



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

Comparación de la adición de ceniza del fruto de eucalipto y cemento
para mejorar la subrasante, carretera Raqayraqayniyuq - Huacoto,
Cusco - 2022

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO CIVIL

AUTORES:

Rodrigo Rojas, Clever (ORCID: 0000-0002-0153-2856)

Yucra Segundo, Marse (ORCID: 0000-0003-0917-2653)

ASESOR:

Dr. Benites Zúñiga, José Luis (ORCID: 0000-0003-4459-494X)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño De Infraestructura Vial

LIMA – PERÚ

2022

Dedicatoria

A mi madre que bajo cualquier circunstancia siempre me apoyo, a mi padre que desde la dicha del cielo me guía, A mis hermanos y familiares por su comprensión y apoyo a lo largo de los años, gracias a ellos he podido llegar hasta aquí y convertirme en quien soy, A mis dos grandes amores Patricia que sin tu comprensión no habría llegado hasta esta instancia de mi vida, y a mi menor hijo Andre Sebastián que me da la fuerza para seguir día a día.

Dedicatoria

A mis increíbles padres Maribel y Juan por ser mis grandes ejemplos en este mundo, hermanos: Verushka, Nadine y Andiu, por su apoyo incondicional y porque nuestros momentos de risas, viajes, riñas y experiencias vividas juntos fueron de mucho valor e incentivo para mí. A mi abuelo Francisco por ser el toque de felicidad en la familia.

Agradecimiento

Agradecer a nuestro asesor Ing. José por darnos toda la orientación durante todo el proyecto de tesis hasta el final. Mi reconocimiento a mis padres, hermanos y amigos por apoyarme con su aliento de culminar el proyecto durante la ejecución de nuestra tesis. También agradecer a la universidad Cesar Vallejo por darnos la oportunidad en tiempos difíciles por el virus de Covid-19 y darnos la facilidad para terminar nuestro trabajo de investigación. A mi esposa Patricia por estar apoyándome siempre y por no dejar de creer En mí. Gracias.

Agradecimiento

A Dios quien ha sido mi guía, fortaleza y su mano de fidelidad y amor han estado conmigo. A los ingenieros que contribuyeron a que esta investigación sea terminada. A mí enamorado Walter por su apoyo incondicional que me brindo.

Índice de contenidos

Carátula.....	i
Dedicatoria	ii
Agradecimiento	iii
Índice de contenidos.....	iv
Índice de tablas	v
Índice de figuras.....	vi
Resumen	viii
Abstract	ix
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO	5
III. METODOLOGÍA	20
3.1. Tipo y diseño de investigación	20
3.2. Variables y operacionalización:.....	21
3.3. Población, muestra y muestreo.....	21
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos:.....	23
3.5. Procedimientos:	23
3.6. Método de análisis de datos:.....	27
3.7. Aspectos éticos:	27
IV. RESULTADOS	28
V. DISCUSIÓN.....	39
VI. CONCLUSIONES	43
VII. RECOMENDACIONES.....	44
REFERENCIAS.....	45
ANEXOS	51

Índice de tablas

Tabla 1. Total, de ensayos	22
Tabla 2. Análisis fisicoquímico de ceniza del fruto de eucalipto	24
Tabla 3. Clasificación de la via Raqayraqayniyoc - Huacoto	25
Tabla 4. Clasificación de suelos	26
Tabla 5. Características de C-01, C-02, C-03 y C-04	27
Tabla 6. Límites de Atterberg del suelo patrón (SP)+1.5%,2% y 3% cemento y ceniza del fruto de eucalipto (CFE).	31
Tabla 7. DMS y OCH del suelo patrón (SP)+1.5%,2% y 3% cemento y ceniza del fruto de eucalipto (CFE)	33
Tabla 8. CBR del suelo patrón (SP)+1.5%,2% y 3% cemento y ceniza del fruto de eucalipto (CFE)	36

Índice de figuras

Figura 1. Árboles de Eucalipto en Cusco	10
Figura 2. Categoría de subrasante.....	11
Figura 3. Ceniza	12
Figura 4. Frutos de eucalipto.....	12
Figura 5. Suelo - Cemento	13
<i>Figura 6.</i> Porcentajes típicos de intervención de los óxidos en el cemento	13
Figura 7. Clasificación SUCS (ASTM D-2487)	16
Figura 8. Clasificación AASHTO M-145	17
Figura 9. Límites de Atterberg.	17
Figura 10. Formula de índice de plasticidad.....	18
Figura 11. Recolección de fruto de eucalipto	24
Figura 12. Calcinación del fruto de eucalipto.....	24
Figura 13. Tamizado de ceniza del fruto de eucalipto	24
Figura 14. Estación Raqayraqayniyuq.....	25
Figura 15. Estación Huacoto	25
Figura 16. Calicata 01	26
Figura 17. Calicata 02	26
Figura 18. Calicata 03 Y Calicata 04	26
Figura 19. Mapa político del Perú.....	28
Figura 20. Mapa político del Departamento de Cusco.	28
Figura 21. Mapa de la provincia de Cusco.	29
Figura 22. Mapa del distrito de San Jerónimo.....	29
Figura 23. Mapa de la zona de estudio	29
Figura 24. Ensayo de límites de Atterberg calicata C-02	31
Figura 25. Ensayo de límites de Atterberg con adición de CFE al 1.5%, 2% y 3%	31
Figura 26. Ensayo de límites de Atterberg con adición de cemento al 1.5%, 2% y 3%	31
Figura 27. Límites de Atterberg del suelo patrón (SP)+1.5%,2% y 3% cemento y CFE.....	31
Figura 28. Correlación de CFE - Límites de Atterberg	32

Figura 29. Ensayo de Proctor modificado calicata C-02.....	33
Figura 30. Ensayo de Proctor modificado con adición de CFE al 1.5%, 2% y 3% 33	
Figura 31. Ensayo de Proctor modificado con adición de cemento al 1.5%, 2% y 3%	33
Figura 32. MDS y OCH del suelo patrón (SP)+1.5%,2% y 3% cemento y CFE ...	34
Figura 33. Correlación de CFE - MDS y OCH	35
Figura 34. Ensayo de CBR calicata C-02.....	36
Figura 35. Ensayo de CBR con adición de CFE al 1.5%, 2% y 3%.....	36
Figura 36. Ensayo de CBR con adición de cemento al 1.5%, 2% y 3%	36
Figura 37. CBR del suelo patrón (SP)+1.5%,2% y 3% cemento y CFE	37
Figura 38. Correlación de CFE - CBR	38

Resumen

El presente trabajo de investigación tuvo como finalidad evaluar como la adición de cenizas del fruto de eucalipto y cemento influyen en las propiedades de la subrasante en la carretera Raqayraqayniyuq – Huacoto, para la cual se utilizó una metodología de tipo aplicada, con enfoque cuantitativo, diseño experimental y cuasi experimental con un nivel de investigación explicativo. La población de estudio fue la trocha carrozable de Raqayraqayniyuq – Huacoto, teniendo como muestra 4KM, las técnicas e instrumentos fueron la recolección de datos en los formatos establecidos por la presente investigación.

Como resultado se obtuvo que el suelo patrón se clasifica según AASHTO como A-6(10) y SUCS como CL. y presenta un CBR de 4.88% al 95% clasificando esta subrasante como insuficiente y al adicionar ceniza de fruto de eucalipto al 3% se pudo apreciar un incremento del CBR de 6.33% al 95% clasificando esta subrasante como regular. Mientras que al adicionar cemento al 3% se obtuvo un CBR de 13.95% al 95% clasificando la subrasante como buena según el MTC, para lo cual se concluyó que la adición de ceniza de eucalipto y cemento mejora las propiedades fisicomecánicas del suelo siendo el cemento el que mejora favorablemente la resistencia del suelo.

Palabras clave: subrasante, ceniza, fruto de eucalipto, cemento.

Abstract

The purpose of this research work was to evaluate how the addition of ashes from the eucalyptus fruit and cement influence the properties of the subgrade on the Raqayraqayniyuq - Huacoto highway, for which an applied methodology was used, with a quantitative approach, design experimental and quasi-experimental with an explanatory research level. The study population was the Raqayraqayniyuq - Huacoto carriageway, with a 4KM sample, the techniques and instruments were the data collection in the formats established by the present investigation.

As a result, it was obtained that the standard soil is classified according to AASHTO as A-6(10) and SUCS as CL. and presents a CBR of 4.88% to 95%, classifying this subgrade as insufficient and by adding eucalyptus fruit ash at 3%, an increase in CBR from 6.33% to 95% could be seen, classifying this subgrade as regular. While adding cement at 3%, a CBR of 13.95% to 95% was obtained, classifying the subgrade as good according to the MTC, for which it was concluded that the addition of eucalyptus ash and cement improves the physical-mechanical properties of the soil, being the cement, which favorably improves the resistance of the soil.

Keywords: subgrade, ash, eucalyptus fruit, cement.

I. INTRODUCCIÓN

Los sistemas de redes viales desde la antigüedad fueron y son actualmente primordiales para el desarrollo socioeconómico de cualquier país, para lo cual es vital proyectar un desarrollo estratégico y sostenible en la construcción de vías asfaltadas y vías no asfaltadas, como garantizar un correcto mantenimiento de estas vías para así garantizar y facilitar una conexión de calidad entre las diferentes partes geográficas de un país y si estas no son las adecuadas es poco probable que la población mejore su economía o satisfaga sus necesidades básicas de educación, trabajo, alimentación y salud [1]. Esta es la causa por la cual la tecnología de estabilización de suelos con cemento a nivel de subrasante o afirmado se viene incrementando en todos los países de Europa y toda América latina como Brasil, Guatemala, Colombia, Chile y otros [2].

En la actualidad en nuestro país es necesario practicar nuevas técnicas de construcción para estabilizar el suelo a nivel de subrasante, en vías de bajo tránsito como son los caminos vecinales o trochas carrozables, ya que la subrasante soportara la estructura del pavimento o afirmado, por lo cual el uso de bases estabilizadas son fundamentales para el reemplazo del afirmado estabilizado, esta técnica ayudara a la reducción de costos como explotación de canteras y gastos de transporte del material de préstamo; las bases estabilizadas son la alternativa de solución a los posibles hundimientos o posible colapso de la carretera [3]. Dentro de la estabilización de suelos surge otra alternativa la cual es adicionar cenizas de diferentes insumos entre ellos tenemos como referencia la adición de cenizas de hojas de maíz, cenizas de coco, madera u otros [4].

Por ello surge esta investigación que se centra en el Departamento del Cusco, Provincia Cusco, distrito de San Jerónimo, en la carretera Raqayraqayniyuq - Huacoto. Y para la fecha la estructura de la carretera se encuentra en muy mal estado evidenciándose en algunos tramos el suelo natural; siendo en épocas de lluvias (diciembre – marzo) cuando se dificulta la transitabilidad peatonal y vehicular pudiendo generar accidentes a causa del mal estado de la carretera. Mientras en épocas de secas se genera contaminación ambiental por las partículas de polvo

que generan los vehículos que transitan esta carretera. Es necesario disminuir los efectos negativos de la carretera. A causa de la falta de mantenimiento de la carretera Raqayraqayniyuq - Huacoto. Para lo cual se busca mejorar las condiciones actuales de la subrasante de la carretera, mediante cemento o adición de cenizas de fruto de eucalipto, los cuales nos brindaran múltiples beneficios principalmente a la resistencia, la estabilidad contra los cambios de agua y humedad, su durabilidad y flexibilidad [5].

En base a todo lo mencionado anteriormente nos formulamos la siguiente pregunta general ¿De qué manera la adición de cenizas del fruto de eucalipto y cemento influyen en las propiedades de la subrasante en la carretera Raqayraqayniyuq - Huacoto? Según el problema general se disgregan los siguientes problemas específicos: ¿De qué manera las cenizas del fruto de eucalipto y cemento influyen en los límites de consistencia de la subrasante en la carretera Raqayraqayniyuq - Huacoto? ; ¿De qué manera las cenizas del fruto de eucalipto y cemento influyen en la humedad óptima y máxima densidad seca de la subrasante en la carretera Raqayraqayniyuq - Huacoto?; ¿de qué manera las cenizas del fruto de eucalipto y cemento influyen en la resistencia de la subrasante en la carretera Raqayraqayniyuq – Huacoto?.

Este estudio se justifica teóricamente porque realizaremos una comparación de dos aditivos (cemento o cenizas del fruto de eucalipto), para luego determinar la mejor dosificación para obtener un óptimo comportamiento en la subrasante de la carretera Raqayraqayniyuq - Huacoto. Así obtendremos para las investigaciones futuras más información de estabilización de subrasante con cemento o cenizas del fruto de eucalipto, y a la par aportaremos más datos al conocimiento científico. Se tiene justificación metodológica porque para que la siguiente investigación cumpla sus objetivos tendremos que cumplir una serie de procesos metodológicos, se tomara muestras de campo y se adquirirá los aditivos (cemento y cenizas del fruto de eucalipto) con los cuales se realizara nuestros ensayos en laboratorio, con la obtención de los datos de laboratorio podremos afirmar o negar las hipótesis que nos hemos planteado, esta información será como referencia para futuras investigaciones de estabilizado de subrasante.

Esta investigación se justifica técnicamente ya que nos proponemos mejorar las condiciones actuales de la carretera Raqayraqayniyuq - Huacoto. para lo cual realizaremos dos diseños de estabilización las cuales son: suelo – cemento y suelo – cenizas de semilla de eucalipto, con diferente porcentaje de dosificación y determinaremos cuál de ellos cumple de manera óptima con la estabilización de la subrasante de la carretera Raqayraqayniyuq - Huacoto. A la par esta investigación se justifica económicamente ya que la vida útil de la carretera se prolongará por más años y además la adquisición de estos aditivos como el cemento están disponible en el mercado nacional, y el aditivo natural de ceniza del fruto de eucalipto lo encontraremos en la zona ya que ella cuenta con gran cantidad de árboles de eucalipto de los cuales podremos extraer nuestra materia básica para la realización de nuestra investigación. Esta investigación cuenta con justificación social ya que por la geografía de nuestro país tenemos varias comunidades y centros poblados ubicados en zonas de difícil acceso para lo cual se necesitan mejores vías de transporte, la carretera Raqayraqayniyuq - Huacoto. permitirá traer desarrollo económico y social a todos los pobladores de la zona de estudio generando la tan anhelada inclusión social.

El objetivo general que nos hemos planteado en esta investigación es la siguiente evaluar como la adicción de cenizas del fruto de eucalipto y cemento influyen en las propiedades de la subrasante en la carretera Raqayraqayniyuq – Huacoto Y nuestros objetivos específicos son los siguientes: determinar la influencia de las cenizas del fruto de eucalipto y cemento en los límites de consistencia de la subrasante en la carretera Raqayraqayniyuq - Huacoto, determinar la influencia de las cenizas del fruto de eucalipto y cemento en la humedad optima y máxima densidad seca de la subrasante en la carretera Raqayraqayniyuq - Huacoto, determinar la influencia de las cenizas del fruto de eucalipto y cemento en la resistencia de la subrasante en la carretera Raqayraqayniyuq - Huacoto.

La actual investigación busca desarrollar la siguiente hipótesis general que es siguiente: la adición de cenizas del fruto de eucalipto y cemento influyen en las propiedades de la subrasante en la carretera Raqayraqayniyuq - Huacoto. También

busca desarrollar las siguientes hipótesis específicas: las cenizas del fruto de eucalipto y cemento influyen en los límites de consistencia de la subrasante en la carretera Raqayraqayniyuq - Huacoto, las cenizas del fruto de eucalipto y cemento influyen en la humedad óptima y máxima densidad seca de la subrasante en la carretera Raqayraqayniyuq - Huacoto, las cenizas del fruto de eucalipto y cemento influyen en la resistencia de la subrasante en la carretera Raqayraqayniyuq - Huacoto.

II. MARCO TEÓRICO

Tenemos como antecedentes nacionales, Tupia (2021), objetivo fue verificar que las hojas de eucalipto una vez hecha cenizas, aumentan la estabilización en los suelos, La metodología fue aplicada y su diseño experimental, con un enfoque cuantitativo, su población era la avenida Juan Velazco, distrito de Carabayllo la muestra fueron 2.4 kilómetros con un ancho de 5.38 metros y los instrumentos son las pruebas de laboratorio de suelos, como resultados obtuvieron según sucs un suelo CL de baja plasticidad, se adiciono las hojas de eucalipto en porcentajes de 4%, 7%, 11%, OCH al 4% es 15.50%, 7% y 11% es 15.70% y MDS al 4% es 1.902gr/cm, 7% es 1.952gr/cm³ y 11% es 1.973gr/cm³, el CBR al 95% de 4% es 13.90%, 7% es 24.40% y 11% es 25.80%, el CBR al 100%, 4% es 24.10%, 7% es 32.0% y 11% es 33.90%. en conclusión, tenemos el porcentaje más favorable según el MTC, como lo comprueban las pruebas realizadas, que es el CBR al 95% de 11%, considerándose muy buena subrasante [6].

Cadillo (2021), EL objetivo es identificar la influencia de adición de ceniza de tuna para estabilizar el suelo, su método es aplicada y el diseño es explicativa con un enfoque cuantitativo, su población fue el tramo de la carretera Tinco – Ataquero, Carhuaz Ancash, la muestra fueron las tres calicatas, el muestreo fue no probalístico, como principal resultado obtuvieron por la clasificación de sucs un suelo arcilloso, se adicionaron los porcentajes de ceniza de tuna al 4%, 6%, 8% donde se obtuvo una mejor estabilización del suelo con una adición de 6%, siendo la MDS de 1.92 gr/cm³ y un CBR de 8.62%, en conclusión que al agregar 6% de ceniza de tuna, disminuye el IP en 8.51%, Ya que el IP de la muestra en su estado natural fue de 16.21% y al agregar 6% de ceniza de tuna se redujo a 14.83%. Se determinó que las cenizas de tuna es un agente estabilizante que mejora los parámetros físicos y mecánicos del suelo [7].

Rimachi y Sánchez (2019), tuvo como objetivo determinar la factibilidad de agregar 0.5% ,1.5%,3%,5%,8% cenizas de cascara de coco para estabilizar el suelo. La metodología fue aplicada y el nivel de investigación cuasi experimental. La población fue Lampanin Distrito de Cáceres del Perú, considerando la subrasante

de dicha población. La muestra fueron las 5 Calicatas y el muestreo fue no probabilístico. Los primeros resultados fueron el análisis granulométrico se tiene poca grava 23.37%, arena 33.7% donde adicionando las cenizas de cascara de coco al 0.5%, 1.5%, 3% de forma progresiva, el resultado fue del suelo patrón un HO de 5.3% y un MDS de 1.56g/cm³ y al adicionar CCO con el 3% nos da una HO baja 6.70% y la MDS aumenta 1.952 (g/cm³), adicionando al 5% nos da una HO = 9.10% y MDS = 1.776 (g/cm³) y adicionando al 8% nos da una HO = 8.50% y MDS = 1.880 (g/cm³). Se concluye que agregar un 3 % de ceniza de coco a la superficie del suelo para estabilizar el suelo podría mejorar las propiedades físico-mecánicas del suelo [8].

Como antecedentes internacionales tenemos a Parra (2019), Tuvieron como objetivo, la estabilización química del suelo (caolín) agregando en diferentes proporciones cal y ceniza y determinar la dosificación optima, por medio a la tracción y resistencia a la compresión. La metodología fue aplicada y el diseño experimental, su enfoque fue cuantitativo. La población de estudio fueron las montañas del occidente de Bogotá. la muestra las canteras de caolín. Los instrumentos fue el laboratorio. Los principales resultados fue el ensayo de Proctor normal del suelo caolín y la adición del cal y cenizas volante al 2%, 4%, 6%, 8%, la transformación del material curado con aceite sulfonado, la reacción de aceite sulfonado con arcilla fue a los 90 días. Como conclusión obtuvimos que al suelo caolín - cal otorga mejor esfuerzo, deformaciones máximas y resistencia, mientras que la ceniza no mejoró significativamente el suelo [9].

Wu (2019), esta investigación tuvo como objetivo determinar 6 propiedades mecánicas y 5 químicas, se estudió la estabilización con diferentes estabilizadores como caucho, caucho de neumáticos, cemento tipo I y II, etc. La metodología fue descriptiva y experimental, dicho estudio se realizó en el estado de Iowa, se tomaron muestra de diferentes condados y como resultado obtuvieron que las carreteras granulares mejoraron sus propiedades elásticas en la parte superficial, la mejora fue mediante el uso de métodos químicos. la superficie tratada con cemento y 3 de los métodos mecánicos, optimizaron los suelos arcillosos. en conclusión, todas las secciones realizadas pudieron estabilizarse bien y tener

buena calidad excepto el caucho de los neumáticos porque solo se incorporó un 20% de caucho. También el módulo elástico compuesto se mejoró mediante 2 métodos tratados con cemento y 2 métodos mecánicos [10].

García (2019), El objetivo es estudiar el comportamiento físico-mecánico de la mezcla de suelo y cemento usando pruebas de respuesta a la carga monotónica para determinar el valor de resistencia para suelos de caolín de grano fino. La metodología fue aplicada y su diseño de investigación experimental. Se tuvo como población y muestra Transversal central del pacífico (Chocó), se obtuvo como resultado al 4%, 8%, 10% y 12% de cemento, que el LL es 38.8% y LP es 24% para la dosificación de 10% aumentando el cbr a 1.63%. La investigación concluyó, al estabilizar suelos con cemento es muy importante garantizar un óptimo contenido de agua y un tiempo de curado mínimo para lograr la máxima resistencia requerida para el diseño, porque en la mezcla al 12% de cemento se observó disminución del cbr cuando el tiempo de curado era menor [11].

Se tomará en cuenta Los siguientes artículos internacionales: Goñas y Hilmer (2020), el objetivo general es evaluar el efecto de un subproducto obtenido de la quema de carbón vegetal y carbón mineral para mejorar las propiedades mecánicas del suelo. La metodología es aplicada y el diseño de investigación es experimental. La población fue las cuadras 8 y 9 de la calle las Lomas, la muestra fue la calicata a las que se realizaron ensayos de laboratorio, cuyos resultados indican que al adicionar cenizas de carbón al 15%, 20%, 25% se demostró que el aumento en la capacidad de carga del suelo investigado es directamente proporcional a la proporción de ceniza de carbón añadida. En conclusión, se observó que la ceniza de carbón mejora la capacidad de carga de los suelos de tipo CH y OH [12].

Tique, y otros (2019), el objetivo es aumentar el cbr de un suelo arcilloso y disminuir la variación volumétrica por el cambio de contenido de humedad, por la estabilización mecánica y química utilizando cal y sal de mesa como aditivos químicos, por lo que realizaron estudios de tipo experimental y aplicativo. La población fue tras del Centro de Investigación en Ciencias Aplicadas y Tecnología de Tabasco. La muestra fue los % añadidos al 2 %, 4 %, 6 %, 8 %, 10 %. El principal

resultado es que ha permitido identificar los 2 estabilizadores de suelo óptimos para la zona y definir la dosificación óptima. En este estudio se concluyó que la cal es uno de los estabilizadores más exitosos, por su flexibilidad y efectividad, sin embargo, en la zona de estudio consideraron la sal de mesa como mejor agente estabilizador [13].

Ruiz (2018), su objetivo fue analizar la resistencia y durabilidad del suelo-cemento adicionando fibras textiles de Jeans. La metodología fue aplicada y el nivel de investigación fue experimental. Su población fue los residuos de las fábricas de textiles en Bogotá y la muestra fue los textiles como resultado tuvieron la adición de textiles al 0.5%, 1%, 1.5%, con una longitud de 3 a 7cm y un espesor de 0.2 a 0.5cm donde posteriormente analizaron el comportamiento de suelo – cemento y la influencia del jean. Se concluyó que el suelo natural tenía un CBR de 3.45%, al adicionando cemento llego a 10%, adicionando los textiles al 1% se tuvo un CBR de 27.3% aumentando la resistencia a la compresión y disminuyendo la pérdida del material ante el desgaste por abrasión [14].

Omosho (2019), su objetivo fue someterse a métodos de estabilizaciones mecánicas (con o sin adición de arena controlada), cemento y cemento-arena (compuesto) para mejorar la resistencia, para aplicaciones de ingeniería mejoradas. La metodología fue aplicada y el nivel de investigación fue experimental, teniendo como población suelos laterita deltaica y como muestra 150g de material. El resultado en la estabilización mecánica satisfacía los requisitos de la subrasante, mientras que la adición de arena produjo una disminución en la calidad del material de la subbase. También se demostró que el OSC afecta al OCH y el CBR. La estabilización del suelo con cemento produjo materiales de calidad de base con un contenido de cemento superior al 12 %, lo que es económicamente inviable. Se concluyó que la adición de proporciones controladas de arena afilada a las mezclas de suelo y cemento produjo materiales de calidad de capa base con un 6 % de cemento (menos de la mitad del obtenido solo mediante la estabilización con cemento) y alrededor de un 40 % contenido de arena [15].

Alarcón, Jiménez y Benítez (2020), el objetivo es efectuar la elección del producto adecuado para mejorar la impermeabilidad del sustrato. Muchas variables pueden interferir en este proceso, por ejemplo, el tipo de suelo o material disponible, las características de la ruta, meteorología, fisiografía, etc. La metodología a utilizar fue descriptiva y se tuvo como población la subrasante y como muestra fue el material granular, se tuvo como instrumentos los análisis en laboratorio y las fichas para obtener la data, Como resultado, el lodo aceitoso mejora la impermeabilidad del sustrato y ralentiza el flujo de agua hacia la muestra, Reduzca el desperdicio de material y reduzca la resistencia al agua. En conclusión, el lodo aceitoso tiene un efecto positivo en el suelo, al hacerla menos sensible al agua y más impermeable, aumenta la estabilidad hídrica en el momento de la saturación, asegurando así que las propiedades resistentes del material se mantengan en condiciones críticas [16].

Zahraalsadat y otros (2021), el objetivo fue evaluar los efectos del cemento y cal con ceniza de cascara de arroz, como aditivo sobre el comportamiento en resistencia del suelo costero (Malaysia), cuya metodología fue explicativo y un diseño experimental, los resultados fue adicionar diferentes porcentajes de cascarilla de arroz, cal y cemento al 2%, 4%, 6%, 8%, después de 28 y 90, se concluyó que el curado con un 8% de ceniza de cascarilla de arroz mejoro significativamente el contenido óptimo de humedad en aproximadamente un 10%, el aumento de la cenizas de cascarilla de arroz aumenta la resistencia máxima al corte hasta en un 46%, aumento significativamente la fricción estable del suelo y el esfuerzo cortante con un porcentaje del 8% con cal, cemento y cenizas de cascarilla de arroz [17].

El Eucalipto (*Eucalyptus grandis*) es originariamente de Oceanía (Australia y Tasmania). Gracias a su rápido crecimiento, productividad y adaptabilidad Se logró introducir esta planta en diferentes continentes del planeta como Asia, África y América. En nuestro país esta especie se introdujo en el año 1865 por medio de la familia Ruez y Gómez, se realizó inicialmente la siembra de esta planta en el valle del Mantaro en Junín, las semillas fueron trasladadas por el francés M. Palier esto se desarrolló en el gobierno de Manuel Pardo, y desde la fecha es uno de las plantas que mayor se siembra en las zonas alto andinas, en el cusco esta la primera

planta que se utiliza para la reforestación ya que su madera se utiliza para diferentes usos. El árbol de eucalipto puede crecer hasta 60 m de altura y tener un diámetro de 1,50 m. el eucalipto posee una copa poco densa y amplia, este puede producir un número indefinido de brotes y yemas desnudas. La floración del eucalipto se inicia desde el tercer año de edad del árbol, y los frutos pueden cosecharse después de 6 meses aproximadamente, luego de la floración, es factible disponer del fruto y posteriormente la semilla casi todo el año [18].



Figura 1. Árboles de Eucalipto en Cusco

Fuente: propia

La historia de estabilización suelo-cemento es bastante antigua al igual que la historia del uso del mismo concreto. Estadounidenses como ingleses concuerdan que el año de 1917 se utilizó este material por primera vez. No obstante, en 1932, el Departamento de Caminos Estatales de Carolina del Sur de EE.UU. se enfocó en un desarrollo más científico al estudio del suelo-cemento y desde la fecha, el desarrollo de esta tecnología se ha enfocado en innumerables proyectos de carreteras a nivel mundial, siendo la (PCA) Asociación del Cemento Portland de los EE.UU. la principal impulsora del uso de esta tecnología. Gracias a sus aplicaciones, esta técnica de estabilización se difundió mundialmente a diferentes países como: Argentina, Colombia, Brasil, Inglaterra y Alemania y otros. Fue que

después de la Segunda Guerra Mundial, los estadounidenses junto con los ingleses lograron desarrollar la tecnología moderna del suelo-cemento. En la actualidad, diferentes países como Colombia, china, India y Brasil cuentan con diversos programas para la aplicación y difusión de esta tecnología, la cual no sólo se limita en la construcción de carreteras, sino también en la edificación de viviendas ya sean de particulares o de interés social [19].

La subrasante como parte de soporte de las diferentes capas de una carretera, es también parte estructural del pavimento. Por lo cual este debe cumplir con diferentes características estructurales ya que servirá como fundación de todo el paquete estructural del pavimento. De ahí surge la importancia de determinar el CBR del suelo natural que se encuentra por debajo de la superficie de la subrasante la cual debe tener un CBR igual o mayor al 6% en caso que el CBR sea menor se deberá tratar el suelo con un aditivo o reemplazar por material de cantera para así lograr estabilizar el suelo. Una vez seleccionada el material que se utilizara para la estabilización del suelo se realizaran pruebas de CBR la cual nos permitirá determinar la calidad y resistencia del suelo. Se puede categorizar la subrasante de acuerdo al CBR [20].

Categoría de sub rasante	CBR
Sub rasante inadecuada	CBR <3%
Sub rasante insuficiente	De CBR ≥3% a CBR < 6%
Sub rasante regular	De CBR ≥6% a CBR < 10%
Sub rasante buena	De CBR ≥10% a CBR <20%
Sub rasante muy buena	De CBR ≥20% a CBR < 30%
Sub rasante excelente	CBR ≥30%

Figura 2. Categoría de subrasante

Fuente: MTC. 2013

En los enfoques conceptuales tenemos, las cenizas se pueden originar de madera, hojas y otros, que al ser utilizadas como combustible y exponerlas a altas temperaturas nos genera un polvo grisáceo, estas cenizas se originan de un proceso de combustión y estas cenizas pueden estar compuesta por óxidos

metálicos u otras sustancias [21]. Para la utilización de las cenizas del fruto de eucalipto tomamos como referencia otros estudios en el cual menciona que se procederá a secar el fruto, luego se llevará a un horno en laboratorio a una temperatura entre 450°C – 600°C, para su posterior tamizado por la malla N.º 200. Material que posteriormente será utilizado en los diferentes ensayos de laboratorio [4].



Figura 3. Ceniza

Fuente: hotfiredore



Figura 4. Frutos de eucalipto

Fuente: Guías Silviculturales

El cemento se caracteriza por ser un polvo fino el cual se obtiene de todo un proceso industrial siendo la materia prima, la piedra caliza, arcilla, mineral de hierro y otros. Sirve como insumo principal en la ingeniería de la construcción. El cemento al ser mezclado con el suelo le proporciona mayor resistencia o capacidad de

soporte a la vez mejora su durabilidad, motivo por el cual este conglomerante viene siendo utilizado en la estabilización de suelos ya sea en vías de alto tránsito o bajo tránsito [19]. El cemento se utiliza con el objetivo de satisfacer ciertas especificaciones mínimas como de durabilidad y resistencia. El cemento se utiliza en la gran parte de los proyectos de ingeniería. En el caso de carreteras se utiliza en la estabilización de subrasantes, bases, afirmados y otros. Para lo cual se realiza un estudio previo para determinar la dosificación que debe cumplir la mezcla de suelo - cemento [22].



Figura 5. Suelo - Cemento

Fuente: Cemento Para La Estabilización

	Oxido componente	Porcentaje Típico
Cal combinada	CaO	62.5%
Silice	SiO ₂	21%
Alúmina	Al ₂ O ₃	6.5%
Hierro	Fe ₂ O ₃	2.5%
Cal Libre	CaO	0%
Azufre	SO ₃	2%
Magnesio	MgO	2%
Alcalis	Na ₂ O y K ₂ O	0.5%

Figura 6. Porcentajes típicos de intervención de los óxidos en el cemento

Fuente: cemento para la estabilización

La dosificación es el acto de graduar la cantidad de un material o materiales en el caso de los aditivos se adicionarán según indicaciones del fabricante, por lo general en una cantidad menor como es el caso de los aditivos, El cemento se dosificará en los porcentajes de 1.5%, 2% y 3%. En el caso de las cenizas del fruto del eucalipto la dosificación será de 1.5%, 2% y 3% [23].

De la calidad de la subrasante dependerá el espesor del pavimento, ya que la mala calidad de la subrasante ocasionará daños en toda la estructura del pavimento, según lo manifestado anteriormente la subrasante posee la función de soporte para toda la estructura del pavimento [20]. La Subrasante cumple La función de recibir las cargas que son transmitidas por el pavimento, además la subrasante es considerada como la cimentación del pavimento. Cuando la calidad de este sea mejor el espesor del pavimento será menor y se lograra un ahorro en los costos de construcción, sin reducir la calidad de todo el paquete estructural del pavimento [24]. Los materiales a utilizar son provenientes de canteras y estas deben cumplir con requisitos mínimos. Incluye el estudio previo de canteras, acopio, transporte, tendido del material de cantera, y compactación del material. Todos estos trabajos se realizarán con la maquinaria adecuada, en conformidad con los lineamientos, indicados en el Proyecto y siempre siguiendo las indicaciones del Plan de Manejo Ambiental [25]. Para determinar las propiedades del suelo es necesario realizar calicatas con una profundidad de 1.5 m tal como indica el MTC y la cantidad de estas dependerá del tipo de carretera [20].

Tipo de carretera	Profundidad (m)	Número mínimo de calicatas
Autopistas	1.50 m respecto al nivel de sub rasante del proyecto	Calzada 2 carriles por sentido: 4 calicatas x km x sentido
		Calzada 2 carriles por sentido: 4 calicatas x km x sentido
		Calzada 4 carriles por sentido: 6 calicatas x km x sentido
Carreteras duales o multicarril	1.50 m respecto al nivel de sub rasante del proyecto	Calzada 2 carriles por sentido: 4 calicatas x km x sentido
		Calzada 3 carriles por sentido: 4 calicatas x km x sentido
		Calzada 4 carriles por sentido: 6 calicatas x km x sentido
Carreteras de primera clase	1.50 m respecto al nivel de sub rasante del proyecto	4 calicatas x km
Carreteras de segunda clase	1.50 m respecto al nivel de sub rasante del proyecto	3 calicatas x km
Carreteras de tercera clase	1.50 m respecto al nivel de sub rasante del proyecto	2 calicatas x km
Carreteras de bajo volumen de tránsito	1.50 m respecto al nivel de sub rasante del proyecto	1 calicatas x km

Figura 7. Número de calicatas dependiendo el tipo de carretera

Fuente: Manual de Carreteras MTC 2014

La relación de componentes determina una serie de propiedades conocidas como propiedades fisicomecánicas del suelo: color, textura, estructura, permeabilidad, densidad, porosidad, drenaje, profundidad efectiva. [26]. Al evaluar las propiedades mecánicas del suelo podremos clasificar los suelos de la siguiente manera: a) Las gravas, son fragmentos de rocas con partículas de cuarzo, feldespato. Este tipo de suelo no posibilita la retención de agua, dado la irregularidad de la superficie y la presencia de espacios vacíos entre partículas. b) Las arenas, constituida en cuarzo y feldespato. También se presentan otros granos de otros minerales, que, al mezclarse con el agua, no desarrolla formación de agregados continuos, sino que se observa una separación con ella. c) El limo se desarrolla como una capa de suelo microscópica, principalmente de cuarzo fino y fragmentos de minerales micáceos. Este suelo se caracteriza por que retiene de mejor forma el agua. d) Las arcillas son laminas microscópicas y submicroscópicas de mica, así como de

minerales de arcillas y otros. Son partículas de tamaño gel. Este tipo de suelo es fácil de penetrar con agua, creando un aumento en el volumen. Dentro de la clasificación de los suelos tenemos dos métodos los cuales son el método AASHTO y SUCS [27].

DIVISIONES PRINCIPALES		Símbolos del grupo	NOMBRES TÍPICOS	IDENTIFICACION DE LABORATORIO
SUELOS DE GRANO GRUESO	GRAVAS	Gravas limpias	Gravas, bien graduadas, mezclas grava-arena, pocos finos o sin finos.	Determinar porcentaje de grava y arena en la curva granulométrica. Según el porcentaje de finos (fracción inferior al tamiz número 200). Los suelos de grano grueso se clasifican como sigue: $Cu = D_{60}/D_{10} > 4$ $Cc = (D_{30})^2 / D_{10} \times D_{60}$ entre 1 y 3 No cumplen con las especificaciones de granulometría para GW. Límites de Atterberg debajo de la línea A o $IP < 4$. Encima de línea A con IP entre 4 y 7 son casos límite que requieren doble símbolo. Límites de Atterberg sobre la línea A con $IP > 7$. $< 5\% \rightarrow GW, GP, SW, SP$ $> 12\% \rightarrow GM, GC, SM, SC$ 5 al 12% \rightarrow casos límite que requieren usar doble símbolo. $Cu = D_{60}/D_{10} > 6$ $Cc = (D_{30})^2 / D_{10} \times D_{60}$ entre 1 y 3 Cuando no se cumplen simultáneamente las condiciones para SW. Límites de Atterberg debajo de la línea A o $IP < 4$. situados en la zona rayada con IP entre 4 y 7 son casos intermedios que precisan de símbolo Límites de Atterberg sobre la línea A con $IP > 7$.
		(sin o con pocos finos)	Gravas mal graduadas, mezclas grava-arena, pocos finos o sin finos.	
		Gravas con finos	Gravas limosas, mezclas grava-arena-limo.	
		(apreciable cantidad de finos)	Gravas arcillosas, mezclas grava-arena-arcilla.	
	ARENAS	Arenas limpias	Arenas bien graduadas, arenas con grava, pocos finos o sin finos.	
		(pocos o sin finos)	Arenas mal graduadas, arenas con grava, pocos finos o sin finos.	
		Arenas con finos	Arenas limosas, mezclas de arena y limo.	
		(apreciable cantidad de finos)	Arenas arcillosas, mezclas arena-arcilla.	
		Más de la mitad de la fracción gruesa es retenida por el tamiz número 4 (4,76 mm)		
		Más de la mitad del material retenido en el tamiz número 200		
SUELOS DE GRANO FINO	Limos y arcillas:	ML	Limos inorgánicos y arenas muy finas, limos limpios, arenas finas, limosas o arcillosa, o limos arcillosos con ligera plasticidad.	
		CL	Arcillas inorgánicas de plasticidad baja a media, arcillas con grava, arcillas arenosas, arcillas limosas.	
		OL	Limos orgánicos y arcillas orgánicas limosas de baja plasticidad.	
		Límite líquido menor de 50		
	Limos y arcillas:	MH	Limos inorgánicos, suelos arenosos finos o limosos con mica o diatomeas, limos elásticos.	
		CH	Arcillas inorgánicas de plasticidad alta.	
		OH	Arcillas orgánicas de plasticidad media a elevada, limos orgánicos.	
		Límite líquido mayor de 50		
Suelos muy orgánicos	PT	Turba y otros suelos de alto contenido orgánico.		



Figura 7. Clasificación SUCS (ASTM D-2487)

Fuente: geotecnia y mecánica de suelos ABC

DIVISIÓN GENERAL	Materiales Granulares (pasa menos del 35% por el tamiz ASTM #200)							Materiales Limo-arcillosos (más del 35% por el tamiz ASTM #200)				
	A-1		A-3	A-2				A-4	A-5	A-6	A-7	
GRUPO	A-1-a	A-1-b		A-2-4	A-2-5	A-2-6	A-2-7				A-7-5	A-7-6
Subgrupo												
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO (% que pasa por cada tamiz)												
Serie ASTM	#10	≤ 50										
	#40	≤ 30	≤ 50	≥ 51								
	#200	≤ 15	≤ 25	≤ 10	≤ 35	≤ 35	≤ 35	≤ 35	≥ 36	≥ 36	≥ 36	≥ 36
ESTADO DE CONSISTENCIA (de la fracción de suelo que pasa por el tamiz ASTM #40)												
Límite líquido			NP	≤ 40	≥ 41	≤ 40	≥ 41	≤ 40	≥ 41	≤ 40	>41 (IP<LL-30)	>41 (IP>LL-30)
Índice de plasticidad	≤ 6			≤ 10	≤ 10	≥ 11	≥ 11	≤ 10	≤ 10	≥ 11	≥ 11	≥ 11
ÍNDICE DE GRUPO	0	0	0	≤ 4		≤ 8		≤ 12		≤ 20		≤ 20
TIPOLOGÍA	Fragmentos de piedra, grava y arena		Arena fina	Gravas y arenas limosas o arcillosas				Suelos limosos		Suelos arcillosos		
CALIDAD	EXCELENTE A BUENA					ACEPTABLE A MALA						

Figura 8. Clasificación AASHTO M-145

Fuente: Carranza & Fernández, 2018

Los Límites de consistencia nos indica que el suelo cambia de consistencia de acuerdo a la cantidad de humedad que este posea. Tenemos los estados: sólidos, semisólido, líquido y plástico. Y entre estos estados tenemos los límites de consistencia los cuales son: límite Plástico (LP) Límite de Contracción (LC) y límite Líquido (LL). [28].

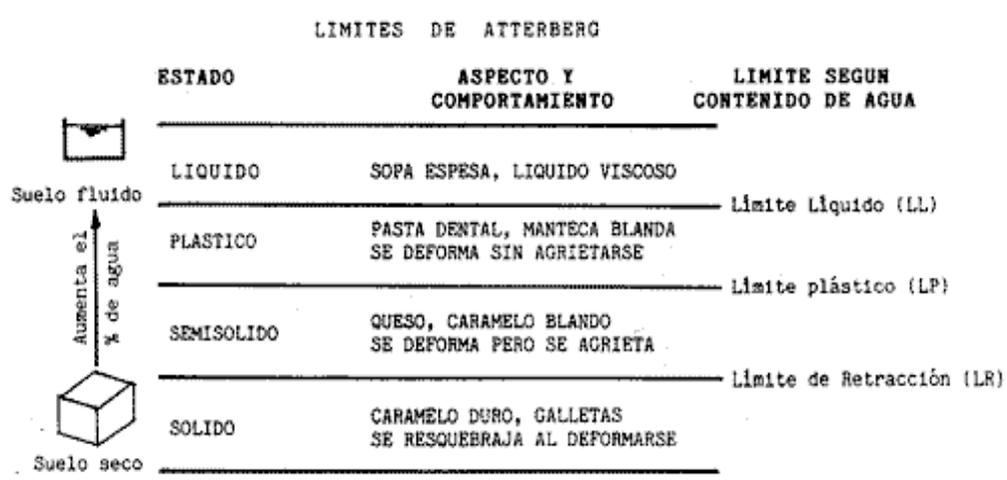


Figura 9. Límites de Atterberg.

Fuente: Crespo, Carlos

Índice de plasticidad (IP) lo podemos definir como la diferencia entre el límite líquido (LL) y límite plástico (LP) [29].

$$IP = LL - LP$$

Figura 10. Formula de índice de plasticidad

Fuente: Crespo, Carlos

La humedad natural se expresa en porcentaje (%), se pesará un estrato de suelo en condiciones húmedas, posteriormente se secará en un horno a temperaturas que van entre 105C° a 110C°, luego realizaremos el respectivo pesado de la muestra, la diferencia de peso de la muestra hace la referencia al contenido de humedad que se encontraba en la muestra [28]. Es importante tener conocimiento del contenido de agua de nuestro material de cantera ya que este será empleado en la estabilización de carreteras, y al perder humedad óptima nuestro material de cantera tendremos como resultado una escasa compactación óptima del material ya sea a nivel sub rasante o afirmado [30].

La densidad es la cantidad de materiales comprimidos en un espacio específico, en otras palabras, la cantidad de masa en una unidad de masa. Densidad seca máxima compactada corresponde a la mayor densidad que puede alcanzar un suelo al ser compactada a la humedad óptima. [31]. Dentro de los parámetros del suelo tenemos que influirán en las propiedades de nuestro suelo podemos mencionar a la humedad óptima y la densidad máxima seca, La humedad óptima corresponde al máximo de la curva de densidad. Las ramas secas son ramas que corresponden a suelos con poca humedad, donde el rozamiento y la adherencia dificultan la solidificación. contenido de agua del suelo que se puede compactar a una unidad máxima de peso seco con un esfuerzo de compactación dado. [30].

La resistencia del suelo puede variar dependiendo de la cantidad de humedad en el suelo, por ejemplo, en los suelos arcillosos cuando su contenido de humedad es relativamente muy bajo o se está libre de humedad puede presentar resistencia muy alta, más aún cuando son expuestas a altas temperaturas o calentadas de ello

salen los comúnmente conocidos ladrillos de arcilla que presentan una resistencia elevadamente alta [31]. El CBR (California Bering Ratio) es un parámetro del suelo que determina la resistencia o capacidad portante del suelo y es la base para desarrollar el diseño de pavimentos o carreteras. El cálculo del CBR se realiza en condiciones controladas entre la humedad y la densidad [32].

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación

Tipo de investigación:

La investigación aplicada busca dar soluciones de una manera práctica a los problemas concretos en base a teorías ya desarrolladas anteriormente, este tipo de investigación no tiene como objetivo desarrollar principios o teorías [33]. El tipo de investigación de nuestro estudio es aplicativo, dado que se aplicarán conocimientos ya establecidos, procesos ya descritos y nuestra investigación busca dar una solución a la problemática de la carretera Raqayraqayniyuq – Huacoto.

Enfoque de investigación:

El enfoque cuantitativo utiliza la recopilación de datos que pueden ser numéricos para demostrar de forma afirmativa o negativa la hipótesis [34]. En cuanto el enfoque de nuestra investigación es cuantitativo dado que utilizaremos la recopilación de datos numéricos como: límites de consistencia, resistencia, humedad, densidad y otros.

El diseño de la investigación:

La investigación experimental es un mecanismo para imponer una acción sobre un objeto o grupo de personas en el que el investigador manipula una variable bajo ciertas condiciones (la variable independiente) y determina las respuestas que genera (variable dependiente) [35].

Los diseños cuasi experimentales buscan modificar una o todas las variables independientes para posteriormente observar la relación que tiene esta variable con una o varias variables dependientes [35]. Esta investigación está establecida como un diseño experimental - cuasi experimental, por la variable independiente que se manipulan las cenizas de fruto de eucalipto y cemento, la manipulación de la variable independiente consiste en sumar un porcentaje específico (%) al suelo natural para presentar el cambio en la subrasante que es la variable dependiente.

El nivel de la investigación:

El nivel explicativo, no solo busca describir las anomalías o ideas de una investigación si no que a la par busca explicar la causa u origen de ciertos fenómenos físicos o sociales y así poder dar soluciones a los problemas de una investigación [36]. esta investigación trata de encontrar una solución a las preguntas planteadas que se presentan, porque tiene la intención de analizar como la adición de cenizas de fruto de eucalipto y cemento, aumenta las condiciones de resistencia, permeabilidad y durabilidad de la subrasante, en la carretera Raqayraqayniyuq – Huacoto.

3.2. Variables y operacionalización:

Se puede definir variable a una cualidad de la realidad que es susceptible al cambio que puede tomar valores diferentes ya que son medibles y observables [37].

Variable Independiente 1: Cenizas de fruto de eucalipto

Variable Independiente 2: Cemento

Variable Dependiente 3: Subrasante

La Operacionalización viene a ser la técnica para poder medir o cuantificar la variable que es identificada teóricamente. [38]. (Ver matriz de Operacionalización, anexo 1)

3.3. Población, muestra y muestreo

Población:

Se define como un conjunto de elementos de un sector o área en específico, el cual está dada en ámbitos espaciales [39]. La población que investigaremos serán los 9+850 km de la comunidad Raqayraqayniyuq – Huacoto en el Distrito de San Jerónimo, Provincia Cusco.

Muestra:

La muestra es elemento u objeto puntual, el cual es el más representativo [40]. La muestra considerada para esta investigación serán los tramos más críticos q son los 4km. Donde realizaremos 4 calicatas respetando las normas vigentes.

Tabla 1. Total, de ensayos

ensayos	Terreno natural	Cenizas de fruto de eucalipto			Cemento			Total, de ensayos
	Calicatas	1.5%	2%	3%	1.5%	2%	3%	
Humedad natural	4	-	-	-	-	-	-	38
Granulometría		-	-	-	-	-	-	
Máxima densidad seca y humedad optima		1	1	1	1	1	1	
Índice de plasticidad								
CBR								

Fuente: propia

Para la siguiente investigación se realizarán un total de 38 ensayos.

Muestreo:

El muestreo es el proceso en seleccionar, obtener una parte del conjunto, con el fin de estudiar una de sus características [39]. El presente estudio de investigación no cuenta con muestreo. Porque realizaremos un diseño de dosificación, por lo que la investigación será no probabilística, porque las características dependen en gran medida de la capacidad del investigador para seleccionar la unidad que desea actualizar en el momento.

Unidad de análisis:

La unidad de análisis viene a ser un conjunto delimitado el cual puede ser materia de estudio. [41]. mejoramiento de las propiedades fisicomecanicas carretera no pavimentadas Raqayraqayniyuq – Huacoto.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos:

Técnicas

Las técnicas vienen a ser el conjunto de procedimientos o medios detallados para la recopilación de información [39]. La presente investigación realizará las técnicas de toma de datos en ensayos de laboratorio, análisis de los datos para su posterior interpretación.

Instrumentos de recolección de datos

Los instrumentos de recolección son los recursos, dispositivos o formatos que se emplean para la recolección de datos [42]. Para la siguiente investigación se utilizarán: instrumentos de laboratorio, formularios de recolección de datos, equipos y programas informáticos para posteriormente procesar los datos. (Ver anexo 1).

Validez

La validez busca que los resultados obtenidos sean estrictamente de la variable independiente y no de otras circunstancias [39]. La validez de esta investigación será evaluada por tres especialistas con amplia experiencia dentro de la materia que garantizará la confiabilidad de esta investigación. (Ver anexo 2).

Confiabilidad de los instrumentos.

La confiabilidad de instrumento nos indica a una acción repetida al mismo sujeto u objeto produzca los mismos resultados, mientras más repetidas veces se hacen las pruebas, la confiabilidad es mayor [41]. La confiabilidad de la presente investigación está apoyada por certificados de calibración de los instrumentos de laboratorio, cabe mencionar que los ensayos serán asesorados, ejecutados y hecho por un experto en el campo y normas ASTM. (Ver anexo 3)

3.5. Procedimientos:

Inicialmente se recolecto los frutos de eucalipto en la zona de Raqayraqayniyuq – Huacoto del distrito de San Jerónimo, que cuenta con un área aproximada de 386 hectáreas de plantaciones de eucalipto, se recogió aproximadamente 200 kg de frutos de eucalipto de los cuales se procedió a su secado y limpieza de restos orgánicos con la ayuda de una escobilla. Posteriormente se realizó la calcinación del fruto de eucalipto a una temperatura que fluctuó entre 450 – 600 °C por un promedio de una hora en las termocuplas y

dos horas en el horno de copelación de la Facultad de Metalurgia de la Universidad Nacional De San Antonio Abad Del Cusco (UNSAAC). Para luego realizar su tamizado y posterior análisis fisicoquímico de la ceniza en el laboratorio de la facultad de Química de la UNSAAC.



Figura 11. Recolección de fruto de eucalipto



Figura 12. Calcinación del fruto de eucalipto



Figura 13. Tamizado de ceniza del fruto de eucalipto

Tabla 2. Análisis fisicoquímico de ceniza del fruto de eucalipto

compuesto	%
Oxido de magnesio (K ₂ O)	29.90
Oxido de calcio (CaO)	20.30
Oxido de aluminio (Al ₂ O ₃)	19.20
Oxido de silicio (SiO ₂)	8.94
Oxido de magnesio (MgO)	8.20
Óxido de hierro (Fe ₂ O ₃)	2.60
Otros	10.86
pH	11.70

Fuente: Laboratorio de química (UNSAAC).

Se realizó la clasificación de la carretera según la demanda, para lo cual se procedió a realizar el conteo vehicular en campo por el lapso de 7 días, identificándose dos estaciones de conteo (Raqaqayayniyuq y Huacoto) se procedió a la toma de datos

de conteo de vehículos que transitan esta carretera. Para posteriormente realizar el cálculo del IMDA de la carretera y así poder clasificar esta vía. Teniendo la recolección de los datos se obtuvo un IMDA de 58 veh/día. Todo estos procedimientos y cálculos re realizo según la norma del MTC – AASHTO 93



Figura 14. Estación Raqayraqayniyuq

Figura 15. Estación Huacoto

Tabla 3. Clasificación de la vía Raqayraqayniyoc - Huacoto

DIA		AUTO	CAMIONETAS		MICRO	CAMION		TOTAL	Veh/día
			PICKUP	RURAL Combi		2E	3E		
DIAGRA.									
VEH									
LUNES	18/04/2022	12	23	2		16	4	57	Veh/día
MARTES	19/04/2022	18	9	5	-	11	5	48	Veh/día
MIERCOLES	20/04/2022	22	8	4	2	12	-	48	Veh/día
JUEVES	21/04/2022	11	9	3	2	6	6	37	Veh/día
VIERNES	22/04/2022	28	16	5	4	13	6	72	Veh/día
SABADO	23/04/2022	22	22	5	2	13	6	70	Veh/día
DOMINGO	24/04/2022	8	6	3	2	7	2	28	Veh/día
PROMEDIO TOTAL		17	13	4	2	11	4		
IMDS		51							
IMDA		58							

Fuente: Elaboración propia

Una vez identificada la clasificación de la vía Raqayraqayniyoc - Huacoto, se procedió a la realización de las calicatas para lo cual se tomó como referencia el Manual de Carreteras MTC 2014, el cual indica que en las vías de bajo volumen de tránsito (trochas carrozables) se tiene que realizar una calicata por kilómetro.

Primeramente, se identificó el tramo crítico (2+100 Km – 6+100 Km) dentro del cual se realizó las 4 calicatas ubicadas en: C-01. Km 2+450, C-02. Km 3+600, C-03. Km 4+650, C-04. Km 6+050. La profundidad de las calicatas fue de 1.50m respecto al nivel de subrasante, y se obtuvo las muestras las cuales fueron llevadas a laboratorio para su posterior análisis.



Figura 16.
Calicata 01



Figura 17.
Calicata 02



Figura 188. Calicata 03 Y Calicata 04



Se realizó los ensayos de laboratorio de las cuatro calicatas de las cuales se obtuvo los siguientes resultados como indica la tabla 4

Tabla 4. Clasificación de suelos

Muestra	Clasificación de suelos	
	SUSCS (ASTM D2487)	AASHTO (D3282)
C - 01	CL	A-7-6 (8)
	Arcillas inorgánicas de plasticidad baja	Arcillas de alta compresión y cambio de volumen
C - 02	CL	A-6- (10)
	Arcillas inorgánicas de plasticidad baja	Arcillas de baja a mediana compresión.
C - 03	CL	A-6 (11)
	Arcillas inorgánicas de plasticidad baja	Arcillas de baja a mediana compresión.
C - 04	CL	A-6 (10)
	Arcillas inorgánicas de plasticidad baja	Arcillas de baja a mediana compresión.

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 5. Características de C-01, C-02, C-03 y C-04

MUESTRA	LL	LP	IP	CH %	MDS (gr/cm ³)	OCH (%)	CBR 95 (%)
C-01	40.59	21.73	18.86	19.07	1.95	13.92	11.11
C-02	37.40	23.57	13.82	19.85	1.81	16.82	4.88
C-03	33.83	16.65	17.19	20.13	1.85	15.66	8.37
C-04	37.20	21.42	15.78	21.67	1.85	15.25	8.11

Fuente: Elaboración propia.

Según los resultados obtenidos en laboratorio de las calicatas C-01, C-02, C-03 y C-04, se tomó como base de nuestros futuros ensayos con ceniza de eucalipto y cemento a la calicata C-02.

3.6. Método de análisis de datos:

En esta etapa de la investigación se explica las múltiples operaciones que se realiza sobre los datos obtenidos [38]. El estudio realizará el uso de la metodología inductiva, después de los estudios realizados en campo y laboratorio los resultados serán la base en las conclusiones, los resultados de laboratorio se interpretan mediante tablas de comparación, gráficos estadísticos relacionados con la variable independiente y sus dimensiones y también se empleará software para análisis de estos datos.

En primer lugar, aplicar la prueba de normalidad porque las variables y el enfoque de investigación son cuantitativos. Prueba de normalidad: Sirve para determinar si los datos obtenidos se distribuyen normalmente, es decir, si están relacionados. Si las estadísticas son paramétricas o no paramétricas (el coeficiente de correlación Pearson analiza la estadística paramétrica, el Coeficiente de correlación de Spearman analiza la estadística no paramétrica).

3.7. Aspectos éticos:

El actual documento respeta los parámetros de autenticidad y veracidad, el contenido de los capítulos de la investigación cumple con las citas de acuerdo a las teorías redactadas y conceptos que se encuentran en las referencias bibliográficas, establecido por la universidad en donde se acota el título, autor de las investigaciones mencionadas y año, cumpliendo de esta forma la normativa ISO – 690 séptima edición año 2010.

IV. RESULTADOS

Descripción de la zona de estudio

Ubicación política

El distrito de San Jerónimo se ubica en la provincia y departamento de Cusco, es uno de los 8 distritos de la provincia del Cusco, está ubicado entre los distritos de San Sebastián y Saylla, se encuentra a 11 Km. Al Sur este de la ciudad del Cusco



Figura 19. Mapa político del Perú



Figura 20. Mapa político del Departamento de Cusco.

Ubicación del proyecto



Figura 21. Mapa de la provincia de Cusco.



Figura 22. Mapa del distrito de San Jerónimo.

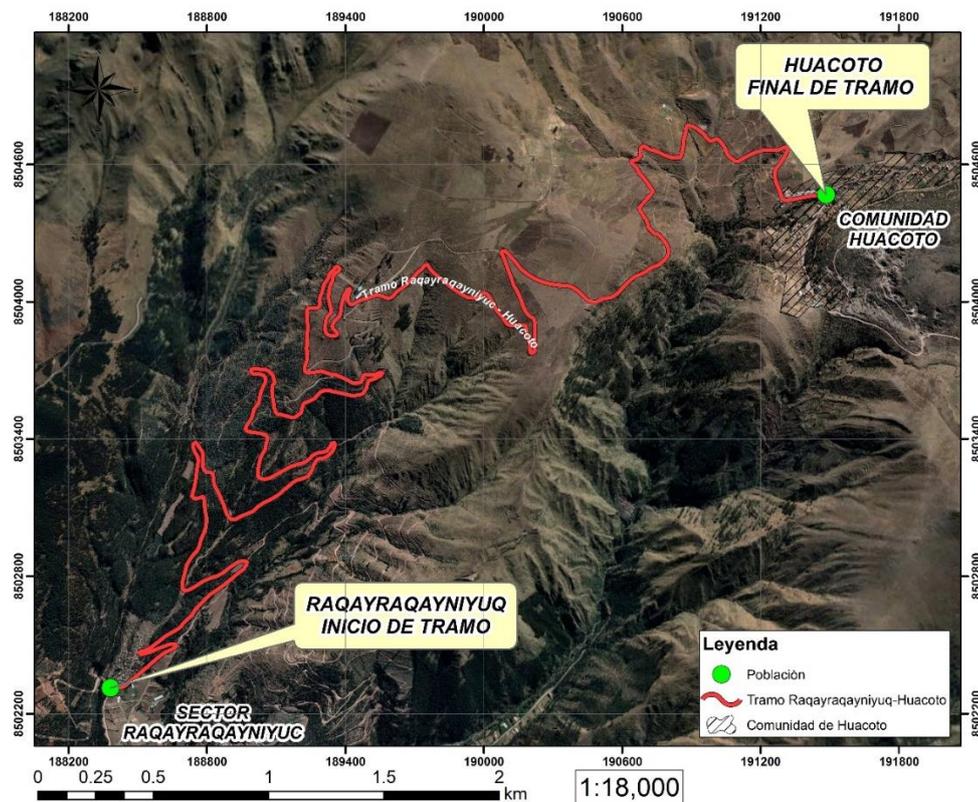


Figura 23. Mapa de la zona de estudio

Limites

- Norte : Con los distritos de San Salvador y Taray de la provincia de Calca (cerros Pícol y Nañuhuayco)
- Sur : Con el distrito de Yaurisque de la provincia de Paruro (cerro de Occoruro)
- Este : Con el distrito de Saylla (Lircay y Ex Hacienda Angostura)
- Oeste : Con el distrito de San Sebastián

Ubicación geográfica

Clima

El distrito de San Jerónimo forma parte de la provincia de Cusco, el cual se distribuye por el valle del río Huatanay y por los cerros aledaños que forman la provincia del Cusco. El clima de la zona es por lo general templado y seco. Y como toda la región del Cusco la zona de estudio tiene dos estaciones definidas: una seca entre abril y octubre, con días soleados, y noches frías con heladas. Con una temperatura promedio de 13 °C; y otra lluviosa, desde noviembre hasta marzo, con una temperatura promedio 12 °C. cabe mencionar que en los días soleados la temperatura puede alcanzar los 20 °C.

Objetivo específico 1: Determinar la influencia de las cenizas del fruto de eucalipto y cemento en los límites de consistencia en la subrasante de la carretera Raqayraqayniyuq – Huacoto.

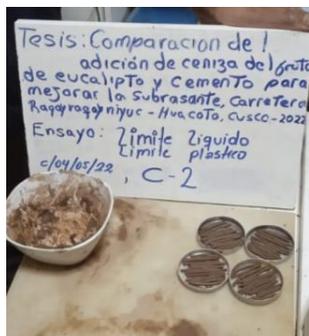


Figura 24. Ensayo de límites de Atterberg calicata C-02



Figura 25. Ensayo de límites de Atterberg con adición de CFE al 1.5%, 2% y 3%



Figura 26. Ensayo de límites de Atterberg con adición de cemento al 1.5%, 2% y 3%

Tabla 6. Límites de Atterberg del suelo patrón (SP)+1.5%,2% y 3% cemento y ceniza del fruto de eucalipto (CFE).

MUESTRA + %	ADITIVO	LL	LP	IP
SP		37.4	23.57	13.82
SP + 1.5%	CEMENTO	31.3	20.28	11.03
	CFE	37.32	25.43	11.89
SP + 2%	CEMENTO	31.19	21.69	9.5
	CFE	35.46	25.03	10.43
SP + 3%	CEMENTO	24.18	18.05	6.13
	CFE	31.44	21.73	9.71

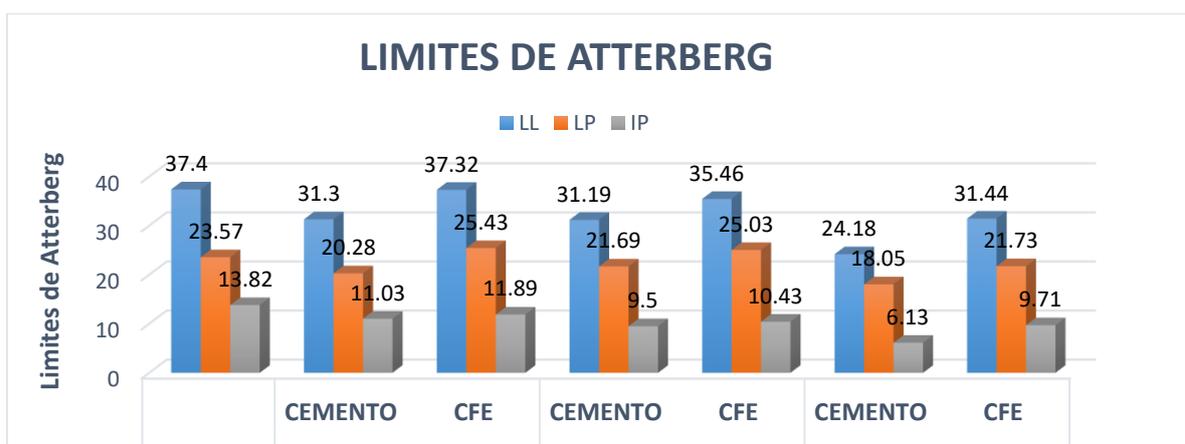


Figura 27. Límites de Atterberg del suelo patrón (SP)+1.5%,2% y 3% cemento y CFE.

Según la tabla 6 y figura 28, se puede apreciar el suelo patrón presenta un LL=37.4%, LP=23.57% y IP=13.82. y al realizar la adición de cemento en 1.5% se obtuvo un LL=31.3%, LP=20.28% y IP=11.03% en el caso de adición de CFE en 1.5% se obtuvo un LL=37.32%, LP=25.43% y IP=11.89%. cuando se realizó la adición de cemento en 2% se obtuvo un LL=31.19%, LP=21.69% y IP=9.5%, en el caso de adición de CFE en 2% se obtuvo un LL=35.46%, LP=25.03% y IP= 10.43%. Y cuando se realizó la adición de cemento en 3% de obtuvo un LL=24.18%, LP=18.05% y IP=6.13%. en el caso de adición de CFE en 3% se obtuvo un LL=31.44%, LP=21.73% y IP=9.71%.

Contrastación de hipótesis

A continuación, se presenta el análisis de correlación de la variable que permite validar la hipótesis presentada.

HIPÓTESIS 01: Las cenizas del fruto de eucalipto y cemento influyen en los límites de consistencia en la subrasante de la carretera Raqayraqayniyuq – Huacoto.

De acuerdo a los resultados de análisis estadístico existe evidencia significativa para poder decir que los límites de consistencia están relacionados de manera directa y negativa con la adición de ceniza de fruto de eucalipto y cemento ($r=-0.982$) y ($r=-0.988$)

		Correlaciones		
		PORCENTAJE	IP_CENIZA	IP_CEMENTO
		E		
PORCENTAJE	Correlación de Pearson	1	-.982*	-.988*
	Sig. (bilateral)		.018	.012
	N	4	4	4
IP_CENIZA	Correlación de Pearson	-.982*	1	.964*
	Sig. (bilateral)	.018		.036
	N	4	4	4
IP_CEMENTO	Correlación de Pearson	-.988*	.964*	1
	Sig. (bilateral)	.012	.036	
	N	4	4	4

*. La correlación es significativa en el nivel 0,05 (bilateral).

Figura 28. Correlación de CFE - Límites de Atterberg

Objetivo específico 2: Determinar la influencia de las cenizas del fruto de eucalipto y cemento en la humedad óptima y máxima densidad seca en la subrasante de la carretera Raqayraqayniyuq - Huacoto.

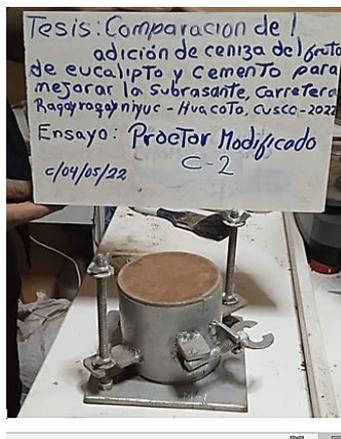


Figura 29. Ensayo de Proctor modificado calicata C-02



Figura 30. Ensayo de Proctor modificado con adición de CFE al 1.5%, 2% y 3%



Figura 31. Ensayo de Proctor modificado con adición de cemento al 1.5%, 2% y 3%

Tabla 7. DMS y OCH del suelo patrón (SP)+1.5%,2% y 3% cemento y ceniza del fruto de eucalipto (CFE)

MUESTRA + %	ADITIVO	MDS (gr/cm ³)	OCH (%)
SP		1.81	16.82
SP + 1.5%	CEMENTO	1.86	16.31
	CFE	1.84	16.01
SP + 2%	CEMENTO	1.83	17.67
	CFE	1.85	16.68
SP + 3%	CEMENTO	1.96	17.48
	CFE	1.92	16.44

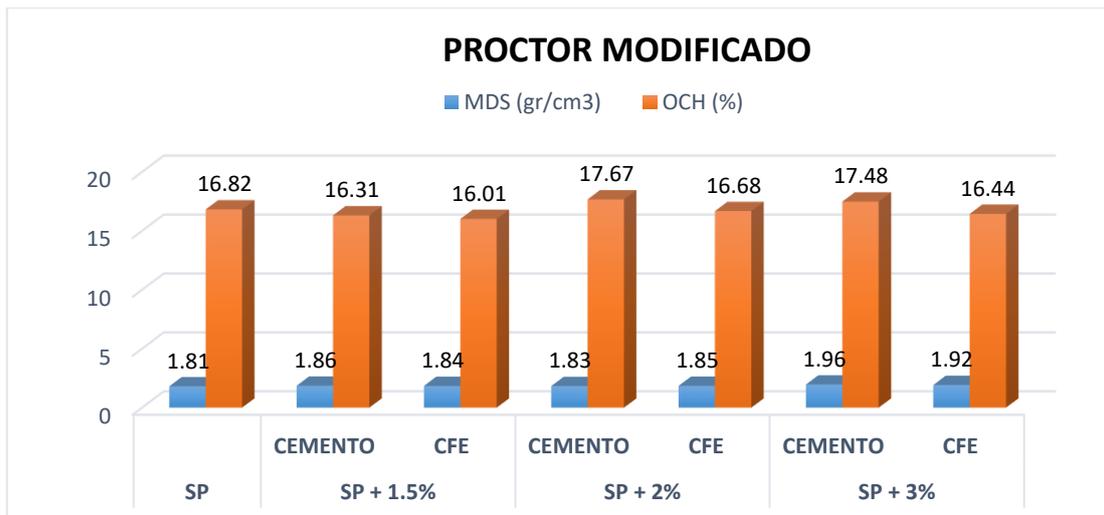


Figura 32. MDS y OCH del suelo patrón (SP)+1.5%,2% y 3% cemento y CFE

Según la tabla 7 y figura 29, se puede apreciar que el suelo patrón (SP) presenta un óptimo contenido de humedad (OCH) de 16.82% y una máxima densidad seca (MDS) de 1.81gr/cm³. y al realizar la adición de 1.5% de cemento tenemos OCH=16.31% y MDS=1.86gr/cm³, en el caso de adición de CFE en 1.5% tenemos un OCH=16.01% y MDS=1.84gr/cm³. Al realizar la adición de cemento al 2% tenemos un OCH=17.67% y MDS=1.83gr/cm³. En el caso de adición de CFE en 2% obtuvimos un OCH=16.68% y MDS=1.85gr/cm³. Al realizar la adición de cemento al 3% se obtuvo un OCH=17.48% y MDS=1.96gr/cm³. En el caso de adición de CFE al 3% se obtuvo un OCH=16.44% y MDS=1.92gr/cm³.

Contrastación de hipótesis

A continuación, se presenta el análisis de correlación de las variables que permite validar la hipótesis presentada.

HIPÓTESIS 02: Las cenizas del fruto de eucalipto y cemento influyen en la humedad óptima y máxima densidad seca en la subrasante de la carretera Raqayraqayniyuq – Huacoto.

De acuerdo a los resultados de análisis estadístico existe evidencia significativa para poder decir que la máxima densidad seca está relacionada de manera directa y positiva con la adición de ceniza de fruto de eucalipto y cemento ($r=0.931$) y ($r=0.861$). Mientras el óptimo contenido de humedad está relacionado de manera

directa y negativa con la adición de ceniza de fruto de eucalipto ($r=-0.356$) y el óptimo contenido de humedad con el cemento está relacionado de manera directa y positiva ($r=0.499$).

		PORCENTAJE	MDS_CENIZA	MDS_CEMENTO
PORCENTAJE	Correlación de Pearson	1	.931	.831
	Sig. (bilateral)		.069	.169
	N	4	4	4
MDS_CENIZA	Correlación de Pearson	.931	1	.957*
	Sig. (bilateral)	.069		.043
	N	4	4	4
MDS_CEMENTO	Correlación de Pearson	.831	.957*	1
	Sig. (bilateral)	.169	.043	
	N	4	4	4

*. La correlación es significativa en el nivel 0,05 (bilateral).

		PORCENTAJE	OCH_CENIZA	OCH_CEMENTO
PORCENTAJE	Correlación de Pearson	1	-.356	.499
	Sig. (bilateral)		.644	.501
	N	4	4	4
OCH_CENIZA	Correlación de Pearson	-.356	1	.352
	Sig. (bilateral)	.644		.648
	N	4	4	4
OCH_CEMENTO	Correlación de Pearson	.499	.352	1
	Sig. (bilateral)	.501	.648	
	N	4	4	4

Figura 33. Correlación de CFE - MDS y OCH

Objetivo específico 3: Determinar la influencia de las cenizas del fruto de eucalipto y cemento en la resistencia en la subrasante de la carretera Raqayraqayniyuq - Huacoto.



Figura 34. Ensayo de CBR calicata C-02



Figura 35. Ensayo de CBR con adición de CFE al 1.5%, 2% y 3%



Figura 36. Ensayo de CBR con adición de cemento al 1.5%, 2% y 3%

Tabla 8. CBR del suelo patrón (SP)+1.5%,2% y 3% cemento y ceniza del fruto de eucalipto (CFE)

Muestra + %	ADITIVO	CBR 0.1"	
		100%	95%
SP		7.22	4.88
SP+ 1.5%	CEMENTO	12.77	8.3
	CFE	6.61	5.19
SP + 2%	CEMENTO	12.43	10.25
	CFE	7.4	5.55
SP + 3%	CEMENTO	16.21	13.95
	CFE	10.1	6.33

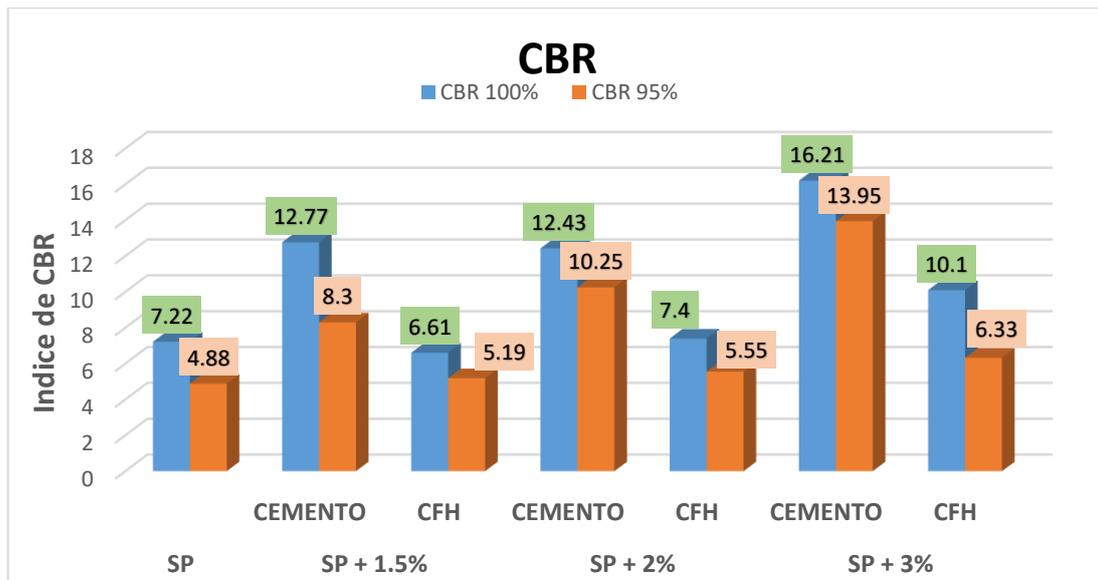


Figura 37. CBR del suelo patrón (SP)+1.5%,2% y 3% cemento y CFE

Según la tabla 8 y figura 30, según el MTC-2014. nuestro suelo patrón (SP) tuvo un CBR al 95% de 4.88% estando en una clasificación de subrasante Insuficiente y al 100% el CBR fue de 7.22% siendo una subrasante Regular. Al realizar la adición de cemento en 1.5%, 2% y 3% se obtuvo un CBR al 95% de 8.3%, 10.25% y 13.95% observándose una constante de incremento del CBR en relación al porcentaje de cemento llegando a una rasante Buena con la adición de 3% de cemento. En el caso de la adición de CFE al 1.5%, 2% y 3% se obtuvo un CBR al 95% de 5.19%, 5.55% y 6.33% llegando a una rasante Regular con la adición de CFE al 3%

Contrastación de hipótesis

A continuación, se presenta el análisis de correlación de la variable que permite validar la hipótesis presentada.

HIPÓTESIS 03: Las cenizas del fruto de eucalipto y cemento en la influyen resistencia en la subrasante de la carretera Raqayraqayniyuq – Huacoto.

De acuerdo a los resultados de análisis estadístico existe evidencia significativa para poder decir que la resistencia está relacionada de manera directa y positiva con la adición de ceniza de fruto de eucalipto y cemento ($r=-0.942$) y ($r=-0.99$)

		Correlaciones		
		PORCENTAJE	CBR_CENIZA	CBR_CEMENTO
PORCENTAJE	Correlación de Pearson	1	.942	.990*
	Sig. (bilateral)		.050	.010
	N	4	4	4
CBR_CENIZA	Correlación de Pearson	.942	1	.980*
	Sig. (bilateral)	.050		.020
	N	4	4	4
CBR_CEMENTO	Correlación de Pearson	.990*	.980*	1
	Sig. (bilateral)	.010	.020	
	N	4	4	4

*. La correlación es significativa en el nivel 0,05 (bilateral).

Figura 388. Correlación de CFE - CBR

V. DISCUSIÓN

Discusión 1: Según los ensayos realizados de Límites de Atterberg se obtuvo en el suelo patrón un índice de plasticidad de 13.82% y al realizar la adición de CFE al 1.5% se obtuvo un IP=11.89, al adicionar CFE al 2% se obtuvo un IP=10.43% y al adicionar CFE al 3% se obtuvo un IP de 9.71%. pudiéndose observar una relación directa de disminución del IP según se adiciona más porcentaje de ceniza de fruto de eucalipto. Lo cual concuerda con la investigación de Cadillo (2021), quien adiciono ceniza de tuna en 4%, 6% y 8% y obtuvo un IP de 15.55%, 14.83% y 14.20% respectivamente siendo su IP de su suelo patrón 16.12%. ambas investigaciones concuerdan con la reducción del IP a medida que se adiciona el aditivo de ceniza en el suelo. De igual manera esta investigación concuerda con Goñas y Hilmer (2020) en cuyos ensayos en un suelo de clasificación CH de alta plasticidad teniéndose inicialmente un IP de 24%, donde posteriormente se adiciono ceniza de carbón en los porcentajes de 15% 20% y 25% al suelo patrón (C1). obteniéndose un IP de 21%, 19% y 16% respectivamente pudiéndose apreciar una reducción del índice de plasticidad, lo mismo ocurrió con su suelo patrón (C2) de tipo OH con IP inicial de 18%, en el cual se adiciono ceniza de carbón en los mismos porcentajes del suelo patrón (C1) obteniéndose un IP de 17%, 15% y 13% estas dos investigaciones guardan cierta concordancia con la investigación realizada de la ceniza de fruto de eucalipto.

De igual manera al adicionar cemento en los porcentajes de 1.5%, 2% y 3% se obtuvo IP de 11.03%, 9.50% y 6.3% pudiendo apreciar una disminución progresiva del índice de plasticidad de la muestra patrón lo cual concuerda con García (2019), en cuya investigación realizo la estabilización utilizando la técnica suelo – cemento en un suelo que contiene gran porcentaje de arcilla. En dicha investigación se adiciono cemento en las proporciones de 4%, 8%, 10% y 12% obteniéndose resultado de IP. de 15.35%, 12.1%, 14.8% y 12.75% pudiéndose apreciar una tendencia de disminución del índice de plasticidad. de igual manera esta investigación concuerda con Tique y otros (2019) en cuya investigación realizo la estabilización de un suelo arcilloso de tipo CH con Oxido de Calcio en las proporciones de 2%, 4%, 6%, 8%, 10%, y 16% lográndose obtener una reducción de la plasticidad de su suelo patrón el cual inicialmente tenía un IP de 20%,

lográndose reducir hasta un IP de 8% con la adición de óxido de calcio al 8%. Con lo cual se puede apreciar concordancia de esta investigación con estos dos antecedentes.

Discusión 2: Los resultados de la máxima densidad seca (MDS) obtenidos en los ensayos, fue inicialmente de 1.81gr/cm³ y un óptimo contenido de humedad (OCH) de 16.82% sin adición de CFE y al realizar la adición de CFE en 3% se obtuvo una MDS de 1.92gr/cm³. y un OCH=16.44%. lo cual nos da a conocer que al adicionar la CFE se logra mejorar las condiciones de compactación del suelo patrón lo cual repercutirá en el CBR del suelo. De lo anteriormente expuesto concuerdo con la investigación de Rimachi y Sánchez (2019), quienes en su investigación según su suelo patrón tuvieron una MDS=1.56gr/cm³ y una OCH= 5.30% y al realizar la adición de ceniza de cascara de coco en 3% se obtuvo una MDS=1.952gr/cm³ y un OCH=6.70. logrando una mejora en la compactación de su suelo patrón. De igual manera la presente investigación concuerda con Tupia (2021) en cuyos ensayos iniciales de su suelo patrón obtuvo una MDS de 1.869gr/cm³ con un OCH de 15.50% y que al realizar sus posteriores ensayos se obtuvo una MDS de 1.973gr/cm³ y un OCH de 15.70% con la adición de ceniza de hojas de eucalipto igualmente esta investigación concuerda con Cadillo (2021) en cuya investigación se realizó una estabilización de subrasante con ceniza de tuna obteniéndose inicialmente una MDS de 1.85gr/cm³ y un OCH de 7.61% y al realizar la adición de ceniza de tuna se obtuvo de una MDS de 1.94gr/cm³ y un OCH de 9.41% pudiéndose apreciar un incremento de la máxima densidad seca y una disminución del óptimo contenido de humedad. En todos los casos expuestos se logra una mejora en la compactación del suelo patrón.

En el caso de la adición del cemento al 3% se obtuvo una MDS de 1.96gr/cm³ y un OCH de 17.48% pudiéndose apreciar un incremento de la MDS y OCH a comparación del suelo patrón sin adición de cemento. Esta investigación discrepa con de Ruiz (2018) en cuya investigación de estabilización utilizó varias dosificaciones siendo una de ellas la técnica suelo-cemento. Donde inicialmente se obtuvo una máxima densidad de 1.996kg/m³ y una humedad óptima de 10.2% y al realizar la adición de cemento en 3% obtuvo una máxima densidad de 1.996kg/m³ y una humedad óptima de 10% pudiéndose apreciar que la máxima densidad no

varía mientras que la humedad óptima varía muy levemente, y al realizar la adición de cemento en 9% se obtuvo una máxima densidad de 1.973kg/cm³ y una óptima humedad de 11.3% apreciándose una disminución de la máxima densidad a medida que se agrega más cemento mientras que la humedad óptima aumenta.

Discusión 3: en base a los resultados de esta investigación se obtuvo un CBR inicial de 4.88% al 95% clasificando al suelo patrón según el Ministerio de Transportes y Comunicaciones como una subrasante insuficiente, y una vez realizada la adición de ceniza del fruto de eucalipto en 1.5%, 2% y 3% se obtuvo un incremento del CBR siendo en un 3% de ceniza de fruto de eucalipto donde se obtuvo un CBR de 6.33% al 95% logrando mejorar la subrasante del suelo y clasificándola como subrasante regular. Lo cual concuerda con la investigación de Cadillo (2021), en cuya investigación lograron mejorar el CBR de su suelo patrón teniendo inicialmente un CBR de 5.51% al 95% siendo una subrasante insuficiente y al realizar la adición de ceniza de tuna en un 8% se obtuvo un CBR de 10.03% al 95% siendo clasificada como una subrasante buena. Ambas investigaciones concuerdan en que al adicionar ceniza (CFE o CDT) se logra una mejora en el CBR del suelo patrón. De igual manera la presente investigación también concuerda con Tupia (2021) en cuya investigación se realizó la estabilización de una subrasante con la utilización de cenizas de hoja de eucalipto donde se pudo apreciar una mejora de la subrasante teniéndose inicialmente un CBR de 9.5% al 95% clasificándola como subrasante regular, una vez realizada la adición de ceniza de hojas de eucalipto en 4%, 7% y 11% se obtuvo un CBR de 13.9%, 24.4% y 25.8% respectivamente, pudiéndose obtener al 11% de adición de ceniza de hojas de eucalipto una subrasante muy buena. De la misma manera también se concuerda con Rimachi y Sánchez (2019) en cuya investigación adicionaron ceniza de cascara de coco a una subrasante de CBR de 5.69% al 100% clasificándola como subrasante insuficiente y al realizar la estabilización con la ceniza de cascara de coco en 0.5%, 1.5%, 3%, 5% y 8% se apreció un incremento en el CBR del suelo patrón. Siendo la recomendable al 5% de ceniza de cascara de coco donde se obtuvo un CBR de 18.26% al 100%. De igual manera se concuerda con Goñas y Hilmer (2020) cuya investigación de estabilización de suelo CH y OH con ceniza de carbón logro un incremento del CBR. Siendo inicialmente el CBR de su suelo patrón (C1) 2.1% al

95% y al adicionar ceniza de carbón se logró un ligero incremento del CBR de 3.5% al 95%. Mientras que el suelo patrón (C2) tubo un CBR inicial de 2.2% y al realizar la adición de ceniza de carbón se obtuvo un CBR de 3.7% al 95%. Pudiéndose identificar de igual manera un incremento del CBR, aunque este no fue suficiente según los estándares de del MTC de Colombia. En todas estas investigaciones se pudo comprobar que las cenizas que utilizaron los investigadores, se logró un incremento del CBR de la subrasante en diferentes porcentajes.

Para el caso de la adición de cemento en 1.5%, 2% y 3% se logro una significativa mejora de la calidad de la sub rasante el cual inicialmente fue clasificada como insuficiente y al realizar posteriormente la adición de cemento al 3% se obtuvo un CBR de 13.95% al 95% clasificándola como una subrasante buena según el Ministerio de Comunicaciones y Transportes. Esta investigación concuerda con Ruiz (2018) en cuya investigación realiza diferentes ensayos de estabilización siendo una de ellas la estabilización suelo – cemento donde usa un 6% de cemento y obtiene un CBR de 10% al 100%, siendo inicialmente el CBR sin cemento de 3.45% al 100% pudiendo identificar en ambas investigaciones un incremento del CBR del suelo patrón.

VI. CONCLUSIONES

Conclusión 1: En relación a los límites de consistencia se determinó que el IP inicial sin adición de ceniza del fruto de eucalipto (CFE) fue de 13.82%, y al realizar la adición de CFE en 1.5%, 2% y 3% se obtuvo los resultados de IP de 11.89%, 10.43% y 9.71%. reduciendo levemente la plasticidad del suelo, aunque este aun sea un suelo de plasticidad media, igualmente se pudo apreciar que mientras se adiciona más porcentaje de CFE se reduce el IP del suelo patrón.

En cuanto a la adición de cemento en 1.5%, 2% y 3% mismas proporciones de la CFE se obtuvo igualmente una reducción del IP en 11.03%, 9.5% y 6.13% del suelo patrón notándose claramente la reducción de la plasticidad del suelo siendo este inicialmente un suelo de plasticidad media, y al realizar la adición del cemento al 3% se pudo tener un suelo de plasticidad baja.

Conclusión 2: en cuanto al ensayo del Proctor modificado en el suelo patrón se obtuvo una máxima densidad seca de 1.81gr/cm³, y un óptimo contenido de humedad de 16.82%, al realizar la adición de la ceniza del fruto de eucalipto al 3% se obtuvo una máxima densidad seca de 1.92 gr/cm³, y un óptimo contenido de humedad de 16.44% pudiéndose apreciar una mejora en la compactación de la muestra. Para el caso de adición del cemento al 3% se obtuvo una máxima densidad seca de 1.96gr/cm³ y un óptimo contenido de humedad de 17.48%. siendo en el cemento donde se obtuvo una mejora en la compactación del suelo a comparación de la ceniza del fruto de eucalipto

Conclusión 3: el ensayo de CBR inicial que se realizó en el suelo patrón fue de 4.88% al 95% y que según el MTC se clasifica como una subrasante insuficiente, una vez realizada la adición de ceniza del fruto de eucalipto al 3% se obtuvo un CBR de 6.33% al 95% y según MTC se clasifica como una subrasante regular, pudiéndose apreciar una mejora en las propiedades fisicomecánicas del suelo. Al realizar la adición de cemento al 3% también se evidenció un incremento del CBR de 13.95% al 95% clasificando la subrasante como buena según los parámetros del MTC. Concluyéndose que el cemento mejora el CBR del suelo a comparación de la ceniza de eucalipto.

VII. RECOMENDACIONES

Recomendación 1: realizar adecuadamente los ensayos de granulometría y límites de consistencia según la normativa vigente y que el laboratorio a utilizar cuente con los instrumentos calibrados para que los resultados obtenidos sean confiables, en el caso de la plasticidad de la muestra se recomienda realizar más ensayos con mayores porcentajes de ceniza de eucalipto para poder disminuir la plasticidad del suelo ya que se observó una relación directa entre la adición de ceniza de fruto de eucalipto y el índice de plasticidad.

Para lograr una reducción de la plasticidad del suelo se recomienda utilizar la adición del cemento al 3% debido a que inicialmente la subrasante estaba clasificada como una de plasticidad media y después de adicionarle cemento al 3% se le pudo clasificar como subrasante de plasticidad baja siendo este tipo de suelo favorable.

Recomendación 2: realizar más investigaciones con otros aditivos naturales compuesto por cenizas para lo cual se debe tomar en cuenta la temperatura de calcinación de estas ya que este dato influye en la posterior composición química de la ceniza obtenida a la vez se debe tomar en cuenta la disponibilidad de este y realizar un ensayo químico previo para poder identificar si el aditivo a utilizar cuenta con los compuestos químicos relativamente similares al cemento y poder obtener resultados más favorables,

Recomendación 3: según los resultados se logró una mejora progresiva del CBR, logrando tener inicialmente una subrasante insuficiente, y al realizar la adición de 3% de ceniza de fruto de eucalipto se obtuvo una mejora del CBR, obteniéndose una subrasante regular para lo cual se recomienda realizar más ensayos con mayor adición de cenizas del fruto de eucalipto.

Para el caso de la adición del cemento se recomienda utilizar la dosificación en 3% debido a que se obtuvo una mejora significativa del CBR del suelo obteniéndose una subrasante buena. Con CBR de 13.95% al 95%

REFERENCIAS

1. GUZMÁN, Ana lucia. 2015. La red vial es imprescindible para el desarrollo y crecimiento de un país. En: *UDEP [HOY]*. Disponible en: <http://udep.edu.pe/hoy/2015/la-red-vial-es-imprescindible-para-el-desarrollo-y-crecimiento-de-un-pais/>. [consulta 12 febrero 2022]
2. BECERRA SANTILLAN, Anthony, *estabilización de arcillas, arenas y afirmados, empleando los cementos pacasmayo víaforte, mochica y qhuna; lambayeque*. 2018, tesis de titulación, universidad señor de sipan, Lambayeque 2018, [consultado 10 febrero 2022]. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.12802/6119>
3. ESSENWWANGER PECEROS, Hansen, *diseño de suelos estabilizados con cemento y aceite sulfonado de mantenimiento periódico del camino vecinal: circuito de producción km 15.5 carretera Manzamari – Puerto Ocopa – a dos de mayo*, tesis de titulación, universidad privada del norte, lima 2021. <https://hdl.handle.net/11537,/27500>
4. JULCA TARAZONA, Prudencio, *Análisis de suelos arcillosos con ceniza de hoja maíz y carbón molido para estabilización de subrasante, camino vecinal Áncash, 2020*, tesis de titulación, universidad cesar vallejo, lima 2020, <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/72720>
5. Municipalidad provincial de Paruro, plan vial provincial participativo de Paruro, informe n° 05: informe final, <https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/2096536/Entregable%205%20PVPP%20Paruro.pdf.pdf>
6. TUPIA ASTOCONDOR, Gladys Karla, *Estabilización de suelos en la subrasante con cenizas de hojas de eucaliptos en la Avenida Juan Velazco – Carabayllo, Lima, 2021*. Tesis de titulación, universidad Cesar Vallejo, Lima, 2021. [consultado 10 febrero 2022]. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.12692/83124>
7. CADILLO SALVADOR, Ignacia Liz. *Estabilización de subrasante con adición de ceniza de tuna, carretera: Tinco – Ataquero, Carhuaz, Ancash – 2021*. Tesis de titulación, Universidad Cesar Vallejo, Lima, 2021. [consultado 10 febrero 2022]. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.12692/85607>

8. RIMACHI PARIONA, Iván y SÁNCHEZ RUIZ, Robert Francisco. Estabilización de suelos con adición de ceniza de cáscara de coco al 0.5%, 1.5%, 3%, 5% y 8%, a nivel de subrasante en el sector de Lampanin distrito de Cáceres del Perú provincia del Santa, Ancash – 2019. Tesis de titulación, Universidad Cesar Vallejo, Lima, 2021. [consultado 10 febrero 2022]. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.12692/40233>
9. GOMEZ PARRA, Manuel Gerardo. Estabilización de un suelo con cal y ceniza volante, Bogotá – 2018. Tesis de titulación, Universidad Católica de Colombia, Bogotá, 2018. [consultado 10 febrero 2022]. Disponible en: <https://hdl.handle.net/10983/22856>
10. WU, Yijun. 2019. Construction and performance of chemically and mechanically stabilized granular road test sections, Tesis de titulación, Iowa State University, EE. UU 2019. [consultado 10 febrero 2022]. Disponible en: <https://dr.lib.iastate.edu/handle/20.500.12876/31310>
11. GARCÍA TORO, Jonatán Rodrigo. Estudio de la técnica de suelo-cemento para la estabilización de vías terciarias en Colombia que posean un alto contenido de caolín, Bogotá 2019. Trabajo de Grado. Universidad Católica de Colombia. Facultad de Ingeniería. Bogotá 2019. [consultado 10 febrero 2022]. Disponible en: <https://hdl.handle.net/10983/23731>
12. GOÑAS LABAJOS, Olger; SALDAÑA NÚÑEZ, Jhon Hilmer. 2020. *Estabilización de suelos con cenizas de carbón para uso como subrasante mejorada*. [en línea], Revista Científica UNTRM: Ciencias Naturales e Ingeniería, México: [S.I.], v. 3, n. 1, p. 30-35, dec. 2020. ISSN 2414-8822. [consultado 10 febrero 2022] Disponible en: <http://revistas.untrm.edu.pe/index.php/CNI/article/view/589>.
13. TIQUE ZAPATA, Julio César, y otros. 2019. Comparación del rendimiento de dos agentes químicos en la estabilización de un suelo arcilloso. *Espacio I+D, Innovación más Desarrollo vol. 8 núm. 20*. México: n, 189 pp. 99-114 (19). <https://doi.org/10.31644/IMASD.20.2019.a03>
14. RUIZ GONZALES, Andrés. (2018). *Análisis de resistencia y durabilidad del suelo cemento con adición de fibras de textiles de jeans*. Bogotá: (pág. Pag. 66.). [consultado 10 febrero 2022] Disponible en: Retrieved from https://ciencia.lasalle.edu.co/ing_civil/380

15. OMOTOSHO, Olujide y EZE-UZOMAKA, Ogboin. (2019). Optimal stabilisation of deltaic laterite. J. S. Afr. Inst. Civ. Eng. [online]. *Institución Sudafricana de Ingeniería Civil*, Sudáfrica: vol.50, n.2 ISSN 2309-8775 Versión impresa ISSN 1021-2019
http://www.scielo.org.za/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1021-20192008000200002&lng=en&nrm=iso.
16. Alarcón, J Y Jiménez, M, (2020). Stabilization of soils through the use of oily sludge. *ingeniería de construcción*. Colombia: PAG 5-20 On-line versión ISSN 0718-5073 <http://www.ricuc.cl/index.php/ric/article/view/1007>
17. ZAHRAALSADAT, Eliaslankaran, NIK NORSYAHARIATI, Nik Daud, y VAHID Rostami, (2021). Evaluation of the Effects of Cement and Lime with Rice Husk Ash as an Additive on Strength Behavior of Coastal Soil. 2021. [online]. *Revista Materials (Basel)*, [ed.] Jakub Zdarta. 14. Malaysia : Academic Editor, 2021, pág. 15. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7957546/#>
18. SAMANIEGO ARAUCO, Abelardo. Historia Sintética del Eucalipto en el Valle del Mantaro. *ECOANDINO revista de cultura*. [en línea]. 2009. [fecha de consulta 5 de febrero 2022]. <http://eco-andino.blogspot.com/2009/09/historia-sintetica-del-eucalipto-en-el.html>
19. FONSECA CHACON, Jose Manuel, *Resistencia a la abrasión superficial de un suelo no cohesivo estabilizado con cemento*, tesis de titulación, instituto tecnológico de costa rica escuela de ingeniería en construcción, San Jose 2010. <https://repositoriotec.tec.ac.cr/bitstream/handle/2238/6054/resistencia-abrasi%C3%B3n-suelo-no-cohesivo.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
20. MTC. Ministerio de Transportes y Comunicaciones [en línea]. Manual de carreteras: suelos, Geología, Geotecnia y pavimentos. Lima: s.n. 2014 [fecha de consulta 5 de febrero 2022]. Disponible en: http://transparencia.mtc.gob.pe/idm_docs/P_recientes/4515.pdf
21. COEL FLY, Ash, *cenizas volantes de carbon y cenizas de hogar* [En línea]. 2011 [consulta 12 febrero 2022]. Disponible en: <http://www.cedex.es/NR/rdonlyres/B01FDCCB-AC8E-4089-9699-FA6413FBEE7C/119905/CENIZASVOLANTESDECARBONYCENIZASDEHOGAR.pdf>

22. IECA, 2008, *Manual de estabilización de suelos con cemento o cal* [En línea] Madrid: IECA [consulta 12 febrero 2022] ISBN 978-84-89702-23-3. Disponible en <http://www.anter.es/pdf/MANUAL-SUELOS.pdf>
23. INGENIERIA CIVIL, Proyectos y apuntes teórico-prácticos de Ingeniera Civil para compartir con ustedes. [En línea] [consulta 12 febrero 2022]. Disponible en: <https://www.ingenierocivilinfo.com/2010/06/dosificacion.html>
24. BAÑÓN, L. & BEVIA, J. (2000). *Manual de carreteras Vol. I: Elementos y proyecto*. [En línea] [consulta 12 febrero 2022] Disponible en: <http://hdl.handle.net/10045/1788>
25. MENENDEZ, J. (2009). *Ingeniería de Pavimentos. Materiales, Diseño y Conservación*. [En línea] Lima: instituto de la construcción y gerencia 2009: [consulta 15 febrero 2022]. Disponible en: <https://civilarq.com/libro/ingenieria-de-pavimentos-materiales-diseno-y-conservacion-jose-rafael-menendez-acurio/>
26. CRESPO VILLALAZ, Carlos. 2004. *Mecánica de suelos y Cimientos* [En línea] México : Limusa, [consulta 12 febrero 2022]. 2004. 968-18-6489-1. Disponible en: <https://stehven.files.wordpress.com/2015/06/mecanica-desuelos-y-cimentaciones-crespo-villalaz.pdf>
27. CLAVIJO, Javier, 2020. clasificación del suelo por SUCS y AASTHTO. En: BOOKCIVIL [En línea]. Disponible en : <https://www.bookcivil.com/ciclo-basico/clasificacion-del-suelo-de-acuerdo-a-sucs-y-aahsto-excel/> [consulta 18 febrero 2022].
28. ANDRADES RODRÍGUEZ, Marisol,. 2015. *Practicas de edafología Metodos didacticos para análisis de suelos*. España : s.n., 2015. , [consulta 12 febrero 2022] ISBN 978- 84-608-5117-2. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/download/libro/580696.pdf>
29. LEONI, Augusto Jose. 2015. *Propiedades físicas de los suelos*. Peru. [consulta 12 febrero 2022] Disponible en: <http://ingenieroleoni.com/wp-content/uploads/2015/09/Capitulo-1-Propiedades-F--sicas-de-los-suelos.pdf>
30. SANCHEZ, Freddy, 2018. GEOTECHTIPS, que es el CBR. [En línea] Disponible en: <https://www.geotechtips.com/post/que-es-el-cbr> , [consulta 12 febrero 2022]

31. FLORES CORDOBA, Cesar, 2015, UDEP, análisis del método alternativo para predecir CBR en diseño de pavimentos. *UDEP* [En línea]. Disponible en: <http://udep.edu.pe/hoy/2015/la-red-vial-es-imprescindible-para-el-desarrollo-y-crecimiento-de-un-pais/> ., [consulta 12 febrero 2022]
32. MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES (2016). [En línea]. Manual de ensayos de Materiales. Lima: s.n. 2014 [fecha de consulta 5 de febrero 2022]. Disponible en: https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/documentos/manuales/Manual%20Ensayo%20de%20Materiales.pdf
33. MEJÍA IBÁÑEZ, Raúl. Metodología de la investigación [en línea] 3 ra Ed. Bolivia 2008 [consultado el 12 febrero 2022], pp 2017.44, ISBN 978-99954-0-303-4. Disponible en: <http://www.bibvirtual.ucb.edu.bo/opac/Record/190930/Details>
34. BAENA, Guillermina. *Metodología de la investigación investigación* [en línea]. México: 2017. [consultado el 12 febrero 2022], Disponible en: https://www.academia.edu/40075208/Metodolog%C3%ADa_de_la_investigaci%C3%B3n_Grupo_Editorial_Patria
35. VALDERRAMA, Santiago 2013. *Pasos para elaborar proyectos de investigación científica cuantitativa, explicativa y mixta.* [en línea] Lima: SAN MARCOS DE ANIBAL JESUS PAREDES GALVAN, 2013 PAG. 65. 978 – 612 – 878 – 7. [consultado el 12 febrero 2022], Disponible en: http://www.sancristoballibros.com/libro/pasos-para-elaborar-proyectos-de-investigacion-cientifica_45757
36. HERNANDEZ, Roberto, FERNÁNDEZ, Carlos y BAPTISTA, María del Pilar. 2010. *metodología de la investigación.* [en línea] México interamericana editores, s.a. de cv, 2010. PÁG. 84. 978-607-15-0291-9. [consultado el 12 febrero 2022], Disponible en: <https://www.uca.ac.cr/wp-content/uploads/2017/10/Investigacion.pdf>
37. URIBE ORTIZ, Frida. 2011. *Diccionario de metodología de la investigación científica* [en línea]. Ciudad de México: Limusa, [consultado el 12 febrero 2022]. ISBN: 978-607-05-0223- 240 pp. Disponible en:

https://dariososafoula.files.wordpress.com/2017/01/diccionario-de-metodologia-de-la-investigacion-cientifica_ortiz_uribe.pdf

38. NACIONAL LIME ASSOCIATION. *Manual de Estabilización de Suelo Tratado con Cal, Estabilización y Modificación con Cal* [en línea]. Publicación de la Nacional Lime Association, [consultado el 12 febrero 2022], Boletín 326, 2006. Disponible en: https://www.lime.org/documents/publications/free_downloads/construct-manual-spanish2004.pdf
39. ARIAS, Fidias. 2012. *El proyecto de investigación, introducción a la metodología científica* [en línea]. Venezuela: Caracas, 2012. . [consultado el 12 febrero 2022], Disponible en: <https://es.slideshare.net/juancarlos777/el-proyecto-de-investigacion-fidias-arias-2012-6a-edicion>
40. HERNÁNDEZ SAMPIERI, Roberto; TORRES, Christian y MENDOZA, Paulina. *Metodología de la investigación*. México^ eD. F DF: McGraw-Hill Interamericana, 2018. [consultado el 12 febrero 2022]. ISBN: 978-1-4562-6096-5, 714 pp. ISSN 2007 – 2236. Disponible en: <https://virtual.cuautitlan.unam.mx/rudics/?p=2612>
41. BERNAL TORRES, Cesar. *Metodología de la investigación* [en línea] 3 ra Ed. Colombia, 2014. [consultado el 12 febrero 2022] ISBN: 978-958-699-128-5. Disponible en: <https://abacoenred.com/wp-content/uploads/2019/02/El-proyecto-de-investigaci%C3%B3n-F.G.-Arias-2012-pdf.pdf>
42. HERNANDEZ SAMPIERI, Roberto, FERNANDEZ COLLADO, Carlos y BAPTISTA LUCIO Pilar; *Metodología de la investigación* [en línea] Editorial McGraw Hill, México 2014. [consultado el 12 febrero 2022], Disponible en: <https://dspace.scz.ucb.edu.bo/dspace/bitstream/123456789/166/1/1646.pdf>

ANEXOS

Anexo 1. Matriz de operacionalización de variables

Título: Comparacion de la adicion de ceniza del fruto de eucalipto y cemento para mejorar la subrasante, carretera Raqayraqayniyuq - Huacoto, Cusco- 2022					
Autores: Clever Rodrigo Rojas, Marse Yucra Segundo					
VARIABLES DE ESTUDIO	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIÓN	INDICADOR	ESCALA DE MEDICIÓN
Variable 1 ceniza de semilla de eucalipto	Las cenizas se pueden originar de madera, hojas y otros, que al ser utilizadas como combustible y exponerlas a altas temperaturas nos genera un polvo grisáceo, estas cenizas se originan de un proceso de combustión y esta puede estar compuesta por óxidos metálicos u otras sustancias	La ceniza se obtendra en un horno de laboratorio a una temperatura entre 250°C – 400°C, para su posterior tamizado por la malla N° 200. Material que posteriormente será utilizado en los diferentes ensayos de laboratorio con diferentes dosificaciones	dosificacion	1.5%, 2%, 3%	balanza
			tamaño	milímetros	tamiz
Variable 2 Cemento	El cemento se caracteriza por ser un polvo fino el cual se obtiene de todo un proceso industrial siendo la materia prima, la piedra caliza, arcilla, mineral de hierro y otros. Sirve como insumo principal en la ingeniería de la construcción.	El cemento al ser mezclado con el suelo le proporciona mayor resistencia o capacidad de soporte a la vez mejora su durabilidad, motivo por el cual este conglomerado sera utilizado en la investigacion en diferentes dosificaciones	dosificacion	1.5%, 2%, 3%	balanza
			tipo	Kg	balanza
Variable 3 Subrasante	La subrasante como parte de soporte de las diferentes capas de una carretera, es también parte estructural del pavimento. Por lo cual este debe cumplir con diferentes características estructurales ya que servirá como fundación de todo el paquete estructural del pavimento.	La subrasante posee la función de soporte para toda la estructura del pavimento y para estabilizar una subrasante inadecuada adicionaremos los aditivos de cemento y ceniza de semilla de eucalipto en diferentes dosificaciones	propiedades fisicas	limites de consistencia	%
			Propiedades mecanicas	humedad optima % maxima densidad seca gr/cm3	% , gr/cm3
				resistencia %	%

Anexo 2. Matriz de consistencia

ANEXO 1: Matriz de consistencia								
Título: Comparación de la adición de ceniza del fruto de eucalipto y cemento para mejorar la subrasante, carretera Raqayraqayniyuq - Huacoto, Cusco- 2022								
Autores: Clever Rodrigo Rojas, Marse Yucra Segundo.								
Problema	Objetivos	Hipótesis	Variables	Dimensiones	Indicadores	Instrumentos	Metodología	
Problema General:	Objetivo general:	Hipótesis general:						
¿De qué manera la adición de cenizas del fruto de eucalipto y cemento influyen en las propiedades de la subrasante en la carretera Raqayraqayniyuq - Huacoto?	Evaluar como la adicción de cenizas del fruto de eucalipto y cemento influyen en las propiedades de la subrasante en la carretera Raqayraqayniyuq - Huacoto	La adición de cenizas del fruto de eucalipto y cemento influyen en las propiedades de la subrasante en la carretera Raqayraqayniyuq - Huacoto	Variable 1 ceniza del fruto de eucalipto	dosificación	1.5%, 2%, 3%	balanza	Tipo de investigación: aplicativo	
				tamaño	milímetros	tamiz		
			Variable 2 cemento	dosificación	1.5%, 2%, 3%	balanza		Enfoque de investigación: cuantitativo
				tipo I	Kg	balanza		
Problemas Específicos:	Objetivos específicos:	Hipótesis específicas:						
¿De qué manera las cenizas del fruto de eucalipto y cemento influyen en los límites de consistencia en la subrasante de la carretera Raqayraqayniyuq - Huacoto?	Determinar la influencia de las cenizas del fruto de eucalipto y cemento en los límites de consistencia en la subrasante de la carretera Raqayraqayniyuq - Huacoto	Las cenizas del fruto de eucalipto y cemento influyen en los límites de consistencia en la subrasante de la carretera Raqayraqayniyuq - Huacoto		propiedades físicas	límites de consistencia	ensayo de determinación del límite de consistencia ASTM D4318 - NTP 339.129	El diseño de la investigación: experimental - cuasi experimental	
					granulometría	granulometría de los agregados NTP 400.012 - ASTM C136 - MTC E 107		El nivel de la investigación: explicativo
¿De qué manera las cenizas del fruto de eucalipto y cemento influyen en la humedad óptima y máxima densidad seca en la subrasante de la carretera Raqayraqayniyuq - Huacoto?	Determinar la influencia de las cenizas del fruto de eucalipto y cemento en la humedad óptima y máxima densidad seca en la subrasante de la carretera Raqayraqayniyuq - Huacoto	Las cenizas del fruto de eucalipto y cemento influyen en la humedad óptima y máxima densidad seca en la subrasante de la carretera Raqayraqayniyuq - Huacoto	Variable 3 subrasante	Propiedades mecánicas	humedad óptima % máxima densidad seca gr/cm3	ensayo de Proctor modificado, MTC 115 - E115, ASTM D698	Población: 9+850 km de Raqayraqayniyuq - Huacoto	
¿De qué manera las cenizas del fruto de eucalipto y cemento influyen en la resistencia en la subrasante de la carretera Raqayraqayniyuq - Huacoto?	Determinar la influencia de las cenizas del fruto de eucalipto y cemento en la resistencia en la subrasante de la carretera Raqayraqayniyuq - Huacoto	Las cenizas del fruto de eucalipto y cemento influyen en la resistencia en la subrasante de la carretera Raqayraqayniyuq - Huacoto			Resistencia %	ensayo de valor soporte de los suelos (CBR) MTC 132	Muestra: 4 km de Raqayraqayniyuq - Huacoto.	Muestreo: no cuenta con muestreo ya que tendrán un diseño de dosificación

Anexo 3. Instrumentos de recolección de datos

FICHA DE RECOLECCION DE DATOS

TITULO : Comparacion de la Adision de Cenizas del fruto de eucalipto y Cemento para Mejorar la Subrasante, Carretera Raqayraqayniyuq-Huaccoto, Cusco 2022

ELABORADO: Rodrigo Rojas Clever, Yucra Segundo Marse.

UBICACIÓN: Departamento Cusco, Provincia Cusco, Distrito San Jeronimo

TRAMO: Raqayraqayniyuq - Huacoto

FECHA:

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

PROCTOR MODIFICADO MTC E 115

DATOS DE LA MUESTRA

Prueba N°	1	2	3	4
Número de capas				
Número de golpes				
Peso suelo + molde (gr.)				
Peso molde (gr.)				
Peso suelo compactado (gr.)				
Volúmen del molde (cm ³)				
Densidad húmeda (gr/cm ³)				

Humedad (%)	1	2	3	4	5	6	7	8
Tara N°								
Peso de tara (gr.)								
Tara + suelo húmedo (gr.)								
Tara + suelo seco (gr.)								
Peso del Suelo Húmedo (gr.)								
Peso del Suelo Seco (gr.)								
Peso de agua (gr.)								
Humedad (%)								
Promedio								
Densidad Seca (gr/cm ³)								

c. Densidad Seca (gr/cm³)
Contenido Humedad Optima (%)

ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO

COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ
 Consejo Departamental Cusco
 Ing. Juan Pedro Luciano Cortez Varga
 INGENIERO CIVIL CONSULTOR DE OBRAS
 Reg. CIP 199844 Reg. Consultor C98C90

Ing. German Andujar Torres
 CIP 118971

Maramba T. Amay Soria
 INGENIERO CIVIL
 CIP 118971



FICHA DE RECOLECCION DE DATOS

TITULO : Comparacion de la Adision de Cenizas del fruto de eucalipto y Cemento para Mejorar la Subrasante, Carretera Raqayraqayniyuq-Huaccoto, Cusco 2022

ELABORADO: Rodrigo Rojas Clever, Yuca Segundo Marse.

UBICACIÓN: Departamento Cusco, Provincia Cusco, Distrito San Jeronimo

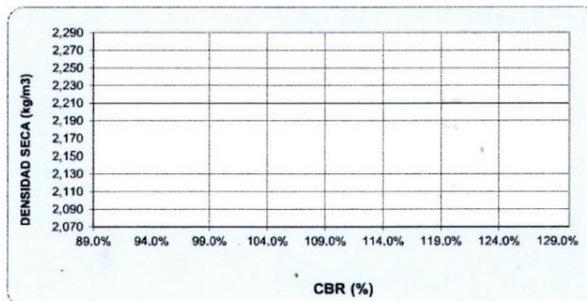
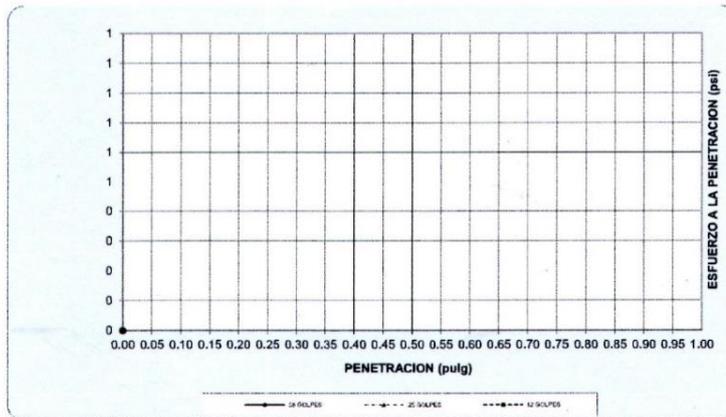
TRAMO: Raqayraqayniyuq - Huacoto

FECHA:

GRAFICO DE CBR

DATOS DE LA MUESTRA

PROYECTO
UBICACIÓN
MATERIAL
FECHA



RESULTADOS

MAXIMA DENSIDAD SECA(kg/m ³)	CBR AL 95% DE MDS =
HUMEDAD OPTIMA (%)	CBR AL 100% DE MDS =
Nro. DE GOLFES	VERIFICACION DE RESULTADOS, RELACION:
56 GOLFES	CBR (0.1") / CBR (0.2") =
25 GOLFES	OBSERVACION
12 GOLFES	

COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU
Consejo Departamental Cusco

Ing. Juan Pedro Luciano Cortez Varga.
INGENIERO CIVIL CONSULTOR DE OBRAS
Reg. CIP 19935A Reg. Consultor C38050

Ing. Germán Mendoza Morales
CIP 118074

Manuel Juárez Soria
INGENIERO CIVIL
CIP 134613



FICHA DE RECOLECCION DE DATOS

TITULO : Comparacion de la Adision de Cenizas del fruto de eucalipto y Cemento para Mejorar la Subrasante, Carretera Raqayraqayniyuq-Huaccoto, Cusco 2022

ELABORADO: Rodrigo Rojas Clever, Yucra Segundo Marse.

UBICACIÓN: Departamento Cusco, Provincia Cusco, Distrito San Jeronimo

TRAMO: Raqayraqayniyuq - Huacoto

FECHA:

GRANULOMETRIA / LÍMITES DE CONSISTENCIA NORMAS TÉCNICAS: NTP. 339.127/ NTP 339.128

DATOS DE LA MUESTRA

Granulometría (NTP 339,127)

Datos de ensayo

Peso Total :
Peso de muestra lavada:
Perdida por lavada:

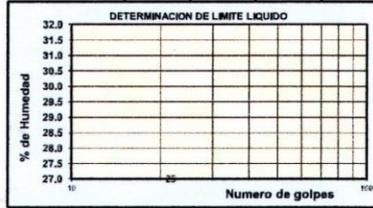
Malla	Peso	% Ret	% Ret	% que	Especifi-
Tamiz	(gr)	Parcial	Acum.	Pasa	caciones
mm.					
3"					
2 1/2"					
2"					
1 1/2"					
1"					
3/4"					
1/2"					
3/8"					
1/4"					
No4					
10					
40					
100					
200					
< 200					
Total					

Límite Líquido NTP 339.128

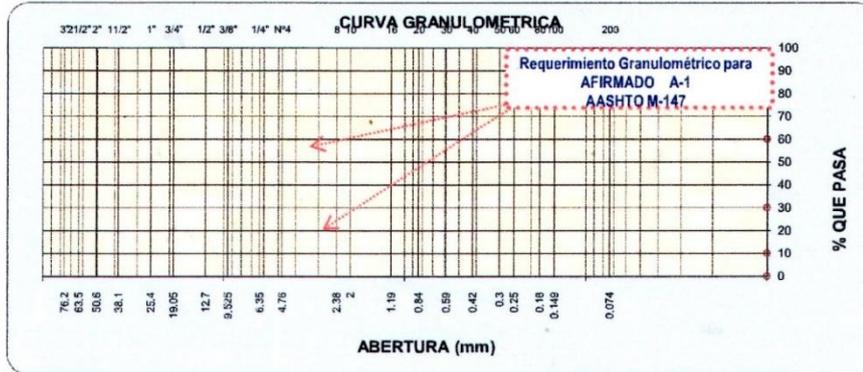
Ensayo	1	2	3	4
Nº de Golpes				
Recipiente Nº	A	B	C	D
R + Suelo Hum.				
R + Suelo Seco				
Peso Recip.				
Peso Agua				
Peso S. Seco				
% de Humedad				

Límite Plástico NTP 339.128

Ensayo	1	2	3
Recipiente Nº	a	b	c
R + Suelo Hum.			
R + Suelo Seco			
Peso Recip.			
Peso Agua			
Peso S. Seco			
% de Humedad			



Clasificación SUCS : L.L. : Máx. Dens. Seca : CBR AL 95% MDS
 Clasificación AASHTO: I.P. : Humedad Óptima: CBR AL 100% MDS



Manuel T. Juárez Soria
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 134613

Juan Pedro Luciano Cortez Vargas
 INGENIERO CIVIL CONSULTOR DE OBRAS
 Reg. CIP 199843 Reg. Consultor C98090

Germán Mendoza Morales
 CIP 118074



FICHA DE RECOLECCION DE DATOS

TITULO : Comparacion de la Adision de Cenizas del fruto de eucalipto y Cemento para Mejorar la Subrasante, Carretera Raqayraqayniyuq-Huaccoto, Cusco 2022

ELABORADO: Rodrigo Rojas Clever, Yucra Segundo Marse.

UBICACIÓN: Departamento Cusco, Provincia Cusco, Distrito San Jeronimo

TRAMO: Raqayraqayniyuq - Huacoto

FECHA:

DETERMINACIÓN DE HUMEDAD NATURAL
NORMAS TÉCNICAS: MTC E 109, ASTM D 2216

DATOS DE LA MUESTRA CONTENIDO DE HUMEDAD

Nº de muestra		1	2	3
Cápsula	g			
Cápsula + suelo húmedo	g			
Cápsula + suelo seco	g			
Contenido de humedad	%			
Promedio	%			


COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ
 Consejo Profesional del Cusco
 Juan Pedro Luciano Cortez Vargas
 INGENIERO CIVIL CONSULTOR DE OBRAS
 Reg. CIP 19904 Reg. Colegiador 04639


 Cerman Mendozo Mares
 CIP 118074


 Miguel A. Pérez Sorio
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 834613



FICHA DE RECOLECCION DE DATOS

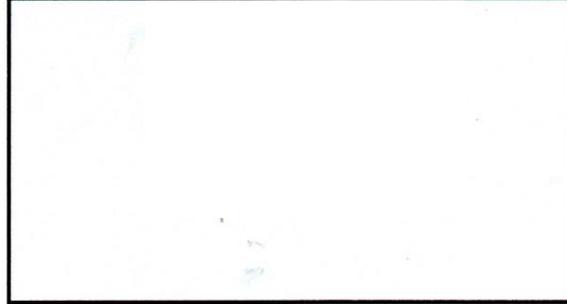
TITULO : Comparacion de la Adision de Cenizas del fruto de eucalipto y Cemento para Mejorar la Subrasante, Carretera Raqayraqayniyuq-Huaccoto, Cusco 2022

ELABORADO: Rodrigo Rojas Clever, Yucra Segundo Marse.

UBICACIÓN: Departamento Cusco, Provincia Cusco, Distrito San Jeronimo

TRAMO: Raqayraqayniyuq - Huacoto

FECHA:



RESUMEN DE RESULTADOS

Humedad Natural	Contenido de Humedad	%
Límites de consistencia	Límite Líquido	%
	Límite Plástico	%
	Índice de Plasticidad	%
Clasificación	SUCS	
	AASHTO	
Parámetros Suelo	MDS	g/cm ³
	Humedad Óptima	%
CBR	AI 95%	%
	AI 100 %	%

Observaciones Muestras tipo Mab NTP 339.151


Manuel T. Juárez Soria
 INGENIERO CIVIL
 CIP 111011


 COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ
 Consejo Departamental Cusco
 Ing. Juan Pedro Luciano Cortez Varga
 INGENIERO CIVIL CONSULTOR DE OBRAS
 Reg. CIP 199843 Reg. Consultor C36030


 Mg. Ing. Cermán Mendoza Morales
 CIP 112074

--	--	--	--	--	--


 COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ
 Consejo Departamental Cusco
 Ing. Juan Pedro Luciano Cortez Varga


 Mg. Ing. Cermán Mendoza Morales
 CIP 112074



NOMBRE DEL PROYECTO	COMPARACION DE LA ADICION DE CENIZAS DEL FRUTO DE EUCALIPTO PARA MEJORAR LA SUBRAZANTE, CARRETERA RAQAYRAQAYNIYUQ - HUACOTO, CUSCO 2022											
	AFOROS VEHICULARES											REVISION

Fecha (D.M.A): _____ Estación de Aforo: _____
 Condición Climática: _____ Movimientos Aforados : _____
 Aforador: _____ Hoja _____ de _____
 Coordinador: _____ Hora de Inicio : _____ Hora Final : _____

Esquema

<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

PER	MOV	AUTO	CAMIONETAS		MICRO	BUS		CAMION			SEMI TRAYLER			
			PICKUP	RURAL Combi		2E	3E	2E	3E	4E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>=3S3
														
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>					
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>					
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>					
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>					
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>					

 *Manuel F. Lopez Sorria*
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 048613

[Handwritten signature]

[Handwritten signature]

Anexo 4. Validez

I. DATOS GENERALES

Apellidos y nombres del experto: CORTEZ VARGAS JUAN PEDRO LUCIANO

N° de registro CIP : 799843

Especialidad : ING. CIVIL

Autores del instrumento: Br. Rodrigo Rojas, Clever y Br. Yucra Segundo, Marse

Instrumentos de evaluación: inventario de canteras, granulometría y límites de consistencia, contenido de humedad, Proctor modificado MTC E 115, ensayo de valor de soporte de los suelos (CBR), MTC E 132, gráfico de CBR, ficha técnica de camino vecinal, ficha técnica de puentes, ficha técnica de daños en el camino vecinal, ficha de ubicación y localización, ficha de panel fotográfico.

II. ASPECTOS DE VALIDACION

MUY DEFICIENTE (1) DEFICIENTE (2) ACEPTABLE (3) BUENA (4) EXCELENTE (5)

CRITERIOS	INDICADORES	1	2	3	4	5
CLARIDAD	Los ítems están redactados con lenguaje apropiado y libre de ambigüedades acorde con los sujetos muestrales					X
ACTUALIDAD	Las instrucciones y los ítems del instrumento permiten recoger la información objetiva sobre la variable: AFIRMADO ESTABILIZADO					X
OBJETIVIDAD	El instrumento demuestra vigencia acorde con el conocimiento científico, tecnológico, innovación y legal inherente a la variable AFIRMADO ESTABILIZADO					X
ORGANIZACIÓN	Los ítems del instrumento reflejan organicidad lógica entre la definición operacional y conceptual respecto a la variable de manera que permitan hacer inferencias en función a las hipótesis, problema y objetivos de la investigación.					X
SUFICIENCIA	Los ítems del instrumento son suficientes en cantidad y calidad acorde con la variable, dimensiones e indicadores.					X
INTENCIONALIDAD	Los ítems del instrumento son coherentes con el tipo de investigación y responden a los objetivos, hipótesis y variable de estudio.					X
CONSISTENCIA	La información que se recoja a través de los ítems del instrumento, permitirá analizar, describir y explicar la realidad, motivo de la investigación					X
COHERENCIA	Los ítems del instrumento expresan relación con los indicadores de cada dimensión de la variable: AFIRMADO ESTABILIZADO					X
METODOLOGIA	La relación entre la técnica y el instrumento propuestos responden al propósito de la investigación, desarrollo tecnológico e innovación.					X
PERTINENCIA	La redacción de los ítems concuerda con la escala valorativa del instrumento.					X
PUNTAJE TOTAL						50

(Nota: tener en cuenta que el instrumento es válido cuando se tiene un puntaje mínimo de 41; sin embargo, un puntaje menor al anterior se considera al instrumento no valido ni aplicable)

III. OPINION DE APLICABILIDAD

PROMEDIO DE VALORIZACION:

5.0

CUSCO 04 de marzo del 2022


 BOLETA OFICIAL
 Consejo Regional Regional Cusco
 Juan Pedro Luciano Cortez Varg
 PRESIDENTE REGIONAL - CONCEJAL REGIONAL
 CIP: 799843 - Reg. Of. Cultura: 488

I. DATOS GENERALES

Apellidos y nombres del experto: Mendoza Morales Germán
 N° de registro CIP : 118074
 Especialidad : Ingeniero Civil

Autores del instrumento: Br. Rodrigo Rojas, Clever y Br. Yucra Segundo, Marse

Instrumentos de evaluación: inventario de canteras, granulometría y límites de consistencia, contenido de humedad, Proctor modificado MTC E 115, ensayo de valor de soporte de los suelos (CBR), MTC E 132, gráfico de CBR, ficha técnica de camino vecinal, ficha técnica de puentes, ficha técnica de daños en el camino vecinal, ficha de ubicación y localización, ficha de panel fotográfico.

II. ASPECTOS DE VALIDACION

MUY DEFICIENTE (1) DEFICIENTE (2) ACEPTABLE (3) BUENA (4) EXCELENTE (5)

CRITERIOS	INDICADORES	1	2	3	4	5
CLARIDAD	Los ítems están redactados con lenguaje apropiado y libre de ambigüedades acorde con los sujetos muestrales					X
ACTUALIDAD	Las instrucciones y los ítems del instrumento permiten recoger la información objetiva sobre la variable: AFIRMADO ESTABILIZADO					X
OBJETIVIDAD	El instrumento demuestra vigencia acorde con el conocimiento científico, tecnológico, innovación y legal inherente a la variable AFIRMADO ESTABILIZADO					X
ORGANIZACIÓN	Los ítems del instrumento reflejan organicidad lógica entre la definición operacional y conceptual respecto a la variable de manera que permitan hacer inferencias en función a las hipótesis, problema y objetivos de la investigación.					X
SUFICIENCIA	Los ítems del instrumento son suficientes en cantidad y calidad acorde con la variable, dimensiones e indicadores.					X
INTENCIONALIDAD	Los ítems del instrumento son coherentes con el tipo de investigación y responden a los objetivos, hipótesis y variable de estudio.					X
CONSISTENCIA	La información que se recoja a través de los ítems del instrumento, permitirá analizar, describir y explicar la realidad, motivo de la investigación					X
COHERENCIA	Los ítems del instrumento expresan relación con los indicadores de cada dimensión de la variable: AFIRMADO ESTABILIZADO					X
METODOLOGIA	La relación entre la técnica y el instrumento propuestos responden al propósito de la investigación, desarrollo tecnológico e innovación.					X
PERTINENCIA	La redacción de los ítems concuerda con la escala valorativa del instrumento.					X
PUNTAJE TOTAL						50

(Nota: tener en cuenta que el instrumento es válido cuando se tiene un puntaje mínimo de 41; sin embargo, un puntaje menor al anterior se considera al instrumento no válido ni aplicable)

III. OPINION DE APLICABILIDAD

PROMEDIO DE VALORIZACION:

5.0

CUSCO 04 de marzo del 2022


 Mgt. Ing. Gerardo Mendoza Morales
 CIP 118074

I. DATOS GENERALES

Apellidos y nombres del experto: JUAREZ SORIA MANUEL

N° de registro CIP : 134613

Especialidad : ING. CIVIL

Autores del instrumento: Br. Rodrigo Rojas, Clever y Br. Yucra Segundo, Marse

Instrumentos de evaluación: inventario de canteras, granulometría y límites de consistencia, contenido de humedad, Proctor modificado MTC E 115, ensayo de valor de soporte de los suelos (CBR), MTC E 132, gráfico de CBR, ficha técnica de camino vecinal, ficha técnica de puentes, ficha técnica de daños en el camino vecinal, ficha de ubicación y localización, ficha de panel fotográfico.

II. ASPECTOS DE VALIDACION

MUY DEFICIENTE (1) DEFICIENTE (2) ACEPTABLE (3) BUENA (4) EXCELENTE (5)

CRITERIOS	INDICADORES	1	2	3	4	5
CLARIDAD	Los ítems están redactados con lenguaje apropiado y libre de ambigüedades acorde con los sujetos muestrales					X
ACTUALIDAD	Las instrucciones y los ítems del instrumento permiten recoger la información objetiva sobre la variable: AFIRMADO ESTABILIZADO					X
OBJETIVIDAD	El instrumento demuestra vigencia acorde con el conocimiento científico, tecnológico, innovación y legal inherente a la variable AFIRMADO ESTABILIZADO					X
ORGANIZACIÓN	Los ítems del instrumento reflejan organicidad lógica entre la definición operacional y conceptual respecto a la variable de manera que permitan hacer inferencias en función a las hipótesis, problema y objetivos de la investigación.					X
SUFICIENCIA	Los ítems del instrumento son suficientes en cantidad y calidad acorde con la variable, dimensiones e indicadores.					X
INTENCIONALIDAD	Los ítems del instrumento son coherentes con el tipo de investigación y responden a los objetivos, hipótesis y variable de estudio.					X
CONSISTENCIA	La información que se recoja a través de los ítems del instrumento, permitirá analizar, describir y explicar la realidad, motivo de la investigación					X
COHERENCIA	Los ítems del instrumento expresan relación con los indicadores de cada dimensión de la variable: AFIRMADO ESTABILIZADO					X
METODOLOGIA	La relación entre la técnica y el instrumento propuestos responden al propósito de la investigación, desarrollo tecnológico e innovación.					X
PERTINENCIA	La redacción de los ítems concuerda con la escala valorativa del instrumento.					X
PUNTAJE TOTAL						50

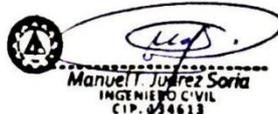
(Nota: tener en cuenta que el instrumento es válido cuando se tiene un puntaje mínimo de 41; sin embargo, un puntaje menor al anterior se considera al instrumento no válido ni aplicable)

III. OPINION DE APLICABILIDAD

PROMEDIO DE VALORIZACION:

5.0

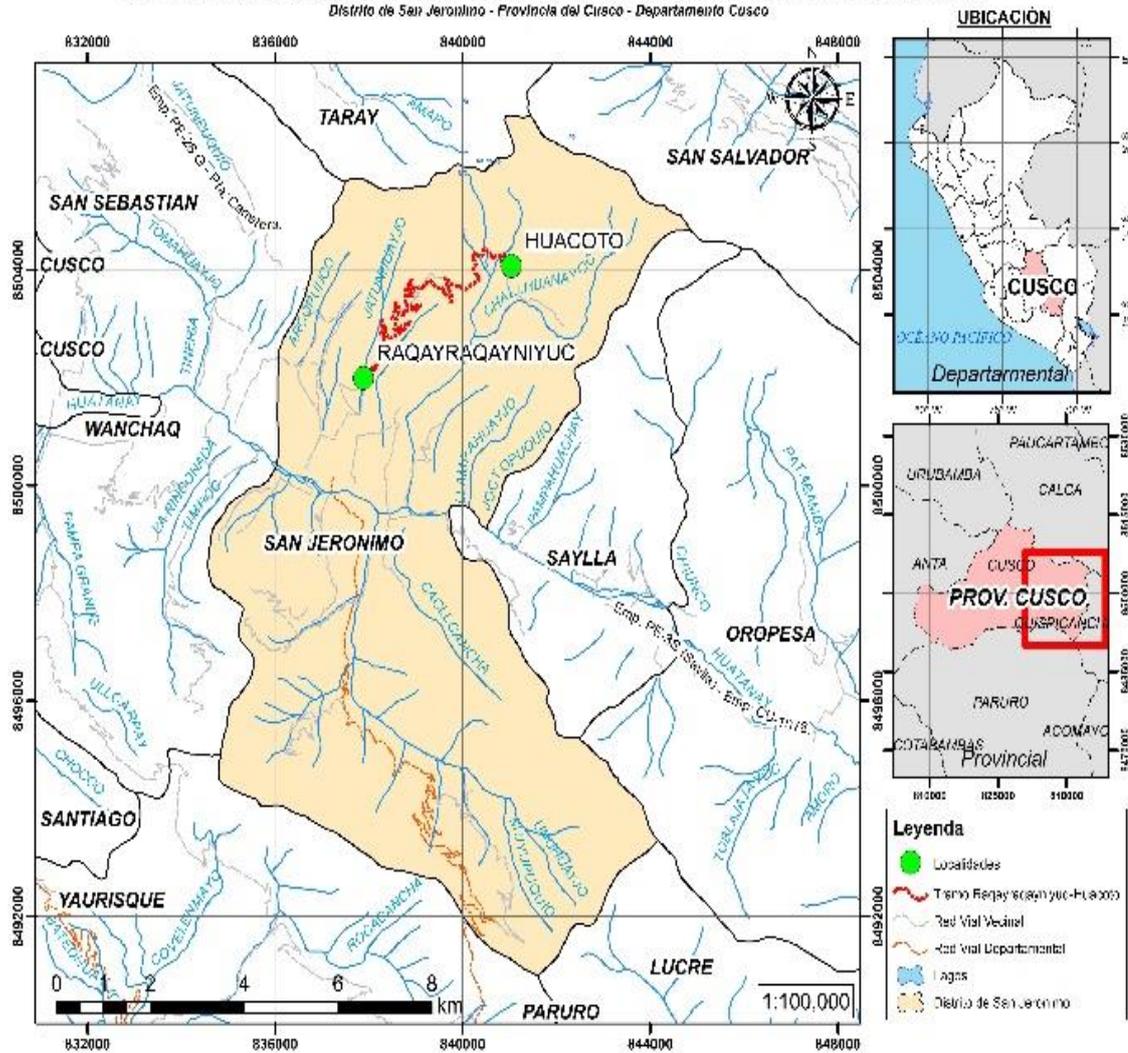
CUSCO 04 de marzo del 2022

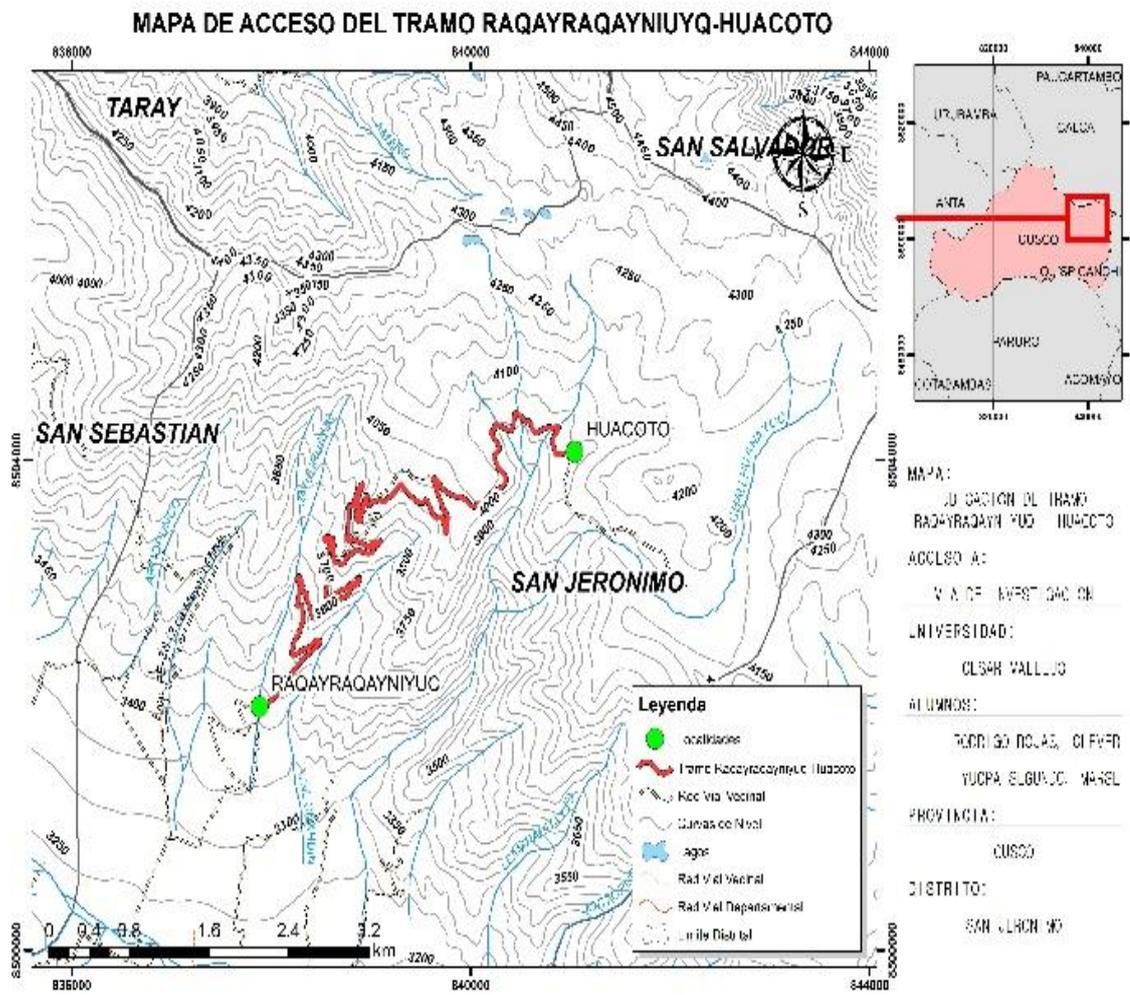


Anexo 5. Mapas y Planos

MAPA DE UBICACION DEL TRAMO RAQAYRAQAYNIUYQ-HUACOTO

Distrito de San Jerónimo - Provincia del Cusco - Departamento Cusco





Anexo 6. Panel fotográfico



Foto 01. Inicio del tramo de estudio Raqayraqayniyoc km 2+250.



Foto 02. Fin del tramo del tramo de estudio Huacoto km 12+100.



Foto 03. Estado actual de la via Raqayraqayniyoc - Huacoto (Km 3+650).



Foto 04. Estado actual de la via Raqayraqayniyoc - Huacoto (Km 6+300).



Foto 05. Inventario de conteo vehicular via Raqayraqayniyoc - Huacoto.



Foto 06. Recolección del fruto de eucalipto en la via Raqayraqayniyoc - Huacoto.



Foto 07. Calcinación del fruto de eucalipto.



Foto 08. Calicatas C-01. Km 2+450 y C-02. Km 3+600.



Foto 09. Calicatas C-03. Km 4+650, C-04. Km 6+050.



Foto 10. Ensayo de granulometría de la calicata C-01.



Foto 11. Ensayo de límites de consistencia de la calicata C-01.

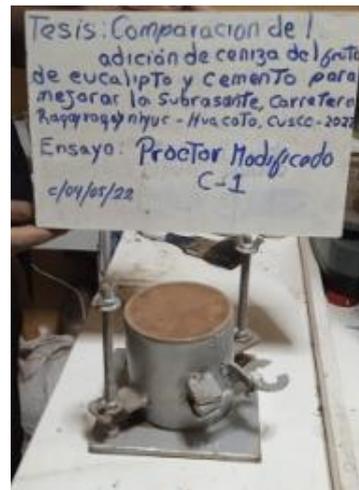


Foto 12. Ensayo de Proctor modificado calicata C-01.



Foto 13. Ensayo de CBR. Calicata C-01.

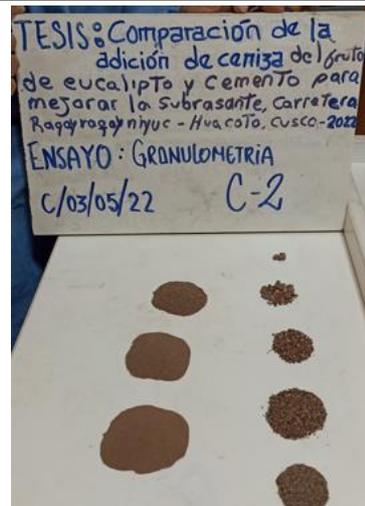


Foto 14. Ensayo de granulometría de la calicata C-02.



Foto 15. Ensayo de límites de consistencia de la calicata C-02.



Foto 16. Ensayo de Proctor modificado calicata C-02.



Foto 17. Ensayo de CBR. Calicata C-02.



Foto 18. Ensayo de granulometría de la calicata C-03

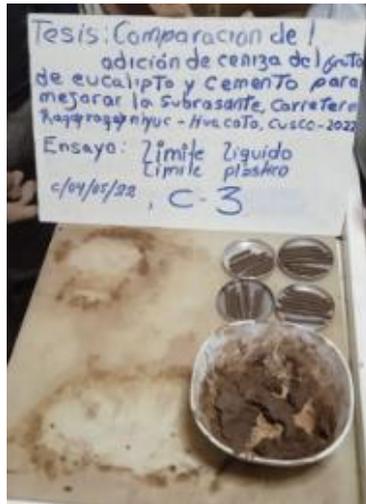


Foto 19. Ensayo de límites de consistencia de la calicata C-03.

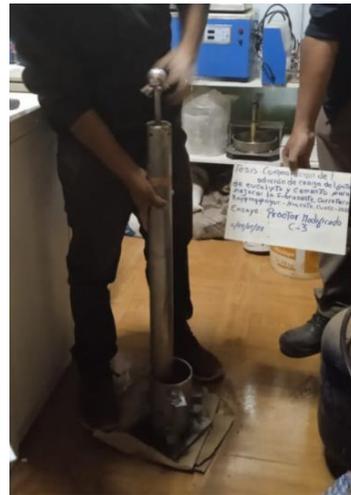


Foto 20. Ensayo de Proctor modificado calicata C-03.



Foto 21. Ensayo de CBR. Calicata C-03.



Foto 22. Ensayo de granulometría de la calicata C-04

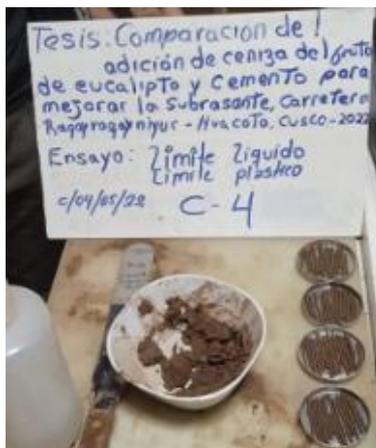


Foto 23. Ensayo de límites de consistencia de la calicata C-04.



Foto 24. Ensayo de Proctor modificado calicata C-04.



Foto 25. Ensayo de CBR. Calicata C-04.



Foto 26. Ensayo de granulometría de la ceniza del fruto de eucalipto.



Foto 27. Ensayo de límites de consistencia con 1.5% de ceniza.



Foto 28. Ensayo de límites de consistencia con 2% de ceniza.



Foto 29. Ensayo de límites de consistencia con 3% de ceniza.



Foto 30. Ensayo de Proctor modificado con 1.5% de ceniza.



Foto 31. Ensayo de Proctor modificado con 2% de ceniza.



Foto 32. Ensayo de Proctor modificado con 3% de ceniza.

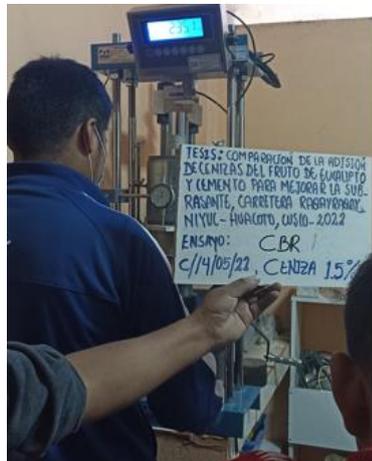


Foto 33. Ensayo de CBR con 1.5% de ceniza.



Foto 34.. Ensayo de CBR con 2% de ceniza.



Foto 35. Ensayo de CBR con 3% de ceniza.



Foto 36. Ensayo de límites de consistencia con 1.5% de cemento.

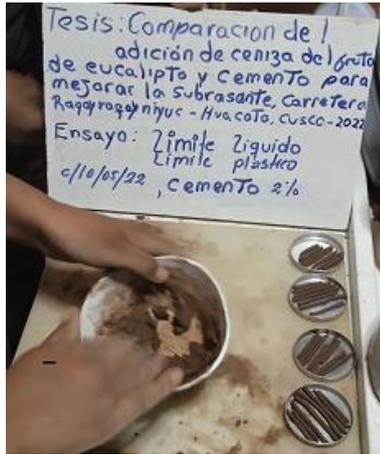


Foto 37. Ensayo de límites de consistencia con 2% de cemento



Foto 38. Ensayo de límites de consistencia con 3% de cemento



Foto 39. Ensayo de Proctor modificado con 1.5% de cemento.

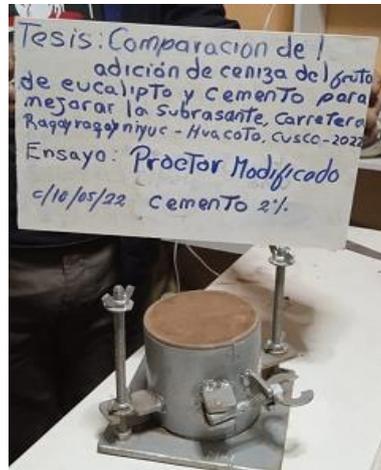


Foto 40. Ensayo de Proctor modificado con 2% de cemento.



Foto 41. Ensayo de Proctor modificado con 3% de cemento.



Foto 42. Ensayo de CBR con 1.5% de cemento.



Foto 44. Ensayo de CBR con 2% de cemento.



Foto 45. Ensayo de CBR con 3% de cemento.

Anexo 8. Hoja de cálculos del estudio de tráfico

HOJA N 01

ASPECTOS DE LA DEMANDA

1. GENERALIDADES

LEYENDA: Datos a ingresar

Departamento: CUSCO
 Provincia: CUSCO
 Distrito: SAN JERONIMO

TESIS: Comparacion de la adición de ceniza del fruto de eucalipto y cemento para mejorar la subrasante, carretera Raqayraqayniyuc - huacoto, cusco 2022

1.1 Determinación del tráfico actual

i) Resumir los conteos de tránsito a nivel del día y tipo de vehículo

Resultados de los conteos de tráfico:

Tipo de Vehículo	Mes: ABRIL Año: 2022						
	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo
Automóvil + Station Wagon	12	15	22	11	28	22	8
Camioneta (Pickup/Panel)	23	9	8	9	14	22	6
C. Rural	2	5	4	3	5	5	3
Micro			2	2	4	2	2
Bus 2E							
Bus 3E							
Camión 2E	16	11	12	6	13	13	7
Camión 3E	4	5	6	6	6	6	2
TOTAL	57	48	48	37	72	70	28

Nº de Vehículos/día

Día	Nº de Vehículos
Lunes	57
Martes	48
Miércoles	48
Jueves	37
Viernes	72
Sábado	70
Domingo	28

ii) Determinar los factores de corrección estacional de una estación de peaje cercano al camino

F.C.E. Vehículos ligeros: 1.093504 Ver 1.1 FC
 F.C.E. Vehículos pesados: 1.062134 Ver 1.1 FC

iii) Aplicar la siguiente fórmula, para un conteo de 7 días

$$IMD_A = IMD_S + FC(IMD_S) = \frac{\sum V_i}{7}$$

Donde:

- IMD_S = Índice Medio Diario Semanal de la Muestra Vehicular Tomada
- IMD_A = Índice Medio Anual
- V_i = Volumen Vehicular diario de cada uno de los días de conteo
- FC = Factores de Corrección Estacional

Tipo de Vehículo	Tráfico Vehicular en dos Sentidos por Día							TOTAL	IMD _S	FC	IMD _A	Distribución (%)
	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo					
Automóvil + Station Wagon	12	18	22	11	28	22	8	121	17	1.094	19	32.8
Camioneta (Pickup/Panel)	23	9	8	9	14	22	6	93	13	1.094	15	25.9
C. Rural	2	5	4	3	5	5	3	27	4	1.094	5	8.6
Micro			2	2	4	2	2	12	2	1.094	2	3.4
Bus 2E										1.094		
Bus 3E										1.094		
Camión 2E	16	11	12	6	13	13	7	78	11	1.062	12	20.7
Camión 3E	4	5	6	6	6	6	2	29	4	1.062	5	8.6
TOTAL	57	48	48	37	72	70	28	340	51		58	100.0

Ing. Fernando Galindo Flores
 Ingeniero de Tráfico
 CIP 211735

2.2 Demanda Proyectada

Donde:

$$T_n = T_0 + (1 + r)^n$$

T_n = Tránsito proyectado al año "n" en veh/día

T_0 = Tránsito actual (año base) en veh/día

n = año futuro de proyección

r = tasa anual de crecimiento de tránsito

TESIS

Comparacion de la adición de ceniza del fruto de eucalipto y cemento para mejorar la subrasante, carretera Raqayraqayniyuc - huacoto, cusco 2022

Tasa de Crecimiento x Región en %

r_{vp} = **0.75%** (Ver 1.2 TC - Tasa de Crecimiento Anual de la Poblac (para vehículos de pasajeros)

r_{vc} = **4.43%** (Ver 1.2 TC - Tasa de Crecimiento Anual del PBI Regic (para vehículos de carga)

Proyección de Tráfico - Situación Sin Proyecto

Tipo de Vehículo	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
Tráfico Normal	58	59	59	61	62	64	65	66	67	68	70
Automovil + Station Wagon	19	19	19	19	20	20	20	20	20	20	20
Camioneta (Pickup/Panel)	15	15	15	15	15	16	16	16	16	16	16
C.Rural	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Micro	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Bus 2E											
Bus 3E											
Camión 2E	12	13	13	14	14	15	16	16	17	18	19
Camión 3E	5	5	5	6	6	6	6	7	7	7	8



 GOBIERNO REGIONAL CUSCO

 Ing. Fernando Galarraga Flores

 INGENIERO CIVIL

 CIP: 211735

ESTUDIO DE CLASIFICACION VEHICULAR

PROYECTO : Comparacion de la adición de ceniza del fruto de eucalipto y cemento para mejorar la subrasante, carretera Raqayraqayniyuq - huacoto, cusco 2022
TRAMO : RAQAYRAQAYNIYUQ - HUACOTO
DISTRITO : SAN JERONIMO **PROVINCIA** : CUSCO **REGION** : CUSCO
FECHA : JUEVES 21 - ABR - 2022

HORA	SENTIDO	AUTO	CAMIONETAS		MICRO	BUS		CAMION			SEMI TRAYLER				TRAYLER				TOTAL	
			PICKUP	RURAL Combi		2E	3E	2E	3E	4E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>=3S3	2T2	2T3	3T2	3T3		
DIAGRA. VEH																				
0 hrs	1 hrs																			-
1 hrs	2 hrs																			-
2 hrs	3 hrs																			-
3 hrs	4 hrs																			-
4 hrs	5 hrs																			-
5 hrs	6 hrs																			-
6 hrs	7 hrs			1																1.00
7 hrs	8 hrs								1											1.00
8 hrs	9 hrs		1					1	1											3.00
9 hrs	10 hrs	3	3																	6.00
10 hrs	11 hrs				1			1												2.00
11 hrs	12 hrs	1							2											3.00
12 hrs	13 hrs		1	1	1			1												4.00
13 hrs	14 hrs	4	2																	6.00
14 hrs	15 hrs							2	2											4.00
15 hrs	16 hrs	1	1	1																3.00
16 hrs	17 hrs	1						1												2.00
17 hrs	18 hrs	1	1																	2.00
18 hrs	19 hrs																			-
19 hrs	20 hrs																			-
20 hrs	21 hrs																			-
21 hrs	22 hrs																			-
22 hrs	23 hrs																			-
23 hrs	24 hrs																			-
TOTAL	E	11	9	3	2	-	-	6	6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	37.00



 Ing. Fernando Cevallos

Anexo 9. Certificados de laboratorio de los ensayos



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO
FACULTAD DE CIENCIAS
Av. de la Cultura 733 - Pabellón "C" Of. 106 1er. piso - Telefax: 224831 - Apartado Postal 921 - Cusco Perú



UNIDAD DE PRESTACIÓN DE SERVICIOS DE ANÁLISIS QUÍMICO
DEPARTAMENTO ACADÉMICO DE QUÍMICA

INFORME DE ANÁLISIS

Nº0067-22-LAQ

SOLICITANTE: CLEVER RODRIGO ROJAS
MARSE YUCRA SEGUNDO

INSTITUCION: UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO

PROYECTO : COMPARACION DE LA ADICION DEL FRUTO DE EUCALIPTO Y CEMENTO PARA MEJORAR LA SUB RASANTE, CARRETERA RACAYNIYOC-HUACCOTA, CUSCO 2022.

MUESTRA : CENIZA DE FRUTOS DE EUCALIPTO

FECHA : C/28/04/2022

RESULTADO ANALISIS FISICOQUIMICO:

=====

pH	11.70
CaO %	20.30
MgO %	8.20
Fe ₂ O ₃ %	2.60
Al ₂ O ₃ %	19.20
K ₂ O %	29.90
SiO ₂ %	8.94

=====

QUÍMICA ANALÍTICA CUANTITATIVA, ARTHUR VOGEL

Cusco, 04 de Mayo 2022



Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco
Unidad de Prestación de Servicios Análisis



Margaritas Herrera Arriola
RESPONSABLE DEL LABORATORIO DE ANÁLISIS QUÍMICO

CERTIFICADO DE ENSAYO EN LABORATORIO

El que suscribe, **Ing. Metalurgista Wilfredo Chaupi Pumachara**, con CIP: 187406, hace constar por medio de la presente que los Sres: Bach. Rodrigo Rojas, Clever y Bach. Yucra Segundo, Marse; Identificados con DNI N° 43699232 y N° 79969130 respectivamente, solicitaron realizar los ensayos de Calcinación del fruto de eucalipto en las instalaciones del laboratorio de Ingeniería Metalúrgica de la Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco. Requeridos para la Tesis: **Comparación de la adición de cenizas del fruto de eucalipto y cemento para mejorar la subrasante, carretera Raqayraqyniyuq – Huacoto, Cusco 2022.**

Los resultados de la calcinación fueron a una temperatura de **550 - 600 °C** por el tiempo promedio de 2 horas en el horno de copelación y 1 hora en las termocuplas y así lograr obtener la ceniza de fruto de eucalipto.

Se expide el presente certificado, a solicitud de los interesados para los fines que estimen por conveniente.

Cusco 20 de marzo del 2022



Ing. Wilfredo Chaupi Pumachara
Ingeniero Metalurgista
CIP 187406

☎ 993077582
✉ Wchaupi_p@hotmail.com



CONTENIDO DE HUMEDAD ASTM D 2216

TESIS : Comparacion de la adiccion de ceniza del fruto de eucalipto y cemento para mejorar la subrasante, carretera Raqayraqayniyuq - Huacoto 2022

UBICACIÓN : Distrito de San jeronimo, Provincia Cusco, Departamento

SOLICITA : Clever Rodrigo Rojas, Marse Yucra Segundo

CALICATA : C-1

PROFUNDIDAD : 1.50 m

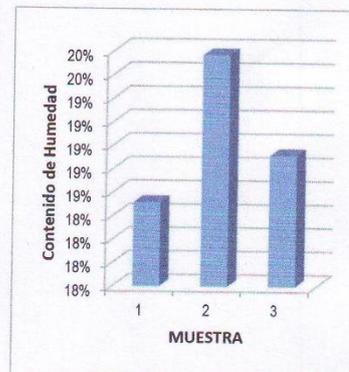
FECHA : 30 de mayo del 2022

DETERMINACION DEL CONTENIDO DE HUMEDAD

MUESTRA	1	2	3
Tarro	15	13	9
Peso Tarro	24.00	38.00	25.00
Peso Tarro + Sueslo húmed	120.00	141.00	113.00
Peso Tarro + Suelo Seco	105.00	124.00	99.00
Contenido de Humedad	18.52%	19.77%	18.92%

Contenido de Humedad Promedio: **19.07%**

OBSERVACIONES:



Laboratorio de Mecánica de Suelos
y Materiales G & C E.I.R.L.
Ing. Alfredo Gaspar Apaza
CIP 228971
RESP. LABORATORIO



ENSAYO GRANULOMETRICO POR TAMIZADO ASTM D422, AASHTO T-88

TESIS : Comparacion de la adiccion de ceniza del fruto de eucalipto y cemento para mejorar la subrasante, carretera Raqayraqayniyuq - Huacoto 2022

UBICACIÓN : Distrito de San jeronimo, Provincia Cusco, Departamento

SOLICITA : Clever Rodrigo Rojas, Marse Yucra Segundo

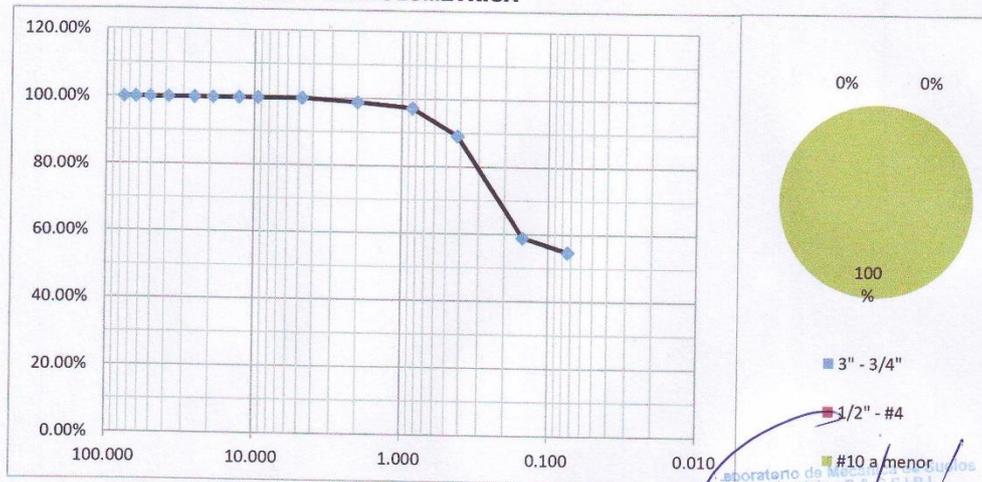
CALICATA : C-1

PROFUNDIDAD : 1.50 m

FECHA : 30 de mayo del 2022

TAMIZ	ABERT. mm.	PESO RET.	%RET. PARC.	%RET. AC.	% Q' PASA	ESPECIFICACION	DESCRIPCION DE LA MUESTRA	
3"	76.200		0.00%	0.00%	100.00%		PESO TOTAL	567.70 gr
2 1/2"	63.500		0.00%	0.00%	100.00%		PESO LAVADO	256.80 gr
2"	50.800	0.00	0.00%	0.00%	100.00%		PESO FINO	310.90 gr
1 1/2"	38.100	0.00	0.00%	0.00%	100.00%		D10	0.014 mm
1"	25.400	0.00	0.00%	0.00%	100.00%		D60	0.158 mm
3/4"	19.100	0.00	0.00%	0.00%	100.00%		D30	0.041 mm
1/2"	12.700	0.00	0.00%	0.00%	100.00%		Cu	11.286
3/8"	9.520	0.00	0.00%	0.00%	100.00%		Cc	0.760
# 4	4.760	0.00	0.00%	0.00%	100.00%		LIMITE LIQUIDO:	40.59%
# 10	2.000	6.10	1.07%	1.07%	98.93%		LIMITE PLASTICO:	21.73%
# 20	0.850	9.20	1.62%	2.70%	97.30%		IND. PLASTICO:	18.86%
# 40	0.420	45.80	8.07%	10.76%	89.24%		CLASIF.SUCS	CL
# 100	0.149	171.80	30.26%	41.03%	58.97%		CLASIF.AASHTO	A-7-6 (8)
# 200	0.074	23.90	4.21%	45.24%	54.76%			
CAZUELA	0.000	310.90	54.76%	100.00%	0.00%		CBR	11.11%

CURVA GRANULOMETRICA



OBSERVACIONES :

Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales G & C E.I.R.L.
Ing. Alfredo Gaspar Apaza
CIP 12571
RFSF LABORATORIO



LIMITE DE CONSISTENCIA - PASA LA MALLA N° 40 AASHTO-T-89,T-90, ASTM D 4318

TESIS : Comparacion de la adición de ceniza del fruto de eucalipto y cemento para mejorar la subrasante, carretera Raqayraqayniyuq - Huacoto 2022

UBICACIÓN : Distrito de San jeronimo, Provincia Cusco, Departamento

SOLICITA : Clever Rodrigo Rojas, Marse Yucra Segundo

CALICATA : C-1

PROFUNDIDAD : 1.50 m

FECHA : 30 de mayo del 2022

DETERMINACION DEL LIMITE LIQUIDO

Tarro	T8	T4	T32
Peso Tarro	12.97	12.72	14.34
Peso Tarro + Sueslo húmedo	31.91	30.82	32.92
Peso Tarro + Suelo Seco	25.93	25.56	28.02
Contenido de Humedad	46.14%	40.97%	35.82%
Número de Golpes	17	25	34

(*) Los pesos se hallan en gramos



Límite Líquido (LL) 40.59%

DETERMINACION DEL LIMITE PLASTICO

Tarro	8	20
Peso Tarro	24.48	25.00
Peso Tarro + Sueslo húmedo	30.32	31.65
Peso Tarro + Suelo Seco	29.28	30.46
Contenido de Humedad	21.67%	21.79%

(*) Los pesos se hallan en gramos

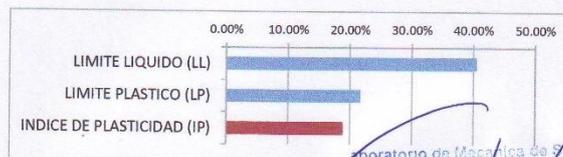
Límite Plástico (LP): 21.73%

RESULTADOS

LIMITE LIQUIDO (LL) 40.59%

LIMITE PLASTICO (LP) 21.73%

INDICE DE PLASTICIDAD (IP) 18.86%



Ing. Alfredo Gaspar Apaza
CIP 128571
RESP LABORATORIO



ENSAYO DE COMPACTACION PROCTOR MODIFICADO
ASTM D 1557

TESIS : Comparacion de la adición de ceniza del fruto de eucalipto y cemento para mejorar la subrasante, carretera Raqayraqayniyuq - Huacoto 2022

UBICACIÓN : Distrito de San Jeronimo, Provincia Cusco, Departamento
SOLICITA : Clever Rodrigo Rojas, Marse Yucra Segundo
CALICATA : C-1
PROFUNDIDAD : 1.50 m
FECHA : 30 de mayo del 2022

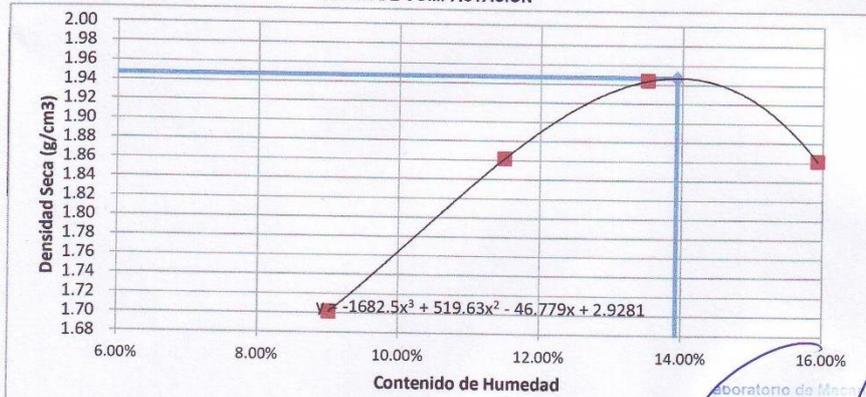
COMPACTACION: METODO "C"

PRUEBA N°	1	2	3	4
NUMERO DE CAPAS:	5	5	5	5
NUMERO DE GOLPES:	56	56	56	56
PESO SUELO + MOLDE (g)	10403.00	10874.00	11153.00	11050.00
PESO MOLDE (g)	6446.00	6446.00	6446.00	6446.00
PESO SUELO COMPACTADO (g)	3957.00	4428.00	4707.00	4604.00
VOLUMEN DEL MOLDE (cm3)	2133.35	2133.35	2133.35	2133.35
DENSIDAD HUMEDA (g/cm3)	1.85	2.08	2.21	2.16

HUMEDAD Y DENSIDAD SECA

TARRO N°	30	41	29	40
PESO DEL TARRO (g)	31.40	31.70	31.30	31.10
PESO TARRO + SUELO HUMEDO (g)	269.60	247.00	250.60	247.30
PESO TARRO + SUELO SECO (g)	249.90	224.80	224.50	217.60
HUMEDAD:	9.02%	11.50%	13.51%	15.92%
DENSIDAD SECA (g/cm3)	1.70	1.86	1.94	1.86

CURVA DE COMPACTACION



CONTENIDO OPTIMO DE HUMEDAD: 13.92%

DENSIDAD SECA MAXIMA:

1.95

g/cm3

1.95

Ton/m3

Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales G&C E.I.R.L.
Ing. Alfredo Gaspar Apaza
CIP 15571
RESP. LABORATORIO



ENSAYO CBR ASTM D 1883 y AASHTO T 93

TESIS : Comparación de la adición de ceniza del fruto de eucalipto y cemento para mejorar la subrasante, carretera Raqayraqayniyuq - Huacoto 2022

UBICACIÓN : Distrito de San Jerónimo, Provincia Cusco, Departamento

SOLICITA : Clever Rodrigo Rojas, Marse Yucra Segundo

CALICATA : C-1

PROFUNDIDAD : 1.50 m

FECHA : 30 de mayo del 2022

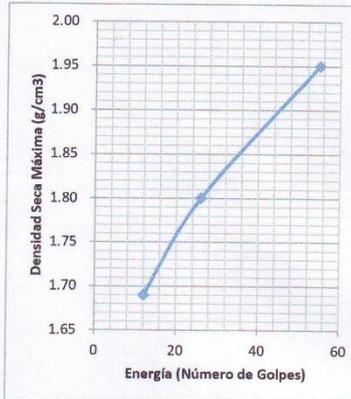
DATOS DEL ENSAYO DE COMPACTACION

DENSIDAD SECA MÁXIMA: 1.95 g/cm³

CONTENIDO ÓPTIMO DE HUMEDAD: 13.92%

COMPACTACION PARA EL ENSAYO

Molde N°	21	20	19
Número de Capas:	5	5	5
Núm. Golpes (energía)	55	26	12
Peso Suelo + Molde (g)	12,348.00	12,187.00	11,789.00
Peso Molde (g)	7,646.80	7,833.30	7,699.50
Peso Suelo Compact. (g)	4,701.20	4,353.70	4,089.50
Volumen Molde (cm ³)	2,120.40	2,121.00	2,121.37
Altura Molde (cm)	11.67	11.66	11.64
Densidad Húm. (g/cm ³)	2.22	2.05	1.93
Densidad Seca (g/cm ³)	1.95	1.80	1.69

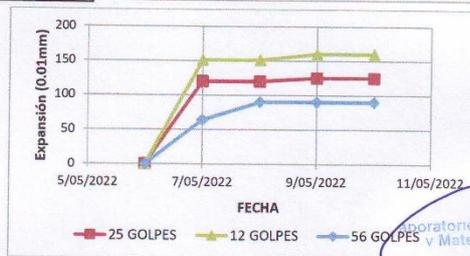


DETERMINACION DEL CONTENIDO DE HUMEDAD

Tarro N°	ANTES DE LA SATURACION		
	38	30	26
Peso Tarro (g)	31.30	31.40	31.60
Peso Tarro + Suelo Húm (g)	231.7	232.70	230.1
Peso Tarro + Suelo Seco (g)	207.21	208.10	205.84
Humedad	13.92%	13.92%	13.92%

EXPANSION

FECHA	EXPANSION MOLDE N° (0.01mm)		
	21	20	19
6/05/2022	0	0	0
7/05/2022	64	120	151
8/05/2022	90	120	151
9/05/2022	90	125	160
10/05/2022	90	125	160
Def. (mm)	0.90	1.25	1.6
Def. (cm)	0.09	0.125	0.16
%Expansión	0.77%	1.07%	1.37%



APLICACIÓN DE CARGA

Ecuación Dial de Carga: $2.3305556 \cdot +$ $4.29435227 \cdot x +$ $-0.000114 \cdot x^2$

PENETRACION		Presión Patrón (Kgf/cm ²)	CARGA (Área Pistón 19.878 cm ²)					
(in)	(mm)		Molde 21		Molde 20		Molde 19	
			Dial	(Kgf/cm ²)	Dial	(Kgf/cm ²)	Dial	(Kgf/cm ²)
0.00	0.00		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.02	0.63		10.00	2.28	6.00	1.41	3.00	0.77
0.05	1.27		20.00	4.44	14.00	3.14	6.00	1.41
0.07	1.90		32.00	7.02	22.00	4.87	12.00	2.71
0.10	2.54	70.31	52.00	11.34	31.00	6.81	20.00	4.44
0.12	3.17		67.00	14.57	43.00	9.40	26.00	5.73
0.15	3.81		89.00	19.30	51.00	11.12	32.00	7.02
0.20	5.08	105.46	110.00	23.81	62.00	13.49	35.00	7.67
0.30	7.62		135.00	29.18	66.00	14.35	39.00	8.53
0.40	10.16		155.00	33.47	67.00	14.57	42.00	9.18
0.50	12.70		170.00	36.68	74.00	16.07	49.00	10.69

Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales G & C E.I.R.L.
Ing. Alfredo Gaspar Apaza
P 12571
RESERVA LABORATORIO



ENSAYO CBR ASTM D 1883 y AASHTO T 93

TESIS : Comparacion de la adición de ceniza del fruto de eucalipto y cemento para mejorar la subrasante, carretera Raqayraqayniyuq - Huacoto 2022

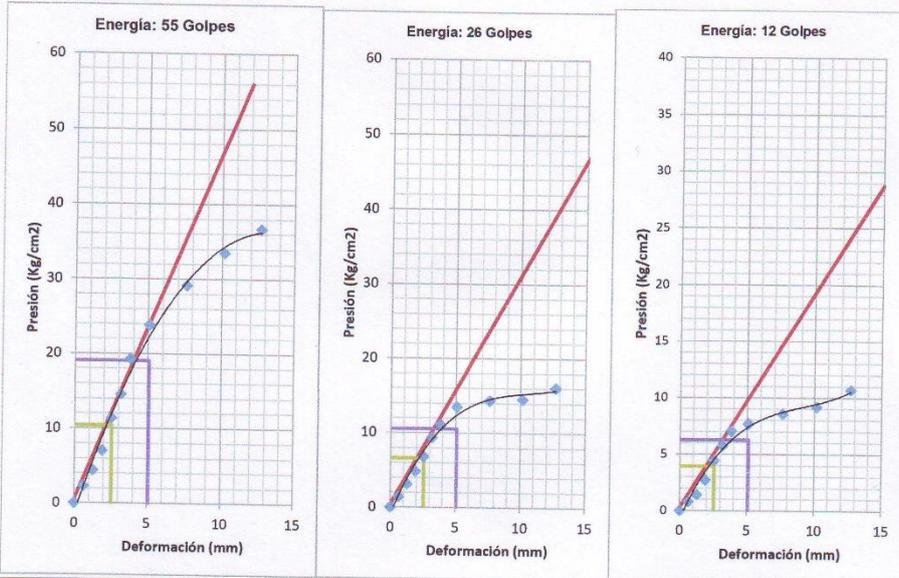
UBICACIÓN : Distrito de San Jerónimo, Provincia Cusco, Departamento

SOLICITA : Clever Rodrigo Rojas, Marse Yucre Segundo

CALICATA : C-1

PROFUNDIDAD : 1.50 m

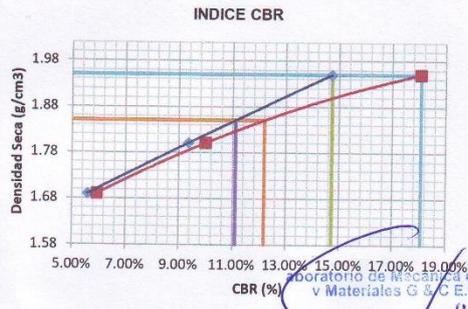
FECHA : 30 de mayo del 2022



Penetración (in)	Presión (Kg/cm ²)	%CBR	Penetración (in)	Presión (Kg/cm ²)	%CBR	Penetración (in)	Presión (Kg/cm ²)	%CBR
0.1"	10.35	14.72%	0.1"	6.57	9.35%	0.1"	3.93	5.59%
0.2"	19.06	18.07%	0.2"	10.53	9.99%	0.2"	6.26	5.94%

Energía (Golpes)	CBR		Densidad Seca (g/cm ³)
	0.1"	0.2"	
12	5.59%	5.94%	1.69
26	9.35%	9.99%	1.80
55	14.72%	18.07%	1.95

Grado de Compactación	Densidad Seca	CBR	
		0.1"	0.2"
100%	1.95	14.72%	18.07%
95%	1.85	11.11%	12.19%
INDICE CBR		11.11%	



OBSERVACIONES:

Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales G & C E.I.R.L.
Ing. Alfredo Gaspar Apaza
CIP 163571
RESP LABORATORIO



CONTENIDO DE HUMEDAD ASTM D 2216

TESIS : Comparacion de la adiccion de ceniza del fruto de eucalipto y cemento para mejorar la subrasante, carretera Raqayraqayniyuq - Huacoto 2022

UBICACIÓN : Distrito de San jeronimo, Provincia Cusco, Departamento Cusco

SOLICITA : Clever Rodrigo Rojas, Marse Yucra Segundo

CALICATA : C-2

PROFUNDIDAD : 1.50 m

FECHA : 30 de mayo del 2022

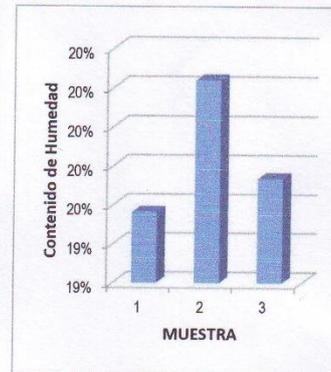
DETERMINACION DEL CONTENIDO DE HUMEDAD

MUESTRA	1	2	3
Tarro	10	24	11
Peso Tarro	38.00	25.00	38.00
Peso Tarro + Sueslo húmed	148.00	126.00	129.00
Peso Tarro + Suelo Seco	130.00	109.00	114.00
Contenido de Humedad	19.57%	20.24%	19.74%

Contenido de Humedad Promedio:

19.85%

OBSERVACIONES:



Laboratorio de Mecánica de Suelos
y Materiales G & C E.I.R.L.
Ing. Alfredo Gaspar Apaza
CIP 128571
RESP. LABORATORIO



ENSAYO GRANULOMETRICO POR TAMIZADO ASTM D422, AASHTO T-88

TESIS : Comparacion de la adiccion de ceniza del fruto de eucalipto y cemento para mejorar la subrasante, carretera Raqayraqayniyuq - Huacoto 2022

UBICACIÓN : Distrito de San jeronimo, Provincia Cusco, Departamento Cusco

SOLICITA : Clever Rodrigo Rojas, Marse Yucra Segundo

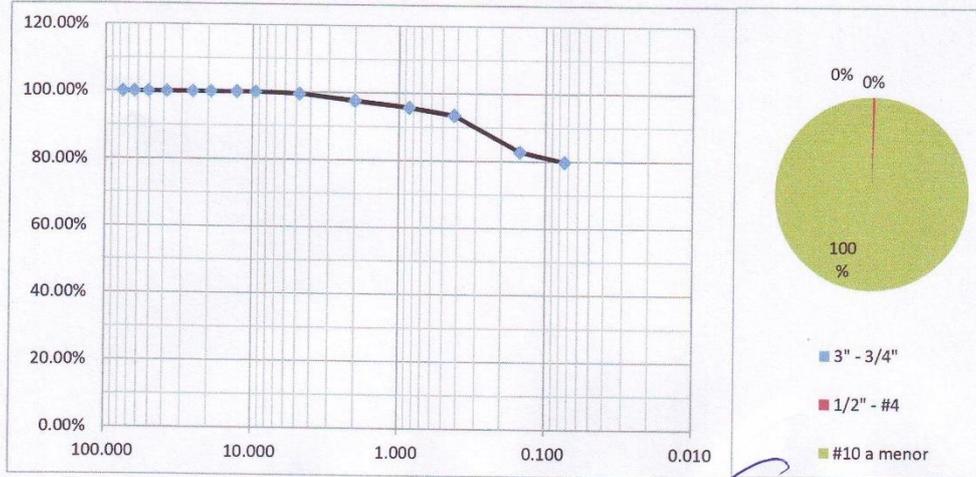
CALICATA : C-2

PROFUNDIDAD : 1.50 m

FECHA : 30 de mayo del 2022

TAMIZ	ABERT. mm.	PESO RET.	%RET. PARC.	%RET. AC.	% Q' PASA	ESPECIFICACION	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
3"	76.200		0.00%	0.00%	100.00%		PESO TOTAL 531.20 gr
2 1/2"	63.500		0.00%	0.00%	100.00%		PESO LAVADO 106.60 gr
2"	50.800	0.00	0.00%	0.00%	100.00%		PESO FINO 424.60 gr
1 1/2"	38.100	0.00	0.00%	0.00%	100.00%		D10 0.009 mm
1"	25.400	0.00	0.00%	0.00%	100.00%		D60 0.056 mm
3/4"	19.100	0.00	0.00%	0.00%	100.00%		D30 0.028 mm
1/2"	12.700	0.00	0.00%	0.00%	100.00%		Cu 6.222
3/8"	9.520	0.00	0.00%	0.00%	100.00%		Cc 1.556
# 4	4.760	2.40	0.45%	0.45%	99.55%		LIMITE LIQUIDO: 37.40%
# 10	2.000	10.70	2.01%	2.47%	97.53%		LIMITE PLASTICO 23.57%
# 20	0.850	10.00	1.88%	4.35%	95.65%		IND. PLASTICO: 13.82%
# 40	0.420	11.80	2.22%	6.57%	93.43%		CLASIF.SUCS CL
# 100	0.149	56.30	10.60%	17.17%	82.83%		CLASIF.AASHTO A-6 (10)
# 200	0.074	15.40	2.90%	20.07%	79.93%		
CAZUELA	0.000	424.60	79.93%	100.00%	0.00%		CBR 4.88%

CURVA GRANULOMETRICA



OBSERVACIONES :

Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales G & C E.I.R.L.
Ing. Alfredo Gastar Apaza
CIP 128571
RESP LABORATORIO



LIMITE DE CONSISTENCIA - PASA LA MALLA N° 40
AASHTO-T-89,T-90, ASTM D 4318

TESIS : Comparacion de la adición de ceniza del fruto de eucalipto y cemento para mejorar la subrasante, carretera Raqayraqayniyuq - Huacoto 2022

UBICACIÓN : Distrito de San jeronimo, Provincia Cusco, Departamento Cusco

SOLICITA : Clever Rodrigo Rojas, Marse Yucra Segundo

CALICATA : C-2

PROFUNDIDAD : 1.50 m

FECHA : 30 de mayo del 2022

DETERMINACION DEL LIMITE LIQUIDO

Tarro	20	24	23
Peso Tarro	25.10	24.97	25.41
Peso Tarro + Sueslo húmedo	44.76	44.45	49.02
Peso Tarro + Suelo Seco	39.23	39.17	42.87
Contenido de Humedad	39.14%	37.18%	35.22%
Número de Golpes	19	26	35

(*) Los pesos se hallan en gramos



Límite Líquido (LL) 37.40%

DETERMINACION DEL LIMITE PLASTICO

Tarro	16	21
Peso Tarro	25.14	24.58
Peso Tarro + Sueslo húmedo	31.70	31.97
Peso Tarro + Suelo Seco	30.44	30.57
Contenido de Humedad	23.77%	23.37%

(*) Los pesos se hallan en gramos

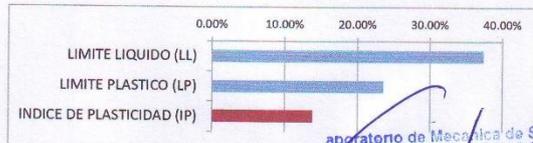
Límite Plástico (LP): 23.57%

RESULTADOS

LIMITE LIQUIDO (LL) 37.40%

LIMITE PLASTICO (LP) 23.57%

INDICE DE PLASTICIDAD (IP) 13.82%



laboratorio de Mecánica de Suelos
y Materiales G & C E.I.R.L.

Ing. Alfredo Gaspar Apaza
CIP 28571
RESP LABORATORIO



ENSAYO DE COMPACTACION PROCTOR MODIFICADO ASTM D 1557

TESIS : Comparacion de la adicion de ceniza del fruto de eucalipto y cemento para mejorar la subrasante, carretera Raqayraqayniyuq - Huacoto 2022

UBICACIÓN : Distrito de San Jeronimo, Provincia Cusco, Departamento Cusco
SOLICITA : Clever Rodrigo Rojas, Marse Yucra Segundo
CALICATA : C-2
PROFUNDIDAD : 1.50 m
FECHA : 30 de mayo del 2022

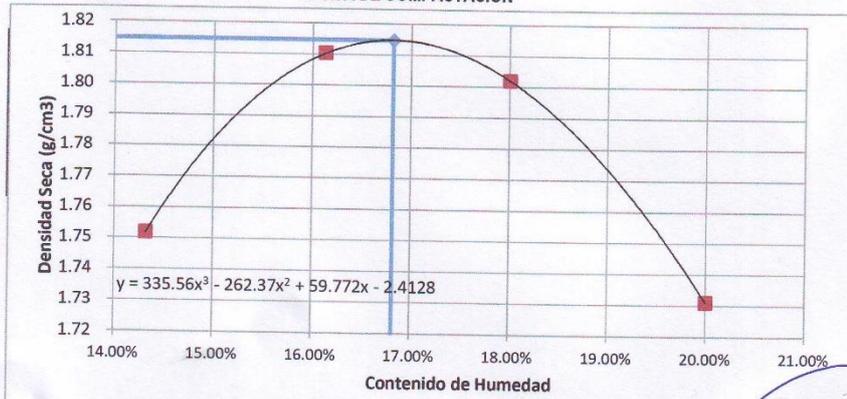
COMPACTACION: METODO "C"

PRUEBA N°	1	2	3	4
NUMERO DE CAPAS:	5	5	5	5
NUMERO DE GOLPES:	56	56	56	56
PESO SUELO + MOLDE (g)	10186.00	10397.00	10448.00	10344.00
PESO MOLDE (g)	5956.00	5956.00	5956.00	5956.00
PESO SUELO COMPACTADO (g)	4230.00	4441.00	4492.00	4388.00
VOLUMEN DEL MOLDE (cm ³)	2112.36	2112.36	2112.36	2112.36
DENSIDAD HUMEDA (g/cm ³)	2.00	2.10	2.13	2.08

HUMEDAD Y DENSIDAD SECA

TARRO N°	26	36	28	31
PESO DEL TARRO (g)	31.60	31.40	31.20	31.20
PESO TARRO + SUELO HUMEDO (g)	216.00	234.60	227.00	215.40
PESO TARRO + SUELO SECO (g)	192.90	206.37	197.12	184.70
HUMEDAD:	14.32%	16.13%	18.01%	20.00%
DENSIDAD SECA (g/cm ³)	1.75	1.81	1.80	1.73

CURVA DE COMPACTACION



CONTENIDO OPTIMO DE HUMEDAD: 16.82%

DENSIDAD SECA MAXIMA: 1.81 g/cm³

1.81 Ton/m³

Laboratorio de Mecánica de Suelos
y Materiales G & C E.I.R.L.
Ing. Alfredo Gaspar Apaza
CIP 128571
R.F.S.P. LABORATORIO



ENSAYO CBR ASTM D 1883 y AASHTO T 93

TESIS : Comparacion de la adición de ceniza del fruto de eucalipto y cemento para mejorar la subrasante, carretera Raqayraqayniyuq - Huacoto 2022

UBICACIÓN : Distrito de San Jeronimo, Provincia Cusco, Departamento Cusco

SOLICITA : Clever Rodrigo Rojas, Marse Yucra Segundo

CALICATA : C-2

PROFUNDIDAD : 1.50 m

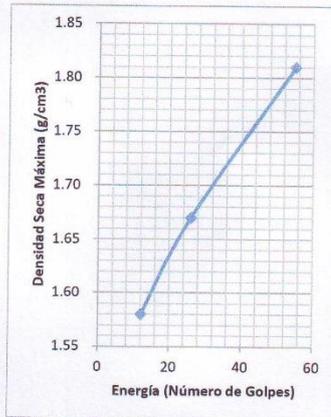
DATOS DEL ENSAYO DE COMPACTACION

DENSIDAD SECA MAXIMA: 1.81 g/cm³

CONTENIDO OPTIMO DE HUMEDAD: 16.82%

COMPACTACION PARA EL ENSAYO

Molde N°	24	23	22
Número de Capas:	5	5	5
Núm. Golpes (energía)	55	26	12
Peso Suelo + Molde (g)	12,167.00	11,797.00	11,588.00
Peso Molde (g)	7,684.00	7,679.19	7,692.70
Peso Suelo Compact. (g)	4,483.00	4,117.81	3,895.30
Volumen Molde (cm ³)	2,121.38	2,113.14	2,111.21
Altura Molde (cm)	11.66	11.63	11.65
Densidad Húm. (g/cm ³)	2.11	1.95	1.85
Densidad Seca (g/cm ³)	1.81	1.67	1.58

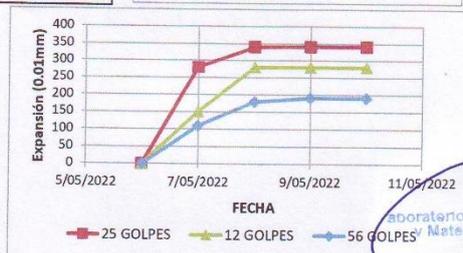


DETERMINACION DEL CONTENIDO DE HUMEDAD

Tarro N°	ANTES DE LA SATURACION		
	28	29	42
Peso Tarro (g)	31.10	31.30	31.50
Peso Tarro + Suelo Húm (g)	228.4	270.00	266.6
Peso Tarro + Suelo Seco (g)	199.99	235.63	232.75
Humedad	16.82%	16.82%	16.82%

EXPANSION

FECHA	EXPANSION MOLDE N° (0.01mm)		
	24	23	22
6/05/2022	0	0	0
7/05/2022	110	280	150
8/05/2022	180	340	280
9/05/2022	191	341	280
10/05/2022	191	341	280
Def (mm)	1.910	3.41	2.8
Def. (cm)	0.191	0.341	0.28
%Expansión	1.64%	2.93%	2.40%



APLICACION DE CARGA

Ecuación Dial de Carga $2.3305556 \cdot + 4.29435227 \cdot x + -0.0001137 \cdot x^2$

PENETRACION		Presión Patrón (Kgf/cm ²)	CARGA (Area Pistón 19.878 cm ²)					
(in)	(mm)		Molde 24		Molde 23		Molde 22	
			Dial	(Kgf/cm ²)	Dial	(Kgf/cm ²)	Dial	(Kgf/cm ²)
0.00	0.00		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
0.02	0.63		6.00	1.41	3.00	0.77	1.00	
0.05	1.27		14.00	3.14	7.00	1.63	2.00	
0.07	1.90		21.00	4.65	9.00	2.06	3.00	
0.10	2.54	70.31	29.00	6.38	13.00	2.92	5.00	
0.12	3.17		34.00	7.46	16.00	3.57	6.00	
0.15	3.81		39.00	8.53	21.00	4.65	7.00	
0.20	5.08	105.46	47.00	10.26	26.00	5.73	8.00	
0.30	7.62		60.00	13.06	33.00	7.24	10.00	
0.40	10.16		70.00	15.21	38.00	8.32	12.00	
0.50	12.70		81.00	17.58	43.00	9.40	14.00	

Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales G&C E.I.R.L.
Ing. Alfredo Gaspar Apaza
CIP: 28571
RESP. LABORATORIO



ENSAYO CBR ASTM D 1883 y AASHTO T 93

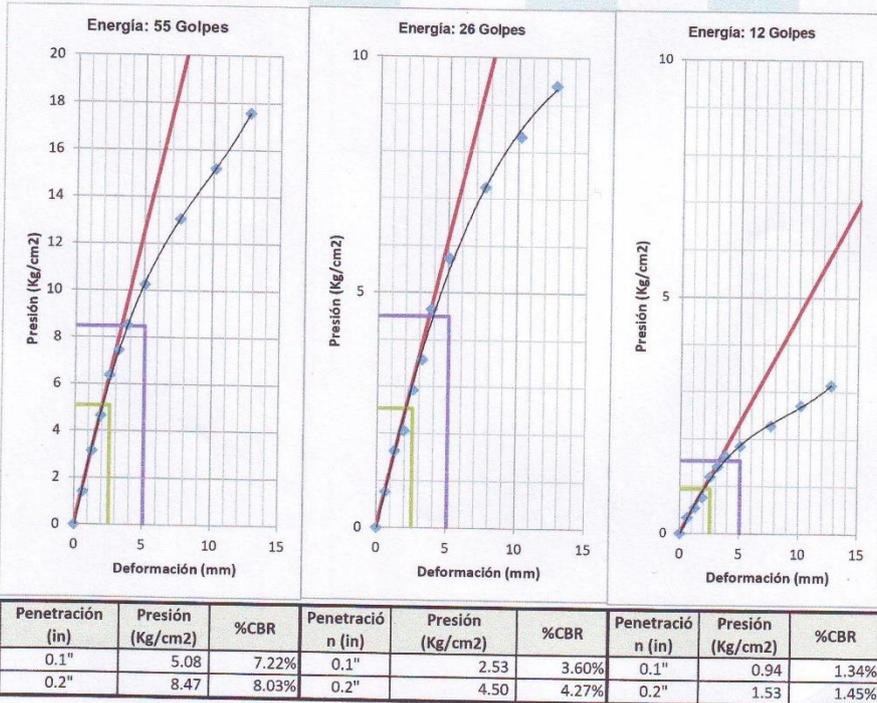
TESIS : Comparacion de la adición de ceniza del fruto de eucalipto y cemento para mejorar la subrasante, carretera Raqayraqayniyuq - Huacoto 2022

UBICACIÓN : Distrito de San jeronimo, Provincia Cusco, Departamento Cusco

SOLICITA : Clever Rodrigo Rojas, Marse Yuca Segundo

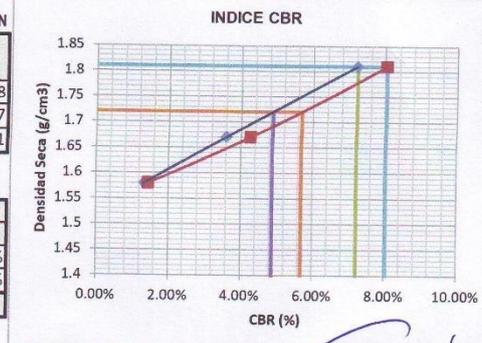
CALICATA : C-2

PROFUNDIDAD : 1.50 m



Energía (Golpes)	CBR		Densidad Seca
	0.1"	0.2"	
12	1.34%	1.45%	1.58
26	3.60%	4.27%	1.67
55	7.22%	8.03%	1.81

Grado de Compactación	Densidad Seca	CBR	
		0.1"	0.2"
100%	1.81	7.22%	8.03%
95%	1.72	4.88%	5.68%
INDICE CBR		4.88%	



OBSERVACIONES:

Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales G & C E.I.R.L.

Ing. Alfredo Gaspar Apaza
CIP 124571
RFS LABORATORIO



CONTENIDO DE HUMEDAD ASTM D 2216

TESIS : Comparacion de la adiccion de ceniza del fruto de eucalipto y cemento para mejorar la subrasante, carretera Raqayraqayniyuq - Huacoto 2022

UBICACIÓN : Distrito de San jeronimo, Provincia Cusco, Departamento

SOLICITA : Clever Rodrigo Rojas, Marse Yucra Segundo

CALICATA : C-3

PROFUNDIDAD : 1.50 m

FECHA : 30 de mayo del 2022

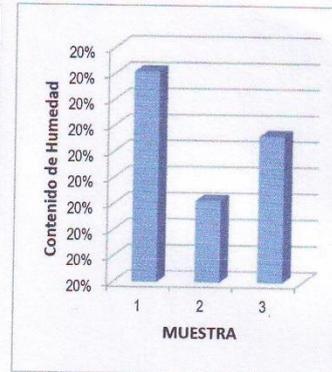
DETERMINACION DEL CONTENIDO DE HUMEDAD

MUESTRA	1	2	3
Tarro	6	11	23
Peso Tarro	24.20	38.00	25.30
Peso Tarro + Sueslo húmedo	196.30	212.60	188.80
Peso Tarro + Suelo Seco	167.40	183.40	161.40
Contenido de Humedad	20.18%	20.08%	20.13%

Contenido de Humedad Promedio:

20.13%

OBSERVACIONES:



Laboratorio de Mecánica de Suelos
y Materiales G & C E.I.R.L.
Ing. Alfredo Gaspar Apaza
CIP 175571
RESP. LABORATORIO



ENSAYO GRANULOMETRICO POR TAMIZADO ASTM D422, AASHTO T-88

TESIS : Comparacion de la adición de ceniza del fruto de eucalipto y cemento para mejorar la subrasante, carretera Raqayraqayniyuq - Huacoto 2022

UBICACIÓN : Distrito de San jeronimo, Provincia Cusco, Departamento

SOLICITA : Clever Rodrigo Rojas, Marse Yuca Segundo

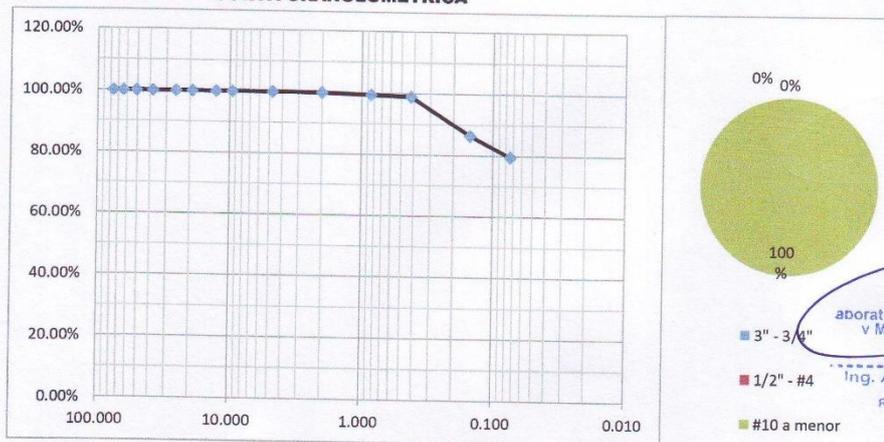
CALICATA : C-3

PROFUNDIDAD : 1.50 m

FECHA : 30 de mayo del 2022

TAMIZ	ABERT. mm.	PESO RET.	%RET. PARC.	%RET. AC.	% Q' PASA	ESPECIFICACION	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
3"	76.200		0.00%	0.00%	100.00%		PESO TOTAL 481.40 gr
2 1/2"	63.500		0.00%	0.00%	100.00%		PESO LAVADO 98.70 gr
2"	50.800	0.00	0.00%	0.00%	100.00%		PESO FINO 382.70 gr
1 1/2"	38.100	0.00	0.00%	0.00%	100.00%	D10	0.009 mm
1"	25.400	0.00	0.00%	0.00%	100.00%	D60	0.056 mm
3/4"	19.100	0.00	0.00%	0.00%	100.00%	D30	0.028 mm
1/2"	12.700	0.00	0.00%	0.00%	100.00%	Cu	6.222
3/8"	9.520	0.00	0.00%	0.00%	100.00%	Cc	1.556
# 4	4.760	0.00	0.00%	0.00%	100.00%		LIMITE LIQUIDO: 33.83%
# 10	2.000	0.50	0.10%	0.10%	99.90%		LIMITE PLASTICO: 16.65%
# 20	0.850	2.20	0.46%	0.56%	99.44%		IND. PLASTICO: 17.19%
# 40	0.420	3.00	0.62%	1.18%	98.82%		CLASIF.SUCS CL
# 100	0.149	60.10	12.48%	13.67%	86.33%		CLASIF.AASHTO A-6 (11)
# 200	0.074	32.90	6.83%	20.50%	79.50%		
CAZUELA	0.000	382.70	79.50%	100.00%	0.00%		CBR 8.37%

CURVA GRANULOMETRICA



OBSERVACIONES :



LIMITE DE CONSISTENCIA - PASA LA MALLA N° 40 AASHTO-T-89,T-90, ASTM D 4318

TESIS : Comparacion de la adiccion de ceniza del fruto de eucalipto y cemento para mejorar la subrasante, carretera Raqayraqayniyuq - Huacoto 2022

UBICACIÓN : Distrito de San jeronimo, Provincia Cusco, Departamento

SOLICITA : Clever Rodrigo Rojas, Marse Yucra Segundo

CALICATA : C-3

PROFUNDIDAD : 1.50 m

FECHA : 30 de mayo del 2022

DETERMINACION DEL LIMITE LIQUIDO

Tarro	2	14	18
Peso Tarro	38.37	37.54	38.64
Peso Tarro + Sueslo húmedo	60.25	59.62	63.79
Peso Tarro + Suelo Seco	54.55	54.05	57.66
Contenido de Humedad	35.23%	33.74%	32.23%
Número de Golpes	19	25	35

(*) Los pesos se hallan en gramos



Límite Líquido (LL) 33.83%

DETERMINACION DEL LIMITE PLASTICO

Tarro	T27	T39
Peso Tarro	14.19	14.07
Peso Tarro + Sueslo húmedo	24.44	26.02
Peso Tarro + Suelo Seco	22.99	24.30
Contenido de Humedad	16.48%	16.81%

(*) Los pesos se hallan en gramos

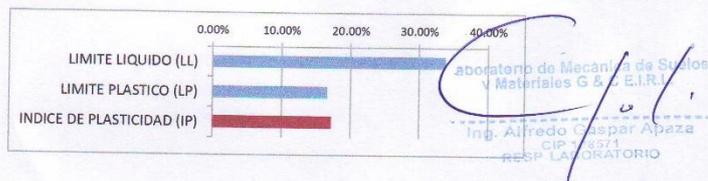
Límite Plástico (LP): 16.65%

RESULTADOS

LIMITE LIQUIDO (LL) 33.83%

LIMITE PLASTICO (LP) 16.65%

INDICE DE PLASTICIDAD (IP) 17.19%





ENSAYO DE COMPACTACION PROCTOR MODIFICADO
ASTM D 1557

TESIS : Comparacion de la adicion de ceniza del fruto de eucalipto y cemento para mejorar la subrasante, carretera Raqayraqayniyuq - Huacoto 2022

UBICACIÓN : Distrito de San jeronimo, Provincia Cusco, Departamento
SOLICITA : Clever Rodrigo Rojas, Marse Yucra Segundo
CALICATA : C-3
PROFUNDIDAD : 1.50 m
FECHA : 30 de mayo del 2022

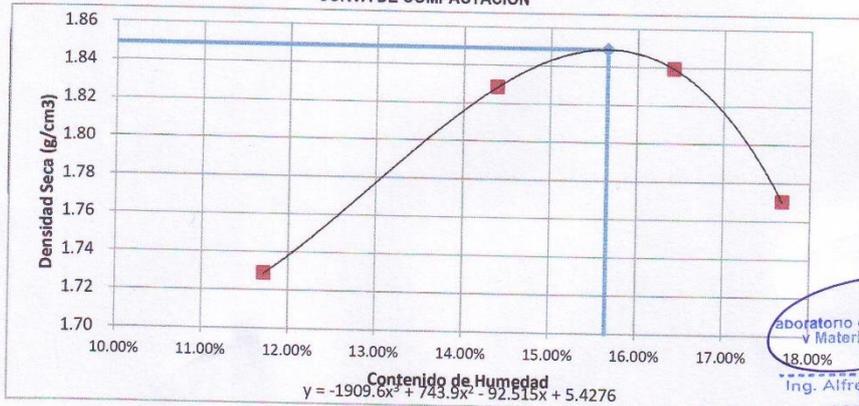
COMPACTACION: METODO "C"

PRUEBA N°	1	2	3	4
NUMERO DE CAPAS:	5	5	5	5
NUMERO DE GOLPES:	56	56	56	56
PESO SUELO + MOLDE (g)	10566.00	10908.00	11014.00	10890.00
PESO MOLDE (g)	6446.00	6446.00	6446.00	6446.00
PESO SUELO COMPACTADO (g)	4120.00	4462.00	4568.00	4444.00
VOLUMEN DEL MOLDE (cm3)	2133.35	2133.35	2133.35	2133.35
DENSIDAD HUMEDA (g/cm3)	1.93	2.09	2.14	2.08

HUMEDAD Y DENSIDAD SECA

TARRO N°	41	36	37	43
PESO DEL TARRO (g)	31.70	31.30	31.40	31.00
PESO TARRO + SUELO HUMEDO (g)	248.10	220.50	217.90	202.70
PESO TARRO + SUELO SECO (g)	225.40	196.70	191.60	176.90
HUMEDAD:	11.72%	14.39%	16.42%	17.68%
DENSIDAD SECA (g/cm3)	1.73	1.83	1.84	1.77

CURVA DE COMPACTACION



Laboratorio de Mecánica de Suelos
y Materiales G & C E.I.R.L.
Ing. Alfredo Gaspar Apaza
CIP # 23571
RESF LABORATORIO

CONTENIDO OPTIMO DE HUMEDAD:

15.66%

DENSIDAD SECA MAXIMA:

1.85 g/cm3

1.85 Ton/m3



ENSAYO CBR ASTM D 1883 y AASHTO T 93

TESIS : Comparacion de la adición de ceniza del fruto de eucalipto y cemento para mejorar la subrasante, carretera Raqayraqayniyuq - Huacoto 2022

UBICACIÓN : Distrito de San jeronimo, Provincia Cusco, Departamento

SOLICITA : Clever Rodrigo Rojas, Marse Yucra Segundo

CALICATA : C-3

PROFUNDIDAD : 1.50 m

FECHA : 30 de mayo del 2022

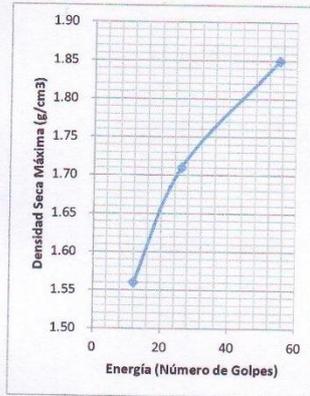
DATOS DEL ENSAYO DE COMPACTACION

DENSIDAD SECA MAXIMA: 1.85 g/cm³

CONTENIDO OPTIMO DE HUMEDAD: 15.66%

COMPACTACION PARA EL ENSAYO

Molde N°	15	14	13
Número de Capas:	5	5	5
Núm. Golpes (energía)	55	26	12
Peso Suelo + Molde (g)	12,255.00	11,952.00	11,614.00
Peso Molde (g)	7,780.00	7,760.30	7,811.70
Peso Suelo Compact. (g)	4,475.00	4,191.70	3,802.30
Volumen Molde (cm ³)	2,090.00	2,115.80	2,108.29
Altura Molde (cm)	11.64	11.66	11.68
Densidad Húm. (g/cm ³)	2.14	1.98	1.80
Densidad Seca (g/cm ³)	1.85	1.71	1.56

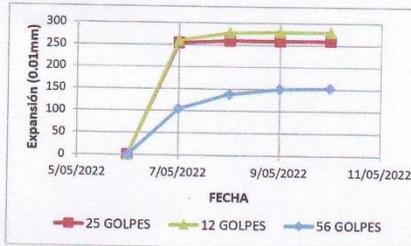


DETERMINACION DEL CONTENIDO DE HUMEDAD

Tarro N°	ANTES DE LA SATURACION		
	32	36	40
Peso Tarro (g)	31.40	31.30	31.10
Peso Tarro + Suelo Húm (g)	168.5	167.50	138.50
Peso Tarro + Suelo Seco (g)	149.94	149.06	123.96
Humedad	15.66%	15.66%	15.66%

EXPANSION

FECHA	EXPANSION MOLDE N° (0.01mm)		
	15	14	13
6/05/2022	0	0	0
7/05/2022	104	254	259
8/05/2022	138	259	277
9/05/2022	150	259	279
10/05/2022	152	259	279
Def (mm)	1.520	2.59	2.79
Def. (cm)	0.152	0.259	0.279
%Expansión	1.31%	2.22%	2.39%



APLICACIÓN DE CARGA

Ecuación Dial de Carga: $2.3305556 \cdot x + 4.29435227 \cdot x + -0.000114 \cdot x^2$

PENETRACION		Presión Patrón (Kgf/cm ²)	CARGA (Area Pistón 19.878 cm ²)					
(in)	(mm)		Molde 15		Molde 14		Molde 13	
			Dial	(Kgf/cm ²)	Dial	(Kgf/cm ²)	Dial	(Kgf/cm ²)
0.00	0.00	70.31	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
0.02	0.63	70.31	8.00	1.85	4.00	0.98	2.00	
0.05	1.27	70.31	20.80	4.61	10.00	2.28	4.00	
0.07	1.90	70.31	32.80	7.20	16.00	3.57	6.00	
0.10	2.54	70.31	47.20	10.30	21.00	4.65	8.00	
0.12	3.17	70.31	58.00	12.63	26.00	5.73	10.00	
0.15	3.81	70.31	72.00	15.64	29.00	6.38	11.00	
0.20	5.08	105.46	82.00	17.79	35.00	7.67	14.00	
0.30	7.62	105.46	97.00	21.02	43.00	9.40	17.00	
0.40	10.16	105.46	109.00	23.60	49.00	10.69	19.00	
0.50	12.70	105.46	118.00	25.53	56.00	12.20	22.00	

Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales G&C E.I.R.L.
Alfredo Gaspar Apaza
CIP 428571
PSP LABORATORIO



ENSAYO CBR ASTM D 1883 y AASHTO T 93

TESIS : Comparación de la adición de ceniza del fruto de eucalipto y cemento para mejorar la subrasante, carretera Raqayraqayniyuq - Huacoto 2022

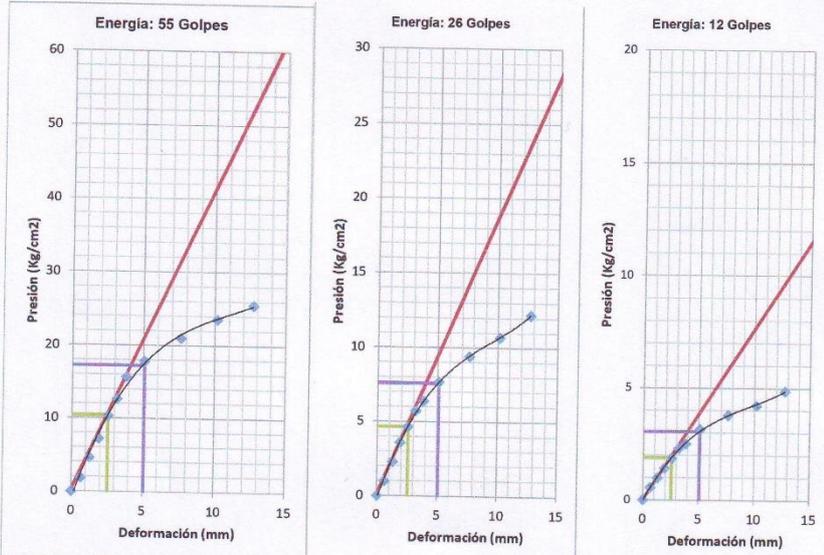
UBICACIÓN : Distrito de San Jerónimo, Provincia Cusco, Departamento

SOLICITA : Clever Rodrigo Rojas, Marse Yucra Segundo

CALICATA : C-3

PROFUNDIDAD : 1.50 m

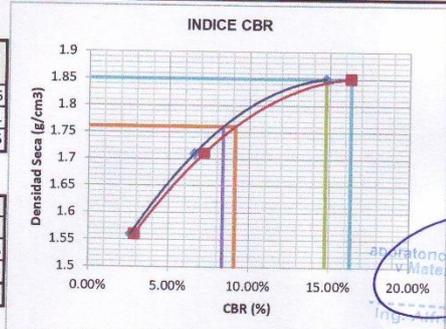
FECHA : 30 de mayo del 2022



Penetración (in)	Presión (Kg/cm2)	%CBR	Penetración (in)	Presión (Kg/cm2)	%CBR	Penetración (in)	Presión (Kg/cm2)	%CBR
0.1"	10.39	14.78%	0.1"	4.64	6.60%	0.1"	1.87	2.66%
0.2"	17.23	16.34%	0.2"	7.58	7.19%	0.2"	3.05	2.89%

Energía (Golpes)	CBR		Densidad Seca (g/cm3)
	0.1"	0.2"	
12	2.66%	2.89%	1.56
26	6.60%	7.19%	1.71
55	14.78%	16.34%	1.85

Grado de Compactación	Densidad Seca	CBR	
		0.1"	0.2"
100%	1.85	14.78%	16.34%
95%	1.76	8.37%	9.13%
INDICE CBR		8.37%	



OBSERVACIONES:

Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales G & C E.I.R.L.
Ing. Clever Rodrigo Rojas Apaza
CIP 28371
RESP. LABORATORIO



CONTENIDO DE HUMEDAD ASTM D 2216

TESIS : Comparacion de la adiccion de ceniza del fruto de eucalipto y cemento para mejorar la subrasante, carretera Raqayraqayniyuq - Huacoto 2022

UBICACIÓN : Distrito de San jeronimo, Provincia Cusco, Departamento

SOLICITA : Clever Rodrigo Rojas, Marse Yucra Segundo

CALICATA : C-4

PROFUNDIDAD : 1.50 m

FECHA : 30 de mayo del 2022

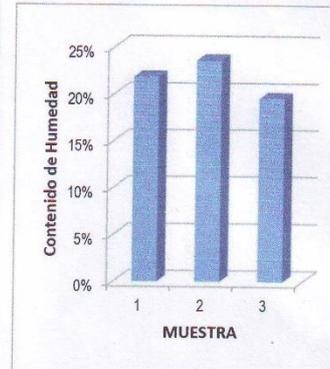
DETERMINACION DEL CONTENIDO DE HUMEDAD

MUESTRA	1	2	3
Tarro	21	34	12
Peso Tarro	24.00	36.00	25.00
Peso Tarro + Sueslo húmedo	197.00	214.00	188.80
Peso Tarro + Suelo Seco	166.00	180.00	162.00
Contenido de Humedad	21.83%	23.61%	19.56%

Contenido de Humedad Promedio:

21.67%

OBSERVACIONES:



Laboratorio de Mecánica de Suelos
y Materiales G & C E.I.R.L.
Ing. Alfredo Gaspar Apaza
CIP 128571
RESP LABORATORIO



ENSAYO GRANULOMETRICO POR TAMIZADO ASTM D422, AASHTO T-88

TESIS : Comparacion de la adición de ceniza del fruto de eucalipto y cemento para mejorar la subrasante, carretera Raqayraqayniyuq - Huacoto 2022

UBICACIÓN : Distrito de San Jerónimo, Provincia Cusco, Departamento

SOLICITA : Clever Rodrigo Rojas, Marse Yucra Segundo

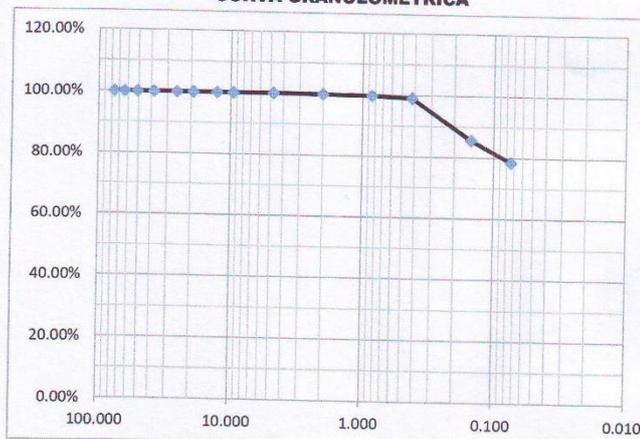
CALICATA : C-4

PROFUNDIDAD : 1.50 m

FECHA : 30 de mayo del 2022

TAMIZ	ABERT. mm.	PESO RET.	%RET. PARC.	%RET. AC.	% Q' PASA	ESPECIFICACION	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
3"	76.200		0.00%	0.00%	100.00%		PESO TOTAL 481.40 gr
2 1/2"	63.500		0.00%	0.00%	100.00%		PESO LAVADO 103.80 gr
2"	50.800	0.00	0.00%	0.00%	100.00%		PESO FINO 377.60 gr
1 1/2"	38.100	0.00	0.00%	0.00%	100.00%	D10	0.009 mm
1"	25.400	0.00	0.00%	0.00%	100.00%	D60	0.057 mm
3/4"	19.100	0.00	0.00%	0.00%	100.00%	D30	0.028 mm
1/2"	12.700	0.00	0.00%	0.00%	100.00%	Cu	6.333
3/8"	9.520	0.00	0.00%	0.00%	100.00%	Cc	1.528
# 4	4.760	0.00	0.00%	0.00%	100.00%		LIMITE LIQUIDO: 37.20%
# 10	2.000	0.50	0.10%	0.10%	99.90%		LIMITE PLASTICO 21.42%
# 20	0.850	1.30	0.27%	0.37%	99.63%		IND. PLASTICO: 15.78%
# 40	0.420	3.00	0.62%	1.00%	99.00%		CLASIF.SUCS CL
# 100	0.149	65.00	13.50%	14.50%	85.50%		CLASIF.AASHTO A-6 (10)
# 200	0.074	34.00	7.06%	21.56%	78.44%		
CAZUELA	0.000	377.60	78.44%	100.00%	0.00%	CBR	8.11%

CURVA GRANULOMETRICA



OBSERVACIONES:



LIMITE DE CONSISTENCIA - PASA LA MALLA N° 40
AASHTO-T-89,T-90, ASTM D 4318

TESIS : Comparacion de la adiccion de ceniza del fruto de eucalipto y cemento para mejorar la subrasante, carretera Raqayraqayniyuq - Huacoto 2022

UBICACIÓN : Distrito de San jeronimo, Provincia Cusco, Departamento

SOLICITA : Clever Rodrigo Rojas, Marse Yucra Segundo

CALICATA : C-4

PROFUNDIDAD : 1.50 m

FECHA : 30 de mayo del 2022

DETERMINACION DEL LIMITE LIQUIDO

Tarro	4	16	19
Peso Tarro	36.00	37.10	39.00
Peso Tarro + Sueslo húmedo	59.50	60.30	64.00
Peso Tarro + Suelo Seco	53.00	54.00	57.50
Contenido de Humedad	38.24%	37.28%	35.14%
Número de Golpes	20	26	36

(*) Los pesos se hallan en gramos



Límite Líquido (LL) 37.20%

DETERMINACION DEL LIMITE PLASTICO

Tarro	32	36
Peso Tarro	14.00	14.30
Peso Tarro + Sueslo húmedo	25.00	26.00
Peso Tarro + Suelo Seco	23.00	24.00
Contenido de Humedad	22.22%	20.62%

(*) Los pesos se hallan en gramos

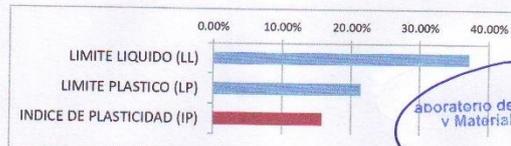
Límite Plástico (LP): 21.42%

RESULTADOS

LIMITE LIQUIDO (LL) 37.20%

LIMITE PLASTICO (LP) 21.42%

INDICE DE PLASTICIDAD (IP) 15.78%



laboratorio de Mecanica de Suelos
y Materiales G & C E.I.R.L.
Ing. Alfredo Gaspar Apaza
CIP 128571
RESP LABORATORIO



ENSAYO DE COMPACTACION PROCTOR MODIFICADO
ASTM D 1557

TESIS : Comparacion de la adicion de ceniza del fruto de eucalipto y cemento para mejorar la subrasante, carretera Raqayraqayniyuq - Huacoto 2022

UBICACIÓN : Distrito de San Jeronimo, Provincia Cusco, Departamento

SOLICITA : Clever Rodrigo Rojas, Marse Yucra Segundo

CALICATA : C-4

PROFUNDIDAD : 1.50 m

FECHA : 30 de mayo del 2022

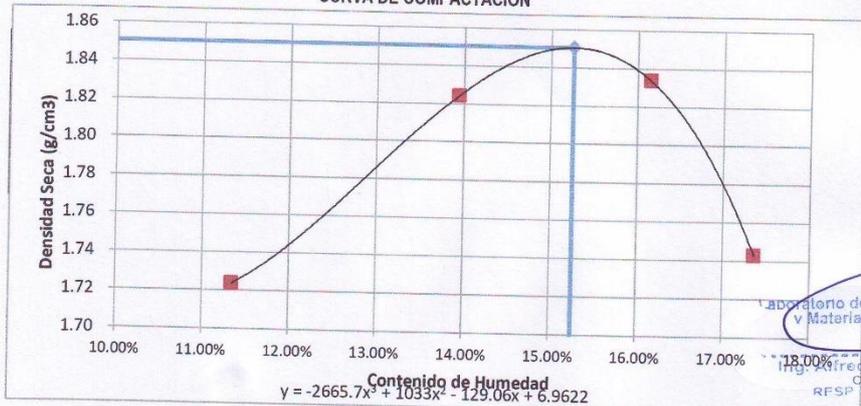
COMPACTACION: METODO "C"

PRUEBA N°	1	2	3	4
NUMERO DE CAPAS:	5	5	5	5
NUMERO DE GOLPES:	56	56	56	56
PESO SUELO + MOLDE (g)	10540.00	10880.00	10990.00	10810.00
PESO MOLDE (g)	6446.00	6446.00	6446.00	6446.00
PESO SUELO COMPACTADO (g)	4094.00	4434.00	4544.00	4364.00
VOLUMEN DEL MOLDE (cm ³)	2133.35	2133.35	2133.35	2133.35
DENSIDAD HUMEDA (g/cm ³)	1.92	2.08	2.13	2.05

HUMEDAD Y DENSIDAD SECA

TARRO N°	34	33	12	9
PESO DEL TARRO (g)	32.00	32.00	31.00	33.00
PESO TARRO + SUELO HUMEDO (g)	248.00	220.00	218.00	202.00
PESO TARRO + SUELO SECO (g)	226.00	197.00	192.00	177.00
HUMEDAD:	11.34%	13.94%	16.15%	17.36%
DENSIDAD SECA (g/cm ³)	1.72	1.82	1.83	1.74

CURVA DE COMPACTACION



CONTENIDO OPTIMO DE HUMEDAD: 15.25%

DENSIDAD SECA MAXIMA:

1.85 g/cm³

1.85 Ton/m³

Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales G & C E.I.R.L.
Ing. Alfredo Gaspar Apaza
DIP 176871
RESP LABORATORIO



ENSAYO CBR ASTM D 1883 y AASHTO T 93

TESIS : Comparación de la adición de ceniza del fruto de eucalipto y cemento para mejorar la subrasante, carretera Raqayraqayniyuq - Huacoto 2022

UBICACIÓN : Distrito de San Jerónimo, Provincia Cusco, Departamento

SOLICITA : Clever Rodrigo Rojas, Marse Yuca Segundo

CALICATA : C-4

PROFUNDIDAD : 1.50 m

FECHA : 30 de mayo del 2022

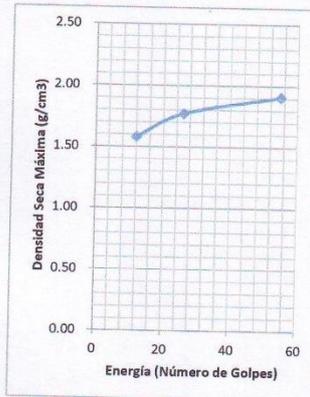
DATOS DEL ENSAYO DE COMPACTACION

DENSIDAD SECA MAXIMA: 1.85 g/cm³

CONTENIDO OPTIMO DE HUMEDAD: 15.25%

COMPACTACION PARA EL ENSAYO

Molde N°	16	18	19
Número de Capas:	5	5	5
Núm. Golpes (energía)	55	26	12
Peso Suelo + Molde (g)	12,198.00	12,050.00	11,560.00
Peso Molde (g)	7,521.90	7,745.50	7,699.50
Peso Suelo Compact. (g)	4,676.10	4,304.50	3,860.50
Volumen Molde (cm ³)	2,119.56	2,105.87	2,114.96
Altura Molde (cm)	11.65	11.59	11.64
Densidad Húm. (g/cm ³)	2.21	2.04	1.83
Densidad Seca (g/cm ³)	1.91	1.77	1.58

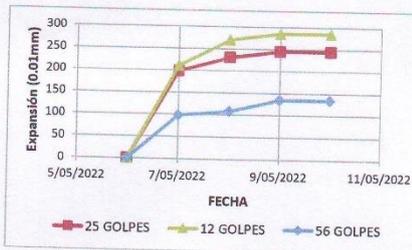


DETERMINACION DEL CONTENIDO DE HUMEDAD

Tarro N°	ANTES DE LA SATURACION		
	32	36	40
Peso Tarro (g)	31.40	31.30	31.10
Peso Tarro + Suelo Húm (g)	168.5	167.50	138.50
Peso Tarro + Suelo Seco (g)	149.94	149.06	123.96
Humedad	15.66%	15.66%	15.66%

EXPANSION

FECHA	EXPANSION MOLDE N° (0.01mm)		
	16	18	19
6/05/2022	0	0	0
7/05/2022	98	198	210
8/05/2022	108	230	270
9/05/2022	135	245	285
10/05/2022	135	245	285
Def. (mm)	1.350	2.45	2.85
Def. (cm)	0.135	0.245	0.285
%Expansión	1.16%	2.11%	2.45%



APLICACION DE CARGA

Ecuación Dial de Carga: $2.3305556 \cdot + 4.29435227 \cdot x + -0.000114 \cdot x^2$

PENETRACION (in)	Presión Patrón (Kgf/cm ²)	CARGA (Area Pistón 19.878 cm ²)					
		Molde 16		Molde 18		Molde 19	
		Dial	(Kgf/cm ²)	Dial	(Kgf/cm ²)	Dial	(Kgf/cm ²)
0.00		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.02		9.60	2.19	5.00	1.20	2.00	0.55
0.05		20.00	4.44	10.00	2.28	5.00	1.20
0.07		32.00	7.02	17.00	3.79	8.00	1.85
0.10	70.31	48.80	10.65	22.00	4.87	10.00	2.28
0.12		56.00	12.20	27.00	5.95	10.00	2.28
0.15		71.00	15.43	31.00	6.81	13.00	2.92
0.20	105.46	80.00	17.36	36.00	7.89	14.00	3.14
0.30		95.00	20.59	44.00	9.61	18.00	4.00
0.40		110.00	23.81	50.00	10.90	21.00	4.65
0.50		116.00	25.10	60.00	13.06	24.00	5.30

Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales G & C E.I.R.L.
Alfredo Caspar Apaza
CIP 13871
RESP. LABORATORIO



ENSAYO CBR ASTM D 1883 y AASHTO T 93

TESIS : Comparación de la adición de ceniza del fruto de eucalipto y cemento para mejorar la subrasante, carretera Raqayraqayniyuq - Huacoto 2022

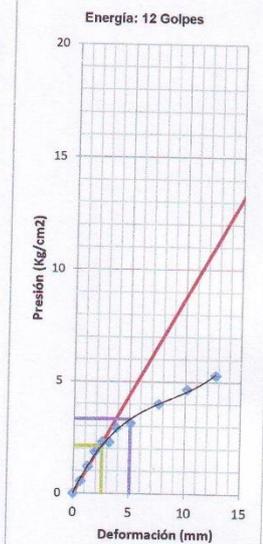
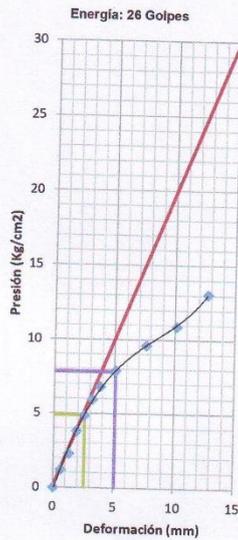
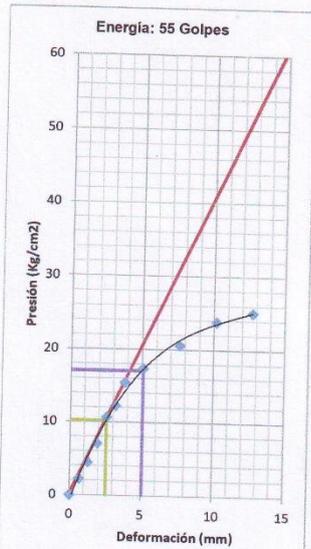
UBICACIÓN : Distrito de San Jeronimo, Provincia Cusco, Departamento

SOLICITA : Clever Rodrigo Rojas, Marse Yucra Segundo

CALICATA : C-4

PROFUNDIDAD : 1.50 m

FECHA : 30 de mayo del 2022



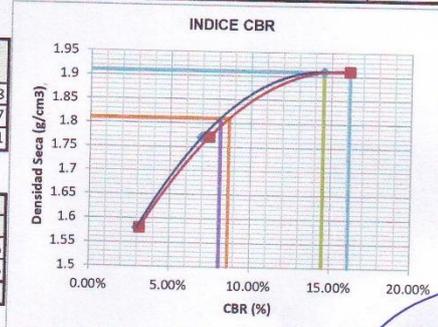
Penetración (in)	Presión (Kg/cm2)	%CBR	Penetración (in)	Presión (Kg/cm2)	%CBR	Penetración (in)	Presión (Kg/cm2)	%CBR
0.1"	10.22	14.53%	0.1"	4.89	6.96%	0.1"	2.11	3.01%
0.2"	17.03	16.15%	0.2"	7.81	7.41%	0.2"	3.32	3.15%

CBR SEGUN ENERGIA DE COMPACTACION Y PENETRACION

Energía (Golpes)	CBR		Densidad Seca (g/cm ³)
	0.1"	0.2"	
12	3.01%	3.15%	1.58
26	6.96%	7.41%	1.77
55	14.53%	16.15%	1.91

DETERMINACION DEL INDICE CBR

Grado de Compactación	Densidad Seca	CBR	
		0.1"	0.2"
100%	1.91	14.53%	16.15%
95%	1.81	8.11%	8.64%
INDICE CBR		8.11%	



OBSERVACIONES:

Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales G & C E.I.R.L.
Ing. Alfredo Caspar Apaza
CIP 145571
RFSPLABORATORIO



LIMITE DE CONSISTENCIA - PASA LA MALLA N° 40
AASHTO-T-89,T-90, ASTM D 4318

TESIS : Comparacion de la adicion de ceniza del fruto de eucalipto y cemento para mejorar la subrasante, carretera Raqayraqayniyuq - Huacoto 2022

UBICACIÓN : Distrito de San Jeronimo, Provincia Cusco, Departamento

SOLICITA : Clever Rodrigo Rojas, Marse Yucra Segundo

CALICATA : C-2 + Cemento 1.5%

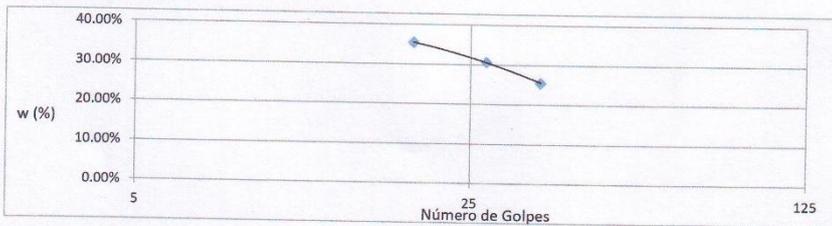
PROFUNDIDAD : 1.50 m

FECHA : 30 de mayo del 2022

DETERMINACION DEL LIMITE LIQUIDO

Tarro	C15	C12	C17
Peso Tarro	24.00	23.90	24.40
Peso Tarro + Sueslo húmedo	45.00	43.50	49.00
Peso Tarro + Suelo Seco	39.50	38.90	44.00
Contenido de Humedad	35.48%	30.67%	25.51%
Número de Golpes	19	27	35

(*) Los pesos se hallan en gramos



Límite Líquido (LL) 31.30%

DETERMINACION DEL LIMITE PLASTICO

Tarro	C14	C16
Peso Tarro	22.00	21.00
Peso Tarro + Sueslo húmedo	33.00	31.40
Peso Tarro + Suelo Seco	30.80	30.00
Contenido de Humedad	25.00%	15.56%

(*) Los pesos se hallan en gramos

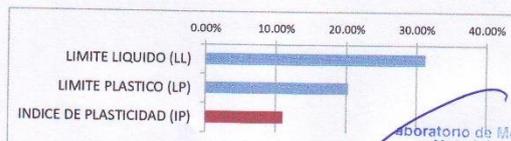
Límite Plástico (LP): 20.28%

RESULTADOS

LIMITE LIQUIDO (LL) 31.30%

LIMITE PLASTICO (LP) 20.28%

INDICE DE PLASTICIDAD (IP) 11.03%



Laboratorio de Mecánica de Suelos
y Materiales G & C E.I.R.L.

Ing. Alfredo Caspar Apaza
CIP 128871
RESP. LABORATORIO



ENSAYO DE COMPACTACION PROCTOR MODIFICADA ASTM D 1557

TESIS : Comparacion de la adición de ceniza del fruto de eucalipto y cemento para mejorar la subrasante, carretera Raqayraqayniyuq - Huacoto 2022

UBICACIÓN : Distrito de San Jeronimo, Provincia Cusco, Departamento

SOLICITA : Clever Rodrigo Rojas, Marse Yucra Segundo

CALICATA : C-2 + Cemento 1.5%

PROFUNDIDAD : 1.50 m

FECHA : 30 de mayo del 2022

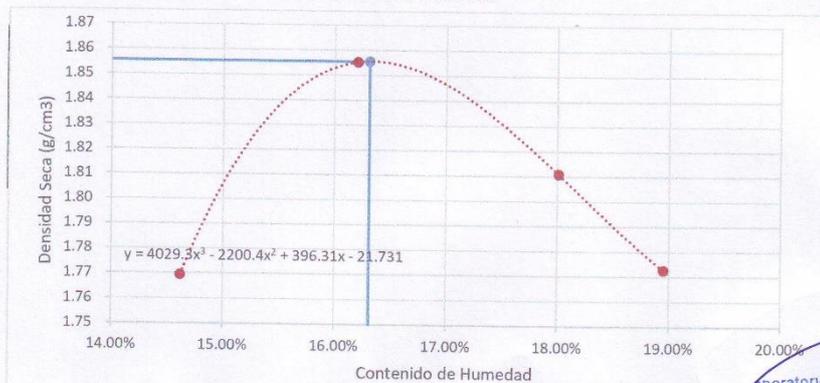
COMPACTACION: METODO "C"

PRUEBA N°	1	2	3	4
NUMERO DE CAPAS:	5	5	5	5
NUMERO DE GOLPES:	56	56	56	56
PESO SUELO + MOLDE (g)	10240.00	10510.00	10470.00	10410.00
PESO MOLDE (g)	5956.00	5956.00	5956.00	5956.00
PESO SUELO COMPACTADO (g)	4284.00	4554.00	4514.00	4454.00
VOLUMEN DEL MOLDE (cm ³)	2112.36	2112.36	2112.36	2112.36
DENSIDAD HUMEDA (g/cm ³)	2.03	2.16	2.14	2.11

HUMEDAD Y DENSIDAD SECA

TARRO N°	C13	C25	C14	C19
PESO DEL TARRO (g)	31.00	31.80	31.40	32.00
PESO TARRO + SUELO HUMEDO (g)	216.00	234.00	226.00	214.00
PESO TARRO + SUELO SECO (g)	192.40	205.80	196.30	185.00
HUMEDAD:	14.62%	16.21%	18.01%	18.95%
DENSIDAD SECA (g/cm ³)	1.77	1.86	1.81	1.77

CURVA DE COMPACTACION



CONTENIDO OPTIMO DE HUMEDAD: **16.31%**

DENSIDAD SECA MAXIMA: **1.86** g/cm³

1.86 Ton/m³

Laboratorio de Mecánica de Suelos
y Materiales G&C E.I.R.L.
Ing. Alfredo Gaspar Apaza,
CIF 128571
RESP. LABORATORIO



ENSAYO CBR ASTM D 1883 y AASHTO T 93

TESIS : Comparación de la adición de ceniza del fruto de eucalipto y cemento para mejorar la subrasante, carretera Raqayraqayniyuq - Huacoto 2022

UBICACIÓN : Distrito de San Jerónimo, Provincia Cusco, Departamento

SOLICITA : Clever Rodrigo Rojas, Marse Yucra Segundo

CALICATA : C-2 + Cemento 1.5%

PROFUNDIDAD : 1.50 m

FECHA : 30 de mayo del 2022

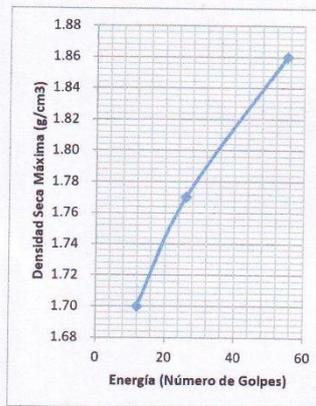
DATOS DEL ENSAYO DE COMPACTACION

DENSIDAD SECA MÁXIMA: 1.86 g/cm³

CONTENIDO ÓPTIMO DE HUMEDAD: 16.31%

COMPACTACION PARA EL ENSAYO

Molde N°	15	16	17
Número de Capas:	5	5	5
Núm. Golpes (energía)	55	26	12
Peso Suelo + Molde (g)	12,305.00	11,885.00	11,748.00
Peso Molde (g)	7,780.00	7,521.90	7,570.30
Peso Suelo Compact. (g)	4,525.00	4,363.10	4,177.70
Volumen Molde (cm ³)	2,090.00	2,119.56	2,115.06
Altura Molde (cm)	11.64	11.65	11.61
Densidad Húm. (g/cm ³)	2.17	2.06	1.98
Densidad Seca (g/cm ³)	1.86	1.77	1.70

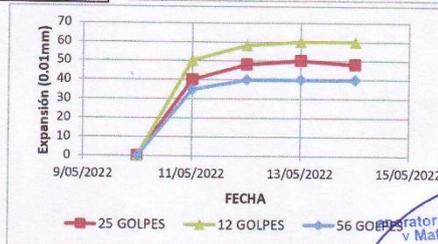


DETERMINACION DEL CONTENIDO DE HUMEDAD

Tarro N°	ANTES DE LA SATURACION		
	C11	C12	C14
Peso Tarro (g)	30.00	31.00	32.00
Peso Tarro + Suelo Húm (g)	224	277.00	264.1
Peso Tarro + Suelo Seco (g)	196.80	242.51	231.55
Humedad	16.31%	16.31%	16.31%

EXPANSION

FECHA	EXPANSION MOLDE N° (0.01mm)		
	15	16	17
10/05/2022	0	0	0
11/05/2022	35	40	50
12/05/2022	40	48	58
13/05/2022	40	50	60
14/05/2022	40	48	60
Def. (mm)	0.400	0.48	0.6
Def. (cm)	0.04	0.048	0.06
%Expansión	0.34%	0.41%	0.52%



APLICACIÓN DE CARGA

Ecuación Dial de Carga: $2.3305556 \cdot + 4.29435227 \cdot x + -0.0001137 \cdot x^2$

PENETRACION		Presión Patrón (Kgf/cm ²)	CARGA (Área Pistón 19.878 cm ²)					
(in)	(mm)		Molde 15		Molde 16		Molde 17	
			Dial	(Kgf/cm ²)	Dial	(Kgf/cm ²)	Dial	(Kgf/cm ²)
0.00	0.00		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.02	0.63		12.00	2.71	10.00	2.28	4.00	0.98
0.05	1.27		19.00	4.22	13.00	2.92	8.00	1.85
0.07	1.90		27.00	5.95	18.00	4.00	10.00	2.28
0.10	2.54	70.31	38.00	8.32	23.00	5.08	13.00	2.92
0.12	3.17		49.00	10.69	31.00	6.81	17.00	3.79
0.15	3.81		64.00	13.92	42.00	9.18	20.00	4.44
0.20	5.08	105.46	72.00	15.64	49.00	10.69	24.00	5.30
0.30	7.62		83.00	18.01	61.00	13.27	29.00	6.38
0.40	10.16		99.00	21.45	77.00	16.72	31.00	6.81
0.50	12.70		110.00	23.81	92.00	19.94	35.00	7.67

Ing. Alfredo Gaspar Apaza
CIP 128871
RESP. LABORATORIO



ENSAYO CBR ASTM D 1883 y AASHTO T 93

TESIS : Comparación de la adición de ceniza del fruto de eucalipto y cemento para mejorar la subrasante, carretera Raqayraqayniyuq - Huacoto 2022

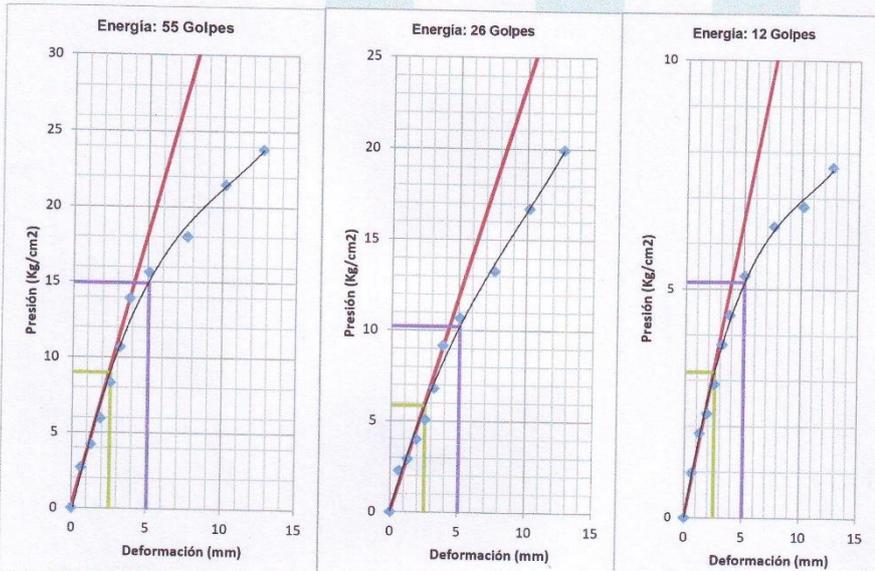
UBICACIÓN : Distrito de San Jerónimo, Provincia Cusco, Departamento

SOLICITA : Clever Rodrigo Rojas, Marse Yucra Segundo

CALICATA : C-2 + Cemento 1.5%

PROFUNDIDAD : 1.50 m

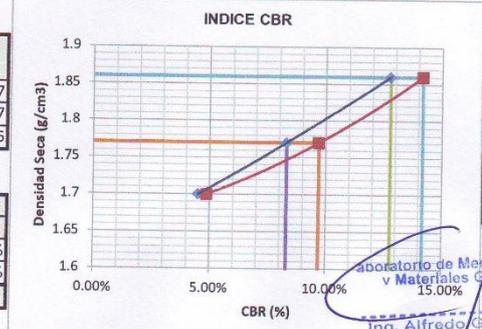
FECHA : 30 de mayo del 2022



Penetración (in)	Presión (Kg/cm ²)	%CBR	Penetración (in)	Presión (Kg/cm ²)	%CBR	Penetración (in)	Presión (Kg/cm ²)	%CBR
0.1"	8.98	12.77%	0.1"	5.84	8.30%	0.1"	3.18	4.52%
0.2"	14.94	14.16%	0.2"	10.23	9.70%	0.2"	5.15	4.88%

Energía (Golpes)	CBR		Densidad Seca
	0.1"	0.2"	
12	4.52%	4.88%	1.7
26	8.30%	9.70%	1.77
55	12.77%	14.16%	1.86

Grado de Compactación	Densidad Seca	CBR	
		0.1"	0.2"
100%	1.86	12.77%	14.16%
95%	1.77	8.30%	9.70%
INDICE CBR		8.30%	



OBSERVACIONES:

Laboratorio de Mecánica de Suelos
y Materiales G & C E.I.R.L.
Ing. Alfredo Gaspar Apaza
C.R. 128571
RESP. LABORATORIO



LIMITE DE CONSISTENCIA - PASA LA MALLA N° 40 AASHTO-T-89,T-90, ASTM D 4318

TESIS : Comparación de la adición de ceniza del fruto de eucalipto y cemento para mejorar la subrasante, carretera Raqayraqayniyuq - Huacoto 2022

UBICACIÓN : Distrito de San Jerónimo, Provincia Cusco, Departamento

SOLICITA : Clever Rodrigo Rojas, Marse Yucra Segundo

CALICATA : C-2 + Cemento 2%

PROFUNDIDAD : 1,50 m

FECHA : 30 de mayo del 2022

DETERMINACION DEL LIMITE LIQUIDO

Tarro	C07	C08	C09
Peso Tarro	20.50	19.50	21.00
Peso Tarro + Suelo húmedo	47.00	46.00	48.00
Peso Tarro + Suelo Seco	40.00	40.00	43.00
Contenido de Humedad	35.90%	29.27%	22.73%
Número de Golpes	20	28	36

(*) Los pesos se hallan en gramos



Límite Líquido (LL) 31.19%

DETERMINACION DEL LIMITE PLASTICO

Tarro	C03	C05
Peso Tarro	22.50	25.00
Peso Tarro + Suelo húmedo	32.00	31.00
Peso Tarro + Suelo Seco	30.20	30.00
Contenido de Humedad	23.38%	20.00%

(*) Los pesos se hallan en gramos

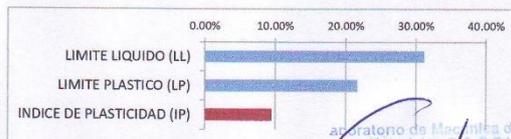
Límite Plástico (LP): 21.69%

RESULTADOS

LÍMITE LIQUIDO (LL) 31.19%

LÍMITE PLASTICO (LP) 21.69%

INDICE DE PLASTICIDAD (IP) 9.50%



Laboratorio de Mecánica de Suelos
y Materiales G&C E.I.R.L.
Ing. Alfredo Gaspar Apaza
CIP 128571
RESP LABORATORIO



ENSAYO DE COMPACTACION PROCTOR MODIFICADO ASTM D 1557

TESIS : Comparacion de la adicione de ceniza del fruto de eucalipto y cemento para mejorar la subrasante, carretera Raqayraqayniyuq - Huacoto 2022

UBICACIÓN : Distrito de San Jeronimo, Provincia Cusco, Departamento
SOLICITA : Clever Rodrigo Rojas, Marse Yucra Segundo
CALICATA : C-2 + Cemento 2%
PROFUNDIDAD : 1.50 m
FECHA : 30 de mayo del 2022

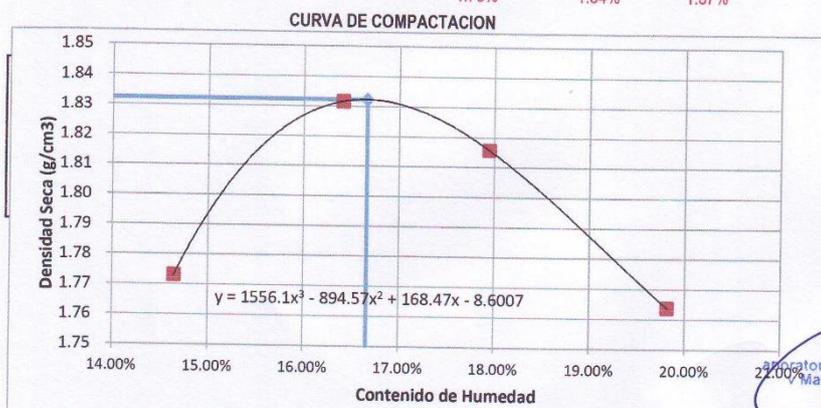
COMPACTACION: METODO "C"

PRUEBA N°	1	2	3	4
NUMERO DE CAPAS:	5	5	5	5
NUMERO DE GOLPES:	56	56	56	56
PESO SUELO + MOLDE (g)	10250.00	10460.00	10480.00	10420.00
PESO MOLDE (g)	5956.00	5956.00	5956.00	5956.00
PESO SUELO COMPACTADO (g)	4294.00	4504.00	4524.00	4464.00
VOLUMEN DEL MOLDE (cm ³)	2112.36	2112.36	2112.36	2112.36
DENSIDAD HUMEDA (g/cm ³)	2.03	2.13	2.14	2.11

HUMEDAD Y DENSIDAD SECA

TARRO N°	C3	C9	C11	C7
PESO DEL TARRO (g)	35.00	31.50	30.00	31.00
PESO TARRO + SUELO HUMEDO (g)	215.00	235.00	224.50	216.00
PESO TARRO + SUELO SECO (g)	192.00	206.31	194.90	185.40
HUMEDAD:	14.65%	16.41%	17.95%	19.82%
DENSIDAD SECA (g/cm ³)	1.77	1.83	1.82	1.76

1.76% 1.54% 1.87%



CONTENIDO OPTIMO DE HUMEDAD: **16.67%**
DENSIDAD SECA MAXIMA: **1.83** g/cm³ **1.83** Ton/m³

Laboratorio de Mecánica de Suelos
Materiales G & C E.I.R.L.
Ing. Alfredo Gaspar Apaza
CIP 127571
RFSF LABORATORIO



ENSAYO CBR ASTM D 1883 y AASHTO T 93

TESIS : Comparacion de la adición de ceniza del fruto de eucalipto y cemento para mejorar la subrasante, carretera Raqayraqayniyuq - Huacoto 2022

UBICACIÓN : Distrito de San Jeronimo, Provincia Cusco, Departamento

SOLICITA : Clever Rodrigo Rojas, Marse Yucra Segundo

CALICATA : C-2 + Cemento 2%

PROFUNDIDAD : 1.50 m

FECHA : 30 de mayo del 2022

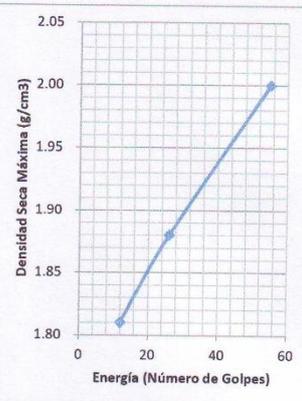
DATOS DEL ENSAYO DE COMPACTACION

DENSIDAD SECA MAXIMA: 1.83 g/cm³

CONTENIDO OPTIMO DE HUMEDAD: 0.17

COMPACTACION PARA EL ENSAYO

Molde N°	22	23	24
Número de Capas:	5	5	5
Núm. Golpes (energía)	55	26	12
Peso Suelo + Molde (g)	12,640.00	12,350.00	12,190.00
Peso Molde (g)	7,692.70	7,679.19	7,684.00
Peso Suelo Compact. (g)	4,947.30	4,670.81	4,506.00
Volumen Molde (cm ³)	2,111.21	2,113.14	2,121.38
Altura Molde (cm)	11.65	11.63	11.66
Densidad Húm. (g/cm ³)	2.34	2.21	2.12
Densidad Seca (g/cm ³)	2.00	1.88	1.81



DETERMINACION DEL CONTENIDO DE HUMEDAD

Tarro N°	ANTES DE LA SATURACION		
	C14	C19	C22
Peso Tarro (g)	34.00	33.00	32.00
Peso Tarro + Suelo Húm (g)	228.5	305.10	258.13
Peso Tarro + Suelo Seco (g)	199.66	264.75	224.60
Humedad	17.41%	17.41%	17.41%

EXPANSION

FECHA	EXPANSION MOLDE N° (0.01mm)		
	22	23	24
10/05/2022	0	0	0
11/05/2022	14	19	25
12/05/2022	18	24	28
13/05/2022	19	24	29
14/05/2022	19	24	29
Def (mm)	0.190	0.24	0.29
Def. (cm)	0.019	0.024	0.029
%Expansión	0.16%	0.21%	0.25%



APLICACION DE CARGA

Ecuación Dial de Carga $2.3305556 \cdot + 4.29435227 \cdot x + -0.0001137 \cdot x^2$

PENETRACION		Presión Patrón (Kgf/cm ²)	CARGA (Area Pistón 19.878 cm ²)					
(in)	(mm)		Molde 22		Molde 23		Molde 24	
			Dial	(Kgf/cm ²)	Dial	(Kgf/cm ²)	Dial	(Kgf/cm ²)
0.00	0.00		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.02	0.63		11.00	2.49	9.00	2.06	3.00	0.77
0.05	1.27		17.00	3.79	17.00	3.79	7.00	1.63
0.07	1.90		26.00	5.73	25.00	5.51	11.00	2.49
0.10	2.54	70.31	37.00	8.10	27.00	5.95	16.00	3.57
0.12	3.17		48.00	10.47	36.00	7.89	20.00	4.44
0.15	3.81		63.00	13.70	44.00	9.61	25.00	5.51
0.20	5.08	105.46	74.00	16.07	59.00	12.84	29.00	6.38
0.30	7.62		92.00	19.94	75.00	16.29	36.00	7.89
0.40	10.16		105.00	22.74	91.00	19.73	48.00	10.47
0.50	12.70		118.00	25.53	112.00	24.24	70.00	15.21

Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales G & C E.I.R.L.
Ing. Alfredo G. Sotillo Aniza
CIP 128571
RES. LABORATORIO



ENSAYO CBR ASTM D 1883 y AASHTO T 93

TESIS : Comparación de la adición de ceniza del fruto de eucalipto y cemento para mejorar la subrasante, carretera Raqayraqayniyuq - Huacoto 2022

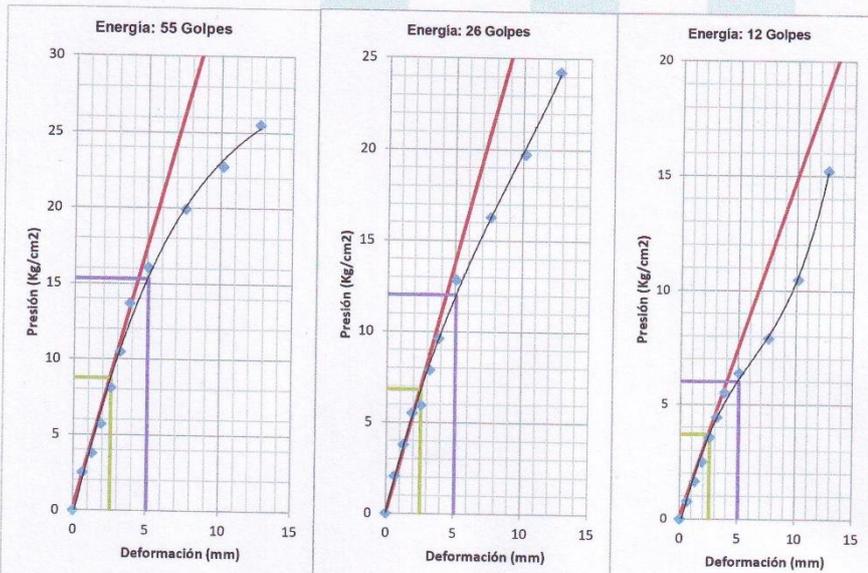
UBICACIÓN : Distrito de San Jeronimo, Provincia Cusco, Departamento

SOLICITA : Clever Rodrigo Rojas, Marse Yucra Segundo

CALICATA : C-2 + Cemento 2%

PROFUNDIDAD : 1.50 m

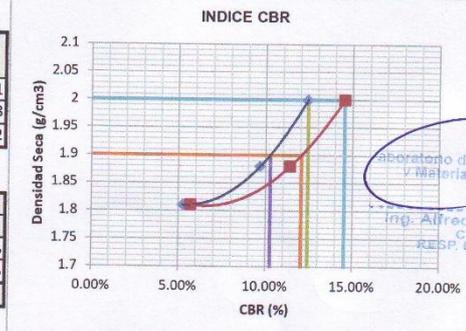
FECHA : 30 de mayo del 2022



Penetración (in)	Presión (Kg/cm2)	%CBR	Penetración (in)	Presión (Kg/cm2)	%CBR	Penetración (in)	Presión (Kg/cm2)	%CBR
0.1"	8.74	12.43%	0.1"	6.81	9.69%	0.1"	3.70	5.26%
0.2"	15.33	14.53%	0.2"	12.03	11.41%	0.2"	6.01	5.70%

Energía (Golpes)	CBR		Densidad Seca
	0.1"	0.2"	
12	5.26%	5.70%	1.81
26	9.69%	11.41%	1.88
55	12.43%	14.53%	2

Grado de Compactación	Densidad Seca	CBR	
		0.1"	0.2"
100%	2	12.43%	14.53%
95%	1.9	10.25%	12.05%
INDICE CBR		10.25%	



OBSERVACIONES:

Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales G & C E.I.R.L.
Ing. Alfredo Caspar Apaza
CIP 18571
RESP. LABORATORIO



LIMITE DE CONSISTENCIA - PASA LA MALLA N° 40 AASHTO-T-89,T-90, ASTM D 4318

TESIS : Comparacion de la adiccion de ceniza del fruto de eucalipto y cemento para mejorar la subrasante, carretera Raqayraqayniyuq - Huacoto 2022

UBICACIÓN : Distrito de San jeronimo, Provincia Cusco, Departamento

SOLICITA : Clever Rodrigo Rojas, Marse Yucra Segundo

CALICATA : C-2 + Cemento 3%

PROFUNDIDAD : 1.50 m

FECHA : 30 de mayo del 2022

DETERMINACION DEL LIMITE LIQUIDO

Tarro	3C	11C	4C
Peso Tarro	21.00	22.00	21.80
Peso Tarro + Sueslo húmedo	46.00	44.00	48.00
Peso Tarro + Suelo Seco	40.20	39.80	44.50
Contenido de Humedad	30.21%	23.60%	15.42%
Número de Golpes	19	27	35

(*) Los pesos se hallan en gramos



Límite Líquido (LL) 24.18%

DETERMINACION DEL LIMITE PLASTICO

Tarro	14C	18C
Peso Tarro	18.00	19.00
Peso Tarro + Sueslo húmedo	31.00	31.50
Peso Tarro + Suelo Seco	29.00	29.60
Contenido de Humedad	18.18%	17.92%

(*) Los pesos se hallan en gramos

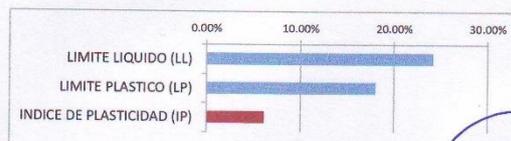
Límite Plástico (LP): 18.05%

RESULTADOS

LIMITE LIQUIDO (LL) 24.18%

LIMITE PLASTICO (LP) 18.05%

INDICE DE PLASTICIDAD (IP) 6.13%



Laboratorio de Mecánica de Suelos
y Materiales G & C E.I.R.L.

Ing. Alfredo Gaspar Apaza
CIP 28571
RESP. LABORATORIO



ENSAYO DE COMPACTACION PROCTOR MODIFICADO
ASTM D 1557

TESIS : Comparacion de la adicion de ceniza del fruto de eucalipto y cemento para mejorar la subrasante, carretera Raqayraqayniyuq - Huacoto 2022

UBICACIÓN : Distrito de San Jeronimo, Provincia Cusco, Departamento
SOLICITA : Clever Rodrigo Rojas, Marse Yucra Segundo
CALICATA : C-2 + Cemento 3%
PROFUNDIDAD : 1.50 m
FECHA : 30 de mayo del 2022

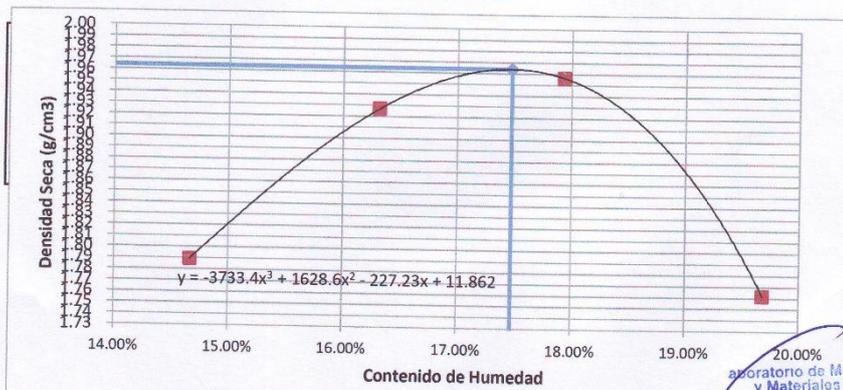
COMPACTACION: METODO "C"

PRUEBA N°	1	2	3	4
NUMERO DE CAPAS:	5	5	5	5
NUMERO DE GOLPES:	56	56	56	56
PESO SUELO + MOLDE (g)	10290.00	10690.00	10830.00	10410.00
PESO MOLDE (g)	5956.00	5956.00	5956.00	5956.00
PESO SUELO COMPACTADO (g)	4334.00	4734.00	4874.00	4454.00
VOLUMEN DEL MOLDE (cm ³)	2112.36	2112.36	2112.36	2112.36
DENSIDAD HUMEDA (g/cm ³)	2.05	2.24	2.31	2.11

HUMEDAD Y DENSIDAD SECA

TARRO N°	C29	C30	C32	C27
PESO DEL TARRO (g)	38.00	34.00	34.00	30.00
PESO TARRO + SUELO HUMEDO (g)	210.00	235.00	226.00	213.00
PESO TARRO + SUELO SECO (g)	188.00	206.80	196.80	182.90
HUMEDAD:	14.67%	16.32%	17.94%	19.69%
DENSIDAD SECA (g/cm ³)	1.79	1.93	1.96	1.76

CURVA DE COMPACTACION



CONTENIDO OPTIMO DE HUMEDAD: 17.48%

DENSIDAD SECA MAXIMA:

1.96 g/cm³

1.96 Ton/m³

Laboratorio de Mecánica de Suelos
y Materiales G & C E.I.R.L.
Ing. Alfredo Gaspar Apaza
CIP 18871
RESP LABORATORIO



ENSAYO CBR ASTM D 1883 y AASHTO T 93

TESIS : Comparación de la adición de ceniza del fruto de eucalipto y cemento para mejorar la subrasante, carretera Raqayraqayniyuq - Huacoto 2022

UBICACIÓN : Distrito de San Jerónimo, Provincia Cusco, Departamento

SOLICITA : Clever Rodrigo Rojas, Marse Yucra Segundo

CALICATA : C-2 + Cemento 3%

PROFUNDIDAD : 1.50 m

FECHA : 30 de mayo del 2022

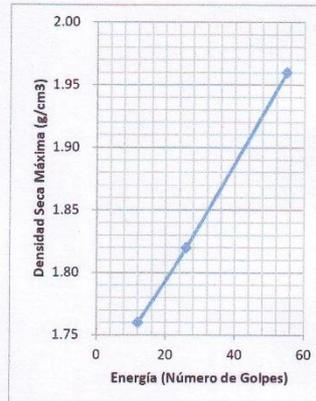
DATOS DEL ENSAYO DE COMPACTACION

DENSIDAD SECA MÁXIMA: 1.96 g/cm³

CONTENIDO ÓPTIMO DE HUMEDAD: 17.48%

COMPACTACION PARA EL ENSAYO

Molde N°	18	17	16
Número de Capas:	5	5	5
Núm. Golpes (energía)	55	26	12
Peso Suelo + Molde (g)	12,580.00	12,094.00	11,890.00
Peso Molde (g)	7,745.50	7,570.30	7,521.90
Peso Suelo Compact. (g)	4,834.50	4,523.70	4,368.10
Volumen Molde (cm ³)	2,105.87	2,115.06	2,119.56
Altura Molde (cm)	11.59	11.61	11.65
Densidad Húm. (g/cm ³)	2.30	2.14	2.06
Densidad Seca (g/cm ³)	1.96	1.82	1.76



DETERMINACION DEL CONTENIDO DE HUMEDAD

Tarro N°	ANTES DE LA SATURACION		
	C2	C1	C4
Peso Tarro (g)	28.00	32.00	32.00
Peso Tarro + Suelo Húm (g)	214.95	232.20	219.8
Peso Tarro + Suelo Seco (g)	187.31	202.60	192.04
Humedad	17.35%	17.35%	17.35%

EXPANSION

FECHA	EXPANSION MOLDE N° (0.01mm)		
	18	17	16
10/05/2022	0	0	0
11/05/2022	1	2	2
12/05/2022	2	3	4
13/05/2022	2	3	4
14/05/2022	2	3	4
Def (mm)	0.020	0.03	0.04
Def. (cm)	0.002	0.003	0.004
%Expansión	0.02%	0.03%	0.03%



APLICACION DE CARGA

Ecuación Dial de Carga $2.3305556 \cdot x + 4.29435227 \cdot x - 0.0001137 \cdot x^2$

PENETRACION (in)	Presión Patrón (Kgf/cm ²)	CARGA (Área Pistón 19.878 cm ²)					
		Molde 18		Molde 17		Molde 16	
		Dial	(Kgf/cm ²)	Dial	(Kgf/cm ²)	Dial	(Kgf/cm ²)
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.02	0.63	20.00	4.44	17.00	3.79	8.00	1.85
0.05	1.27	30.00	6.59	21.00	4.65	14.00	3.14
0.07	1.90	47.00	10.26	33.00	7.24	22.00	4.87
0.10	2.54	59.00	12.84	46.00	10.04	34.00	7.46
0.12	3.17	67.00	14.57	56.00	12.20	45.00	9.83
0.15	3.81	81.00	17.58	69.00	15.00	50.00	10.90
0.20	5.08	105.46	21.23	78.00	16.93	62.00	13.49
0.30	7.62	108.00	23.38	94.00	20.37	74.00	16.07
0.40	10.16	121.00	26.17	107.00	23.17	82.00	17.79
0.50	12.70	152.00	32.82	124.00	26.82	87.00	18.87

Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales G & C E.I.R.L.
Ing. Alfredo Gaspar Apaza
CIP 178871
LABORATORIO



ENSAYO CBR ASTM D 1883 y AASHTO T 93

TESIS : Comparación de la adición de ceniza del fruto de eucalipto y cemento para mejorar la subrasante, carretera Raqayraqayniyuq - Huacoto 2022

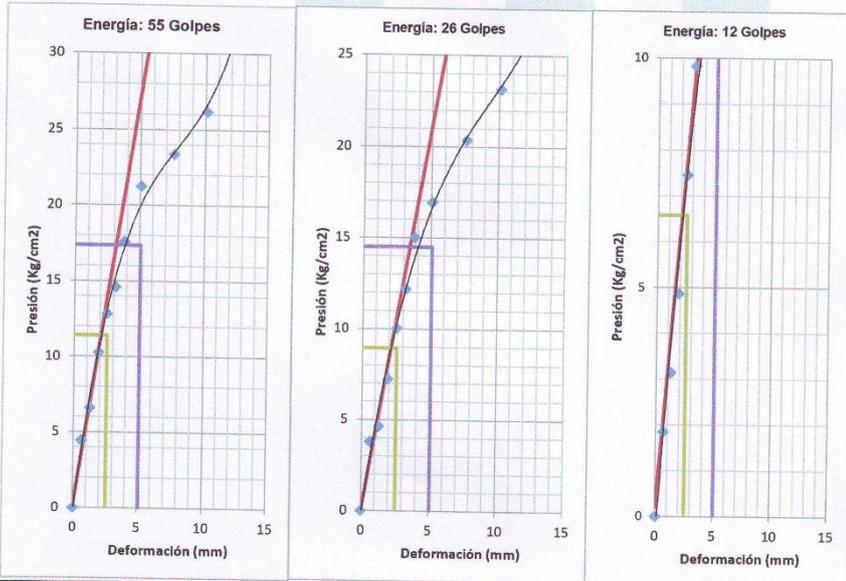
UBICACIÓN : Distrito de San Jerónimo, Provincia Cusco, Departamento

SOLICITA : Clever Rodrigo Rojas, Marse Yucra Segundo

CALICATA : C-2 + Cemento 3%

PROFUNDIDAD : 1.50 m

FECHA : 30 de mayo del 2022



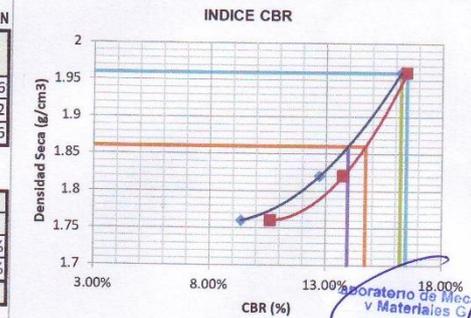
Penetración (in)	Presión (Kg/cm ²)	%CBR	Penetración (in)	Presión (Kg/cm ²)	%CBR	Penetración (in)	Presión (Kg/cm ²)	%CBR
0.1"	11.40	16.21%	0.1"	8.95	12.72%	0.1"	6.58	9.35%
0.2"	17.36	16.46%	0.2"	14.49	13.74%	0.2"	11.20	10.62%

CBR SEGUN ENERGIA DE COMPACTACION Y PENETRACION

Energía (Golpes)	CBR		Densidad Seca
	0.1"	0.2"	
12	9.35%	10.62%	1.76
26	12.72%	13.74%	1.82
55	16.21%	16.46%	1.96

DETERMINACION DEL INDICE CBR

Grado de Compactación	Densidad Seca	CBR	
		0.1"	0.2"
100%	1.96	16.21%	16.46%
95%	1.86	13.95%	14.70%
INDICE CBR		13.95%	



OBSERVACIONES:

Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales G&C E.I.R.L.
Ing. Alfredo Caspar Aparicio
CIP 28571
RFSR LABORATORIO



ENSAYO DE COMPACTACION PROCTOR MODIFICADO ASTM D 1557

TESIS : Comparacion de la adicion de ceniza del fruto de eucalipto y cemento para mejorar la subrasante, carretera Raqayraqayniyuq - Huacoto 2022

UBICACIÓN : Distrito de San Jeronimo, Provincia Cusco, Departamento
SOLICITA : Clever Rodrigo Rojas, Marse Yucra Segundo
CALICATA : C-2 + ceniza 1.5%
PROFUNDIDAD : 1.50 m
FECHA : 30 de mayo del 2022

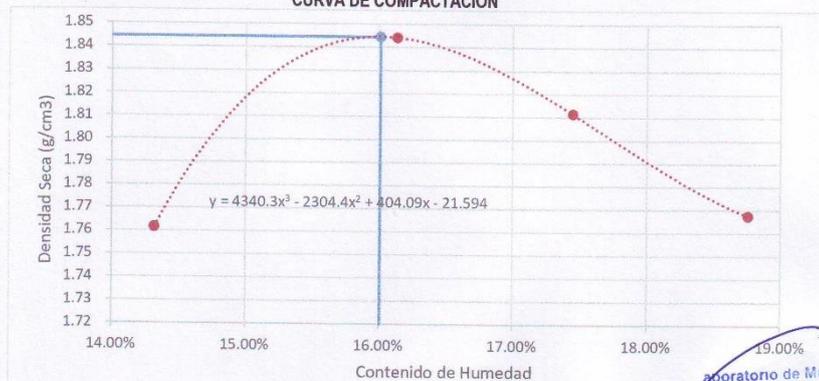
COMPACTACION: METODO "C"

PRUEBA N°	1	2	3	4
NUMERO DE CAPAS:	5	5	5	5
NUMERO DE GOLPES:	56	56	56	56
PESO SUELO + MOLDE (g)	10210.00	10480.00	10450.00	10390.00
PESO MOLDE (g)	5956.00	5956.00	5956.00	5956.00
PESO SUELO COMPACTADO (g)	4254.00	4524.00	4494.00	4434.00
VOLUMEN DEL MOLDE (cm ³)	2112.36	2112.36	2112.36	2112.36
DENSIDAD HUMEDA (g/cm ³)	2.01	2.14	2.13	2.10

HUMEDAD Y DENSIDAD SECA

TARRO N°	22	32	5	14
PESO DEL TARRO (g)	31.60	31.40	31.60	31.20
PESO TARRO + SUELO HUMEDO (g)	216.00	234.60	226.00	213.50
PESO TARRO + SUELO SECO (g)	192.90	206.37	197.12	184.70
HUMEDAD:	14.32%	16.13%	17.45%	18.76%
DENSIDAD SECA (g/cm ³)	1.76	1.84	1.81	1.77

CURVA DE COMPACTACION



CONTENIDO OPTIMO DE HUMEDAD: **16.01%**
DENSIDAD SECA MAXIMA: **1.84** g/cm³ **1.84** Ton/m³

Laboratorio de Mecánica de Suelos
y Materiales G&C E.I.R.L.
Ing. Alfredo Gaspar Apaza
CIP 128571
RFSP LABORATORIO



LIMITE DE CONSISTENCIA - PASA LA MALLA N° 40 AASHTO-T-89,T-90, ASTM D 4318

TESIS : Comparacion de la adicion de ceniza del fruto de eucalipto y cemento para mejorar la subrasante, carretera Raqayraqayniyuq - Huacoto 2022

UBICACIÓN : Distrito de San jeronimo, Provincia Cusco, Departamento

SOLICITA : Clever Rodrigo Rojas, Marse Yucra Segundo

CALICATA : C-2 + ceniza 1.5%

PROFUNDIDAD : 1.50 m

FECHA : 30 de mayo del 2022

DETERMINACION DEL LIMITE LIQUIDO

Tarro	20	24	23
Peso Tarro	25.50	25.50	25.39
Peso Tarro + Sueslo húmedo	44.70	44.30	49.60
Peso Tarro + Suelo Seco	39.30	39.20	43.50
Contenido de Humedad	39.13%	37.23%	33.68%
Número de Golpes	21	25	36

(*) Los pesos se hallan en gramos



Límite Líquido (LL) 37.32%

DETERMINACION DEL LIMITE PLASTICO

Tarro	16	21
Peso Tarro	23.00	25.40
Peso Tarro + Sueslo húmedo	32.00	31.50
Peso Tarro + Suelo Seco	30.18	30.26
Contenido de Humedad	25.35%	25.51%

(*) Los pesos se hallan en gramos

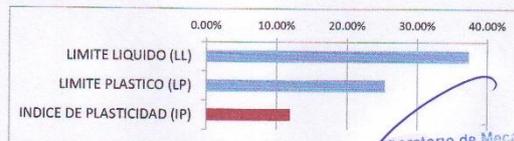
Límite Plástico (LP): 25.43%

RESULTADOS

LIMITE LIQUIDO (LL) 37.32%

LIMITE PLASTICO (LP) 25.43%

INDICE DE PLASTICIDAD (IP) 11.89%



Laboratorio de Mecánica de Suelos
y Materiales G&C E.I.R.L.

Ing. Alfredo Gaspar Apaza
CIP 428571
RFSP LABORATORIO



ENSAYO CBR ASTM D 1883 y AASHTO T 93

TESIS : Comparacion de la adición de ceniza del fruto de eucalipto y cemento para mejorar la subrasante, carretera Raqayraqayniyuq - Huacoto 2022

UBICACIÓN : Distrito de San Jeronimo, Provincia Cusco, Departamento

SOLICITA : Clever Rodrigo Rojas, Marse Yucra Segundo

CALICATA : C-2 + ceniza 1.5%

PROFUNDIDA : 1.50 m

FECHA : 30 de mayo del 2022

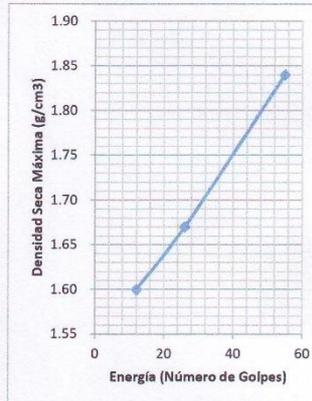
DATOS DEL ENSAYO DE COMPACTACION

DENSIDAD SECA MAXIMA: 1.84 g/cm³

CONTENIDO OPTIMO DE HUMEDAD: 0.16

COMPACTACION PARA EL ENSAYO

Molde N°	22	24	21
Número de Capas:	5	5	5
Núm. Golpes (energía)	55	26	12
Peso Suelo + Molde (g)	12,215.00	11,815.00	11,598.00
Peso Molde (g)	7,692.70	7,684.00	7,646.80
Peso Suelo Compact. (g)	4,522.30	4,131.00	3,951.20
Volumen Molde (cm ³)	2,111.21	2,121.38	2,120.41
Altura Molde (cm)	11.65	11.66	11.67
Densidad Húm. (g/cm ³)	2.14	1.95	1.86
Densidad Seca (g/cm ³)	1.84	1.67	1.60



DETERMINACION DEL CONTENIDO DE HUMEDAD

Tarro N°	ANTES DE LA SATURACION		
	27	23	15
Peso Tarro (g)	31.00	32.00	32.50
Peso Tarro + Suelo Húm (g)	229.03	278.20	264.52
Peso Tarro + Suelo Seco (g)	200.68	242.95	231.30
Humedad	16.71%	16.71%	16.71%

EXPANSION

FECHA	EXPANSION MOLDE N° (0.01mm)		
	22	24	21
10/05/2022	0	0	0
11/05/2022	90	130	110
12/05/2022	135	190	180
13/05/2022	135	190	180
14/05/2022	135	190	180
Def. (mm)	1.350	1.9	1.8
Def. (cm)	0.135	0.19	0.18
%Expansión	1.16%	1.63%	1.54%



APLICACIÓN DE CARGA

Ecuación Dial de Carga 2.330556 ' + 4.29435227 x + -0.0001137 x2

PENETRACION (in)	(mm)	Presión Patrón (Kgf/cm ²)	CARGA (Area Pistón 19.878 cm ²)					
			Molde 22		Molde 24		Molde 21	
			Dial	(Kgf/cm ²)	Dial	(Kgf/cm ²)	Dial	(Kgf/cm ²)
0.00	0.00		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.02	0.63		8.00	1.85	4.00	0.98	1.00	0.33
0.05	1.27		13.00	2.92	8.00	1.85	3.00	0.77
0.07	1.90		24.00	5.30	13.00	2.92	4.00	0.98
0.10	2.54	70.31	31.00	6.81	16.00	3.57	6.00	1.41
0.12	3.17		33.00	7.24	18.00	4.00	8.00	1.85
0.15	3.81		45.00	9.83	23.00	5.08	9.00	2.06
0.20	5.08	105.46	52.00	11.34	31.00	6.81	10.00	2.28
0.30	7.62		69.00	15.00	40.00	8.75	12.00	2.71
0.40	10.16		79.00	17.15	49.00	10.69	13.00	2.92
0.50	12.70		98.00	21.23	59.00	12.84	14.00	3.14

Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales G & C E.I.R.L.
Ing. Alfredo Gaspar Apaza
CIP 28571
R.F.S.P LABORATORIO



ENSAYO CBR ASTM D 1883 y AASHTO T 93

TESIS : Comparacion de la adiccion de ceniza del fruto de eucalipto y cemento para mejorar la subrasante, carretera Raqayraqayniyuq - Huacoto 2022

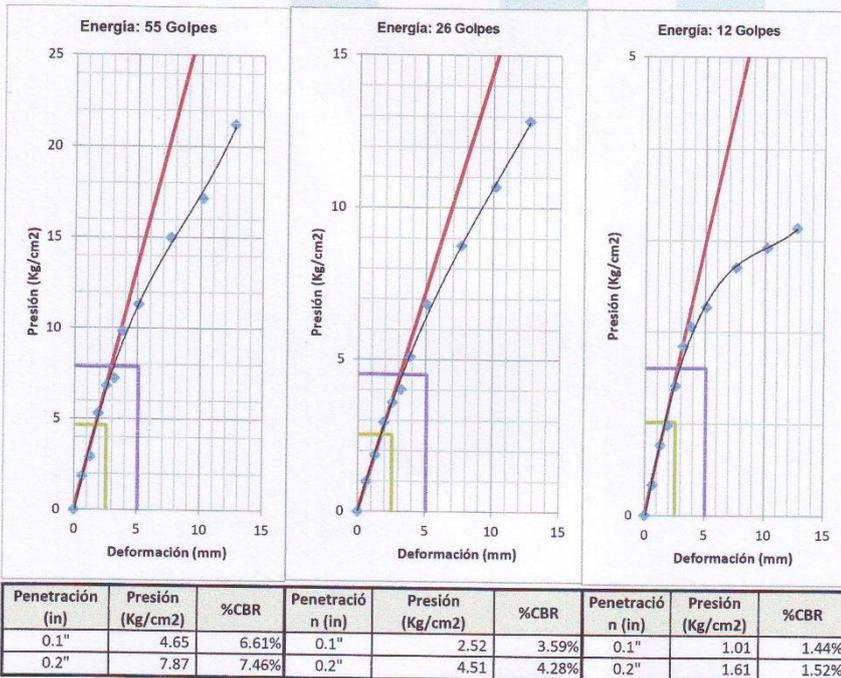
UBICACIÓN : Distrito de San jeronimo, Provincia Cusco, Departamento

SOLICITA : Clever Rodrigo Rojas, Marse Yucra Segundo

CALICATA : C-2 + ceniza 1.5%

PROFUNDIDA : 1.50 m

FECHA : 30 de mayo del 2022

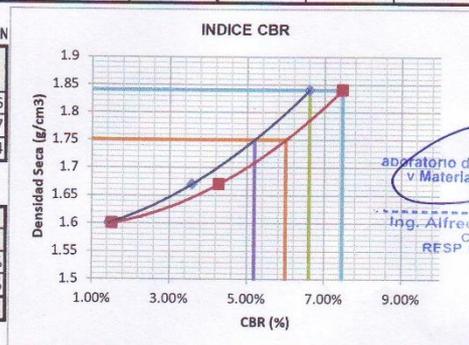


CBR SEGUN ENERGIA DE COMPACTACION Y PENETRACION

Energía (Golpes)	CBR		Densidad Seca
	0.1"	0.2"	
12	1.44%	1.52%	1.6
26	3.59%	4.28%	1.67
55	6.61%	7.46%	1.84

DETERMINACION DEL INDICE CBR

Grado de Compactación	Densidad Seca	CBR	
		0.1"	0.2"
100%	1.84	6.61%	7.46%
95%	1.75	5.19%	6.00%
INDICE CBR		5.19%	



Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales G&C E.I.R.L.
Ing. Alfredo Gaspar Apaza
CIP 128571
RESP LABORATORIO

OBSERVACIONES:



LIMITE DE CONSISTENCIA - PASA LA MALLA N° 40 AASHTO-T-89,T-90, ASTM D 4318

PROYECTO : Comparacion de la adición de ceniza del fruto de eucalipto y cemento para mejorar la subrasante, carretera Raqayraqayniyuq - Huacoto 2022

UBICACIÓN : Distrito de San Jeronimo, Provincia Cusco, Departamento

SOLICITA : Clever Rodrigo Rojas, Marse Yuca Segundo

CALICATA : C-2 + ceniza 2%

PROFUNDIDAD : 1.50 m

FECHA : 30 de mayo del 2022

DETERMINACION DEL LIMITE LIQUIDO

Tarro	15	19	8
Peso Tarro	23.10	22.50	21.20
Peso Tarro + Sueslo húmedo	46.70	45.80	48.20
Peso Tarro + Suelo Seco	40.10	39.80	42.50
Contenido de Humedad	38.82%	34.68%	26.76%
Número de Golpes	22	26	34

(*) Los pesos se hallan en gramos



Límite Líquido (LL) 35.46%

DETERMINACION DEL LIMITE PLASTICO

Tarro	9	7
Peso Tarro	21.50	24.60
Peso Tarro + Sueslo húmedo	32.03	31.40
Peso Tarro + Suelo Seco	29.92	30.04
Contenido de Humedad	25.06%	25.00%

(*) Los pesos se hallan en gramos

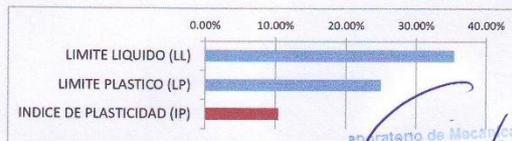
Límite Plástico (LP): 25.03%

RESULTADOS

LÍMITE LIQUIDO (LL) 35.46%

LÍMITE PLASTICO (LP) 25.03%

INDICE DE PLASTICIDAD (IP) 10.43%



Laboratorio de Mecánica de Suelos
y Materiales G&C E.I.R.L.
Ing. Alfredo Gaspar Apaza
CIP 18571
RESP. LABORATORIO



ENSAYO DE COMPACTACION PROCTOR MODIFICADO ASTM D 1557

PROYECTO : Comparacion de la adicion de ceniza del fruto de eucalipto y cemento para mejorar la subrasante, carretera Raqayraqayniyuq - Huacoto 2022

UBICACIÓN : Distrito de San jeronimo, Provincia Cusco, Departamento
SOLICITA : Clever Rodrigo Rojas, Marse Yucra Segundo
CALICATA : C-2 + ceniza 2%
PROFUNDIDAD : 1.50 m
FECHA : 30 de mayo del 2022

COMPACTACION: METODO "C"

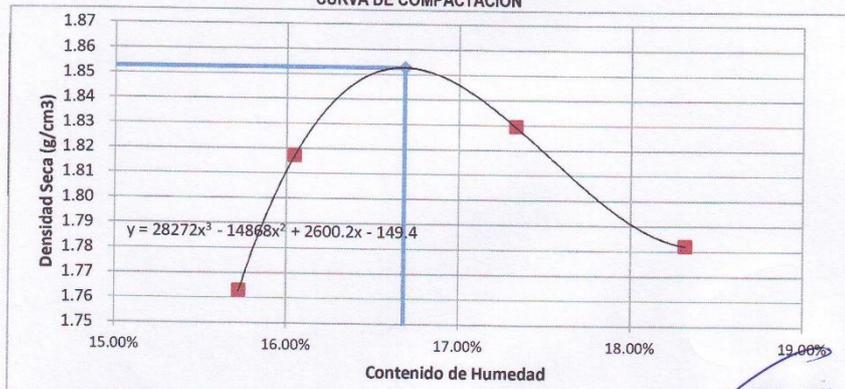
PRUEBA N°	1	2	3	4
NUMERO DE CAPAS:	5	5	5	5
NUMERO DE GOLPES:	56	56	56	56
PESO SUELO + MOLDE (g)	10265.00	10410.00	10490.00	10410.00
PESO MOLDE (g)	5956.00	5956.00	5956.00	5956.00
PESO SUELO COMPACTADO (g)	4309.00	4454.00	4534.00	4454.00
VOLUMEN DEL MOLDE (cm3)	2112.36	2112.36	2112.36	2112.36
DENSIDAD HUMEDA (g/cm3)	2.04	2.11	2.15	2.11

HUMEDAD Y DENSIDAD SECA

TARRO N°	4	2	6	7
PESO DEL TARRO (g)	32.00	30.00	29.00	32.00
PESO TARRO + SUELO HUMEDO (g)	216.00	234.60	226.00	213.50
PESO TARRO + SUELO SECO (g)	191.00	206.31	196.90	185.40
HUMEDAD:	15.72%	16.05%	17.33%	18.32%
DENSIDAD SECA (g/cm3)	1.76	1.82	1.83	1.78

0.32% 1.29% 0.99%

CURVA DE COMPACTACION



CONTENIDO OPTIMO DE HUMEDAD:

16.68%

DENSIDAD SECA MAXIMA:

1.85 g/cm3

1.85 Ton/m3

Laboratorio de Mecánica de Suelos
y Materiales G & C E.I.R.L.
Ing. Alfredo Gaspar Apaza
CIP 128571
RESP. LABORATORIO



ENSAYO CBR ASTM D 1883 y AASHTO T 93

PROYECTO : Comparacion de la adicion de ceniza del fruto de eucalipto y cemento para mejorar la subrasante, carretera Raqayraqayniyuq - Huacoto 2022

UBICACIÓN : Distrito de San jeronimo, Provincia Cusco, Departamento

SOLICITA : Clever Rodrigo Rojas, Marse Yucra Segundo

CALICATA : C-2 + ceniza 2%

PROFUNDIDAD : 1.50 m

FECHA : 30 de mayo del 2022

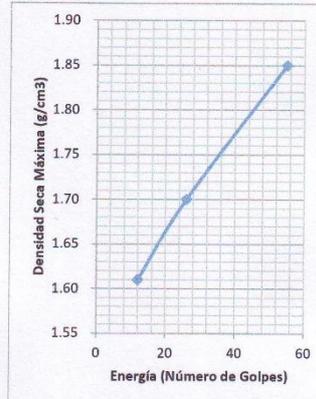
DATOS DEL ENSAYO DE COMPACTACION

DENSIDAD SECA MAXIMA: 1.85 g/cm³

CONTENIDO OPTIMO DE HUMEDAD: 16.68%

COMPACTACION PARA EL ENSAYO

Molde N°	11	10	12
Número de Capas:	5	5	5
Núm. Golpes (energía)	55	26	12
Peso Suelo + Molde (g)	12,538.00	12,163.00	11,943.00
Peso Molde (g)	7,959.80	7,937.30	7,948.40
Peso Suelo Compact. (g)	4,578.20	4,225.70	3,994.60
Volumen Molde (cm ³)	2,121.45	2,128.35	2,127.44
Altura Molde (cm)	11.64	11.65	11.65
Densidad Húm. (g/cm ³)	2.16	1.99	1.88
Densidad Seca (g/cm ³)	1.85	1.70	1.61

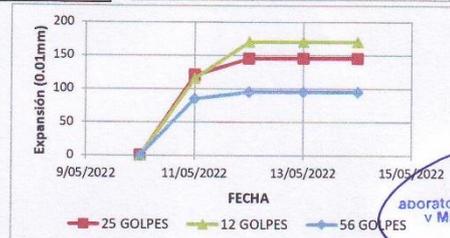


DETERMINACION DEL CONTENIDO DE HUMEDAD

Tarro N°	ANTES DE LA SATURACION		
	9	8	7
Peso Tarro (g)	30.00	31.00	31.60
Peso Tarro + Suelo Húm (g)	228.40	279.35	263.50
Peso Tarro + Suelo Seco (g)	200.04	243.85	230.35
Humedad	16.68%	16.68%	16.68%

EXPANSION

FECHA	EXPANSION MOLDE N° (0.01mm)		
	11	10	12
10/05/2022	0	0	0
11/05/2022	85	120	115
12/05/2022	95	145	170
13/05/2022	95	145	170
14/05/2022	95	145	170
Def (mm)	0.950	1.45	1.7
Def. (cm)	0.095	0.145	0.17
%Expansión	0.82%	1.24%	1.46%



Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales G&C E.I.R.L.

Ing. Alfredo Gaspar Apaza
CIV 128571
RESP LABORATORIO

APLICACIÓN DE CARGA

Ecuación Dial de Carga $2.3305556 \cdot x + 4.29435227 \cdot x + -0.0001137 \cdot x^2$

PENETRACION		Presión Patrón (Kgf/cm ²)	CARGA (Area Pistón 19.878 cm ²)					
(in)	(mm)		Molde 11		Molde 10		Molde 12	
		(Kgf/cm ²)	Dial	(Kgf/cm ²)	Dial	(Kgf/cm ²)	Dial	(Kgf/cm ²)
0.00	0.00		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.02	0.63		9.00	2.06	5.00	1.20	2.00	0.55
0.05	1.27		14.00	3.14	7.00	1.63	3.00	0.77
0.07	1.90		24.00	5.30	12.00	2.71	6.00	1.41
0.10	2.54	70.31	33.00	7.24	18.00	4.00	9.00	2.06
0.12	3.17		35.00	7.67	21.00	4.65	10.00	2.28
0.15	3.81		46.00	10.04	27.00	5.95	11.00	2.49
0.20	5.08	105.46	55.00	11.98	33.00	7.24	12.00	2.71
0.30	7.62		70.00	15.21	43.00	9.40	14.00	3.14
0.40	10.16		90.00	19.51	51.00	11.12	15.00	3.36
0.50	12.70		120.00	25.96	61.00	13.27	17.00	3.79



ENSAYO CBR ASTM D 1883 y AASHTO T 93

PROYECTO : Comparación de la adición de ceniza del fruto de eucalipto y cemento para mejorar la subrasante, carretera Raqayraqayniyuq - Huacota 2022

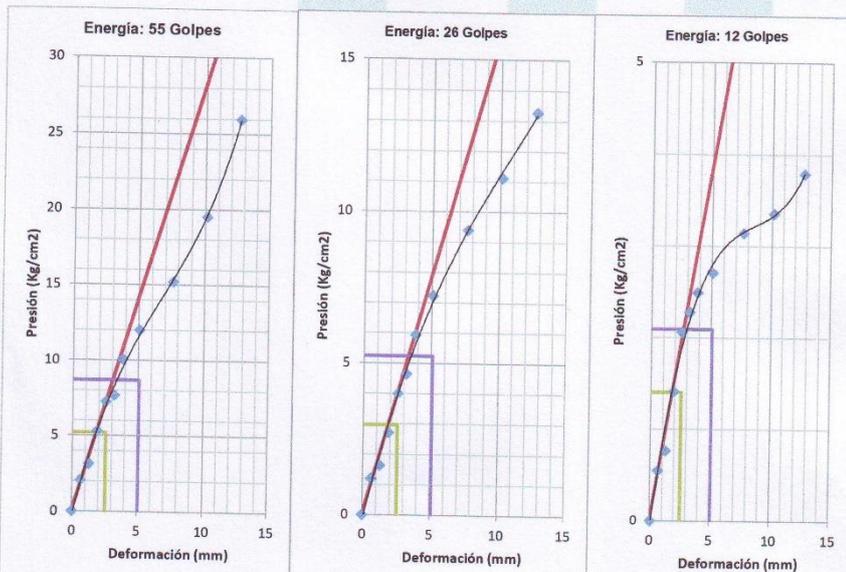
UBICACIÓN : Distrito de San Jerónimo, Provincia Cusco, Departamento

SOLICITA : Clever Rodrigo Rojas, Marse Yucra Segundo

CALICATA : C-2 + ceniza 2%

PROFUNDIDAD : 1.50 m

FECHA : 30 de mayo del 2022



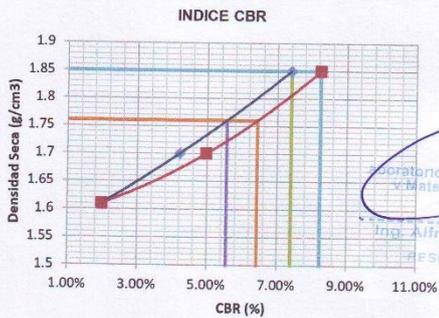
Penetración (in)	Presión (Kg/cm2)	%CBR	Penetración (in)	Presión (Kg/cm2)	%CBR	Penetración (in)	Presión (Kg/cm2)	%CBR
0.1"	5.21	7.40%	0.1"	2.96	4.21%	0.1"	1.40	1.99%
0.2"	8.69	8.24%	0.2"	5.24	4.97%	0.2"	2.09	1.98%

CBR SEGUN ENERGIA DE COMPACTACION Y PENETRACION

Energía (Golpes)	CBR		Densidad Seca
	0.1"	0.2"	
12	1.99%	1.98%	1.61
26	4.21%	4.97%	1.7
55	7.40%	8.24%	1.85

DETERMINACION DEL INDICE CBR

Grado de Compactación	Densidad Seca	CBR	
		0.1"	0.2"
100%	1.85	7.40%	8.24%
95%	1.76	5.55%	6.42%
INDICE CBR		5.55%	



OBSERVACIONES:

Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales G&C E.I.R.L.
Ing. Alfredo Gaspar Apaza
CIP 128871
RESPONSABLE LABORATORIO



LIMITE DE CONSISTENCIA - PASA LA MALLA N° 40 AASHTO-T-89,T-90, ASTM D 4318

PROYECTO : Comparacion de la adicion de ceniza del fruto de eucalipto y cemento para mejorar la subrasante, carretera Raqayraqayniyuq - Huacoto 2022

UBICACIÓN : Distrito de San jeronimo, Provincia Cusco, Departamento

SOLICITA : Clever Rodrigo Rojas, Marse Yucra Segundo

CALICATA : C-2 + Ceniza 3%

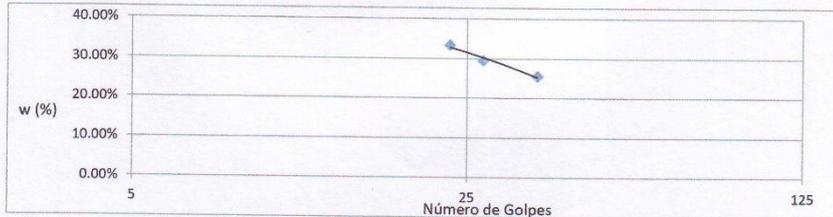
PROFUNDIDAD : 1.50 m

FECHA : 30 de mayo del 2022

DETERMINACION DEL LIMITE LIQUIDO

Tarro	7A	8X	9
Peso Tarro	21.50	21.90	21.00
Peso Tarro + Sueslo húmedo	45.90	43.00	48.30
Peso Tarro + Suelo Seco	39.80	38.20	42.75
Contenido de Humedad	33.33%	29.45%	25.52%
Número de Golpes	23	27	35

(*) Los pesos se hallan en gramos



Límite Líquido (LL) 31.44%

DETERMINACION DEL LIMITE PLASTICO

Tarro	3X	7W
Peso Tarro	18.50	21.00
Peso Tarro + Sueslo húmedo	32.09	32.04
Peso Tarro + Suelo Seco	29.65	30.08
Contenido de Humedad	21.88%	21.59%

(*) Los pesos se hallan en gramos

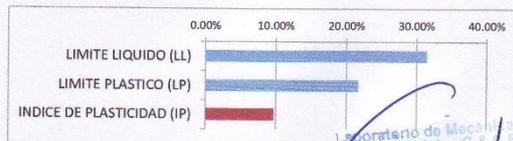
Límite Plástico (LP): 21.73%

RESULTADOS

LIMITE LIQUIDO (LL) 31.44%

LIMITE PLASTICO (LP) 21.73%

INDICE DE PLASTICIDAD (IP) 9.71%



Laboratorio de Mecánica de Suelos
y Materiales G & C E.I.R.L.
Ing. Alfredo Gaspar Apaza
CIP 12571
RFSF LABORATORIO



ENSAYO DE COMPACTACION PROCTOR MODIFICADO ASTM D 1557

PROYECTO : Comparacion de la adiccion de ceniza del fruto de eucalipto y cemento para mejorar la subrasante, carretera Raqayraqayniyuq - Huacoto 2022

UBICACIÓN : Distrito de San Jeronimo, Provincia Cusco, Departamento

SOLICITA : Clever Rodrigo Rojas, Marse Yuca Segundo

CALICATA : C-2 + Ceniza 3%

PROFUNDIDAD : 1.50 m

FECHA : 30 de mayo del 2022

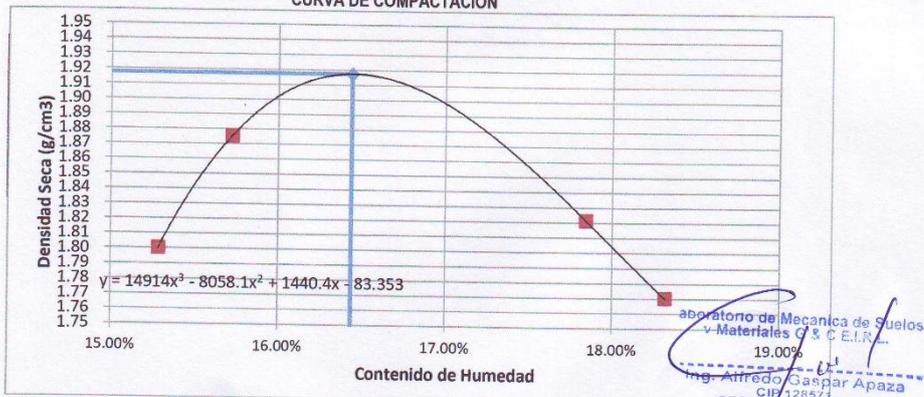
COMPACTACION: METODO "C"

PRUEBA N°	1	2	3	4
NUMERO DE CAPAS:	5	5	5	5
NUMERO DE GOLPES:	56	56	56	56
PESO SUELO + MOLDE (g)	10340.00	10540.00	10490.00	10380.00
PESO MOLDE (g)	5956.00	5956.00	5956.00	5956.00
PESO SUELO COMPACTADO (g)	4384.00	4584.00	4534.00	4424.00
VOLUMEN DEL MOLDE (cm ³)	2112.36	2112.36	2112.36	2112.36
DENSIDAD HUMEDA (g/cm ³)	2.08	2.17	2.15	2.09

HUMEDAD Y DENSIDAD SECA

TARRO N°	14	12	4	8
PESO DEL TARRO (g)	33.00	34.00	30.00	31.00
PESO TARRO + SUELO HUMEDO (g)	214.00	234.20	226.80	213.80
PESO TARRO + SUELO SECO (g)	190.00	207.00	197.00	185.50
HUMEDAD:	15.29%	15.72%	17.84%	18.32%
DENSIDAD SECA (g/cm ³)	1.80	1.88	1.82	1.77

CURVA DE COMPACTACION



CONTENIDO OPTIMO DE HUMEDAD: 16.44%

DENSIDAD SECA MAXIMA: 1.92 g/cm³

1.92 Ton/m³



ENSAYO CBR ASTM D 1883 y AASHTO T 93

PROYECTO : Comparación de la adición de ceniza del fruto de eucalipto y cemento para mejorar la subrasante, carretera Raqayraqayniyuq - Huacoto 2022

UBICACIÓN : Distrito de San Jerónimo, Provincia Cusco, Departamento

SOLICITA : Clever Rodrigo Rojas, Marse Yucra Segundo

CALICATA : C-2 + Ceniza 3%

PROFUNDID : 1.50 m

FECHA : 30 de mayo del 2022

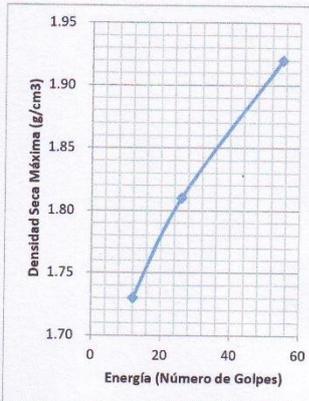
DATOS DEL ENSAYO DE COMPACTACION

DENSIDAD SECA MÁXIMA: 1.92 g/cm³

CONTENIDO ÓPTIMO DE HUMEDAD: 16.44%

COMPACTACION PARA EL ENSAYO

Molde N°	13	14	16
Número de Capas:	5	5	5
Núm. Golpes (energía)	55	26	12
Peso Suelo + Molde (g)	12,530.00	12,210.00	11,800.00
Peso Molde (g)	7,811.70	7,760.30	7,521.90
Peso Suelo Compact. (g)	4,718.30	4,449.70	4,278.10
Volumen Molde (cm ³)	2,108.29	2,115.80	2,119.56
Altura Molde (cm)	11.68	11.66	11.65
Densidad Húm. (g/cm ³)	2.24	2.10	2.02
Densidad Seca (g/cm ³)	1.92	1.81	1.73

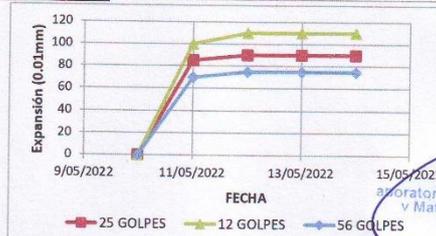


DETERMINACION DEL CONTENIDO DE HUMEDAD

Tarro N°	ANTES DE LA SATURACION		
	11	10X	4E
Peso Tarro (g)	29.00	33.40	31.80
Peso Tarro + Suelo Húm (g)	232.4	280.00	262.5
Peso Tarro + Suelo Seco (g)	203.68	245.19	229.92
Humedad	16.44%	16.44%	16.44%

EXPANSION

FECHA	EXPANSION MOLDE N° (0.01mm)		
	13	14	16
10/05/2022	0	0	0
11/05/2022	70	85	100
12/05/2022	75	90	110
13/05/2022	75	90	110
14/05/2022	75	90	110
Def. (mm)	0.750	0.9	1.1
Def. (cm)	0.075	0.09	0.11
%Expansión	0.64%	0.77%	0.94%



APLICACIÓN DE CARGA

Ecuación Dial de Carga $2.3305556 \cdot + 4.29435227 \cdot x + -0.0001137 \cdot x^2$

PENETRACION		Presión Patrón (Kgf/cm ²)	CARGA (Area Pistón 19.878 cm ²)					
(in)	(mm)		Molde 13		Molde 14		Molde 16	
			Dial	(Kgf/cm ²)	Dial	(Kgf/cm ²)	Dial	(Kgf/cm ²)
0.00	0.00		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.02	0.63		11.00	2.49	8.00	1.85	4.00	0.98
0.05	1.27		16.00	3.57	10.00	2.28	6.00	1.41
0.07	1.90		28.00	6.16	14.00	3.14	11.00	2.49
0.10	2.54	70.31	38.00	8.32	21.00	4.65	15.00	3.36
0.12	3.17		45.00	9.83	25.00	5.51	18.00	4.00
0.15	3.81		54.00	11.77	34.00	7.46	21.00	4.65
0.20	5.08	105.46	74.00	16.07	46.00	10.04	24.00	5.30
0.30	7.62		94.00	20.37	55.00	11.98	26.00	5.73
0.40	10.16		120.00	25.96	75.00	16.29	29.00	6.38
0.50	12.70		132.00	28.53	94.00	20.37	32.00	7.02

Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales G & C E.I.R.L.

Ing. Alfredo Gaspar Apaza
CIP 128551
RESP LABORATORIO



ENSAYO CBR ASTM D 1883 y AASHTO T 93

PROYECTO : Comparación de la adición de ceniza del fruto de eucalipto y cemento para mejorar la subrasante, carretera Raqayraqayniyuq - Huacoto 2022

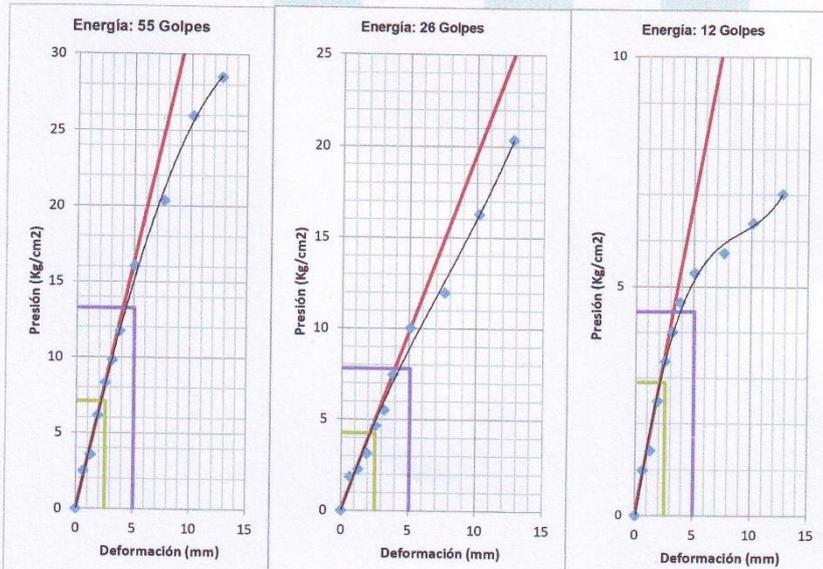
UBICACIÓN : Distrito de San Jerónimo, Provincia Cusco, Departamento

SOLICITA : Clever Rodrigo Rojas, Marse Yucra Segundo

CALICATA : C-2 + Ceniza 3%

PROFUNDID : 1.50 m

FECHA : 30 de mayo del 2022



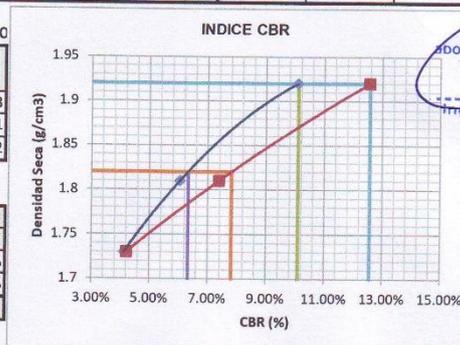
Penetración (in)	Presión (Kg/cm ²)	%CBR	Penetración (in)	Presión (Kg/cm ²)	%CBR	Penetración (in)	Presión (Kg/cm ²)	%CBR
0.1"	7.10	10.10%	0.1"	4.26	6.05%	0.1"	2.90	4.13%
0.2"	13.27	12.58%	0.2"	7.80	7.39%	0.2"	4.45	4.22%

CBR SEGUN ENERGIA DE COMPACTACION Y PENETRACION

Energía (Golpes)	CBR		Densidad Seca
	0.1"	0.2"	
12	4.13%	4.22%	1.73
26	6.05%	7.39%	1.81
55	10.10%	12.58%	1.92

DETERMINACION DEL INDICE CBR

Grado de Compactación	Densidad Seca	CBR	
		0.1"	0.2"
100%	1.92	10.10%	12.58%
95%	1.82	6.33%	7.82%
INDICE CBR		6.33%	



Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales G & C E.I.R.L.
Ing. Alfredo Gaspar Apaza
CIP 172574
RESP LABORATORIO

OBSERVACIONES:

Anexo 10. Certificado de calibración del equipo



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN LT-071-2021

Laboratorio de Temperatura

Pág. 1 de 4

Expediente 20125
Solicitante LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y MATERIALES G&C E.I.R.L
Dirección APV. MINKA D1 – SAN SEBASTIAN
Equipo HORNO
Marca (o Fabricante) PINZUAR LTDA
Modelo PG 190
Número de Serie 206
Procedencia NO INDICA
Identificación NO INDICA
Instrumento de Medición Termómetro con Indicación Digital
Marca / Modelo AUTONICS
Alcance de Indicación 50 °C a 300 °C
Div. de escala (Resoluc.) 0.1 °C
Identificación NO INDICA
Selector CONTROLADOR DIGITAL
Marca / Modelo AUTONICS
Alcance de Indicación 50 °C a 300 °C
Div. de escala (Resoluc.) 0.1 °C
Ubicación LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y MATERIALES
Lugar de Calibración APV. MINKA D1 – SAN SEBASTIAN
Fecha de Calibración 2021-10-29

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Los resultados son validos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración.

Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio emisor.

Los certificados de calibración sin firma y sello no son válidos.

Método de Calibración

La calibración se realizó por comparación directa según el PC-18, 2da. Ed., Junio 2009 "Procedimiento Para la Calibración o Caracterización de Medios Isotermos con Aire como medio Termostático".

Trazabilidad

Los resultados de la calibración realizada tienen trazabilidad a los patrones nacionales del INACAL-DM, en concordancia con el Sistema Internacional de Unidades de Medida (SI).

Patrones utilizados: LT-196-2021; LT-197-2021; T-0292-2021.

Condiciones Ambientales

Temperatura ambiental : Inicial: 20.4 °C ; Final : 20.4 °C
 Humedad Relativa ambiental: Inicial: 24.0 HR% ; Final : 24.0 HR%

Sello

Fecha de emisión

Jefe del laboratorio de calibración



2021-10-31

CEM INDUSTRIAL

JESUS QUINTO C.
 JEFE DE LABORATORIO

PARA LA TEMPERATURA DE 110 °C ± 10 °C

Tiempo (min)	T. ind. (°C)	TEMPERATURAS EN LAS POSICIONES DE MEDICIÓN (°C)										T.prom °C	Tmax-Tmin °C
	Termómetro del equipo)	NIVEL SUPERIOR					NIVEL INFERIOR						
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
0	110.1	115.3	113.8	114.0	114.3	113.3	116.0	113.0	112.0	111.0	113.0	113.6	5.0
2	109.0	109.8	113.7	108.2	114.4	109.1	112.3	111.3	113.9	113.9	115.1	112.2	6.9
4	111.0	105.3	113.9	108.7	115.7	108.6	112.9	113.0	116.1	116.1	117.1	112.7	11.8
6	110.0	105.7	114.1	108.6	115.2	109.2	112.1	113.5	115.4	115.4	117.3	112.7	11.6
8	108.0	106.7	113.8	107.9	114.5	108.3	111.5	109.8	112.7	112.7	114.3	111.2	7.8
10	109.0	111.2	113.4	113.8	112.0	114.6	115.9	116.8	109.9	109.9	112.3	113.0	6.9
12	111.0	110.1	118.7	113.1	118.5	114.4	116.7	117.1	117.3	117.3	119.1	116.2	9.0
14	109.0	110.6	118.4	112.3	118.5	112.5	115.5	116.3	117.3	117.3	118.1	115.7	7.9
16	108.0	110.2	117.8	111.3	118.0	112.2	115.8	114.8	117.5	117.5	116.8	115.2	7.8
18	109.0	109.3	117.1	111.1	117.6	111.8	114.2	113.1	117.1	117.1	116.6	114.5	8.3
20	108.0	110.0	117.3	110.1	117.3	111.3	114.1	113.3	115.7	115.7	116.8	114.2	7.3
22	111.0	108.3	116.3	109.6	117.2	110.5	114.7	114.5	116.6	116.6	114.7	113.9	8.9
24	110.0	109.4	117.1	109.7	116.6	110.6	114.1	113.1	116.2	116.2	114.7	113.8	7.7
26	108.0	110.0	117.7	110.5	117.6	112.8	115.3	115.2	116.9	116.9	115.3	114.8	7.7
28	108.0	108.5	115.9	109.6	115.6	110.2	113.4	113.6	115.3	115.3	115.6	113.3	7.4
30	109.0	110.0	117.2	110.0	116.6	111.9	114.2	112.9	115.3	115.3	114.3	113.8	7.2
32	108.0	109.6	117.9	111.0	117.7	111.6	114.0	115.1	114.5	114.5	116.7	114.3	8.3
34	110.0	107.8	115.9	109.3	116.6	110.3	114.1	112.3	114.8	114.8	114.5	113.0	8.8
36	109.0	108.6	116.3	110.1	115.7	110.4	113.6	111.7	113.9	113.9	112.9	112.7	7.7
38	108.0	109.6	117.3	110.9	116.7	111.2	114.8	112.9	117.7	117.7	114.8	114.4	8.1
40	108.0	109.9	117.9	111.7	117.8	112.4	115.4	114.2	117.8	117.8	117.9	115.3	8.0
42	110.0	109.3	117.5	111.3	117.9	111.8	112.8	113.1	115.6	115.6	114.5	113.9	8.6
44	108.0	110.2	118.0	112.4	117.7	113.5	113.2	114.9	118.0	118.0	118.1	115.4	7.9
46	110.0	110.4	117.5	111.7	118.2	113.5	113.8	113.9	118.1	118.1	117.8	115.3	7.8
48	110.0	111.3	118.0	117.8	123.0	115.6	114.0	118.2	117.8	117.8	119.6	117.3	11.7
50	108.0	110.0	118.5	113.8	122.1	114.7	114.6	118.5	119.5	119.5	119.4	117.1	12.1
52	108.0	110.5	118.3	113.6	121.6	114.6	115.9	116.8	119.9	119.9	120.0	117.1	11.1
54	109.0	110.2	118.2	112.2	119.1	112.4	114.6	115.4	116.9	116.9	117.7	115.4	8.9
56	110.0	108.8	116.4	110.1	117.0	111.5	114.4	116.6	116.5	116.5	114.9	114.3	8.2
58	111.0	108.5	116.8	111.0	117.4	111.5	112.4	112.2	116.4	116.4	115.1	113.8	8.9
60	111.0	110.2	117.5	111.6	117.1	112.0	112.3	114.6	115.5	115.5	116.2	114.3	7.3
T.PRON	109.2	109.5	116.7	111.2	117.3	111.9	114.1	114.2	116.1	116.0	116.2	114.3	
T.MAX	111.0	115.3	118.7	117.8	123.0	115.6	116.7	118.5	119.9	119.9	120.0		
T.MIN	108.0	105.3	113.4	107.9	112.0	108.3	111.5	109.8	109.9	109.9	112.3		
DTT	3.0	10.0	5.3	9.9	11.0	7.3	5.2	8.7	10.0	10.0	7.7		

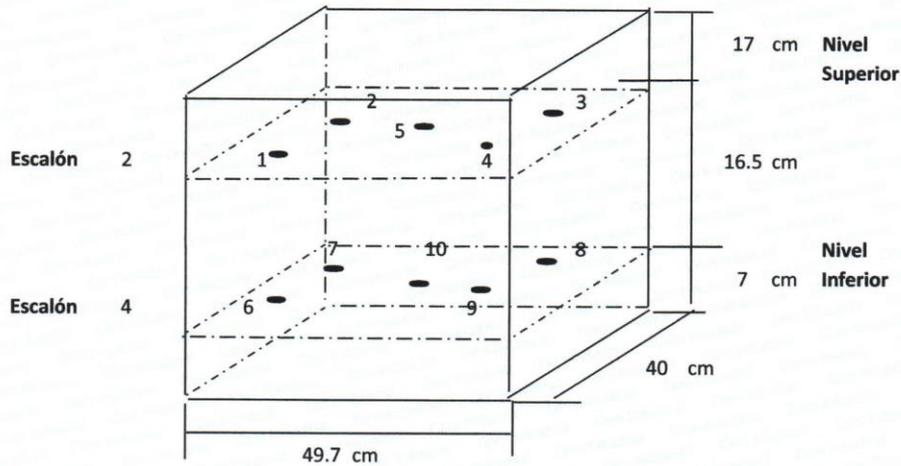


Parámetro	Valor (°C)	Incertidumbre expandida (°C)
Máxima Temperatura Medida	123.0	0.8
Mínima Temperatura Medida	105.3	0.8
Desviación de Temperatura en el Tiempo	11.0	0.2
Desviación de Temperatura en el Espacio	8.5	0.2
Estabilidad Medida (±)	0.2	0.1
Uniformidad Medida	12.1	0.1

- T.PROM : Promedio de la temperatura en una posición de medición durante el tiempo de calibración.
T. prom : Promedio de las temperaturas en las diez posiciones de medición para un instante dado.
T.MAX : Temperatura Máxima.
T.MIN : Temperatura Mínima.
DTT : Desviación de Temperatura en el Tiempo.

Para cada posición de medición su "desviación de temperatura en el tiempo" DTT está dada por la diferencia entre la máxima y la mínima temperatura registradas en dicha posición.

Entre dos posiciones de medición su "desviación de temperatura en el espacio" está dada por la diferencia entre los promedios de temperaturas registradas en ambas posiciones.

MEDIO ISOTERMO - ESTUFA**Distribución de termopares en el equipo**

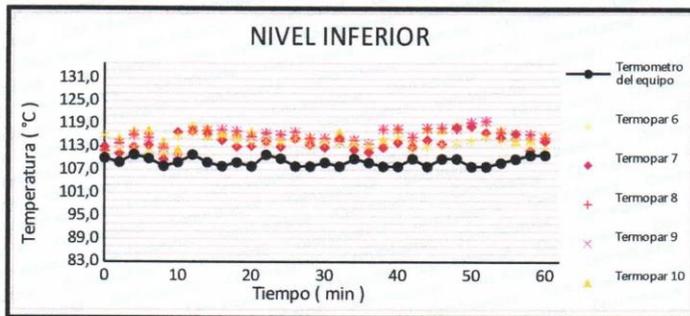
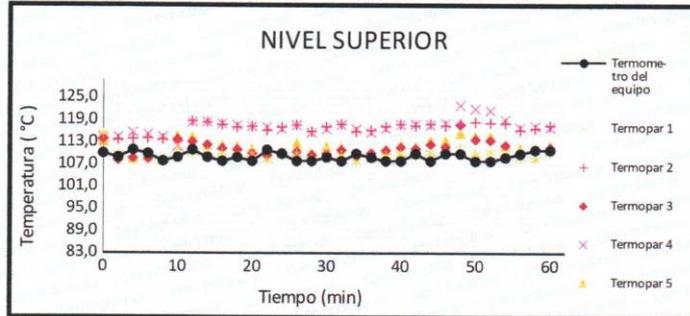
- Los termopares 5 y 10 están ubicados en el centro de sus respectivas parrillas.
- Los termopares del 1 al 5 están ubicados a 2 cm por encima de la parrilla superior.
- Los termopares del 6 al 10 están ubicados a 2 cm por debajo de la parrilla inferior.
- Los termopares del 1 al 4 y del 6 al 9 están ubicados a 4,5 cm de las paredes laterales y a 5 cm del frente y fondo de la estufa.
- Los escalones indican las posiciones de las parrillas.

Observación:

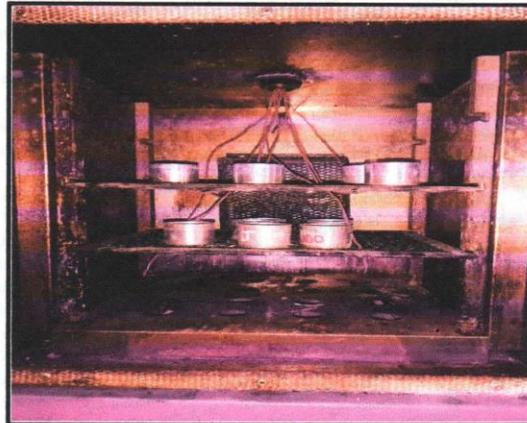
- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación "CALIBRADO".
- La incertidumbre expandida de la medición se ha obtenido multiplicando la incertidumbre estándar de la medición por el factor de cobertura $k=2$ para una distribución normal correspondiente a una probabilidad de aproximadamente 95 %.



Temperatura de trabajo 110 °C



Fotografía mostrando la ubicación de los sensores de temperatura en el medio isoterma



Fin del documento.

Expediente	20125
Solicitante	LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y MATERIALES G&C E.I.R.L
Dirección	APV. MINKA D1 – SAN SEBASTIAN
Instrumento de Medición	BALANZA NO AUTOMÁTICA
Marca (o Fabricante)	HENKEL
Modelo	ELECTRONIC SCALE
Número de Serie	LE 028520
Procedencia	CHINA
Tipo	ELECTRÓNICO
Identificación	NO INDICA
Alcance de Indicación	0 g a 30 Kg
División de escala (d) o resolución	0,1 g
Div. verifc. de escala (e)	0,1 g
Capacidad Mínima	0,1 g
Clase de exactitud	III
Ubic. Del Instrumento	LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y MATERIALES
Lugar de Calibración	APV. MINKA D1 – SAN SEBASTIAN
Fecha de Calibración	2021-10-29
Método de Calibración	

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Los resultados son validos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración.

Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio emisor.

Los certificados de calibración sin firma y sello no son válidos.

La calibración se realizó según el método descrito en el PC-011, "Procedimiento de calibración de Balanzas de Funcionamiento no Automático Clase I y Clase II" del SNM-INDECOPI. Edición cuarta.

Trazabilidad

Los resultados de la calibración realizada tienen trazabilidad a los patrones nacionales del INACAL-DM, en concordancia con el Sistema Internacional de Unidades de Medida (SI).

Patrones utilizados:

LM-C-041-2021; LM-C-064-2021; LM-C-040-2021; T-0292-2021.

Sello



Fecha de emisión

2021-10-31

Jefe del laboratorio de calibración

CEM INDUSTRIAL
Jesús Quinto C.
JESÚS QUINTO C.
JEFE DE LABORATORIO

Expediente	20125
Solicitante	LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y MATERIALES G&C E.I.R.L
Dirección	APV. MINKA D1 – SAN SEBASTIAN
Instrumento de Medición	BALANZA NO AUTOMÁTICA
Marca (o Fabricante)	HENKEL
Modelo	ELECTRONIC SCALE
Número de Serie	KG028582
Procedencia	CHINA
Tipo	ELECTRÓNICO
Identificación	NO INDICA
Alcance de Indicación	0 g a 2000 g
División de escala (d) o resolución	0,01 g
Div. verifc. de escala (e)	0,2 g
Capacidad Mínima	0,1 g
Clase de exactitud	III
Ubic. Del Instrumento	LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y MATERIALES
Lugar de Calibración	APV. MINKA D1 – SAN SEBASTIAN
Fecha de Calibración	2021-10-29

Método de Calibración

La calibración se realizó según el método descrito en el PC-011, "Procedimiento de calibración de Balanzas de Funcionamiento no Automático Clase I y Clase II" del SNM-INDECOPI. Edición cuarta.

Trazabilidad

Los resultados de la calibración realizada tienen trazabilidad a los patrones nacionales del INACAL-DM, en concordancia con el Sistema Internacional de Unidades de Medida (SI).

Patrones utilizados:

LM-C-041-2021; LM-C-064-2021; LM-C-040-2021; T-0292-2021.

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Los resultados son validos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración.

Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio emisor.

Los certificados de calibración sin firma y sello no son válidos.

Sello



Fecha de emisión

2021-10-31

Jefe del laboratorio de calibración

CEM INDUSTRIAL

JESUS QUINTO C.
JEFE DE LABORATORIO

Resultados de Medición
INSPECCIÓN VISUAL

AJUSTE DE CERO	TIENE	ESCALA	NO TIENE
OSCILACIÓN LIBRE	TIENE	CURSOR	NO TIENE
PLATAFORMA	TIENE	NIVELACIÓN	NO TIENE
SISTEMA DE TRABA	NO TIENE		

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

Temperatura	Inicial	19,2 °C	Final	19,2 °C
-------------	---------	---------	-------	---------

Medición Nº	Carga L1 = 1000,0 g			Carga L2 = 2000,0 g		
	l (g)	ΔL (g)	E (g)	l (g)	ΔL (g)	E (g)
1	1000,03	0,005	0,125	2000,07	0,007	0,163
2	1000,02	0,005	0,115	2000,07	0,007	0,163
3	1000,02	0,005	0,115	2000,06	0,006	0,154
4	1000,02	0,005	0,115	2000,06	0,007	0,153
5	1000,03	0,005	0,125	2000,07	0,007	0,163
6	1000,02	0,005	0,115	2000,06	0,006	0,154
7	1000,02	0,005	0,115	2000,06	0,007	0,153
8	1000,02	0,005	0,115	2000,06	0,007	0,153
9	1000,03	0,005	0,125	2000,07	0,006	0,164
10	1000,03	0,005	0,125	2000,07	0,007	0,163

Carga (g)	E _{max} - E _{min} (g)	e.m.p (g)
1000	0,01	0,6
2000	0,01	0,6

2	5
1	4
3	

 Posición
de las
Cargas

ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

Temperatura	Inicial	19,3 °C	Final	19,3 °C
-------------	---------	---------	-------	---------



Posición de la Carga	Determinación del Error en Cero E ₀				Determinación del Error Corregido E _c					e.m.p ± g
	Carga min. (g)	l (g)	ΔL (g)	E ₀ (g)	Carga L (g)	l (g)	ΔL (g)	E (g)	E _c (g)	
1	0,10	0,10	0,003	0,097	600	600,07	0,004	0,166	0,069	0,6
2		0,10	0,003	0,097		600,03	0,005	0,125	0,028	0,6
3		0,10	0,003	0,097		600,02	0,004	0,116	0,019	0,6
4		0,10	0,003	0,097		600,05	0,005	0,145	0,048	0,6
5		0,10	0,003	0,097		600,03	0,004	0,126	0,029	0,6

ENSAYO DE PESAJE

Temperatura	Inicial	19,3 °C	Final	19,3 °C
-------------	---------	---------	-------	---------

Eo	Carga L (g)	CRECIENTES				DECRECIENTES				e.m.p ± g
		I (g)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)	
	0,1	0,10	0,003	0,097						
	0,2	0,50	0,003	0,397	0,300	0,50	0,003	0,397	0,300	0,2
	1	1,00	0,003	0,097	0,000	1,00	0,003	0,097	0,000	0,2
	10	10,00	0,004	0,096	-0,001	9,99	0,004	0,086	-0,011	0,2
	50	50,02	0,004	0,116	0,019	49,97	0,004	0,066	-0,031	0,2
	100	100,03	0,004	0,126	0,029	99,98	0,005	0,075	-0,022	0,2
	500	500,08	0,005	0,175	0,078	500,06	0,004	0,156	0,059	0,6
	1000	1000,09	0,005	0,185	0,088	1000,08	0,004	0,176	0,079	0,6
	1500	1500,07	0,005	0,165	0,068	1500,06	0,004	0,156	0,059	0,6
	1800	1800,07	0,006	0,164	0,067	1800,07	0,004	0,166	0,069	0,6
	2000	2000,06	0,006	0,154	0,057	2000,06	0,004	0,156	0,059	0,6

Leyenda: L: Carga aplicada a la balanza. E: Error encontrado
 I: Indicación de la balanza. E₀: Error en cero.
 ΔL: Carga adicional. E_c: Error corregido.

Incertidumbre expandida de medición $U = 2 \times \sqrt{0,00754^2 + 0,00000000010608 R^2}$

Lectura corregida $R_{CORREGIDA} = R + -0,0000519217 R$

Observaciones

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación de "CALIBRADO"
- La incertidumbre de medición se ha obtenido multiplicando la incertidumbre estándar de la medición por el factor de cobertura k=2 para una distribución normal de aproximadamente 95 %.
- Se obtuvo un peso inicial de 2000,15 g para una pesa patrón de 2000 g.


Fin del documento.

Expediente	20125	
Solicitante	LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y MATERIALES G&C E.I.R.L	
Dirección	APV. MINKA D1 – SAN SEBASTIAN	Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).
Instrumento de medición	CAZUELA CASAGRANDE	
Marca (o Fabricante)	PINZUAR LTDA	
Modelo	PS - 11	Los resultados son validos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración.
Número de Serie	1297	
Procedencia	COLOMBIA	
Código	NO INDICA	Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio emisor.
Ubicación del Equipo	LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y MATERIALES	
Lugar de Calibración	APV. MINKA D1 – SAN SEBASTIAN	Los certificados de calibración sin firma y sello no son válidos.
Fecha de Calibración	2021-10-29	

Método de Calibración

La calibración se realizó por comparación directa utilizando como referencia la norma ASTM D4318, MTC E-110.

Trazabilidad

Los resultados de la calibración realizada tienen trazabilidad a los patrones nacionales del INACAL-DM, en concordancia con el Sistema Internacional de Unidades de Medida (SI).

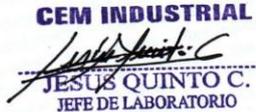
Patrones utilizados: L-0891-2021; T-0292-2021.

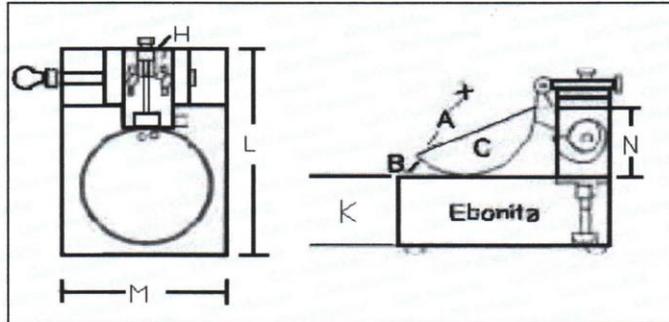
Condiciones Ambientales

Temperatura promedio: 19.2 °C ; Humedad relativa prom. 25.0 HR%

Observaciones

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación de "CALIBRADO"
- La incertidumbre de medición se ha obtenido multiplicando la incertidumbre estándar de la medición por el factor de cobertura $k=2$ para una distribución normal de aproximadamente 95 %.
- Las dimensiones del aparato de límite líquido son las especificadas en la MTCE-110.

Sello	Fecha de emisión	Jefe del laboratorio de calibración
	2021-10-31	 CEM INDUSTRIAL JESUS QUINTO C. JEFE DE LABORATORIO



Dimensiones MTC E -110 Aparato de Límite Líquido

Descripción	Conjunto de la cazuela			Base			
	Radio de la copa	Espesor de la copa	Profundidad de la copa	Copa desde la guía del elevador hasta la base	Espesor	Largo	Ancho
Dimensiones (mm)	54	2.0	27	47	50	150	125
Tolerancia (mm)	2	0.1	1	1.5	5	5	5

Resultado de Medición

Dimensiones medidas en el Aparato de Límite Líquido.

Descripción	Conjunto de la cazuela			Base			
	Radio de la copa	Espesor de la copa	Profundidad de la copa	Copa desde la guía del elevador hasta la base	Espesor	Largo	Ancho
Dimensiones (mm)	55.8	1.98	27.58	50.14	50.02	150.2	125.08
Incertidumbre (mm)	0.5	0.05	0.5	0.8	0.6	0.6	0.6



Fin de documento.

Expediente	20125	
Solicitante	LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y MATERIALES G&C E.I.R.L	
Dirección	APV. MINKA D1 – SAN SEBASTIAN	
Equipo	PRENSA CBR – CELDA	Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).
Marca (o Fabricante)	LVA	
Modelo	NO INDICA	Los resultados son validos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración.
Número de Serie	NO INDICA	
Rango de medicion	5000 KG	Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio emisor.
Procedencia	NO INDICA	
Indicador de Lectura	DIGITAL	Los certificados de calibración sin firma y sello no son válidos.
Marca	HIGH WEIGHT	
Modelo	315–XB	
Numero de Serie	231279	
Identificación	NO INDICA	
Alcance de Indicacion	0 kg a 1 kg	
Procedencia	CHINA	
Resolucion	1kg	
Traductor de Fuerza	CELDA TIPO S	
Alcance de Indicacion	–	
Marca	ZEMIC	
Modelo	H3–C3–5	
Numero de Serie	P2C026029	

Trazabilidad

Los resultados de la calibración realizada tienen trazabilidad a los patrones nacionales del INACAL-DM, en concordancia con el Sistema Internacional de Unidades de Medida (SI).

Calibracion

La calibración se realizó por comparación directa utilizando como referencia la Norma Tec. ASTM E74-13a ASTM C39 y de acuerdo con el cliente se procedio a aplicar los valores de carga indicados en el cuadro.

Sello



Fecha de emisión

2021-10-31

Jefe del laboratorio de calibración

CEM INDUSTRIAL
Jesús Quinto C.
JESUS QUINTO C.
JEFE DE LABORATORIO

Patrones de Referencia

Trazabilidad	Patron Utilizado	Certificado de Calibracion
Patrones de referencia ilac-MRA - UKAS Calibration	Celda de Carga - Impact Test Equipment	DM22036 - 07 November 2019
Patrones de referencia del SNM-INDECOPI - INACAL	Termometro Patron de Resolucion 0.01°C	METROIL - INACAL LM-661-2019 EXP. 76280-2019
Patrones de referencia del SNM-INDECOPI - INACAL	Termohigometro TESTO-PC-MT-002, Incertidumbre 208 % HR	METROIL - INACAL LT-1733-2019 EXP. 76280-2019

Resultados de Medicion

%	Lectura de la máquina (FI) kgf	Lectura del patrón			Promedio kgf	Calculo de errores		Incertidumbre U(%)
		Primera kgf	Segunda kgf	Tercera kgf		Exactitud q(%)	Repetibilidad b(%)	
10	500	536.3	536.3	534.6	535.7	-6.7	0.3	0.42
20	1000	1069.8	1027.6	1025.4	1040.9	-3.9	4.3	2.79
30	1500	1521.7	1540.2	1535.6	1532.5	-2.1	1.2	0.77
40	2000	2117.3	2058.8	2085.7	2087.2	-4.2	2.8	1.64
50	2500	2635.6	2583.4	2604.7	2607.9	-4.1	2.0	1.19
60	3000	3173.1	3102.4	3128.2	3134.6	-4.3	2.3	1.34
70	3500	3690.2	3626.6	3633.8	3650.2	-4.1	1.7	1.13
80	4000	4209.6	4135.6	4148.0	4164.4	-3.9	1.8	1.13
90	4500	4712.1	4707.2	4747.4	4722.3	-4.7	0.9	0.59
Lectura máquina en cero		0	0	0	-----	0	0	Error máx. de cero(0)=0,00

Temperatura promedio durante los ensayos 24,0 °C Variación de temperatura en cada ensayo < 2 °C

Evaluación de los resultados

De los resultados obtenidos durante la calibración se ha obtenido la siguiente ecuación cuadrática:

$$Y = A \cdot X^2 + B \cdot X + C$$

Donde:

Y = Indicación del Equipo en kgf.

X = Lectura directa del equipo / valores del dial

Los coeficientes obtenidos son:

A = 0.000006
B = 1.019100
C = 17.04100

Observaciones

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación de CALIBRADO.
- La incertidumbre de medición se ha obtenido multiplicando la incertidumbre estándar de la medición por el factor de cobertura k=2 para una distribución normal de aproximadamente 95%.



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

LL-098-2021

Laboratorio de Calibración

Pág. 1 de 2

Expediente 20125
Solicitante LABORATORIO DE MECANCA DE SUELOS Y MATERIALES G&C E.I.R.L
Dirección APV, MINKA D1 - SAN SEBASTIAN
Instrumento de medición MARTILLO DE COMPACTACION DE PROCTOR MODIFICADO
Marca (o Fabricante) NO INDICA
Modelo NO INDICA
Número de Serie PM-002-20
Procedencia NO INDICA
Código NO INDICA
Ubicación del Equipo INSTALACIONES DEL SOLICITANTE
Lugar de Calibración APV, MINKA D1 - SAN SEBASTIAN

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración.

Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio emisor.

Los certificados de calibración sin firma y sello no son válidos.

Fecha de Calibración 2021-10-20

Método de Calibración

La calibración se realizó por comparación directa utilizando como referencia la Norma ASTM D - 1557.

Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura °C	20,8	20,9
Humedad % H.R.	68	67

Sello

Fecha de emisión

Jefe del laboratorio de calibración



2021-10-31

CEM-INDUSTRIAL
Jesús Quinto C.
JESÚS QUINTO C.
JEFE DE LABORATORIO

Anexo 11. Boleta de ensayos de laboratorio (doc. que sustente)

3/6/22, 0:07 :: Boleta de Venta Electrónica - Impresión ::

<p>LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y MATERIALES G&C E.I.R.L – AV MINKA MANZ D NUMERO 1 SAN SEBASTIAN – CUSCO- CUSCO</p>	<p>BOLETA DE VENTA ELECTRONICA. RUC: 20601355974 EB01-2</p>																		
Fecha de Vencimiento : Fecha de Emisión : 02/06/2022 Señor(es) : MARSE YUCRA SEGUNDO DNI : 76969130 Tipo de Moneda : SOLES Observación :																			
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: center;">Cantidad</th> <th style="text-align: center;">Unidad Medida</th> <th style="text-align: left;">Descripción</th> <th style="text-align: right;">Valor Unitario(*)</th> <th style="text-align: right;">Descuento(*)</th> <th style="text-align: right;">Importe de Venta(**)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">1.00</td> <td style="text-align: center;">UNIDAD</td> <td>SERVICIO DE ENSAYOS PARA TESIS</td> <td style="text-align: right;">4,444.91525</td> <td style="text-align: right;">0.00</td> <td style="text-align: right;">5,245.00</td> </tr> </tbody> </table>		Cantidad	Unidad Medida	Descripción	Valor Unitario(*)	Descuento(*)	Importe de Venta(**)	1.00	UNIDAD	SERVICIO DE ENSAYOS PARA TESIS	4,444.91525	0.00	5,245.00						
Cantidad	Unidad Medida	Descripción	Valor Unitario(*)	Descuento(*)	Importe de Venta(**)														
1.00	UNIDAD	SERVICIO DE ENSAYOS PARA TESIS	4,444.91525	0.00	5,245.00														
(*) Sin impuestos. (**) Incluye impuestos, de ser Op. Gravada.																			
<p>SON: CINTO MIL DOS CIENTOS CUARENTA Y CINCO Y 00/100 SOLES</p>	<table style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 80%;">Op. Gravada :</td> <td style="text-align: right;">S/4,444.91525</td> </tr> <tr> <td>Op. Exonerada :</td> <td style="text-align: right;">S/ 0.00</td> </tr> <tr> <td>Op. Inafecta:</td> <td style="text-align: right;">S/ 0.00</td> </tr> <tr> <td>ISC:</td> <td style="text-align: right;">S/ 0.00</td> </tr> <tr> <td>IGV:</td> <td style="text-align: right;">S/ 800.08475</td> </tr> <tr> <td>Otros Cargos:</td> <td style="text-align: right;">S/ 0.00</td> </tr> <tr> <td>Otros Tributos:</td> <td style="text-align: right;">S/ 0.00</td> </tr> <tr> <td>Monto de Redondeo:</td> <td style="text-align: right;">S/ 0.00</td> </tr> <tr> <td>Importe Total:</td> <td style="text-align: right;">S/ 5,245.00</td> </tr> </table>	Op. Gravada :	S/4,444.91525	Op. Exonerada :	S/ 0.00	Op. Inafecta:	S/ 0.00	ISC:	S/ 0.00	IGV:	S/ 800.08475	Otros Cargos:	S/ 0.00	Otros Tributos:	S/ 0.00	Monto de Redondeo:	S/ 0.00	Importe Total:	S/ 5,245.00
Op. Gravada :	S/4,444.91525																		
Op. Exonerada :	S/ 0.00																		
Op. Inafecta:	S/ 0.00																		
ISC:	S/ 0.00																		
IGV:	S/ 800.08475																		
Otros Cargos:	S/ 0.00																		
Otros Tributos:	S/ 0.00																		
Monto de Redondeo:	S/ 0.00																		
Importe Total:	S/ 5,245.00																		
Esta es una representación impresa de la Boleta de Venta Electrónica, generada en el Sistema de la SUNAT. El Emisor Electrónico puede verificarla utilizando su clave SOL, el Adquirente o Usuario puede consultar su validez en SUNAT Virtual: www.sunat.gob.pe , en Opciones sin Clave SOL/ Consulta de Validez del CPE.																			



CONTRATO DE ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS

Conste por el presente documento el contrato de Estudio de Suelos, que celebran de una parte **Clever Rodrigo Rojas y Marse Yucra Segundo** identificados con n° de DNI: 43699232 y 76969130 respectivamente, a quienes en lo sucesivo se denominarán **LOS CONTRATANTES**; y de otra parte la empresa **LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y MATERIALES G&C EIRL**, identificada con R.U.C. N° 20601355974, inscrita en la partida electrónica N° 11178974 del Registro de Personas Jurídicas con domicilio en APV Minka D-1 San Sebastián, Provincia del Cusco – Cusco, debidamente representada por su gerente general don a **ALFREDO GASPAP APAZA**, identificado con D.N.I. N° 43464494, con poderes inscritos en el asiento 141 -2016 de la referida partida electrónica, a quien en lo sucesivo se denominará **EL CONTRATISTA**; en los términos contenidos en las cláusulas siguientes:

ANTECEDENTES

CLÁUSULA PRIMERA. - **EL CONTRATISTA** es una persona jurídica de derecho privado constituida bajo el régimen societario de la sociedad anónima, cuyo objeto principal es la elaboración de estudios de mecánica de suelos.

OBJETO DEL CONTRATO

CLÁUSULA SEGUNDA. - Por el presente contrato, **EL CONTRATISTA** se obliga a realizar los servicios de estudio de Mecánica de suelos para el trabajo de investigación denominada: **Comparación de la adición de ceniza del fruto de eucalipto para mejorar la subrasante, carretera raqayraqayniyuq – huacoto.** Donde la empresa **LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y MATERIALES G&C EIRL** tendrá que realizar dichos estudios, garantizando la veracidad de sus ensayos en los distintos proyectos.

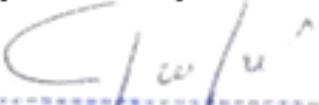
CLÁUSULA TERCERA. - El servicio materia de este contrato será de un mes desde el 16 de abril a 20 de mayo donde el contratista, deberán alcanzar los resultados de los ensayos con un informe.

CLÁUSULA CUARTA. - Las partes acuerdan que, los pagos se realizaran un 50% a la firma del presente contrato y la diferencia al ser concluidas.

Ambas partes declaran su conformidad con las cláusulas que anteceden, suscribiendo el presente documento, en tres ejemplares de igual tenor y valor.

En señal de conformidad las partes suscriben este documento en la ciudad del Cusco, abril del 2022.

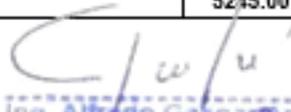
*se adjunta la cotización de los ensayos a realizar y costos respectivos.


Ing. Alfredo Gaspar Apaza
DNI 43464494
RESPONSABLE DEL LABORATORIO DE
MECANICA DE SUELOS Y MATERIALES



Cuadro descriptivo de ensayos.

Cantidad	Unidad	Descripción de ensayos	precio	Precio unidad	Precio total
4.00	Und.	Ejecución de Calicata y Extracción de Muestras.	100.00	400.00	400.00
4.00	Und.	Contenido de Humedad.	34.80	139.00	139.00
4.00	Und.	Análisis granulométrico por tamizado	39	156.00	156.00
10.00	Und.	Limite líquido	35.00	350.00	350.00
10.00	Und.	Limite plástico	36.00	360.00	360.00
10.00	Und.	Proctor modificado	167.00	1670.00	1670.00
10.00	Glb	CBR	310.00	310.00	3100.00
TOTAL					5245.00


Ing. Alfredo Gaspar Apaza
CIP 12887
RESPONSABLE DEL LABORATORIO DE
MECANICA DE SUELOS Y MATERIALES



UNSAAC

Universidad Nacional de
San Antonio Abad
del Cusco

=====

UNIVERSIDAD NACIONAL DE
SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO

LABORATORIO ANALISIS QUIMICO
Av. Cultura 733
RUC: 20172474501
UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO
ABAD DEL CUSCO

Boleta de Venta Electronica
Serie: B203 Nro: 644
Fecha: 02/05/2022 User: MERCEDES

DNI: 43699232
Nombres: RODRIGO ROJAS CLEVER

Forma de Pago: CONTADO

CANT.	DESCRIPCION	P.UNIT	SUBTOTAL
1.00	ANALISIS FISICO QUIMICO DE MUESTRAS DE CENIZA DE FRUTO DE EUCALIP TO.		
		150.00	150.00

SUBTOTAL :	S/	127.12
IGV :	S/	22.88
TOTAL :	S/	150.00

SON: CIENTO CINCUENTA CON 00/100 SOLES

Autorizado mediante resolución
4298328928998

Representación impresa del comprobante de pago electrónico, el cual puede ser consultado en <http://www.excelexia.com> o <https://consultaose.theforynka.com.pe/>

-- * sysgenia * --

