr/cm3
 HUMEDAD OPTIMA (%) : 8.200 %
 95% dsm (g.cm3) : 1.989 gr/cm3

C.B.R (%)	100% DSM	95% DSM
(0.1")	53.69%	44.34%
(0.2")	64.99%	53.85%


CONCLUSIONES

C.B.R (%)	REQUERIDO	OPTENIDO	ANALISIS
AFIRMADO	40.00%	53.69%	CUMPLE
BASE	80.00%	53.69%	NO CUMPLE

OBSERVACIONES: La capacidad de Soporte C.B.R. de la muestra cumple con el requerimiento del solicitante en conformidad con el Manual de Carreteras -Especificaciones Técnicas Generales para construcción EG-2013, seccion 301 (Tabla 301-01)



GEOTEC VIAL S.A.C.
 Ing. Robinson Tapia Medina
 JEFE DE LABORATORIO
 R CIP N° 174365




Calle Florencia 1er. Piso N° 303 - Mz. F - Lote 13 - Urb. La Esmeralda - Trujillo
 Cel.: 976338404 E-mail: geotec.vial@hotmail.com

ANEXO 28

Certificación de Ensayo de CBR (Mezcla de Suelos: Colpa + Km 11+150m)

CERT N° 000785-2023 0030



GEOTEC VIAL
S.A.C.

R.U.C. 20601362563

Estudios Geotécnicos y Geofísicos •
Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales •
Control de Calidad de Concreto, Asfalto y Agua •
Expedientes Técnicos y Asesoría en Ingeniería •

Resolución N° 025205-2017/DSD-INDECOPI
Certificado: ISO 9001:2015 SIS CERT. N° SIS03722Q069

RAZON SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R)
ASTM D-1883/MTC E 132

Proyecto : INFLUENCIA DEL POLIMERO POLYCON EN LA CAPACIDAD PORTANTE DE LA BASE PARA LA CARRETERA DE ACOS VINCHOS-COLPA EN AYACUCHO.
Institución : UNIVERSIDAD PRIVADA ANTONOR ORREGO
Solicitante : BR. SANTILLAN CHAVARRY JORDY
BR. VELIZ AREVALO, FRANK POOL
Fecha de Entrega : miércoles, 7 de Junio de 2023

IDENTIFICACION DE LA MUESTRA

Procedencia : CANTERA COLLPA (60%) + CANTERA KM 11+150 (40%)
Muestreado por : Solicitante
Ensayado por : Solicitante
Supervisado por: R. Tapia
Tipo: Afirmado

ENSAYO DE COMPACTACION C.B.R.

Descripción	U. M.	Prueba 1		Prueba 2		Prueba 3	
Denominación del recipiente	-	CBR-C	CBR-C	CBR-B	CBR-B	CBR-A	CBR-A
Número de Capas	-	5	5	5	5	5	5
N° de golpes por capas	-	56	56	25	25	12	12
Sobrecarga	gr	4530	4530	4530	4530	4530	4530
Peso del Molde	gr	8062	8062	8304	8304	7939	7939
Volumen del Molde	cc	2103	2103	2108	2108	2144	2144
Estado	-	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Muestra húmeda + Molde	gr	13017	13029	12980	12984	12570	12598
Peso de la Muestra húmeda	gr	4955	4967	4676	4680	4631	4659
Densidad húmeda	gr / cc	2.356	2.362	2.218	2.22	2.16	2.173


CONTENIDO DE HUMEDAD Y DENSIDAD SECA

Descripción	U. M.	Prueba 1	Prueba 2	Prueba 3	Prueba 4	Prueba 5	Prueba 6
Denominación del recipiente	-	T1	T10	T2	T8	T3	T7
Peso recipiente	gr	53.45	56.74	55.26	55.12	54.21	53.47
Peso recipiente + muestra Húmeda	gr	387.74	505.46	476.14	459.14	463.22	392.67
Peso recipiente + muestra seca	gr	363.70	465.56	444.89	418.32	424.42	350.34
Peso de muestra húmeda	gr	334.29	448.72	420.88	404.02	409.01	339.20
Peso de muestra seca	gr	310.25	408.82	389.63	363.20	370.21	296.87
peso de agua	gr	24.04	39.90	31.25	40.82	38.80	42.33
Contenido de humedad	gr	0.0775	0.0976	0.0802	0.1124	0.1048	0.1426
Contenido de humedad	%	7.75	9.76	8.02	11.24	10.48	14.26
Densidad seca	gr/cc	2.187	2.152	2.053	1.996	1.955	1.902

DATOS DE EXPANSION

Altura Muestra compactada:		128 mm			128 mm			128 mm		
Sobrecarga		4530			4530			4530		
Fecha/ Tiempo	Lect. Dial	Expansion		Lect. Dial	Expansion		Lect. Dial	Expansion		
		mm	%		mm	%		mm	%	
0 hrs.										
24 hrs.										
48 hrs.										
72 hrs.										
96 hrs.										

NO EXPANSIVO



Ing. Robinson Tapia Medina
JEFE DE LABORATORIO
R. CIP. N° 174365

Calle Florencia 1er. Piso N° 303 - Mz. F - Lote 13 - Urb. La Esmeralda - Trujillo
Cel.: 976338404 E-mail: geotec.vial@hotmail.com

ANEXO 29

Certificación de Ensayo de CBR (Mezcla de Suelos: Colpa + Km 11+150m)

CERT N° 000785-2023

0031



R.U.C. 20601362563

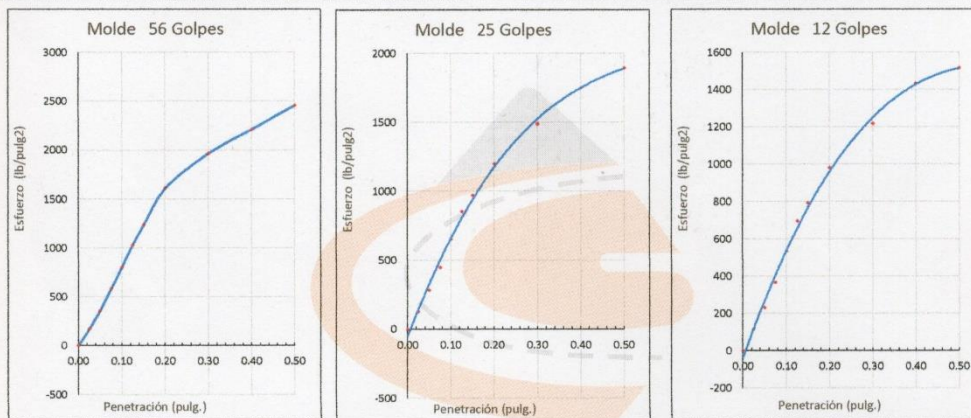
- Estudios Geotécnicos y Geofísicos
- Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales
- Control de Calidad de Concreto, Asfalto y Agua
- Expedientes Técnicos y Asesoría en Ingeniería

Resolución N° 025205-2017/DSD-INDECOPI
Certificado: ISO 9001:2015 SIS CERT. N° SIS03722Q069

ENSAYO CARGA - PENETRACION

Penetración (mm)	Penetración (pulg.)	Molde N° C				Molde N° B				Molde N° A			
		Ensayo Carga		Correc.	Ensayo Carga		Correc.	Ensayo Carga		Correc.			
		lbs	lbs/pulg2		lbs	lbs/pulg2		lbs	lbs/pulg2				
0.00	0.000	0.0	0.00		0.0	0.00		0.0	0.00				
0.63	0.025	501.7	167.23		387.5	129.17		348.8	116.27				
1.27	0.050	1075.5	358.50		852.5	284.17		695.1	231.70				
1.90	0.075	1741.8	580.60		1350.1	450.03		1100.8	366.93				
2.54	0.100	2396.5	798.83	839.61	1960.1	653.37	660.95	1598.1	532.70	538.53			
3.17	0.125	3097.0	1032.33		2557.8	852.60		2085.5	695.17				
3.81	0.150	3696.5	1232.17		2913.4	971.13		2375.4	791.80				
5.08	0.200	4829.0	1609.67	1510.37	3595.9	1198.63	1173.89	2942.1	980.70	980.70			
7.62	0.300	5893.2	1964.40		4468.5	1489.50		3656.1	1218.70				
10.16	0.400	6638.0	2212.67		5257.8	1752.60		4301.8	1433.93				
12.70	0.500	7360.0	2453.33		5684.1	1894.70		4550.7	1516.90				

GRAFICAS DE PENETRACION



VALORES CORREGIDOS

MOLDE N°	Penetración	Presion Aplicada	Presion Patron	CBR	Densidad Seca
	pulg.	lbs/pulg2	lbs/pulg2	%	gr/cm3
CBR-C	0.1 pulg.	839.61	1000	83.96	2.187
CBR-B	0.1 pulg.	660.95	1000	66.10	2.053
CBR-A	0.1 pulg.	538.53	1000	53.85	1.955


MOLDE N°	Penetración	Presion Aplicada	Presion Patron	CBR	Densidad Seca
	pulg.	(lbs/pulg2)	(lbs/pulg2)	%	gr/cm3
CBR-C	0.2 pulg.	1510.37	1500	100.69	2.187
CBR-B	0.2 pulg.	1173.89	1500	78.26	2.053
CBR-A	0.2 pulg.	980.70	1500	64.05	1.955

GEOTEC VIAL S.A.C.

Ing. Robinson Tapia Medina
 JEFE DE LABORATORIO
 R. CUI. N° 174365

ANEXO 30

Certificación de Ensayo de CBR (Mezcla de Suelos: Colpa + Km 11+150m)



GEOTEC VIAL
S.A.C.

CERT N° 000785-2023

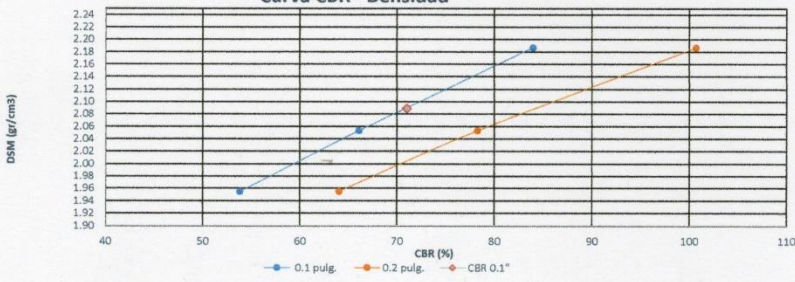
0032

R.U.C. 20601362563

Estudios Geotécnicos y Geofísicos •
Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales •
Control de Calidad de Concreto, Asfalto y Agua •
Expedientes Técnicos y Asesoría en Ingeniería •

Resolución N° 025205-2017/DSD-INDECOPI
Certificado: ISO 9001:2015 SIS CERT. N° SIS03722Q069

Curva CBR - Densidad



RESUMEN PROCTOR MODIFICADO


DENSIDAD SECA MAXIMA : 2.089 gr./cm3
 HUMEDAD OPTIMA (%) : 7.70 %
 95% dsm (g.cm3) : 1.985 gr./cm3

C.B.R (%)	100% DSM	95% DSM
(0.1")	71%	57%
(0.2")	85%	68%


CONCLUSIONES

C.B.R (%)	REQUERIDO	OPTENIDO	ANALISIS
AFIRMADO	40.00%	71.00%	CUMPLE
BASE	80.00%	71.00%	NO CUMPLE

OBSERVACIONES: _____ Ninguna



GEOTEC VIAL S.A.C.
 Ing. Robinson Tapia Medina
 JEFE DE LABORATORIO
 R. CIP. N° 174365




Calle Florencia 1er. Piso N° 303 - Mz. F - Lote 13 - Urb. La Esmeralda - Trujillo
 Cel.: 976338404 E-mail: geotec.vial@hotmail.com

ANEXO 31

Certificación de Ensayo de CBR (Mezcla de Suelos + Polycor)

CERT N° 000785-2023 0034



GEOTEC VIAL
S.A.C.

R.U.C. 20601362563

Estudios Geotécnicos y Geofísicos •
Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales •
Control de Calidad de Concreto, Asfalto y Agua •
Expedientes Técnicos y Asesoría en Ingeniería •

Resolución N° 025205-2017/DSD-INDECOPI
Certificado: ISO 9001:2015 SIS CERT. N° SIS03722Q069

RAZON SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R)
ASTM D-1883/MTC E 132

Proyecto : INFLUENCIA DEL POLIMERO POLYCON EN LA CAPACIDAD PORTANTE DE LA BASE PARA LA CARRETERA DE ACOS VINCHOS-COLPA EN AYACUCHO.
Institución : UNIVERSIDAD PRIVADA ANTONOR ORREGO
Solicitante : BR. SANTILLAN CHAVARRY JORDY
BR. VELIZ AREVALO, FRANK POOL
Fecha de Entrega : miércoles, 7 de Junio de 2023

IDENTIFICACION DE LA MUESTRA

Procedencia : CANTERA COLLPA (70%) + CANTERA KM 14+500 (30%) + POLYCON (0.02%)
Muestreado por : Solicitante
Ensayado por : Solicitante
Supervisado por: R. Tapia
Tipo: Afirmado

ENSAYO DE COMPACTACION C.B.R.

Descripción	U. M.	Prueba 1		Prueba 2		Prueba 3	
Denominación del recipiente	-	CBR-C	CBR-C	CBR-B	CBR-B	CBR-A	CBR-A
Número de Capas	-	5	5	5	5	5	5
N° de golpes por capas	-	56	56	25	25	12	12
Sobrecarga	gr	4530	4530	4530	4530	4530	4530
Peso del Molde	gr	8062	8062	8304	8304	7939	7939
Volumen del Molde	cc	2103	2103	2108	2108	2144	2144
Estado	-	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Muestra húmeda + Molde	gr	13033	12800	12986	12712	12557	12523
Peso de la Muestra húmeda	gr	4971	4738	4682	4408	4618	4584
Densidad húmeda	gr / cc	2.364	2.253	2.221	2.091	2.154	2.138


CONTENIDO DE HUMEDAD Y DENSIDAD SECA

Descripción	U. M.	Prueba 1	Prueba 2	Prueba 3	Prueba 4	Prueba 5	Prueba 6
Denominación del recipiente	-	T3	T8	T5	T2	T6	T10
Peso recipiente	gr	54.21	55.12	49.58	55.26	51.26	56.74
Peso recipiente + muestra Húmeda	gr	361.98	378.42	375.87	427.42	452.31	395.69
Peso recipiente + muestra seca	gr	339.66	351.92	352.32	399.41	421.51	363.68
Peso de muestra húmeda	gr	307.77	323.30	326.29	372.16	401.05	338.95
Peso de muestra seca	gr	285.45	296.80	302.74	344.15	370.25	306.94
peso de agua	gr	22.32	26.50	23.55	28.01	30.80	32.01
Contenido de humedad	gr	0.0782	0.0893	0.0778	0.0814	0.0832	0.1043
Contenido de humedad	%	7.82	8.93	7.78	8.14	8.32	10.43
Densidad seca	gr/cc	2.193	2.068	2.061	1.934	1.989	1.936

DATOS DE EXPANSION

Altura Muestra compactada:	128 mm		128 mm		128 mm				
	4530		4530		4530				
Sobrecarga	gr		gr		gr				
Fecha/ Tiempo	Lect. Dial	Expansion		Lect. Dial	Expansion		Lect. Dial	Expansion	
		mm	%		mm	%		mm	%
0 hrs.									
24 hrs.									
48 hrs.									
72 hrs.									
96 hrs.									

NO EXPANSIVO



GEOTEC VIAL S.A.C.
Ing. Robinson Tapia Medina
JEFE DE LABORATORIO
R. CIP N° 174365

Calle Florencia 1er. Piso N° 303 - Mz. F - Lote 13 - Urb. La Esmeralda - Trujillo
Cel.: 976338404 E-mail: geotec.vial@hotmail.com

ANEXO 32

Certificación de Ensayo de CBR (Mezcla de Suelos + Polycor)

CERT N° 000785-2023

0035



R.U.C. 20601362563

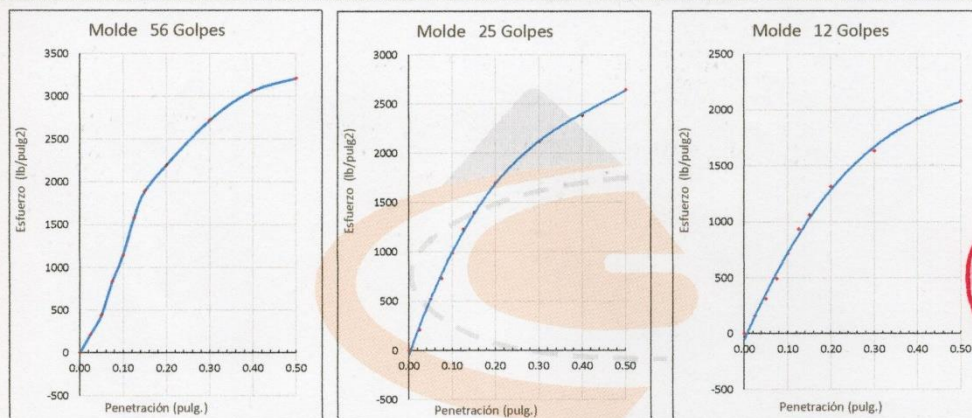
- Estudios Geotécnicos y Geofísicos •
- Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales •
- Control de Calidad de Concreto, Asfalto y Agua •
- Expedientes Técnicos y Asesoría en Ingeniería •

Resolución N° 025205-2017/DSD-INDECOPI
Certificado: ISO 9001:2015 SIS CERT. N° SIS03722Q069

ENSAYO CARGA - PENETRACION

Penetración (mm)	Penetración (pulg.)	Molde N° C			Molde N° B			Molde N° A		
		Ensayo Carga		Correc.	Ensayo Carga		Correc.	Ensayo Carga		Correc.
		lbs	lbs/pulg2	lbs/pulg2	lbs	lbs/pulg2	lbs/pulg2	lbs	lbs/pulg2	lbs/pulg2
0.00	0.000	0.0	0.00		0.0	0.00		0.0	0.00	
0.63	0.025	647.1	215.70		629.8	209.93		467.1	155.70	
1.27	0.050	1332.1	444.03		1567.3	522.43		934.4	311.47	
1.90	0.075	2515.2	838.40		2195.7	731.90		1479.8	493.27	
2.54	0.100	3444.9	1148.30	1221.90	2976.2	992.07	1000.10	2148.3	716.10	725.37
3.17	0.125	4753.0	1584.33		3703.4	1234.47		2803.5	934.50	
3.81	0.150	5672.7	1890.90		4199.7	1399.90		3193.1	1064.37	
5.08	0.200	6588.4	2196.13	2169.86	5107.2	1702.40	1689.25	3941.1	1313.70	1286.07
7.62	0.300	8162.2	2720.73		6359.6	2119.87		4897.7	1632.57	
10.16	0.400	9193.8	3064.60		7163.3	2387.77		5762.7	1920.90	
12.70	0.500	9628.2	3209.40		7942.5	2647.50		6229.9	2076.63	

GRAFICAS DE PENETRACION



VALORES CORREGIDOS

MOLDE N°	Penetración pulg.	Presión Aplicada lbs/pulg2	Presión Patron lbs/pulg2	CBR %	Densidad Seca gr/cm3
CBR-C	0.1 pulg.	1221.90	1000	122.19	2.193
CBR-B	0.1 pulg.	1000.10	1000	100.01	2.061
CBR-A	0.1 pulg.	725.37	1000	72.54	1.989


MOLDE N°	Penetración pulg.	Presión Aplicada (lbs/pulg2)	Presión Patron (lbs/pulg2)	CBR %	Densidad Seca gr/cm3
CBR-C	0.2 pulg.	2169.86	1500	144.66	2.193
CBR-B	0.2 pulg.	1689.25	1500	112.62	2.061
CBR-A	0.2 pulg.	1286.07	1500	85.74	1.989

GEOTEC VIAL S.A.C.
Ing. Robinson Tapia Medina
JEFE DE LABORATORIO
R. CIP N° 174365

ANEXO 33

Certificación de Ensayo de CBR (Mezcla de Suelos + Polycor)

CERT N° 000785-2023 0036



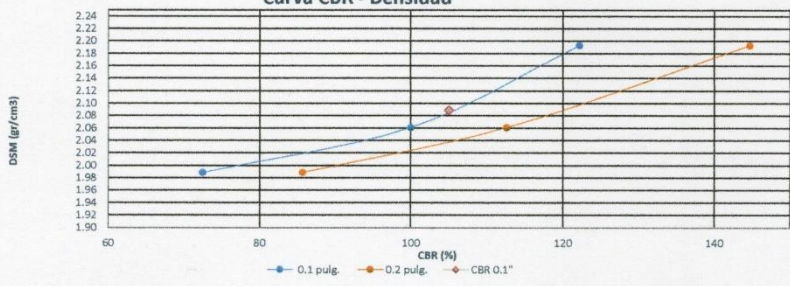
GEOTEC VIAL
S.A.C.

R.U.C. 20601362563

- Estudios Geotécnicos y Geofísicos •
- Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales •
- Control de Calidad de Concreto, Asfalto y Agua •
- Expedientes Técnicos y Asesoría en Ingeniería •

Resolución N° 025205-2017/DSD-INDECOPI
Certificado: ISO 9001:2015 SIS CERT. N° SIS03722Q069

Curva CBR - Densidad



RESUMEN PROCTOR MODIFICADO


DENSIDAD SECA MAXIMA	:	2.089 gr./cm3
HUMEDAD OPTIMA (%)	:	7.700 %
95% dsm (g.cm3)	:	1.985 gr./cm3

C.B.R (%)	100% DSM	95% DSM
(0.1")	105.00%	73.52%
(0.2")	116.09%	86.24%


CONCLUSIONES

C.B.R (%)	REQUERIDO	OPTENIDO	ANALISIS
AFIRMADO	40.00%	105%	CUMPLE
BASE	80.00%	105%	CUMPLE

OBSERVACIONES: Ninguna



GEOTEC VIAL S.A.C.
Ing. Robinson Tapia Medina
JEFE DE LABORATORIO
R. D.P. N° 174385



Calle Florencia 1er. Piso N° 303 - Mz. F - Lote 13 - Urb. La Esmeralda - Trujillo
Cel.: 976338404 E-mail: geotec.vial@hotmail.com

ANEXO 34

Resolución de inscripción de proyecto de tesis.



UPAO | Facultad de Ingeniería

Trujillo, 25 de octubre del 2022

RESOLUCIÓN N° 2065-2022-FI-UPAO

VISTO, el informe favorable del Jurado Evaluador del Proyecto de Tesis, titulado "INFLUENCIA DEL POLÍMERO POLYCOM EN LA CAPACIDAD PORTANTE DE LA BASE PARA LA CARRETERA DE ACOS VINCHOS – COLPA EN AYACUCHO", de los Bachilleres: **SANTILLAN CHAVARRY, JORDY y VELIZ AREVALO, FRANK POOL**, del Programa de Estudio de Ingeniería Civil, y;

CONSIDERANDO:

Que, el Jurado Evaluador conformado por los señores docentes: **Dr. ENRIQUE LUJAN SILVA**, Presidente; **Dr. OSWALDO HURTADO ZAMORA**, Secretario; **Ing. TITO BURGOS SARMIENTO**, Vocal; han revisado el Proyecto de Tesis, encontrándolo conforme, y;

Que, el Proyecto de Tesis ha sido elaborado conforme a las exigencias prescritas por el Reglamento de Grados y Títulos de Pregrado de la Universidad, el mismo que fue sometido a evaluación por el mencionado jurado evaluador, quien por acuerdo unánime recomendó su aprobación, tal como se desprende del informe elevado a la Facultad de Ingeniería;

Que, de acuerdo al Artículo 28° del Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad, el Proyecto de Tesis se inscribe en el libro de proyectos de tesis a cargo de la Secretaría Académica de la Facultad;

Estando al Estatuto de la Universidad, al Reglamento de Grados y Títulos la Universidad y a las atribuciones conferidas a éste Despacho;

SE RESUELVE:

PRIMERO: **APROBAR** la modalidad de titulación solicitada por los Bachilleres: **SANTILLAN CHAVARRY, JORDY y VELIZ AREVALO, FRANK POOL**, consistente en presentación, ejecución y sustentación de una **TESIS** para optar el título profesional de **INGENIERO CIVIL**.

SEGUNDO: **APROBAR y DISPONER** la inscripción del Proyecto de Tesis titulado: "INFLUENCIA DEL POLÍMERO POLYCOM EN LA CAPACIDAD PORTANTE DE LA BASE PARA LA CARRETERA DE ACOS VINCHOS – COLPA EN AYACUCHO".

TERCERO: **COMUNICAR** a los Bachilleres que tienen un plazo máximo de **UN AÑO** para desarrollar su tesis, a cuyo vencimiento, se produce la caducidad del mismo, perdiendo el derecho exclusivo sobre el tema elegido.

REGÍSTRESE, COMUNÍQUESE Y ARCHÍVESE.



Dr. Ángel Alanoca Quenta
DECANO

C. Copia
D. Archivo
E. Programa de Estudio de Ingeniería Civil
F. A.A.O./F. Kato

ANEXO 35*Informe final de asesor.*

FACULTAD DE INGENIERÍA
Programa de Estudio de Ingeniería Civil

Informe Final de Asesoramiento

Señor : Ms. Jorge A. Vega Benites
Director del Programa de Estudio de Ingeniería Civil
Asunto : Informe Final de Asesoramiento de Tesis
Fecha : Trujillo, 18 de septiembre del 2023

De conformidad con el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad, y en cumplimiento de la **Resolución de Facultad N° N°2065-2022-FI-UPAO**, el suscrito, docente asesor de la Tesis titulada:

Influencia del polímero POLYCOM en la capacidad portante de la base para la carretera de Acos Vinchos - Colpa en Ayacucho, de los bachilleres Santillán Chávary, Jordy y Véliz Árevalo, Frank Pool; cumplo con informar lo siguiente:

El Informe de Tesis cumple con el cronograma y proceso de investigación de acuerdo al proyecto de tesis, asimismo informe que la tesis reúne la calidad académica exigida por el Programa de Estudio de Ingeniería Civil.

Asimismo, adjunto al presente el reporte de coincidencias generado con el software Anti plagio Turnitin firmado por el suscrito, precisando que no supera el 20%.

Atentamente,

DOCENTE ASESOR
Ms. Merino Martínez, Marcelo Edmundo
Registro CIP: 77111