



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

**“Mejoramiento de Subrasante mediante la adición de ceniza de quinua
en la carretera PE-38B, Provincia Chucuito, Puno, 2021”**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
Ingeniero Civil**

AUTOR:

Guia Yucra, Mario Junior ORCID: 0000-0002-8925-3842)

ASESOR:

Dr. Ing. Vargas Chacaltana, Luis Alberto (ORCID: 0000-0002-4136-7189)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN

Diseño de Infraestructura Vial

LIMA – PERÚ

2021

DEDICATORIA

Principalmente dedico a Dios la presente investigación, a mi madre Maura por el amor incondicional y por impulsar el logro de mis objetivos, a mi papá Mario Tomas por cada una de sus enseñanzas y sacrificios para llegar a culminar todo lo que uno se propone, a mis hermanos Linette y Piero que brindan con su existencia la inspiración de lograr mis metas y obtener resultados y a Leslie y Milán por el amor brindado en esta etapa de la vida.

AGRADECIMIENTO

Principalmente a mi asesor de Tesis Dr. Ing. Vargas Chacaltana Luis Alberto por el apoyo incondicional y el conocimiento brindado durante el tiempo de desarrollo del trabajo de investigación. A la Universidad Cesar Vallejo por ser la institución que me permite lograr el objetivo académico que contribuyen en mi formación profesional. Al Consorcio Supervisor Palermo que me brindo el apoyo necesario con los equipos de laboratorio, al gerente vial, especialistas y Técnicos. A todos mis familiares abuelos, tíos, etc... por haber colaborado con su sola existencia y por brindar la compañía y ánimos para jamás claudicar en la vida profesional buscando la excelencia. A cada una de los profesionales que dieron de su apoyo y cariño como un gran aporte a presente trabajo de investigación.

Índice

Índice de contenidos	iv
Índice de tablas.....	v
Índice de figura.....	vi
Resumen.....	vii
Abstract.....	viii
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO.....	5
III. METODOLOGÍA.....	30
3.1. Tipo y diseño de investigación.....	31
3.2. Variables y operacionalización.....	31
3.3. Población, muestra y muestreo.....	33
3.4. Técnicas e instrumento de recolección de datos.....	33
3.5. Procedimientos.....	34
3.6. Método de análisis de datos.....	35
3.7. Aspectos éticos.....	36
IV. RESULTADOS.....	37
V. DISCUSIÓN.....	60
VI. CONCLUSIONES.....	65
VII. RECOMENDACIONES.....	67
REFERENCIAS.....	69
ANEXOS.....	74
Anexo 1: Matriz de Operacionalización de la Variable	
Anexo 2: Matriz de Consistencia	
Anexo 3: Instrumento de recolección de datos	
Anexo 4: Validez de instrumento de recolección de datos	
Anexo 5: Confiabilidad de instrumento de recolección de datos	
Anexo 6: Fotos	

Índice de tablas

Tabla 1. Clasificación de Suelos según tamaños de partículas.....	14
Tabla 2. Clasificación de suelos según el método AASHTO M 145.....	16
Tabla 3. Simbología de suelos sistema SUCS.....	17
Tabla 4. Resumen ensayo Proctor Estándar y Modificado.....	21
Tabla 5. Métodos de Proctor.....	22
Tabla 6. Clasificación de subrasante.....	25
Tabla 7. Materiales químicos estabilizadores.....	27
Tabla 8. Criterios para estabilizar un suelo.....	28
Tabla 9. Operacionalización de las variables.....	32
Tabla 10. Ubicación de calicata.....	41
Tabla 11. Granulometría calicata C-1 muestra en estado natural.....	44
Tabla 12. Resultado de clasificación SUCS, AASHTO.....	45
Tabla 13. Resultado de limite líquido, limite plástico y índice de plasticidad..	46
Tabla 14. Resultados de compactación de suelos con energía modificada..	47
Tabla 15. Cuadro comparativo de resultado de Proctor Modificado.....	51
Tabla 16. Resultado de ensayo de CBR de la muestra patrón.....	53
Tabla 17. Resultado de ensayo de CBR, suelo + 4 % de ceniza de quinua..	55
Tabla 18. Resultado de ensayo de CBR, suelo + 6 % de ceniza de quinua..	56
Tabla 19. Resultado de ensayo de CBR, suelo + 8 % de ceniza de quinua..	58
Tabla 20. Resultados de CBR.....	59

Índice de figuras

Figura 1. Estructura Carretera afirmada.....	13
Figura 2. Clasificación de suelos por diámetro de partículas.....	18
Figura 3. Tamices (Mallas para tamizado).....	19
Figura 4. Curva granulométrica.....	19
Figura 5. Métodos de Proctor.....	22
Figura 6. Límites de Atterberg.....	22
Figura 7. Expresión método de CBR.....	23
Figura 8. Medidas de penetración y presión en el vástago en el suelo.....	24
Figura 9. Ubicación del distrito de Juli en el mapa político del Perú.....	39
Figura 10. Ubicación del distrito de Juli en el Departamento de Puno.....	39
Figura 11. Calicata C-1.....	40
Figura 12. Muestras en laboratorio.....	42
Figura 13. Ensayos en laboratorio.....	43
Figura 14. Curva de la granulometría de la muestra de la calicata C-1.....	44
Figura 15. Variación del Índice de Plasticidad.....	47
Figura 16. Diagrama Proctor Modificado de suelo natural.....	48
Figura 17. Diagrama Proctor Modificado de suelo natural + 4% ceniza.....	49
Figura 18. Diagrama Proctor Modificado de suelo natural + 6% ceniza.....	50
Figura 19. Diagrama Proctor Modificado de suelo natural + 8% ceniza.....	51
Figura 20. Variación MDS.....	52
Figura 21. Variación OCH.....	52
Figura 22. Diagrama de ensayo de CBR de muestra patrón.....	54
Figura 23. Diagrama de ensayo de CBR, suelo + 4% de ceniza de quinua..	55
Figura 24. Diagrama de ensayo de CBR, suelo + 6% de ceniza de quinua..	57
Figura 25. Diagrama de ensayo de CBR, suelo + 8% de ceniza de quinua..	58
Figura 26. Variación CBR.....	59

RESUMEN

La presente tesis “Mejoramiento de subrasante mediante la adición de ceniza de quinua en la carretera PE-38B, provincia Chucuito, Puno, 2021”, cuyo principal objetivo general tiene: Evaluar cómo influye la adición de ceniza de quinua en las propiedades de la sub rasante en la carretera PE-38B, adicionando porcentajes de 4%, 6% y 8% como un método de mejora de las propiedades de un suelo arcilloso (plasticidad, compactación y resistencia), de modo tal, que puedan mejorar sus características para ser usado como subrasante.

La tesis propone utilizar el método de estudio experimental (cuasiexperimental), de tipo aplicado, el nivel de la investigación es explicativo con un enfoque cuantitativo. La población de estudio estuvo constituida por el tramo 08+000 al 09+000 de la carretera PE-38B, el tipo de muestreo fue el no probabilístico. Para los ensayos realizados en la presente investigación las muestras de suelo se obtuvieron de la calicata C-1, ubicada en la progresiva 08+320 de la carretera en mención. Para la obtención de datos directos y confiables se utilizaron los siguientes instrumentos: Ensayo de Granulometría (ASTM-D 422, MTC E 109-2016, NTP 339.132-2014), ensayo de Límites de Atterberg (ASTM D 4318, MTC E 111), ensayo Proctor Modificado (ASTM D 1557, MTC E 115-2000) y ensayo CBR (ASTM D 1883, MTC E 132-2000).

Los resultados obtenidos para el ensayo CBR son 16.4 % para el suelo patrón y un incremento de +4.8%, +17.0 % y +35.3% para las dosificaciones 4%, 6% y 8% respectivamente, en los parámetros de la compactación se obtuvo el incremento de valores de la máxima densidad seca de las muestras, para el índice plástico (IP) según los valores obtenidos se mantiene una plasticidad media de un suelo arcilloso para todas las dosificaciones. Por tanto, en la presente investigación al adicionar ceniza la quinua se mejora las propiedades de la subrasante de la Carretera PE-38B, definido por el valor más alto de CBR, obteniendo la categoría de subrasante excelente S₅ de acuerdo al Manual de suelos y pavimentos.

PALABRAS CLAVES: capacidad portante, plasticidad, compactación, subrasante, dosificación.

ABSTRACT

The present thesis “Subgrade improvement by adding quinoa ash on the PE-38B road, Chucuito province, Puno, 2021”, whose main general objective is: To evaluate how the addition of quinoa ash influences the properties of the subgrade on the PE-38B road, adding percentages of 4%, 6% and 8% as a method of improving the quality of the properties of a clay soil (plasticity, compaction and strength) in such a way as to improve its characteristics for use as a substratum.

The thesis proposes to use the experimental study method (quasi-experimental), of an applied type, the level of the research is explanatory with a quantitative approach. The study population consisted of the stretch 08+000 to 09+000 of the PE-38B road, the sampling type was non-probabilistic. For the tests carried out in this research, soil samples were obtained from calicate C-1, located on the 08+320 progressive road. To obtain direct and reliable data, the following instruments were used: Granulometry Test (ASTM-D 422, MTC E 109-2016, NTP 339. 132-2014), Atterberg Limits Test (ASTM D 4318, MTC E 111), Modified Proctor Test (ASTM D 1557, MTC E 115-2000) and CBR Test (ASTM D 1883, TCM E 132-2000).

The results obtained for the CBR test are 16. 4% for the standard soil and an increase of +4. 8%, +17. 0% and +35. 3% for the dosages 4%, 6% and 8% respectively, in the compaction parameters the increase of the values of the maximum dry density of the samples was obtained, for the Plastic Index (IP) according to the values obtained a medium plasticity of a clay floor for all dosages. Therefore, in this research, adding quinoa ash improves the properties of the PE-38B road substrate, defined by the highest CBR value, obtaining the excellent substrate category S5 according to the Soils and Paving Manual.

KEY WORDS: carrying capacity, plasticity, compaction, sub-fragrant, dosing.

I. INTRODUCCIÓN

A nivel mundial los sectores públicos y privados dedicados a la rama de construcción de carreteras vienen buscando materiales que puedan brindar o mejorar la resistencia y desempeño, relacionadas a sus características mecánicas. Dichos materiales tienden a ser elementos que brinden una mayor durabilidad en la estructura de la carretera produciendo un incremento en la relación costo–beneficio. Holanda y la India internacionalmente son países que realizan métodos para desarrollar una infraestructura que favorezca al medio ambiente. En la actualidad los temas sociales y ambientales van tomando cada vez más, una importancia trascendental, debido al impacto que pueda generar la construcción y mantenimiento de los proyectos sobre el agua, suelo, aire, flora y fauna, recursos que deben de tener un manejo óptimo así como una interacción que no afecte a los mismos; permitiendo que haya una tendencia en el uso de elementos o materiales que sean amigables con el medio ambiente y representen un beneficio social económico para todos los personajes que participan en la construcción de carreteras.

El Centro de Comercio Exterior de la cámara de comercio, nos indica que los caminos que componen la Red Vial en el Perú representa 95 863 km donde el 16% se encuentra pavimentada, el 84% restante se encuentra a nivel de afirmado (sub rasante) con una extensión de 80 367 km. Generalizando a nivel nacional existe un desfase entre las poblaciones de zonas rurales que tienen una producción agrícola del país donde presentan dificultades para conectar con las urbes que son los lugares donde se desarrolla la salida de los productos hacia los mercados internacionales en materia de producción y comercio, esta problemática como factor social y económico influye negativamente en la inclusión social donde se presenta muchas diferencias de acceso a servicios y afecta la calidad de vida de la población.

En la región de Puno se viene incrementando la construcción de carreteras, así como el mejoramiento y mantenimiento de las mismas, en las cuales se presentan problemas debido a que los suelos no presentan óptimas propiedades físicas y que se necesite estabilizadores de suelo, por lo cual se investigan varias técnicas para darle mayor capacidad de carga al suelo (sub rasante).

Es importante indicar que el Departamento de Puno concentra la mayor cantidad de producción de quinua cercana a 79.5% a nivel nacional. Así se plantea utilizar la ceniza de quinua como material amigable con el ambiente y que pueda representar un beneficio para la sociedad.

En la presenta investigación se plantea un mejoramiento a la sub rasante de la Carretera PE-38B con la adición de la ceniza de quinua como un producto estabilizador para evaluar la influencia en las propiedades de la subrasante en la Carretera PE-38B por lo que se ha llegado al siguiente planteamiento:

Problema general: ¿Cómo influye la adición de ceniza de quinua en las propiedades de la sub rasante en la carretera PE-38B, Provincia Chucuito Puno 2021?

Problemas específicos: ¿Cómo influye la adición de ceniza de quinua en la plasticidad de la sub rasante en la carretera PE-38B, Provincia Chucuito Puno 2021?, ¿Cómo influye la adición de ceniza de quinua en la compactación de la sub rasante en la carretera PE-38B, Provincia Chucuito Puno 2021? y ¿Cómo influye la adición de ceniza de quinua en la resistencia de la sub rasante en la carretera PE-38B, Provincia Chucuito Puno 2021?

Justificación de la investigación:

Justificación teórica Se intenta alcanzar nuevos conocimientos acerca del comportamiento físico que tienen la sub rasante al adicionar la ceniza de quinua, aplicaremos conceptos de estabilización de suelos con un material o residuo que actualmente posee importantes propiedades que beneficiarían el aspecto técnico económico en la elaboración de los proyectos de infraestructura vial, demostrados a través de los indicadores como son: Índice de plasticidad y CBR.

Justificación metodológica Se propone una nueva estrategia en cuanto a los procedimientos y estándares metodológicos de la estabilización de Suelos, con finalidad de realizar una investigación científica y técnica. Luego de obtener los resultados y que sean válidos y confiables podrán ponerse en práctica en proyectos de infraestructura vial.

Justificación técnica La investigación a laborar busca usar la ceniza de quinua en la sub rasante a evaluar con la finalidad mejorar su plasticidad, resistencia y demás propiedades físicas del suelo de la sub rasante, aplicando los conceptos técnicos del Manual de Carreteras: Suelos, Geología Geotecnia y Pavimentos; respecto al mejoramiento de la sub rasante a través de la adición de productos químicos.

Justificación social En la Red Vial Departamental de la Región Puno, no se cuenta con antecedentes de subrasantes que hayan sido mejoradas por medio de la estabilización química con ceniza de quinua, dando lugar a la presente investigación “Mejoramiento de Subrasante mediante la adición de ceniza de quinua en la carretera PE-38B, Provincia Chucuito, Puno, 2021”.

La sociedad requiere que las vías se encuentren en buen estado para favorecer la fluidez del tránsito y que las actividades de comercialización, turismo, educación, trabajo, etc. no tengan retrasos en la movilidad.

Hipótesis: Hipótesis general: La ceniza de quinua influye en las propiedades de la sub rasante en la carretera PE-38B, Provincia Chucuito, Puno 2021.

Hipótesis específicas: La ceniza de quinua influye en la plasticidad de la sub rasante en la carretera PE-38B, Provincia Chucuito, Puno 2021. La ceniza de quinua influye en la compactación de la sub rasante en la carretera PE-38B, Provincia Chucuito, Puno 2021. La ceniza de quinua influye en la resistencia de la sub rasante en la carretera PE-38B, Provincia Chucuito, Puno 2021.

Objetivos: Objetivo general: Evaluar cómo influye la adición de ceniza de quinua en las propiedades de la sub rasante en la carretera PE-38B, Provincia Chucuito, Puno 2021.

Objetivos específicos: Determinar la influencia de la ceniza de quinua en la plasticidad de la sub rasante en la carretera PE-38B, Provincia Chucuito, Puno 2021. Determinar la influencia de la ceniza de quinua en la compactación de la sub rasante en la carretera PE-38B, Provincia Chucuito, Puno 2021. Determinar la influencia de la ceniza de quinua en la resistencia de la sub rasante en la carretera PE-38B, Provincia Chucuito, Puno 2021.

II. MARCO TEÓRICO

En el mundo se han realizado varios estudios para el mejoramiento de suelos, que en el tiempo se pueden usar en la infraestructura vial, centrándose en el uso de subproductos agroindustriales con el fin de plantear una solución económica y ambiental, al reutilizar desechos y emplearlos en la mejora de las propiedades físicas y mecánicas del suelo, usando estos conocimientos en las carreteras del país donde se necesite su aplicación (Cobos, Ortegón Y Peralta, 2019).

Las propiedades de un suelo natural se pueden mejorar con la adición de estabilizadores, por ejemplo, la cal el cemento Portland, estos elementos al ser más demandados por la industria de la ingeniería provocan un incremento en el costo escalonando en todos los niveles donde participan estos elementos; es así que se decide investigar el uso de materiales orgánicos (biomasas) como residuos de los procesos de producción orgánicos rurales agrícolas.

Los residuos orgánicos como las cenizas requieren una correcta disposición final para obtener el desecho apropiado de los materiales de residuo, la mala práctica ocasiona riesgos de salud con alto impacto en las poblaciones y el medio ambiente. Algunos residuos orgánicos provenientes de distintas actividades de producción y fabricación son: cenizas de granos, el polvo de mármol, ceniza volante, escoria de alto horno, entre otros” (Bulla, 2018).

Según Camacho (2019), la presencia del 25% de cenizas adicionadas en el suelo puede mejorar las propiedades del mismo, afectando sus propiedades físicas y mecánicas como son la granulometría, floculando los porcentajes de arcillas del suelo y reduciendo el límite líquido y el índice plástico del suelo. El contenido de Puzolana mediante la reacción del mismo con los elementos presentes en los suelos genera un aumento en la capacidad de resistencia de la subrasante y consecuentemente mejorar la estructura de las vías.

Algunos residuos agrícolas muy consumidos e interesantes para el proceso tenemos los siguientes productos: cascarilla de café, la cascarilla de arroz, la cáscara y cubierta del coco, hojas de eucalipto, maderas, caña de azúcar, pajas, hojas y tallos de plátano, liquido de cascara de nuez y algunos desechos de

distintos productos orgánicos que han sido investigados a lo largo de la superficie terrestre, países como lo son Panamá, Canadá, Estados Unidos, China, Colombia, Guatemala, etc., para diferentes usos convenientes que disminuyen los impactos ambientales, ocasionados principalmente la reducción de residuos sólidos y material granular (Castaño & Trigos, 2017).

Por lo tanto, el presente trabajo de investigación podría favorecer en el mejoramiento de las vías y pavimentos de la región y del país con la adición de ceniza de quinua usándolo como subproductos que genera el sector agroindustrial, puesto que algunas biomásas han sido sujetas a diferentes estudios arrojando resultados alentadores, tales efectos son tomados como base para el desarrollo de esta investigación.

Como **antecedentes internacionales** tenemos a Hernández y Herrera (2019), quien tuvo como **objetivo** analizar la incidencia de la ceniza de cascarilla de café en la resistencia a la compresión de un suelo arcilloso limoso, **la metodología** fue experimental donde se obtuvo como **resultados** al adicionar al suelo natural la ceniza de cascarilla de café en proporciones de 4, 6 y 8% en peso con relación al suelo; que aumento la relación de soporte (CBR) llegando desde un valor de 1.6% para el suelo natural hasta 7,3% para un suelo con 8% de proporción de peso de la ceniza de cascarilla de café, resultando un incremento del 356%. Se **concluyó** que la utilización de cenizas de cascarilla de café incrementa al suelo arcilloso limoso propiedades que le permiten mejorar su comportamiento y resistencia.

Cobos, Ortegon y Peralta (2019) en su investigación tuvo como **objetivo** evaluar el comportamiento geotécnico de suelos de origen volcánico estabilizados con ceniza proveniente cáscara de coco y cisco de café, **la metodología** fue exploratoria donde se obtuvo como **resultados** se tiene en cuenta parámetros como, suelo con muestra inalterada, el suelo compactado a 56 golpes de suelo sin agregar ceniza biomasa, el suelo compactado a 56 golpes agregando 5%, 10% y 15% de CCF Y CCO en base a la masa del suelo. Evaluando qué porcentaje de adición de ceniza genera un mejoramiento al suelo. Y se **concluye** que, Se determinó que la ceniza de CCF y CCO funcionan como material conglomerante que permite potenciar las

propiedades de un suelo, razón por la cual dentro de las tomas hechas se ve que al adicionarle el 15% de biomasa se logran porcentajes de compactación promedio cercanos y superiores al 100%.

Clavería, Triana y Varon (2018), tuvo como **objetivo** evaluar el efecto de la ceniza proveniente de la cascarilla de arroz y el bagazo de caña en las propiedades de suelos de origen volcánico. **la metodología** fue experimental, donde se presentan y analizan los siguientes **resultados**, se obtuvo un incremento en las propiedades físicas y mecánicas del suelo analizado para una adición óptima del 10% de ceniza de arroz de las combinaciones planteadas (5%, 10% y 15%) y de adición óptima de Ceniza de bagazo de caña de azúcar para el mejoramiento de las propiedades físicas y mecánicas del, corresponde al 15% de adición de CBCA de las combinaciones planteadas (5%, 10% y 15%) valor en el cual se obtuvo el mayor aporte a las propiedades del suelo. Se **concluyó** que el uso de la CCA y CBCA puede resultar una alternativa económica, sustentablemente ambiental, de la cual se puede obtener resultados que mejoren la estabilización de los suelos de origen volcánicos para su uso como material de subrasante y que muestran un beneficio en las condiciones físico-mecánicas del suelo.

Como **antecedentes nacionales** tenemos a Almonacid (2019), tuvo como objetivo evaluar los efectos que producen la cal y ceniza de quinua en la estabilización de subrasante en suelos, la **metodología** fue experimental. Se obtuvo como **resultados** para la calicata C-2, TRAMO MARISCAL CÁCERES - CENTRO POBLADO VIÑAS PROG. Km. 1+500 la primera es muestra del terreno natural contando con un valor de CBR de 14.6% dentro de lo permitido, la segunda con 15% de ceniza presenta un incremento de 3.8% más que la muestra natural, la tercera con 20% de ceniza presenta un incremento de 12.8% más que la muestra natural, la cuarta con 25% de ceniza presenta un incremento solo de 4.8% más que la muestra natural. Se **concluyó**, que la adición de cal, ceniza de quinua o sus mezclas mejora la capacidad de soporte o C.B.R. de los suelos siendo todas mayores al 6%.

Rimachi y Sanchez (2019), tuvo como **objetivo** determinar la factibilidad de la estabilización de suelos con adición de ceniza de cáscara de coco al 0.5% ,1.5%,3%,5%,8% a nivel de la subrasante en el sector de Lampanin , desarrollando

una **metodología** aplicada cuasi experimental. Se obtuvo como **resultados** que la muestra del suelo sin adición de ceniza de cascara de coco se obtuvo un CBR de 5.69 % y su máxima densidad seca 1.56 % (g/cm³) y al ir aumentando la adición de la ceniza de cáscara de coco en los porcentajes 0.5%, 1.5% hasta el 3% de forma constante, obtuvo un CBR de 16.54% y máxima densidad seca 1.952 % (g/cm³) para 3% de adición de ceniza, así mismo al adicionar un 5% de ceniza de cascara de coco incrementa el CBR 18.26%, sin embargo se obtuvo que su máxima densidad seca desciende al 1.776 % (g/cm³), por último se obtuvo que al adicionar la ceniza de cáscara de coco en un porcentaje del 8% el CBR baja 15.8% pero la máxima densidad seca aumenta al 1.88 % (g/cm³). Se **concluyó** que, si es posible la estabilización de suelos al adicionar las cenizas de cáscara de coco al 3%, a nivel de subrasante, donde mejora la propiedades mecánicas y físicas de suelos en el sector de Lampanin.

Apolinarez (2018), teniendo como **objetivo** determinar los efectos en la estabilización de la sub-rasante al incorporar ceniza vegetal para la Av. Huarancayo, Jauja. La **metodología** de nivel explicativo de diseño experimental. Se obtuvo como **resultados** Para la muestra de la calicata 01, tipo de suelo arena limosa con grava, se tiene que al adicionar el 15% de ceniza vegetal se obtiene un CBR de 23.4%, al adicionar 25% de ceniza vegetal se obtiene un CBR de 23.9%, y al adicionar 35% de ceniza vegetal se obtiene un CBR de 24.7%. Se **concluyó** que al adicionar 35% de ceniza vegetal, se logra estabilizar el material de sub rasante de la vía en estudio; siendo la muestra 01 un tipo de suelo arena limosa con grava.

In the Magazine ALCONPAT with MENDOZA (2018), the objective was study the influence of sugar cane bagasse ash (SCBA) as a partial substitution of Compound Portland Cement (CPC) in order to enhance the properties of a granular sand soil. AASHTO standard compaction test, unconfined compressive strength test, and CBR test were made, has been compared the behavior of natural soil in study and mix with percentages of 3%, 5% and 7% of CPC as a control percentage, being carried out partial substitutions of CPC by SCBA in 0%, 25%, 50% and 100% percentages with respect to dry soil weight. The results showed enhances in the compacting, CBR and unconfined compressive strength features, reducing up to 25% the consumption of PCC.

Berenguer, Nogueira, Marden, Barreto, Helene (2018) en el artículo se investigó el potencial del uso de las cenizas de orujo de caña de azúcar como una sustitución parcial del cemento en la producción de morteros. Las cenizas del bagazo de caña de azúcar de dos orígenes fueron estudiadas: una oriunda directamente de la industria de caña de azúcar y otra de pizzería. La **metodología** siguió con la caracterización del material, donde fue realizado a través de pruebas de laboratorio utilizando la difracción de rayos X (XRD) y la fluorescencia de rayos X (WDXRF) y pruebas iniciales para la cuantificación ideal de sustitución del cemento por los residuos. Los **resultados** obtenidos indicaron que ambos residuos exhibieron características de puzolanicidad presentando cerca del 60% de material amorfo en su composición y pruebas de resistencia compresiva en diferentes edades mostraron resultados satisfactorios. **Concluyendo** que los residuos desempeñaron un papel importante en el incremento de las resistencias a la compresión a corto y largo plazo.

Jame y Pandian (2018) en el artículo el objetivo fue investigar el efecto de la adición de ceniza de bagazo de caña de azúcar (BA) sobre el desarrollo de resistencia de un suelo expansivo estabilizado con cal comparando el efecto del contenido de cal determinado por procedimientos científicamente establecidos y el efecto de BA sobre la estabilización de la cal en diferentes proporciones con investigaciones microestructurales adicionales. Los resultados revelaron que la adición de BA aumentó aún más la resistencia inmediata, temprana y tardía del suelo estabilizado con cal, incluso cuando el contenido de cal era menor que el ICL. La adición de BA produjo ganancias de fuerza máximas inmediatas, tempranas y retardadas de 58,3%, 20,7% y 32,7%, respectivamente.

Como **bases teóricas** que describen y mencionan a las variables tenemos lo siguiente:

La **quinua** es un grano con importantes características nutricionales. Fuera de contar con un alto valor nutritivo, tiene un gran potencial económico, puesto que la planta de la quinua es aprovechada en su totalidad en diferentes procesos y para

la producción de distintos productos usándose la totalidad de la planta (tallos, hojas, cubiertas y los granos, de los últimos frutos inclusive se pueden generar harina y otros productos, en relación a la presente investigación la ceniza de los residuos del lavado del grano de la quinua.

“La saponina es una sustancia amarga que está presente en el pericarpio, este elemento que se debe eliminar para un consumo sin complicaciones para la salud ya que puede llegar a ser un agente tóxico para el ser humano y que en la actualidad constituye principalmente un desecho industrial, refleja un alto uso en diferentes industrias diferentes a las alimentarias como por ejemplo la industria farmacéutica, elaboración de cosméticos, se usa en detergentes y en la industria minera” (Montoya Restrepo, 2005).

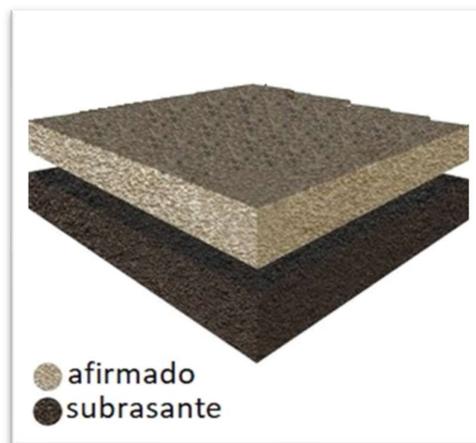
La cascarilla del grano de la **quinua** o pericarpio es retirada o separada en el proceso de la trilla en porcentaje mínimo, ya en el proceso de lavado del grano de la quinua es donde se logra que el grano sea apto para el consumo humano, este desecho se utiliza como biocombustible ya que presenta una alta capacidad de combustión (calorífica) en el proceso de fabricación de ladrillos artesanales.

El contenido de **cenizas** de un biocombustible sólido depende del tipo de biomasa y de las impurezas y se relaciona con el poder calorífico y determina si el biocombustible es utilizable o no en una instalación de combustión dada.

Según Fernandez (2006), al proceder la biomasa herbácea del secado natural de las plantas, el contenido normal de proteínas y sales minerales (origen de las cenizas) suele ser bastante menor, ya que antes de producirse la senescencia de los órganos del vegetal se ha producido una emigración de nutrientes hacia los órganos de reserva o hacia los frutos y semillas; en el caso de biomasa leñosa procedente de tronco o ramas de árboles o arbustos, una gran parte de las células pertenecen a la madera que forman el cuerpo central de las ramas y troncos, que son en su gran mayoría células y fibras muertas con una fuerte lignificación, por lo que este tipo de biomasa producen biocombustibles sólidos con bajo contenido en minerales y por tanto con pocas cenizas en la combustión.

El **Afirmado** es la capa o superficie compactada con un material granular natural o procesado, requiere una gradación controlada la misma que se encarga de dar soporte a las cargas y esfuerzos transmitidos por el tránsito. La composición debe darse en cantidades optimas de arcillas que permitan la cohesión y el aglutinamiento de las mismas. “En Caminos y carreteras no pavimentadas cumplen la función de ser la superficie de rodadura del tránsito vehicular” (MTC, 2014). El afirmado transmite directamente las cargas a la capa de la Subrasante.

Figura 1: Estructura Carretera afirmada



Fuente: MTC 2014

La **Subrasante** es la zona superficial acabada respecto al movimiento de tierras terminado ya sea que se presente corte o relleno en la vía, en esta zona está apoyada la estructura del pavimento o afirmado.

La subrasante es la capa superior del terraplén o el fondo de las excavaciones en terreno natural, que soportará la estructura del pavimento, se conforma por suelos que requieren de ciertas características mecánicas ($CBR > 6\%$, obteniendo que el el terreno de fundación no afecte la carga de diseño que se transmite producto del tránsito.

“Su capacidad de soporte ya puesta en servicio, acompañada del tránsito y las características de los materiales empleados en la construcción de la superficie de rodadura, nos brindan las variables básicas para obtener el diseño de la estructura del pavimento que se colocará sobre la misma” (MTC, 2014).

La subrasante puede presentar o estar constituido en su totalidad por suelos en su estado natural, o los mismos que hayan sido mejorados mediante algún proceso que modifique sus condiciones iniciales tal como la estabilización mecánica, física o química con aditivos como el cemento Portland, la cal, el asfalto, entre otras. La Subrasante durante las actividades de construcción del pavimento requiere un cuidado en los procesos constructivos logrando la eficiencia del mismo. “Si la subrasante presenta inestabilidad se originan problemas a futuro en la colocación y compactación de los materiales de las otras capas del pavimento como son la base y/o subbase y no cumplen con brindar el soporte adecuado para las demás operaciones de pavimentación” (Pabón, 2016).

El **Suelo** es el “conjunto de sedimentos que, a través del viento, agua u otro elemento son transportados y depositados en la superficie, los mismos que originan una partícula sólida debido a las alteraciones producidas en las rocas, en tanto, son sedimentadas del su estado natural determinada por su gravedad para formar partículas heterogéneas” (Duque Escobar, 2014).

El suelo es un material que puede presentar distintas propiedades físicas y químicas estas debido a su estructuración natural, dentro de estas propiedades se encuentran compuestos que van desde su textura, densidad y otros elementos. La textura del suelo se caracteriza por encontrarse en distinto tamaño de partículas, de las cuales mediante la granulometría nos es más sencillo determinar y poderlos clasificarlos (Canto, 2019).

Tabla 1: Clasificación de Suelos según tamaños de partículas.

Tipo de material		Tamaño de las partículas
Grava		75 mm - 4.75 mm
Arena	Gruesa	4.75 mm - 2.00 mm
	Media	2.00 mm - 0.425 mm
	Fina	2.00 mm - 0.425 mm
Material fino	Limo	0.075 mm - 0.005 mm
	Arcilla	< 0.005 mm

Fuente: MTC 2014

Actualmente, en ingeniería civil se viene desarrollando enormes avances en la aplicación de nuevas tecnologías mediante la investigación de las mismas para la mejora de suelos con bajas propiedades, con ello el desarrollo de proyectos que se relacionan con el acceso al total de la población sobre todo a la población rural a un transporte sostenible y adecuado, que permita que las diferentes poblaciones urbanas y rurales se integren logrando el progreso del país, haciendo uso de las vías.

Propiedades físicas- mecánicas del suelo

De acuerdo a Menéndez (2013), define que “las propiedades físicas que tienen más relevancia son la granulometría, límite Atterberg, límite de densidad, límite de humedad. Con respecto a la rigidez tenemos en cuenta al tipo de elasticidad y CBR.

De la misma manera, se integran los tres estados de la materia heterogéneos, las cuantías referentes de estos materiales actuales requieren suficiente del volumen de la atadura entre los átomos consistentes. En conclusión, los adicionales de partículas diminutas suelen ser muy diferentes de los que componen de partículas enormes, a tal punto que la contextura del terreno como la organización afecta en la grandeza del cuerpo de poros y en la división del mismo (Martínez, 2020)

Clasificación de suelos

La organización de territorio autoriza comprender, de aspecto atributivo, las características automáticas de un terrenal, atribuyéndole las cualidades geotécnicas del grupo en el que sitúe. De los diferentes métodos existentes para

identificar superficies destacan dos: El SUCS basada en análisis granulométrico y AASHTO resulta conveniente y cataloga el suelo según su calidad como cimientos en explanaciones (Herráez y Moreno, 2019).

Clasificación de suelos según el método AASHTO

AASHTO clasifica los territorios en 8 conjuntos denominados por distintivos del A-1 al A-8. Los terrenos no orgánicos se ordenan en 7 conjuntos de A-1 al A-7. Asimismo, están divididas 12 subgrupos. Los pisos con alta magnitud de sustancia natural se categorizan A-8. (Lazo, 2011)

Este sistema de clasificación se fundamenta en los consecuentes criterios:

1) Dimensión del grano Grava: fragmento que rebasa la red de 75 mm y se sostiene en la malla N^o.10 (2mm) de E.U. También, la arena: fragmento que destila la red N.^a 10(2 mm) E U y es obstruida en la red N^o.200 (0.75mm) EU. Por último, el limo y arcilla: fragmentos que sobrepasa la red N^o.200.

2) Plasticidad: la terminación limosa es utilizada en el momento que los fragmentos finos del suelo tienen un indicativo de plasticidad de 10 o menos. De igual manera, la terminación arenosa usado donde los fragmentos delgados comprenden un indicativo de plasticidad de 11 o mayor.

Tabla 2: Clasificación de suelos según el método AASHTO M 145

Clasificación general	Suelos granulosos 35% máximo que pasa por tamiz de 0,08mm							Suelos finos más de 35% pasa po el tamiz de 0.08 mm				
Grupo	A1		A3	A2				A4	A5	A6	A7	
Simbolo	A1-a	A1-b		A2-4	A2-5	A2-6	A2-7				A7-5	A7-6
Analisis granulométrico												
%% que pasa por el tamiz												
2 mm	máx.50											
0.5 mm	máx.30	máx.50	máx.50									
0.08 mm	máx.15	máx.25	máx.10	máx.35	máx.35	máx.35	máx.35	mín.35	mín.35	mín.35	mín.35	mín.35
Limites Atterberg				máx.40	min.40	máx.40	min.40	máx.40	máx.40	máx.40	min.40	min.40
Límite de liquidez índice de plasticidad	máx.6	máx.6		máx.10	máx.10	min.10	min.10	máx.10	máx.10	min.10	min.10	min.10
Índice de grupo	0	0	0	0	0	máx.4	máx.4	máx.8	máx.12	máx.16	máx.20	máx.20
Tipo de material	Piedras, gravas y arena		Arena Fina	Gravas y arenas limosas y arcillosas				Suelos limosos		Suelos arcilloso		
Estimación general del suelo como subrasante	De excedente a bueno							De pasable a malo				

Fuente: MTC 2014

Clasificación de suelos por el sistema SUCS

La presente clasificación refiere que es la carta de plasticidad, que se divide en granos finos y gruesos, las tierras de granos finos se agrupan en arcillas, limos y gredas orgánicas; así mismo, “la grava y arena se encuentra en el conjunto de granos gruesos” (Juárez, 2005)

Esta técnica fue presentada por Arthur Casagrande en 1942, para aplicarse en la edificación de aeropuertos en el tiempo transcurrido de la segunda guerra mundial, y ordena los terrenos en dos grandes clases:

- 1) Superficies de grano grueso son del tipo cascajo arcilloso menores del 50% atraviesa la red N.ª 200. Los representativos del conjunto inician con G o S.

2) Superficies de grano fino con 50% o más elevados, atraviesa la red N°. 200. Los representativos del conjunto son M, C, O y Pt.

En la investigación de Arthur Casagrande se percató que se posicionan los suelos en un sistema sincronizado que tienen un final líquido en el eje de las abscisas y al índice plástico en el de las estructuradas, su conjunto no es en forma aleatoria, de manera en que la lista de la carta se encuentren suelos con diferentes distintivos (elasticidad, atributos mecánicos e hidráulicas) específicamente determinadas. (Del Castillo y Rico, 2006).

Tabla 3: Simbología de suelos sistema SUCS

TIPO DE SUELO	PREFIJO	SUBGRUPO	SUFIJO
Grava	G	Bien graduado	W
Arena	S	Pobrementemente graduado	P
Limo	M	Limoso	M
Arcilla	C	Arcilloso	C
Orgánico	O	Límite líquido alto (>50)	H
Turba	Pt	Límite líquido bajo (<50)	L

Fuente: UEES, 2001.

Granulometría

Es la clasificación gradual del suelo, que permite determinar las proporciones en la que participan los granos del suelo según el tamaño.

Se realiza la separación fraccionando el suelo, según el tamaño, esto es importante ya que se determina la competencia y eficiencia desde el enfoque geotécnico. Se realizan dos tipos de ensayo, por cerneado para partículas grueso- granulares (gravas y arenas) y el proceso de precipitación para partículas finas del suelo como limos y arcillas, estos no son diferenciados por el proceso de tamizado dado que tiene un comportamiento plástico (Martinez, 2020).

Figura 2: Clasificación de suelos por diámetro de partículas.

	BRITÁNICO ₁	AASHTO ₂	ASTM ₃	SUCS ₄
	ϕ (mm)	ϕ (mm)	ϕ (mm)	ϕ (mm)
Grava	60-2	75-2	> 2	75-4,75
Arena	2-0,06	2-0,05	2-0,075	4,75-0,075
Limo	0,06-0,002	0,05-0,002	0,075-0,005	< 0,075 FINOS
Arcilla	< 0,002	< 0,002	< 0,005	

}

4: Sistema Unificado de Clasificación de Suelos

3: American Society for Testing and Materials

2: American Association of State Highway and Transportatio Official

1: B S - 5930: 1981

Fuente: Propia

En la figura 2 se muestra las clasificaciones para diferentes materiales según el diámetro por las Normas dadas, de esta manera se puede calificar el suelo luego de haber realizado la Granulometría y la curva granulométrica.

La Norma ASTM y Guía de Laboratorio Construcción (2009) dice que: “la granulométrica es el ensayo por el cual se puede separar las partículas según su tamaño, y dependiendo los porcentajes retenidos en cada malla se puede clasificar el tipo de suelo”.

Además, agregan que:

“Los pesos retenidos en cada malla son equivalentes a cada punto en la curva granulométrica, es por eso que hace este ensayo para clasificar su tipo de suelo, su morfología y sus contenidos de gravas, arenas, limos, y polvo” (Reimbert y hermana, 2015).

Las mallas o tamices tienen diferentes tamaños de orificios, cada número de malla retiene un porcentaje, el cual se halla pensando el material retenido en cada una de ellas.

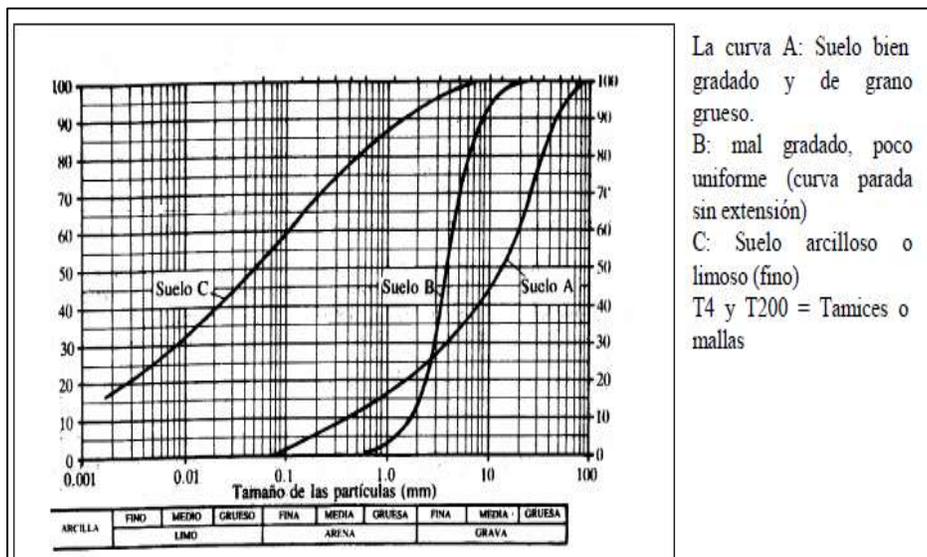
Figura 3: Tamices (Mallas para tamizado)



Fuente: propia

Los porcentajes retenidos son calculados parcialmente y se obtiene el acumulado de los mismos para cada malla, esto valores acumulados se utilizan para obtener la gráfica que nos indicara los valores del material (granulometría) (López, 2014).

Figura 4: Curva granulométrica



Fuente: Manual suelos y pavimentos

Contenido de humedad en suelos

La delimitación de humedad permitirá un contraste con el humedecimiento óptimo logrado en las pruebas de Proctor para adquirir el CBR del terreno, aunque la infiltración surge equivalente o menor, el experto manifiesta la condensación usual del terreno y la contribución de la suma provechosa de humedad. Si la saturación normal es mejor a la humedad ideal y conforme a la impregnación de la tierra, se planteará acrecentar la potencia de compactación, oxigenar la superficie o sustituir el componente repleto (MTC, 2013).

Ensayos de compactación de suelos

Ensayo Proctor modificado

La compactación es uno de los principales factores para que un suelo obtenga la óptima resistencia, en los cuales también se tiene en cuenta la densidad y humedad. Además, el ensayo Proctor permite una mejor compactación a una energía dada.

La compactación es el proceso que se realiza utilizando medios mecánicos, donde las partículas del suelo son obligadas a mantenerse en unión por medio de la exclusión de oxígeno, cambiando el volumen de la masa del suelo, implicando una reducción rápida de los huecos. “El cambio fundamental es el volumen del aire” (Villarreal, 2016).

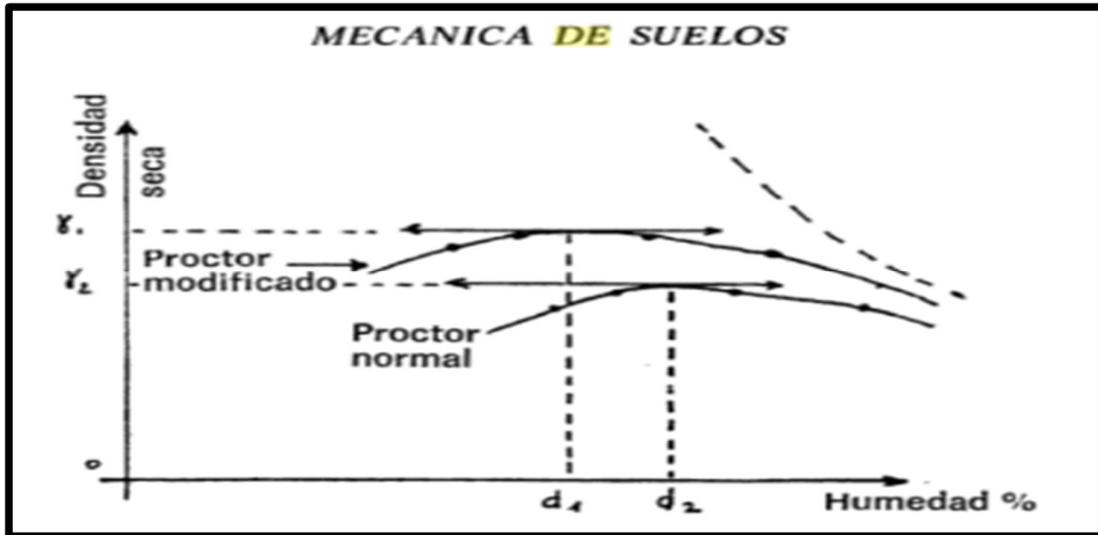
Tabla 4: Resumen ensayo Proctor Estándar y Modificado

TIPO DE ENSAYO	PROCTOR ESTÁNDAR ASTM D698 - 91(98)			PROCTOR MODIFICADO ASTM D 1557 - 91(98)		
	A	B	C	A	B	C
CONDICIONES PARA ELECCION DEL METODO	% RET. ACUM. N° 4 <= 20%	% RET. ACUM. N° 3/8 <= 20%	% RET. ACUM. N° 3/4 <= 30%	% RET. ACUM. N° 4 <= 20%	% RET. ACUM. N° 3/8 <= 20%	% RET. ACUM. N° 3/4 <= 30%
		% RET. ACUM. N° 4 > 20%	% RET. ACUM. N° 3/8 > 20%		% RET. ACUM. N° 4 > 20%	% RET. ACUM. N° 3/8 > 20%
TIPO DE MATERIAL A UTILIZARCE	Tamiz por la malla N° 4	Tamiz por la malla N° 3/8	Tamiz por la malla N° 3/4	Tamiz por la malla N° 4	Tamiz por la malla N° 3/8	Tamiz por la malla N° 3/4
N° DE CAPAS (n)	3	3	3	5	5	5
N° DE GOLPES (N)	25	25	56	25	25	56
DIAMETRO DEL MOLDE (cm)	10.16 (+/-)0.04	10.16 (+/-)0.04	15.24 (+/-)0.07	10.16 (+/-)0.04	10.16 (+/-)0.04	15.24 (+/-)0.07
ALTURA DEL MOLDE (cm)	11.64(+/-)0.05	11.64(+/-)0.05	11.64(+/-)0.05	11.64(+/-)0.05	11.64(+/-)0.05	11.64(+/-)0.05
VOLUMEN DEL MOLDE (V) (cc)	944(+/-)14	944(+/-)14	2124(+/-)25	944(+/-)14	944(+/-)14	2124(+/-)25
PESO DEL MARTILLO (W) (kg)	2.5(+/-)0.01	2.5(+/-)0.01	2.5(+/-)0.01	4.54(+/-)0.01	4.54(+/-)0.01	4.54(+/-)0.01
ALTURA CAIDA DEL MARTILLO (h) (cm)	30.48(+/-)0.13	30.48(+/-)0.13	30.48(+/-)0.13	45.72(+/-)0.16	45.72(+/-)0.16	45.72(+/-)0.16
DIAMETRO DEL MARTILLO (cm)	5.080(+/-)0.025	5.080(+/-)0.025	5.080(+/-)0.025	5.080(+/-)0.025	5.080(+/-)0.025	5.080(+/-)0.025
ENERGIA ESPECIFICA DE COMPACTACION	6.054	6.054	6.054	6.027	27.485	27.485
OBSERVACIONES:	CORREGIR EL OPTIMO DE HUMEDAD Y LA MAXIMA DENSIDAD SECA OBTENIDA, UTILIZANDO EL METODO ASTM D4718					
NOTA:	CUANDO MAS DEL 5% DE LA MUESTRA TOTAL ES RETENIDO SOBRE LA MALLA N° 4, SE HARA LA CORRECCION POR ESTA NORMA					

Fuente: ASTM D698 y ASTM D1557, 2018.

[...] Las pruebas Proctor Estándar y el P. Modificado están hechas para suelos diferentes. El límite de la curva de compactación Proctor estándar oscila entre el 85 y el 97% del máximo correspondiente a la prueba modificada; el factor suelo es el principal para definir la relación entre ambas pruebas.

Figura 5: Métodos de Proctor



Fuente: Mecánica de suelos, 1975.

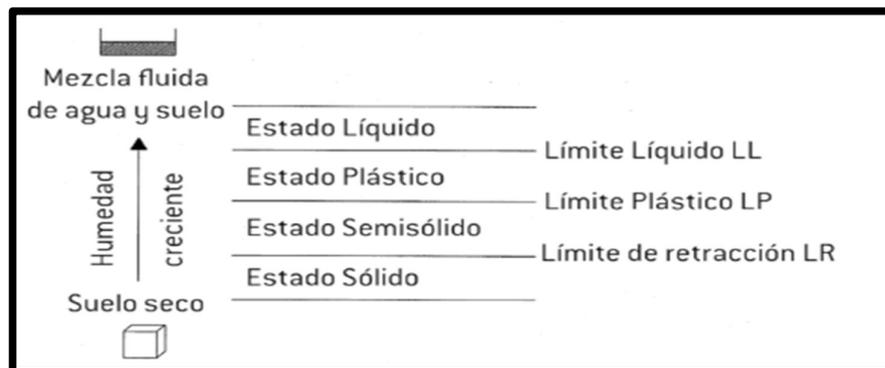
Botía (2015) detalla que su objetivo es la obtención de datos, donde a partir de ellos se determina el templado de filtración del suelo, donde es comparado la carga unitaria, seco superior y el gráfico templado de filtración versus la carga unitaria.

Límites de consistencia:

Los límites de ATTERBERG determinan el volumen de líquido peculiar para el cual una arcilla designada, molida, pueda lograr distintos estados de consistencia relativa (Graux, 1975).

Según Ulloa (2011) indica que el método más apto para medir los límites de humedad es el de Atterberg. Los límites de Atterberg se denominan a los diferentes cambios de un estado al otro, de acuerdo con las normas AASHTO.

Figura 6: Límites de Atterberg.



a) Líquido (LL): Volumen de humedad inferior donde el terreno actúa como componente flexible, es decir limita el líquido sucede cuando la masa pasa de estado semilíquido al plástico.

b) Límite plástico (LP): El suelo es considerado como tangible no plástico puesto que la cabida de humedad que se encuentra por debajo del suelo se localiza en el momento que se enrolla a un diámetro de 3mm. (Bowles, 1978)

c) Índice plástico (II): Está pendiente de la porción de arcilla del terreno.

California Bearing Ratio (CBR)

Es un ensayo que caracteriza la disposición de sostener el suelo, mide su resistencia en este, y evalúan los potenciales esfuerzos a los que el suelo será expuesto, pero no se reflejan los efectos de la carga de tránsito. Presentan circunstancias e intervienen en la disposición de sostener los suelos como el soporte al esfuerzo tajante, que depende del espesor logrado y su humedad, los suelos impregnados tienen menor amplitud de soporte de sostén en contraste a superficies no abarrotados, exigiendo la correlación que a más humedad inferior sería la disposición de sostener el terreno (Martínez, 2020).

Es primordial ejecutar pruebas para el conocimiento de la vía logrando producir una prueba simple como el CBR, ya que esta prueba representa el aprovechamiento de cargamento y desproporciones dando una opinión utópica en tanto el terreno obtendría al ser usado para distintos propósitos edificantes (Mamani y Yataco, 2017).

Figura 7: Expresión método de CBR.

$$C.B.R. = 100 \times \frac{\text{Carga Unitaria del Ensayo}}{\text{Carga Unitaria Patrón}}$$

Fuente: ASTM D 1883

Este ejemplar de estudio es significativo en el diseño de pavimentos flexibles, según la norma ASTM D1883, está definido por la relación de la presión para penetrar 0.25 cm de la muestra y la presión necesaria para obtener dicha penetración en un material arbitrario. En la figura 8, se pueden observar algunas penetraciones y presiones utilizadas como patrones.

Figura 8: Medidas de penetración y presión en el vástago en el suelo.

<i>Penetración</i>		<i>Presión en el vástago</i>	
<i>cm</i>	<i>pulg</i>	<i>kg/cm²</i>	<i>lb/pulg²</i>
0.25	0.1	70	1,000
0.50	0.2	105	1,500
0.75	0.3	133	1,900
1.00	0.4	161	2,300
1.25	0.5	182	2,600

Fuente: ASTM D 1883

El CBR es “utilizado para crear una relación entre el comportamiento del suelo, principalmente para la utilización en la base y subrasante en asfaltos de vías vehiculares y pista aéreas” (Bowles, 1980).

Tabla 5: Clasificación del suelo en función de la subrasante.

CBR	Calificación	Uso	SUCS	AASHTO
0-3	Muy pobre	Subrasante	CH, MH	A5, A6, A7
3-7	Pobre - Regular	Subrasante	CH, MH	A4, A5, A6, A7
7-20	Regular	Subrasante	CL, ML, SC, SM, SP	A2, A4, A6, A7
20-50	Bueno	Base-Subbase	GM, GC, SW, SM, SP, GP	A1b, A2-5, A3, A2-6
>50	Excelente	Base	GW, GM	A1a, A2-4, A3

Fuente: Manual de laboratorio de suelos para ingeniería civil. Bowles J. (1980).

Tenemos también que el MTC (2013), clasifica a los suelos según los diferentes tipos de característica de la subrasante.

Tabla 6: Clasificación de subrasante.

Categorías de Subrasante	CBR (%)
S ₀ : Subrasante Inadecuada	CBR < 3%
S ₁ : Subrasante Pobre	3% ≤ CBR < 6%
S ₂ : Subrasante Regular	6% ≤ CBR < 10%
S ₃ : Subrasante Buena	10% ≤ CBR < 20%
S ₄ : Subrasante Muy Buena	20% ≤ CBR < 30%
S ₅ : Subrasante Excelente	CBR ≥ 30%

Fuente: MTC, 2014.

Tipos de estabilización del suelo

La estabilización es el proceso por el cual se obtiene un suelo más estable, se presentan y se siguen generalmente dos procesos: el primero tiene como objetivo aumentar la densidad de un suelo compactándolo mecánicamente, el compactado siempre se presenta en todas las estabilizaciones; y, luego se tiene el proceso donde el suelo es mezclado con un material de partículas mayores con otro que carezca de esa característica.

“La estabilización de suelos es un concepto más amplio y general que de compactación de suelos, ya que la estabilización además incluye otros procedimientos válidos para mejorar las propiedades de un suelo como estructura” (Montes, 2010)

Según Valle (2010) la estabilización de los suelos es un desarrollo el cual las superficies nativas son sometidos, de tal forma se puedan aprovechar sus cualidades, pues, al estabilizar obtenemos una cobertura de suelo fijo, firme y duradero, por lo que es idóneo de aguantar los efectos de la circulación y circunstancias climáticas riguroso. La estabilización del suelo asimismo es la modificación de una carencia que logra proporcionar más firmeza al terreno; los tríos de formas para conseguir son: Estabilización física, química y mecánica.

Estabilización física

La estabilización física de suelos refiere al mejoramiento mediante mezclas con otros suelos produciendo cambios físicos en el mismo.

a. Geosintéticos: Son materiales tejidos y no tejidos de polímero permeables, los cuales se emplean en obras de geotecnia para obras de ingeniería civil, estos geotextiles son sintéticos para garantizar mayor durabilidad su uso es para filtraciones y drenajes, separación entre diferentes capas de estructuras viales, dar mayor resistencia a estructuras geotécnicas, entre los cuales se encuentra: Geomallas, Geodrén, Geotextil tejidos y no tejidos, Gavión, Geomanta, Geoceldas, Tubería PEAD.

b. Vibroflotación (Mecánica de Suelos): Esta actividad produce mejoras en las capacidades mecánicas del suelo en base a la compactación en el medio de las vibraciones que se traducen en una mayor capacidad de carga, en la disminución de los asentamientos y en los riesgos de licuefacción en algunos casos.

Estabilización química.

Este tipo de estabilización se basa en el uso de sustancias químicas y que al momento de emplearse implica la sustitución de iones metálicos y cambios en la estructura de los suelos que se mezclan en el proceso para estabilizarse, esto se evidencia en aumento de resistencia, reducir la plasticidad, mejorar la manejabilidad en el momento de realizar la manipulación en los proyectos de ingeniería.

Tabla 7: Materiales químicos estabilizadores

Componente dominante	Estabilizante recomendado	Objetivos
Arenas	Arcilla de baja plasticidad	Para estabilización mecánica
	Cemento Pórtland	Incrementar el peso volumétrico y la cohesión
	Asfaltos	Incrementar la cohesión
Limos	Dependerá del tipo de minerales que contenga.	-----
Alófanos	Cal	Acción puzolánica e incremento en el peso volumétrico
Caolín	Arena	Para estabilización mecánica
	Cemento	Para resistencias tempranas
	Cal	Trabajabilidad y resistencia tardía
Ilita	Cemento	Igual que el caolín
	Cal	Igual que el caolín
Montmorilonita	Cal	Trabajabilidad y resistencia reducción de expansiones y contracciones

Estabilización mecánica

Es un proceso por el cual por medio la compactación mecánica, los suelos reducen su relación de vacíos, haciendo que las partículas están más unidas a las otras, generando un cambio volumétrico y aumento en la capacidad de soporte de estos suelos.

Con el esfuerzo de compactación se brinda al suelo un aumento de la resistencia al corte, un incremento en la densidad, la contracción se disminuye, la permeabilidad refiere un descenso y una disminución en compresibilidad (Rosetti & Begliardo, 2005).

La estabilización de Suelos

Conforme se avanza en el tiempo, los estabilizadores tradicionales como la cal y el cemento han sido frecuentemente estudiados y experimentados su efectividad fue comprobada, sin embargo, “la innovación es algo que se debe dar en el campo de la ingeniería, es por ello, que se debe experimentar con materiales no convencionales para la aportación” (Torrente,2015).

Con respecto a lo anterior, son numerosos los procedimientos que alcanzan a comportarse como estos elementos para conseguir ese mejoramiento de las propiedades de los suelos.

La estabilización del suelo implica usar algún material como agente para la mejora en suelos débiles para mejorar sus propiedades Mecánicas geotécnicas por ejemplo la compresibilidad, la resistencia, la permeabilidad y la durabilidad. Los componentes de la tecnología para estabilización influyen directamente a los suelos y / o minerales del suelo y agentes estabilizantes o aglutinantes (materiales de cemento (Montejo, 2014).

Ante las múltiples maneras de estabilizar un suelo, se tiene la problemática de la falta de experimentación con materiales no comunes, experimentar ya sea si se obtiene un resultado positivo o negativo.

Según el Manual de carreteras, sección suelos y pavimentos (2014), estos son los criterios básicos para poder estabilizar un suelo:

Tabla 8: Criterios para estabilizar un suelo

Criterios para estabilizar un suelo
Suelos con CBR < 6% que va a ser usado para capas de la sub rasante.
Sub rasantes arcillosas o limosas, que al contacto con el agua contaminen el pavimento
Sub rasantes debe quedar por debajo del nivel de napa freática.
En zonas que se encuentren sobre los 4000 msnm, donde el congelamiento influye según la profundidad de la napa freática y la susceptibilidad del suelo al congelamiento
Determinar el tipo de suelo existente: limos, arcillas, arenas limosas o arcillosas.

Fuente: Manual de carreteras, sección suelos y pavimentos

La ingeniería geotécnica es la ciencia que estudia las morfologías, capacidad, resistencia, comprensión, densidad y etc. del suelo, es por ello, que a menudo ante la construcción de edificaciones en terrenos que se estiman de baja calidad, se requiere la ayuda de un ing. Geotécnica que precisa las cualidades numéricas y mecánicas del suelo.

En terreno fundación es la base que soporta el peso de la estructura que se quiera construir, es llamado también terreno natural y puede ser suelo fundación compactado o sin compactar (Terzagui, 1943).

III. METODOLOGIA

La Investigación se realizará a través del método científico, nos permitirá una investigación sistemática porque no deja los hechos a la casualidad. Empírica porque recolecta y analiza datos de la realidad. Por último, es crítica por que evalúa y mejora constantemente las teorías científicas que explican los fenómenos que observamos, estos deben apoyarse en experimentos que certifiquen su validez.

3.1. Tipo y diseño de investigación:

La investigación será de tipo aplicada debido a que parte de los estudios y antecedentes que se realizaron en otras investigaciones. la investigación aplicada “requiere un marco, es decir, seleccionar teorías en cual exponen definiciones centrales y sus rasgos contextuales de acuerdo a la problemática identificada” (Vargas, 2009).

Está basado en un diseño cuasi experimental ya que se está manipulando una de las variables, en esta investigación se asignan porcentajes de incorporación de ceniza de quinua a las futuras muestras de la variable independiente. Según Niño (2011) sostiene que “un diseño experimental implanta relaciones de causa y efecto, así mismo descubre, comprueba, niega o confirma teorías”.

Es de nivel explicativo ya que en la investigación se va a determinar a través de resultados el mejoramiento de la subrasante tras la incorporación de ceniza de quinua de manera independiente, y se explicarán detalladamente los procedimientos empleados.

Es de enfoque cuantitativo ya que parte de una hipótesis cuyo resultado será representado numéricamente, es decir, en cuanto mejorará la plasticidad, compactación y resistencia de la subrasante.

3.2. Variables y operacionalización:

Variable independiente:

Ceniza de quinua.

Variable dependiente:

Subrasante

Tabla 9: Operacionalización de las variables

"MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE MEDIANTE LA ADICIÓN DE CENIZA DE QUINUA EN LA CARRETERA PE-38B, PROVINCIA CHUCUITO, PUNO, 2021"						
TIPO DE VARIABLES	VARIABLES	DEFINICION	DEFINICION	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICION
		CONCEPTUAL	OPERACIONAL			
VARIABLE INDEPENDIENTE	CENIZA DE QUINUA	La ceniza de quinua se puede lograr a partir de los tallos o de la cascarilla del grano de quinua mediante la incineración por medios mecánicos.	La variable independiente que es la ceniza de quinua tiene una dimensión, tres indicadores y un instrumento con la que será medido	DOSIFICACIÓN	S + 4% CQ	Razón
					S + 6% CQ	
					S + 8% CQ	
VARIABLE DEPENDIENTE	SUB RASANTE	Según el MTC la subrasante es la capa superior del terraplén o el fondo de las excavaciones en terreno natural, que soportará la estructura del pavimento, y está conformada por suelos seleccionados de características aceptables y compactados por capas para constituir un cuerpo estable en óptimo estado.	La variable dependiente tiene 3 dimensión y 6 indicadores los cuales tiene un instrumento con la que serán medidos	PLASTICIDAD	LIMITE LIQUIDO	Razón
					LIMITE PLASTICO	
					INDICE DE PLASTICIDAD	
				COMPACTACIÓN	CLASIFICACIÓN DE SUELOS	Razón
					ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD Y MÁXIMA DENSIDAD SECA	Razón
RESISTENCIA	CAPACIDAD PORTANTE DEL SUELO	Razón				

3.3. Población, muestra y muestreo

Población:

La población del proyecto de investigación está conformada por toda la subrasante de la Carretera PE-38B, Provincia Chucuito, Puno.

Muestra:

Al respecto Niño (2011) sostiene la muestra es una representación de la población, que es seleccionada con la finalidad de estudiar las características de una población total”.

La muestra está conformada por el tramo 08+000 al 09+000 de la subrasante de la Carretera PE-38B. Se ejecutará una calicata de 1.50m de profundidad en el Km 08+320, y una vez obtenidas las muestras, se procederá a realizar los ensayos descritos anteriormente.

Muestreo:

El muestreo será de tipo no probabilístico debido a que la muestra está delimitada por el investigador, es decir, no se escogió al azar. Se escogió la zona más afectada para la obtención de las muestras.

3.4. Técnicas e instrumento de recolección de datos, validez y confiabilidad

Técnica.

La técnica aplicada en el proyecto de investigación será la observación, debido a que es el método más confiable que acerca a la verdad. Según Niño (2011) señala que “la observación nos permite tener conocimiento del mundo cotidiano y evadir sus peligros y solventar sus necesidades”.

Instrumento de recolección de datos. En cada variable se aplicarán diversos instrumentos, como ensayos efectuados en laboratorio con el fin de obtener resultados confiables para poder determinar el comportamiento de la ceniza de quinua en la estabilización de subrasante de la Carretera PE-38B.

Validez. El proyecto de investigación será validado por el juicio de especialistas en el área de la Ingeniería Civil, que consistirá en validar los instrumentos que se aplicarán en el desarrollo de los ensayos de laboratorio, y a través de la obtención las firmas del especialista en el tema se dará mayor consistencia a los instrumentos propuestos.

Confiabilidad. Se garantiza con la certificación del laboratorio con la calibración de los equipos empleados en los ensayos de laboratorio, con el fin de garantizar de que los resultados conseguidos en los ensayos son los más exactos posibles y a la vez son confiables.

3.5. Procedimientos

Para el terreno en estado natural, se tomará una muestra de la calicata en el Kilómetro 08+320 de la Carretera PE 38-B en la Provincia de Chucuito en el Departamento de Pun.

La muestra obtenida será caracterizada para obtener contenido de humedad de la muestra, la granulometría, los límites de Atterberg y posterior a ello se resultará a clasificar el suelo por los métodos SUCS y AASHTO. Seguidamente se realizará la compactación del suelo con el ensayo Proctor Modificado para determinar los valores de la Máxima Densidad Seca y el Óptimo Contenido de Humedad y finalmente se realizará el ensayo del CBR para determinar el porcentaje que nos indique la resistencia del suelo en estado natural. Por otro lado se tendrá el suelo tratado, que consistirá en la incorporación de la ceniza de quinua , se comenzará realizando los límites de Atterberg para determinar de qué manera afectará la plasticidad del suelo, seguidamente se realizará la compactación del suelo con una energía modificada (Proctor Modificado) con la incorporación de las diferentes dosificaciones de la ceniza de quinua (4%, 6% y 8%) con el fin de obtener la Máxima Densidad Seca y el Óptimo Contenido de Humedad del suelo adicionado con ceniza. Finalmente, se calculará el CBR del terreno tratado con la incorporación de las diferentes dosificaciones de la ceniza de quinua (4%, 6% y 8%) para determinar la resistencia del suelo adicionado con ceniza de quinua.

3.6. Método de análisis de datos

En la actual investigación se realizarán los ensayos de contenido de humedad de un suelo, análisis granulométrico de suelos, límite líquido (LL), límite plástico (LP) e índice de plasticidad (IP), Compactación de suelos en laboratorio (Proctor Modificado) y finalmente el ensayo de CBR de los suelos (laboratorio). A continuación, se detallará como se llevará a cabo cada ensayo de manera sintetizada siguiendo rigurosamente el Manual de Ensayos de Materiales establecido por la normatividad vigente.

Contenido de humedad en suelos

Según MTC (2013) La delimitación de humedad accederá a contrastar con el humedecimiento óptimo logrado en las pruebas de Proctor para adquirir el CBR del terreno, aunque la infiltración surge equivalente o menor, el experto manifiesta la condensación usual del terreno y la contribución de la suma provechosa de humedad. Si la saturación normal es mejor a la humedad ideal y conforme a la impregnación de la tierra, se planteará acrecentar la potencia de compactación, oxigenar la superficie o sustituir el componente repleto.

Granulometría

Se realiza la separación fraccionando el suelo, según el tamaño, esto es importante ya que se determina la competencia y eficiencia desde el enfoque geotécnico. Se realizan dos tipos de ensayo, por cerneado para partículas grueso- granulares (gravas y arenas) y el proceso de precipitación para partículas finas del suelo como limos y arcillas, estos no son diferenciados por el proceso de tamizado dado que tiene un comportamiento plástico.

Límites de consistencia:

El método más propicio para obtener los límites de humedad es el de Atterberg. Los límites de ATTERBERG determinan el volumen de líquido peculiar para el cual una arcilla designada, molida, pueda lograr distintos estados de consistencia relativa, "los diferentes cambios de un estado al otro, de acuerdo con las normas AASHTO" (Graux, 1975).

- a) Líquido (LL): Volumen de humedad inferior donde el terreno actúa como componente flexible, es decir limita el líquido.
- b) Límite plástico (LP): El suelo es considerado como tangible no plástico puesto que la cabida de humedad que se encuentra por debajo del suelo se localiza en el momento que se enrolla a un diámetro de 3mm. (Bowles, 1978)
- c) Índice plástico (II): Está pendiente de la porción de arcilla del terreno.

Ensayo Proctor modificado

La compactación es uno de los principales factores para que un suelo obtenga la óptima resistencia, en los cuales también se tiene en cuenta la densidad y humedad. Además, el ensayo Proctor permite una mejor compactación a una energía dada.

California Bearing Ratio (CBR)

Según Rojas (201) es un ensayo que caracteriza la disposición de sostener el suelo, mide su resistencia en este, y evalúan los potenciales esfuerzos a los que el suelo será expuesto, pero no se reflejan los efectos de la carga de tránsito. Presentan circunstancias e intervienen en la disposición de sostener los suelos como el soporte al esfuerzo tajante, que depende del espesor logrado y su humedad, los suelos impregnados tienen menor amplitud de soporte de sostén en contraste a superficies no abarrotados, exigiendo la correlación que a más humedad inferior sería la disposición de sostener el terreno.

3.7. Aspectos éticos

La investigación ha sido elaborada con la responsabilidad transparencia y compromiso. Con el agradecimiento y referencia a los trabajos de investigación usados como referencia.

IV. RESULTADOS

4.1. Memoria descriptiva de Tesis

Nombre del proyecto:

El presente informe de investigación lleva como título: "Mejoramiento de Subrasante mediante la adición de ceniza de quinua en la carretera PE-38B, Provincia Chucuito, Puno, 2021"

Ubicación de la Zona de estudio:

La tesis tiene como zona de desarrollado en el distrito de Juli, provincia de Chucuito, ubicada específicamente en la Carretera PE-38 que conecta los centros poblados de Rosario Sorapa y Caspa pertenecientes al distrito mencionado, cuyas coordenadas en el KM 08+320 es 16°19'03.01"S con 69°33'38.08"O con una elevación de 3945 msnm, la carretera PE-38B cuenta con una longitud de 26.431 km.

El objetivo de la presente tesis es evaluar cómo influye la adición de ceniza de quinua en las propiedades de la sub rasante en la carretera PE-38B, Provincia Chucuito, Puno 2021.

El área de influencia de la presente tesis, se encuentra ubicada en:

Región Geográfica	:	Sur (Altiplano).
Departamento	:	Puno.
Provincia	:	Chucuito.
Distrito	:	Juli.

El Distrito de Juli de acuerdo a datos estadísticos del año 2014 cuenta con 21.462 habitantes. Ubicada en la meseta del Collao limita por el este con el distrito de Pomata y el Lago Titicaca, por el oeste con el distrito de Ilave y Santa Rosa, por el norte con el distrito de Pilcuyo y el Lago Titicaca y por el sur con el anexo de Huacullani y Anexo de Conduriri. El distrito presenta un clima seco y semiseco refrescado con la brisa suave del Titicaca.

Localización geográfica del Proyecto



Figura 9. Ubicación del distrito de Juli en el mapa político del Perú.



Figura 10. Ubicación del distrito de Juli en el Departamento de Puno.

Accesibilidad a la Zona de Estudio:

El distrito de Juli se encuentra a aproximadamente a 80 km hacia el sur de la ciudad de Puno a un tiempo aproximado de 90 minutos, para acceder al Km 26+431 fin del tramo de la carretera PE-38B se recorrerá 8 Kilómetros aproximadamente desde la plaza de armas de la ciudad de Juli con rumbo al centro poblado de Caspa, el punto de desvío al centro poblado de Caspa indica el fin del tramo de la población de estudio de la presente tesis.

Estado actual de la zona del proyecto:

La carretera PE-38B presenta las mismas características geológicas a lo largo de los 26.43 Kilómetros, de igual manera la vía describe un tráfico con un flujo de vehículos ligeros (autos, pick up, camionetas rurales y micros) que representa el 93.8% del total de vehículos que transitan por la zona, donde los autos son los de mayor incidencia y un flujo de vehículos pesados (camiones, semitráiler y tráiler) que representa el 6.3% del total de vehículos que transitan por la zona, donde los camiones tipo C2E son los de mayor incidencia.

Actividades de Campo

Para identificar y evaluar la valoración geotécnica del suelo de la sub rasante existente a lo largo de la vía, se procedió mediante un programa de exploración de campo, excavación de calicata, recolección de muestra para ser ensayada en el laboratorio.

Ubicación de Calicata C-1

Se excavo 1 pozo “a cielo abierto”, esta calicata se ubicó en la progresiva 08+320 de la carretera PE-38B, respetando los procesos, procedimientos, normas y reglamentos que estén vinculados a los ensayos de materiales, de manera que estos se ejecuten con objetividad.

Figura 11. Calicata C-1.



Fuente propia

La calicata C-1 fue ubicada en la progresiva 8+320, la cual se ha desarrollado respetando los procesos, procedimientos, normas y reglamentos que están vinculadas a los ensayos de materiales, de modo que se realice los ensayos con objetividad.

Se optó por desarrollar los ensayos de laboratorio con la muestra obtenida en la calicata C-1, ya que la calicata está ubicada en el tramo de nuestra zona de estudio y cumple las condiciones, características y propiedades físicas de la población de estudio.

Tabla 10: *Ubicación de calicata*

Calicata	Progresiva	Profundidad	Lado	Coordenada
C-01	8 + 320	1.5	IZQUIERDO	16°19'03.01"S 69°33'38.08"O

Fuente: Elaboración propia.

Trabajo de Laboratorio

Se realizó 01 ensayo granulométrico (NTP 339.132, 2014), las muestras fueron tomadas en estado natural de la calicata C-1, para determinar su clasificación granulométrica de las partículas que componen las muestras extraídas de la zona de estudio, se realizó la clasificación de los suelos mediante el sistema AASTHO (NTP 339.135, 2014) y SUCS (NTP 339.134, 2014), seguidamente se realizaron 04 ensayos de límites de Atterberg para determinar el índice de plasticidad de las muestras para el análisis y estudio de limite líquido (MTC E-110, 2016) y limite plástico (MTC E-111, 2016) de las cuales se obtuvo el índice de plasticidad, las muestras fueron tomadas de la siguiente manera: 01 ensayo en estado natural de la calicata C-1, 03 ensayos con las muestras por separado obtenidas del suelo de la calicata C-1, con adición del 4% , 6% y 8% de ceniza de quinua, del mismo modo se realizaron 04 ensayos de Proctor Modificado (MTC E-115, 2000) para determinar su máxima densidad seca y su humedad natural, las muestras se tomaron de la siguiente manera: 01 ensayo en estado natural de la calicata C-1, 03 ensayos con las muestras por separado obtenidas del suelo de la calicata C-1, con adición del 4% , 6% y 8% de ceniza de quinua, del mismo modo se realizaron 04 ensayos de CBR (MTC E-132, 2000) para determinar su capacidad de resistencia del suelo, las

muestras se tomaron de la siguiente manera: 01 ensayo en estado natural de la calicata C-1, 03 ensayos con las muestras por separado obtenidas del suelo de la calicata C-1, con adición del 4% , 6% y 8% de ceniza de quinua, los ensayos se realizaron en el laboratorio del CONSORCIO SUPERVISOR PALERMO.

Las muestras de suelo de la calicata C-1, utilizada para el desarrollo de la presente tesis fueron tratadas con mucho cuidado al momento de su manipulación y traslado, de tal manera que dichas muestras no se alteren en sus resultados, los estudios se realizaron respetando los parámetros establecidos dentro de la normas y el reglamento que define los procedimientos estandarizados, los ensayos se realizaron en el laboratorio del CONSORCIO SUPERVISOR PALERMO, cuyo resultado obtenido de los ensayos en el laboratorio han logrado analizar detalladamente cada una de las características y propiedades de las muestras de suelo obtenida en la calicata C-1.



Figura 12. Muestras en laboratorio.



Figura 13. Ensayos en laboratorio.

Granulometría ASTM 422 - MTC E 107

Como inicio a las actividades de laboratorio se llevó a cabo el ensayo de análisis granulométrico por tamizado (ASTM-422, MTC E 107, NTP 339.134-2014), este ensayo calculó cuantitativamente las características físicas de las partículas que compone la muestra de la calicata C-1, en estado natural, clasificándolo y separándolo de acuerdo a su tamaño, se emplearon mallas de diferentes dimensiones de modo que estas determinaron el tamaño de las partículas.

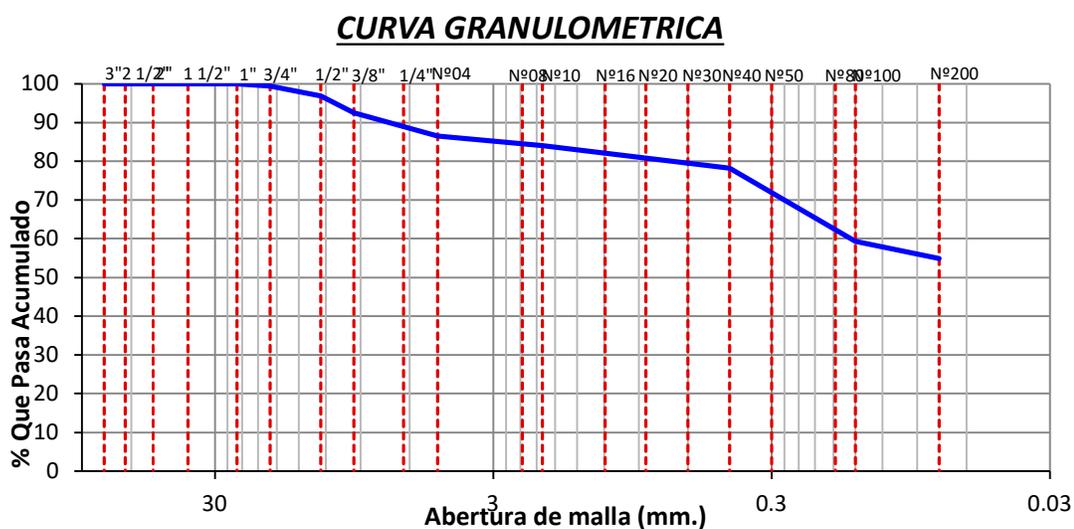
Tabla 11: Granulometría calicata C-1 muestra en estado natural.

Granulometría muestra patrón			
Tamiz #	Mm	% ret. acum.	% que pasa
3"	75.000	0.0	100.00
2"	50.000	0.0	100.00
3/4"	19.000	0.60	99.40
1/2"	12.500	3.10	96.90
3/8"	9.500	7.50	92.50
N°4	4.750	13.50	86.50
N°10	2.000	15.90	84.10
N°20	0.850	19.30	80.70
N°40	0.425	21.80	78.20
N°80	0.177	32.70	67.30
N°100	0.150	40.70	59.30
N°200	0.075	45.10	54.90
<N°200	fondo	100.00	

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 11 que comprende al análisis granulométrico por tamizado de la muestra de suelo de la calicata C-1, donde se puede observar que el porcentaje de las partículas que pasa por el tamiz N°200 es del 54.90 %, la cual indica que la muestra cumple con los requerimientos estandarizados en la norma ASTM 422 – MTC 107 y norma NTP 339.132 - 2014, que indica que más del 50 % de finos deben pasar por el tamiz N°200 para considerarse como arcilla según su clasificación.

Figura 14: Curva de la granulometría de la muestra de la calicata C-1 en estado natural.



Fuente: Propia

De acuerdo a la figura 14, la granulometría obtenida, se observa que por el tamiz 3" y N°2" el porcentaje de partículas que pasa es el 100% desde dicho punto como inicio de curvatura, en el tamiz N°200 el porcentaje de partículas que pasa es del 54.90 %, los requisitos establecidos en las normas ASTM 422 indica que más del 50 % de finos deben pasar por el tamiz N°200 para considerarse como arcilla por tanto la muestra ensayada en laboratorio es un suelo arcilloso.

De la muestra de suelo de la calicata C-1 ensayada en laboratorio se determinó la clasificación de suelo mediante el sistema SUCS (NTP 339.134-2014) y AASHTO (NTP 339.135-2014) la cual como resultado estableció como signo convencional CL en el sistema de clasificación de SUCS y como resultado estableció como signo convencional A-6 en el sistema AASHTO, de ese mismo modo se pudo calcular el contenido de humedad de la muestra M-01 en estado natural, tal como podemos observar en la tabla 12.

Tabla 12: *Resultado de clasificación SUCS, AASHTO y contenido de humedad.*

Calicata	Progresiva	Clasificación SUCS	Clasificación AASHTO	Contenido de humedad
C-1	08 + 320	CL	A-6	13.00 %

Fuente: Elaboración propia.

Límite de Atterberg ASTM 4318

Se realizó a la muestra natural de suelo los ensayos de Límites de ATTERBERG (ASTM D4318, MTC E 1090 - 2000), para poder determinar el Limite Liquido, Limite Plástico e Índice de plasticidad, estos resultados obtenidos en el ensayo son de gran importancia para poder determinar la clasificación del suelo en estudio, de modo que, se pueda determinar y conocer sus características físicas y mecánicas para poderlas mejorar.

El resultado de la muestra ensayada determinó que el límite liquido de la muestra natural es de 33%, el límite plástico es del 21% de modo que la diferencia de ambas nos dio como resultado que el índice de plasticidad es 12% por lo que corresponde según la clasificación de suelos a un suelo arcilloso que está en el rango de $IP < 20$ determinado con una plasticidad media, luego con adición de ceniza de quinua al 4% 6% y 8% se obtuvo índices de plasticidad de 14%, 15% y 13% respectivamente.

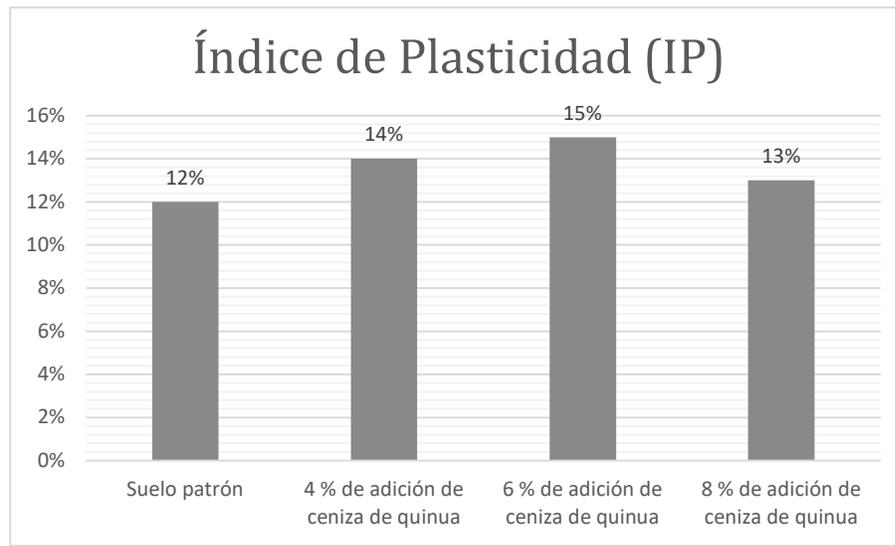
Tabla 13: Resultado de limite líquido, limite plástico y índice de plasticidad.

Calicata	Identificación	Limite Liquido (LL)	Limite Plástico (LP)	Índice de Plasticidad (IP)
C-1	Suelo patrón	33%	21%	12%
C-1	4 % de adición de ceniza de quinua	38%	24%	14%
C-1	6 % de adición de ceniza de quinua	38%	23%	15%
C-1	8 % de adición de ceniza de quinua	39%	26%	13%

Fuente: Elaboración propia.

Los resultados para las muestras con adición de ceniza de quinua indican un incremento para las dosificaciones de 4% y 6% en 2 y 3 puntos de los valores del IP respectivamente, sin embargo, para la adición de 8% de ceniza de quinua, el índice de plasticidad incrementa en 1 el valor del IP; por lo que corresponde y mantiene según la clasificación de suelos, a un suelo arcilloso que está en el rango de $IP \leq 20$ y > 7 determinando una plasticidad media.

Figura 15: Variación del Índice de Plasticidad.



Fuente: Elaboración propia.

Proctor modificado ASTM D 1557

Para realizar el ensayo de Proctor Modificado se tuvo como referencia emplear el método "A", a través del método mencionado se determinó el contenido de humedad con relación a su densidad seca donde se pudo determinar la curva de compactación, para tener en cuenta como primer paso es importante conocer el peso específico de las muestras, en estado natural y con adición de ceniza de quinua al 4% 6% y 8%, de modo que se pueda conocer objetivamente el contenido de humedad óptimo y la densidad máxima seca.

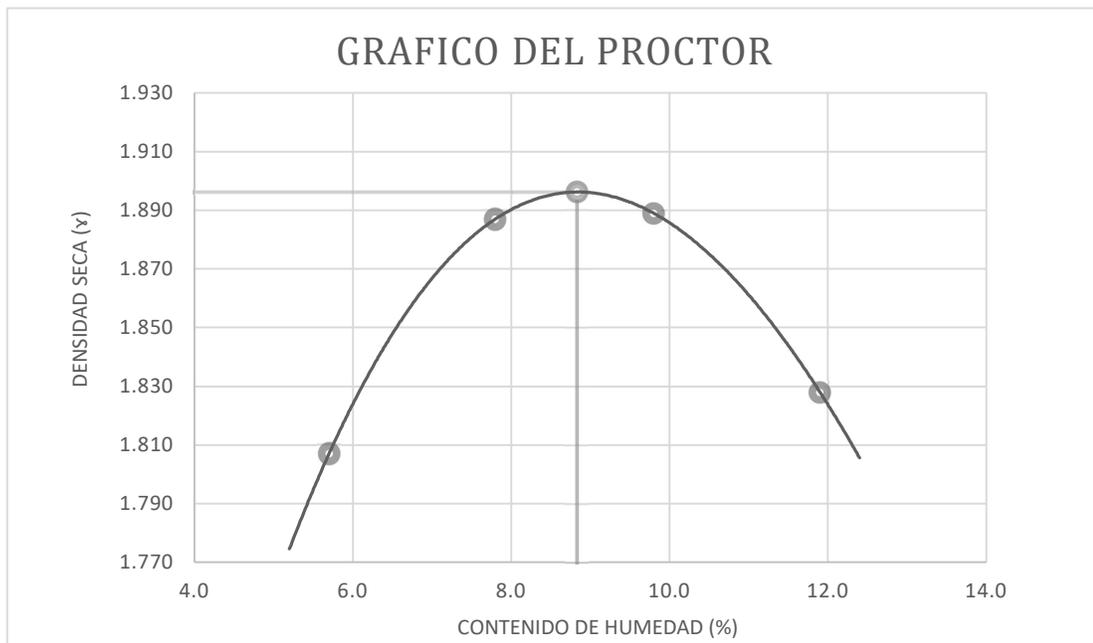
Tabla 14: Resultados de compactación de suelos con energía modificada - Proctor Modificado.

Calicata	Identificación	Humedad Optima	Densidad Máxima Seca (grs/cm ³)
C-1	Suelo patrón	8.83%	1.896
C-1	+ 4 % de adición de ceniza de quinua	8.89%	1.904
C-1	+ 6 % de adición de ceniza de quinua	8.44%	1.928
C-1	+ 8 % de adición de ceniza de quinua	8.31%	1.927

Fuente: Elaboración propia.

Se observa los resultados del ensayo de Compactación de suelos (Proctor Modificado) realizados a la muestra de suelo en estado natural, de la cual se determinó que el óptimo contenido de humedad para dicha muestra es de 8.83 % en relación a su densidad máxima seca que es de 1.896 gr/cm³, así mismo se observa el resultado de la combinación de la muestra de suelo más la adición del 4 % de ceniza de quinua, el óptimo contenido de humedad es 8.89 %, en relación a su densidad máxima seca que es de 1.904 gr/cm³, también se observa el resultado de la combinación de la muestra de suelo más la adición del 6 % de ceniza de quinua su óptimo contenido de humedad es 8.44%, en relación a su densidad máxima seca que es de 1.928 gr/cm³, del mismo modo se observa el resultado de la combinación de la muestra de suelo más la adición del 8 % de ceniza de quinua, su óptimo contenido de humedad es 8.31 %, en relación a su máxima densidad seca es de 1.927 gr/cm³.

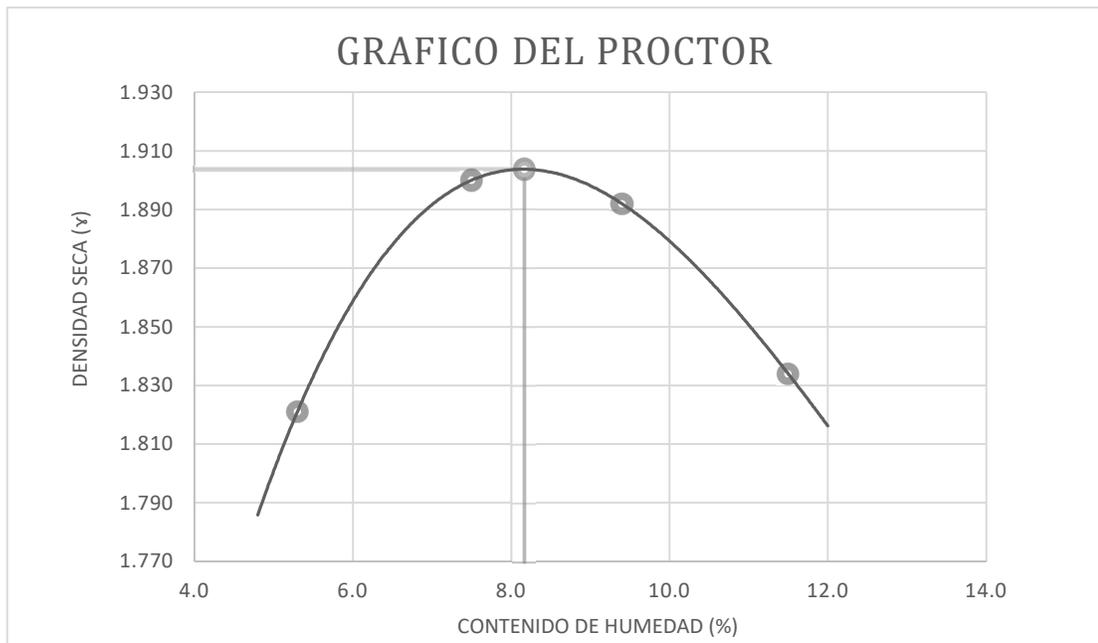
Figura 16: Diagrama Proctor Modificado de suelo natural.



Fuente: Propia

En la figura 16 se observa la curva de contenido de humedad óptimo en relación a su máxima densidad seca de la muestra de suelo en estado natural donde se observa que el contenido de humedad óptima es de 8.83% y la máxima densidad seca es de 1.896 gr/cm³.

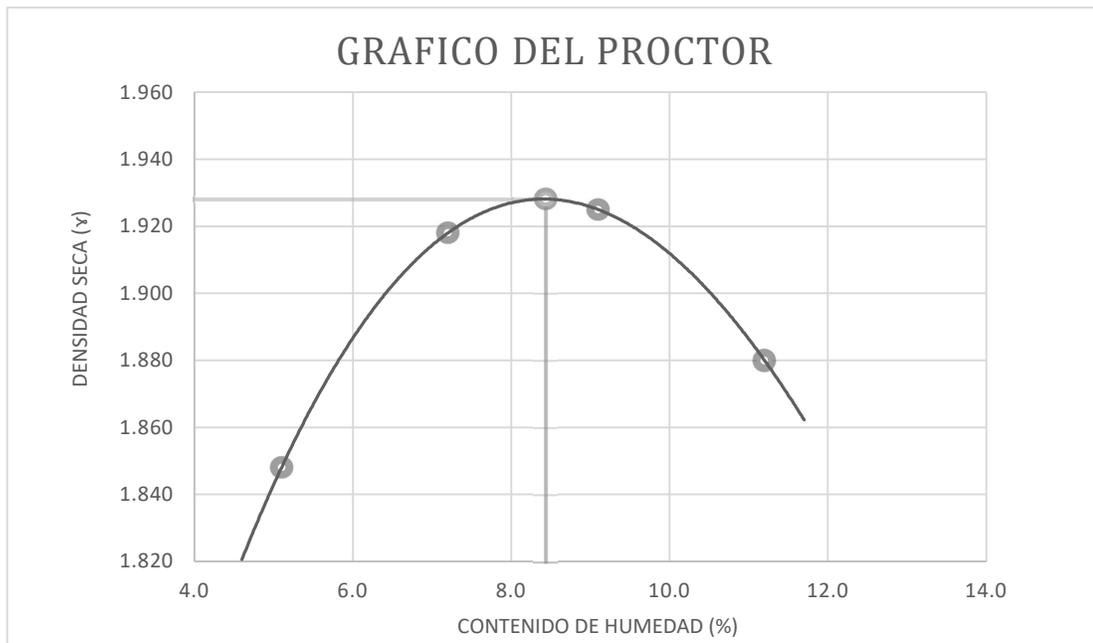
Figura 17: Diagrama Proctor Modificado de suelo natural + 4% ceniza de quinua.



Fuente: Propia

En la figura 17 se observa la curva de contenido de humedad óptimo en relación a su máxima densidad seca de la muestra de suelo con adición del 4 % de ceniza de quinua, donde se observa que el contenido de humedad óptima es de 8.16 % y la máxima densidad seca es de 1.904 gr/cm³.

Figura 18: Diagrama Proctor Modificado de suelo natural + 6% ceniza de quinua.



Fuente: Propia

En la figura 18 se observa la curva de contenido de humedad óptimo en relación a su máxima densidad seca de la muestra de suelo con adición del 6 % de ceniza de quinua, donde se observa que el contenido de humedad óptima es de 8.44 % y la máxima densidad seca es de 1.928 gr/cm³.

Figura 19: Diagrama Proctor Modificado de suelo natural + 8% ceniza de quinua.



Fuente: Propia

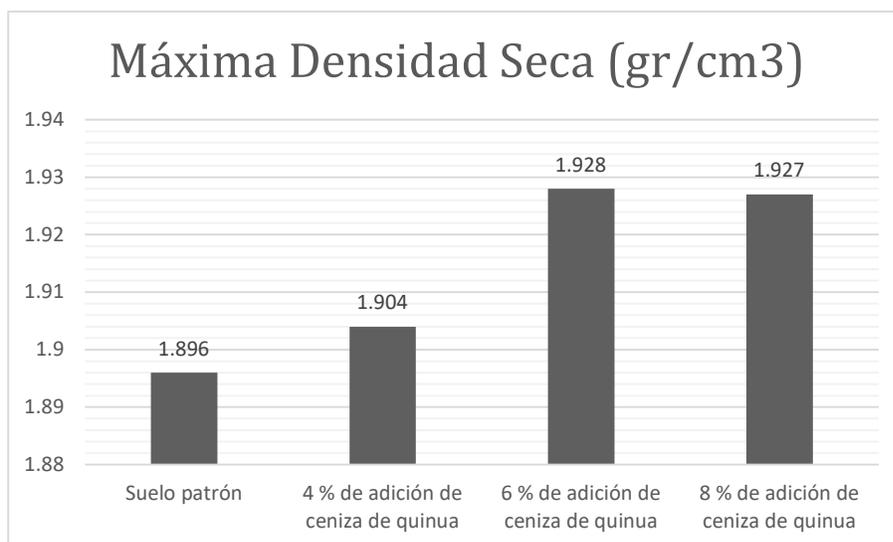
En la figura 19 se observa la curva de contenido de humedad óptimo en relación a su máxima densidad seca de la muestra de suelo con adición del 8 % de ceniza de quinua, donde se observa que el contenido de humedad óptimo es de 8.31 % y la máxima densidad seca es de 1.927 gr/cm³.

Tabla 15: Cuadro comparativo de resultado de Proctor Modificado de la muestra natural + dosificaciones de 4%, 6% y 8% de ceniza de quinua.

Condición de la muestra	Humedad Óptima	Densidad Máxima Seca (gr/cm ³)
Suelo patrón	8.83%	1.896
+ 4 % de adición de ceniza de quinua	8.89%	1.904
+ 6 % de adición de ceniza de quinua	8.44%	1.928
+ 8 % de adición de ceniza de quinua	8.31%	1.927

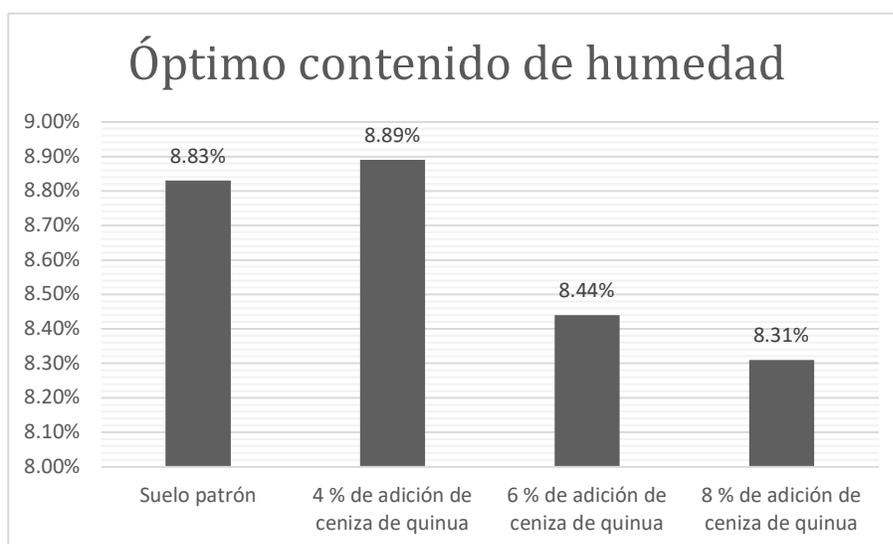
Fuente: Elaboración propia.

Figura 20: Variación MDS.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 21: Variación OCH.



Fuente: Elaboración propia.

California Baring Ratio (CBR) ASTM D 1883

Del ensayo que se realizó a la muestra obtenida de la calicata C-1, el ensayo de CBR es el más importante, ya que este ensayo determina la capacidad portante del suelo para ser empleada como sub rasante en el diseño de carreteras, se realizó el ensayo de CBR a la muestra en estado natural, para poder determinar su capacidad portante patrón de la muestra, se tuvo que realizar 03 especímenes cada una sometidas a diferentes energías en relación con el número de golpes, el espécimen N°01 se realizó con una energía de 27.7 Kg*cm/cm³ (56 golpes), el espécimen N°02 se realizó con una energía de 12.2 Kg*cm/cm³ (25 golpes), el espécimen N°03 se realizó con una energía de 6.1 Kg*cm/cm³ (12 golpes).

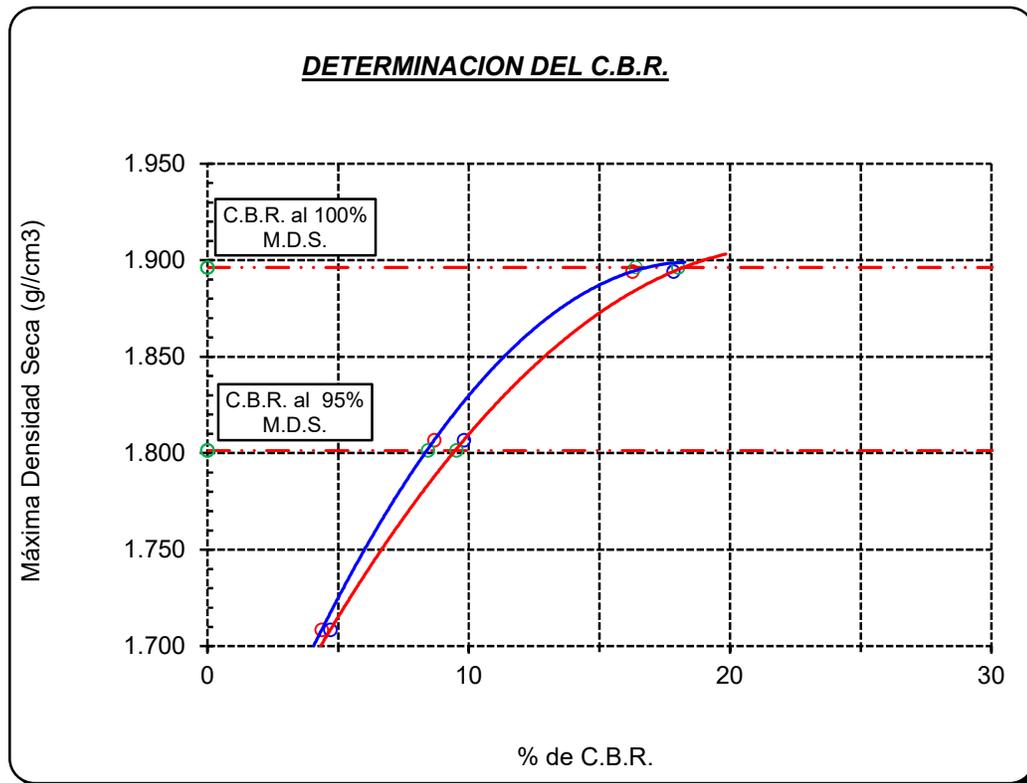
Tabla 16: Resultado de ensayo de CBR de la muestra patrón.

Estado de la muestra	Penetración	CBR al 100 %	CBR al 95%
Suelo Natural	0.1"	16.4 %	8.4 %

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 16 se observa el resultado de la muestra en estado natural, el ensayo CBR al 100% determino 16.4 % de CBR para una penetración de 0.1", así mismo se observa que el ensayo de CBR al 95% determino 8.4 % de CBR para una penetración de 0.1", por lo que se define que la muestra de suelo arcilloso en estado natural es considerada subrasante buena para su uso como sub rasante, tal como lo establece el manual de carretas –MTC.

Figura 22: Diagrama de ensayo de CBR de muestra patrón.



Fuente: Elaboración propia.

En la figura 22 se observa la curva grafica de la relación de CBR con respecto a la densidad seca, para el CBR al 100% la máxima densidad seca es de 1.896 gr/cm³, el CBR es de 16.4 % para una penetración de 0.1", por lo que se determina una sub rasante buena.

De igual manera se realizó el ensayo de CBR a la muestra de suelo de la calicata C-1 con adición de 4 % de ceniza de quinua, para poder determinar la capacidad portante de la muestra se tuvo que realizar 03 especímenes cada una sometidas a diferentes energías en relación con el número de golpes, el espécimen N°01 se realizó con una energía de 27.7 Kg*cm/cm³ (56 golpes), el espécimen N° 02 se realizó con una energía de 12.2 Kg*cm/cm³ (25 golpes), el espécimen N°03 se realizó con una energía de 6.1 Kg*cm/cm³ (12 golpes) y para los tres empecines una sobre carga de 4.53 kg.

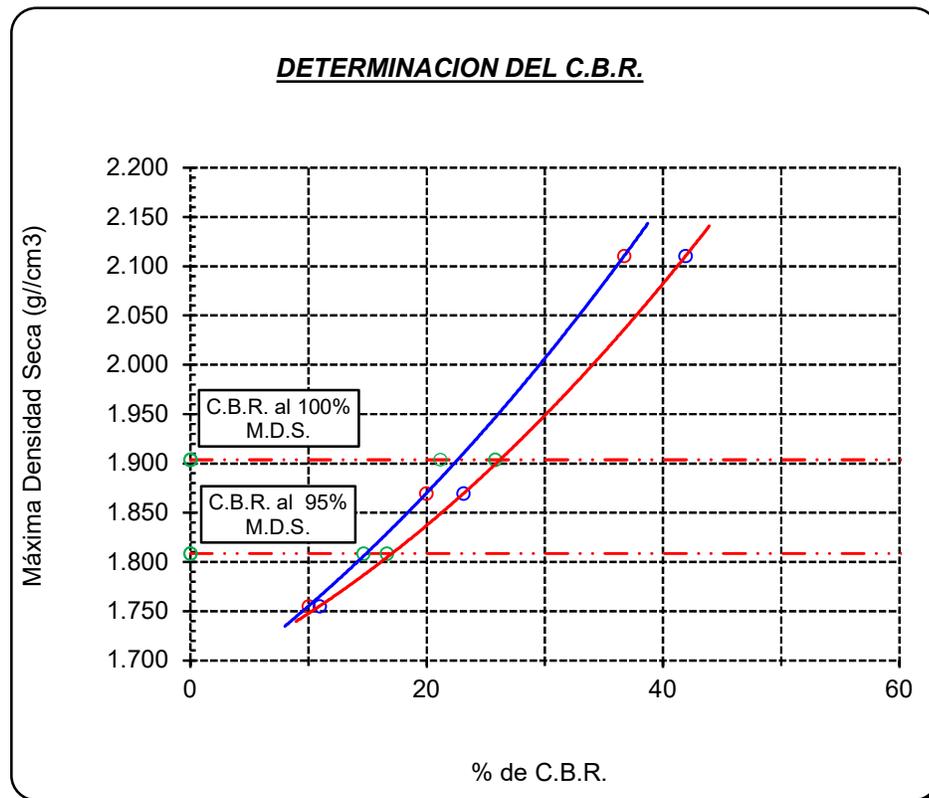
Tabla 17: Resultado de ensayo de CBR, suelo + 4 % de ceniza de quinua.

Estado de la muestra	Penetración	CBR al 100 %	CBR al 95%
+ 4% ceniza de quinua	0.1"	21.2 %	14.7 %

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 17 se observa el resultado de la muestra con la adición de 4% de ceniza de quinua, el ensayo CBR al 100% determino 21.2 % de CBR para una penetración de 0.1", así mismo se observa que el ensayo de CBR al 95% determino 14.7 % de CBR para una penetración de 0.1", por lo que se define la subrasante muy buena, tal como lo establece el manual de carretas –MTC., que establece que el CBR ≥ 20 % a CBR < 30 % es igual a una sub rasante muy buena.

Figura 23: Diagrama de ensayo de CBR, suelo + 4% de ceniza de quinua.



Fuente: Elaboración propia.

Se realizó el ensayo de CBR a la muestra de suelo de la calicata C-1 con adición de 6 % de ceniza de quinua, para poder determinar la capacidad portante de la muestra se tuvo que realizar 03 especímenes cada una sometidas a diferentes energías en relación con el número de golpes, el espécimen N°01 se realizó con una energía de 27.7 Kg*cm/cm³ (56 golpes), el espécimen N° 02 se realizó con una energía de 12.2 Kg*cm/cm³ (25 golpes), el espécimen N°03 se realizó con una energía de 6.1 Kg*cm/cm³ (12 golpes) y para los tres especímenes una sobre carga de 4.53 kg.

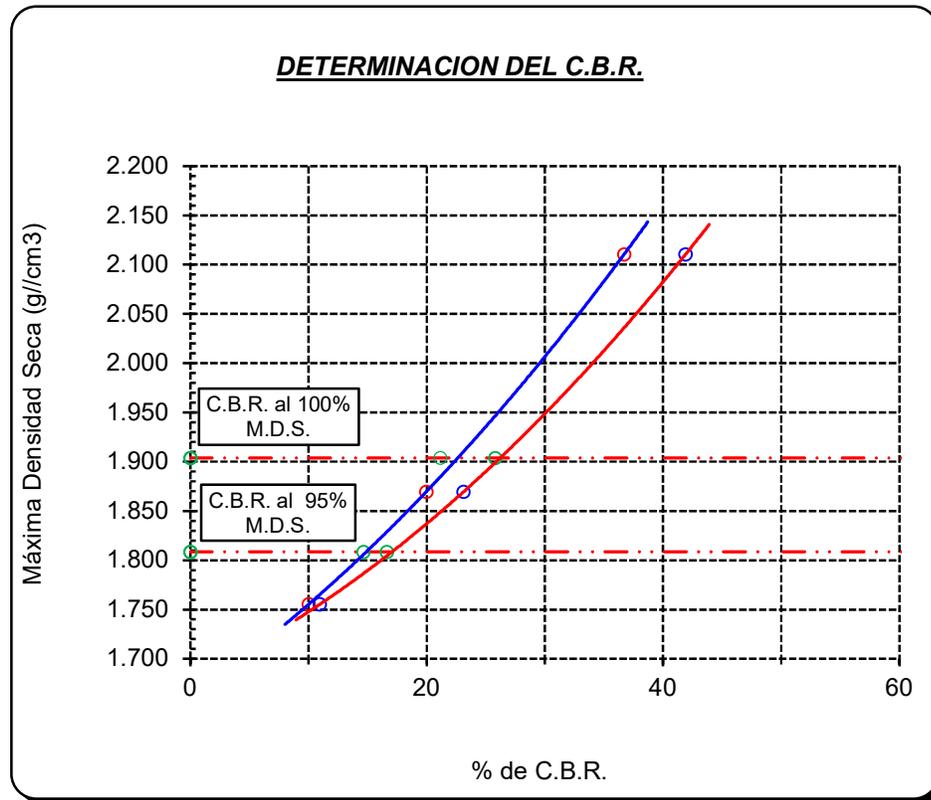
Tabla 18: Resultado de ensayo de CBR, suelo + 6 % de ceniza de quinua.

Estado de la muestra	Penetración	CBR al 100 %	CBR al 95%
+ 6% ceniza de quinua	0.1"	33.4%	38.2 %

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 18 se observa el resultado de la muestra con la adición de 6% de ceniza de quinua, el ensayo CBR al 100% determino 33.4 % de CBR para una penetración de 0.1", así mismo se observa que el ensayo de CBR al 95% determino 38.2 % de CBR para una penetración de 0.1", por lo que se define la subrasante excelente, tal como lo establece el manual de carretas –MTC.

Figura 24: Diagrama de ensayo de CBR, suelo + 6% de ceniza de quinua.



Fuente: Elaboración propia.

Por último se realizó el ensayo de CBR a la muestra de suelo de la calicata C-1 con adición de 8 % de ceniza de quinua, para poder determinar la capacidad portante de la muestra se tuvo que realizar 03 especímenes cada una sometidas a diferentes energías en relación con el número de golpes, el espécimen N°01 se realizó con una energía de 27.7 Kg*cm/cm³ (56 golpes), el espécimen N° 02 se realizó con una energía de 12.2 Kg*cm/cm³ (25 golpes), el espécimen N°03 se realizó con una energía de 6.1 Kg*cm/cm³ (12 golpes) y para los tres empecines una sobre carga de 4.53 kg.

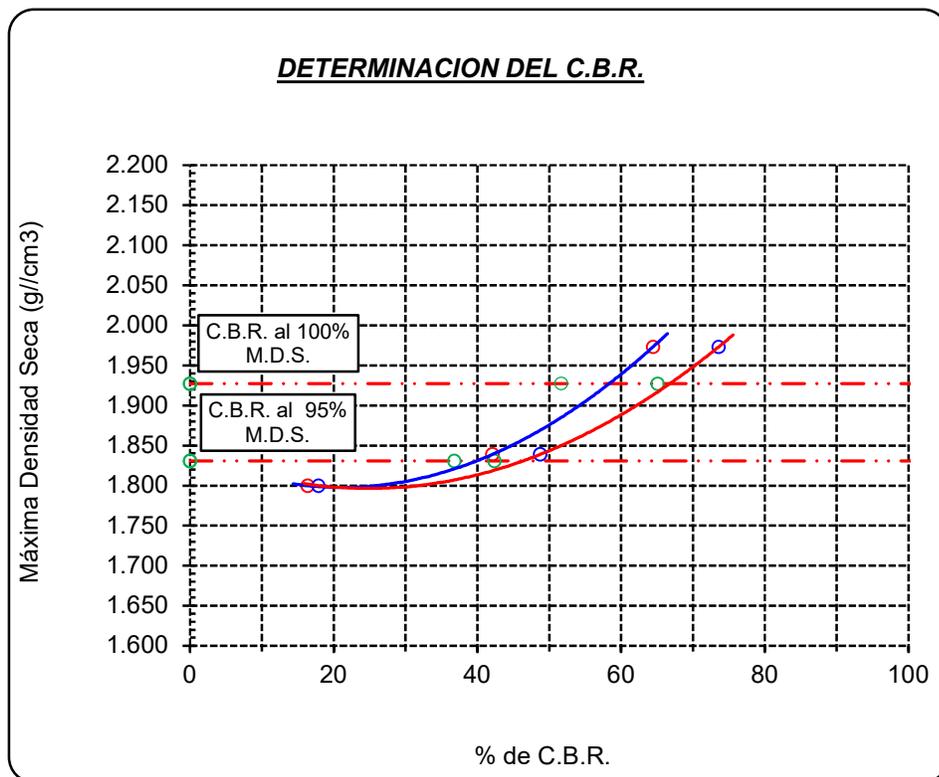
Tabla 19: Resultado de ensayo de CBR, suelo + 8 % de ceniza de quinua.

Estado de la muestra	Penetración	CBR al 100 %	CBR al 95%
+ 8% ceniza de quinua	0.1"	51.7%	36.8 %

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 19 se observa el resultado de la muestra con la adición de 8 % de ceniza de quinua, el ensayo CBR al 100% determino 51.7 % de CBR para una penetración de 0.1", así mismo se observa que el ensayo de CBR al 95% determino 36.8 % de CBR para una penetración de 0.1", por lo que se define la subrasante excelente, tal como lo establece el manual de carretas –MTC.

Figura 25: Diagrama de ensayo de CBR, suelo + 8% de ceniza de quinua.



Fuente: Elaboración propia.

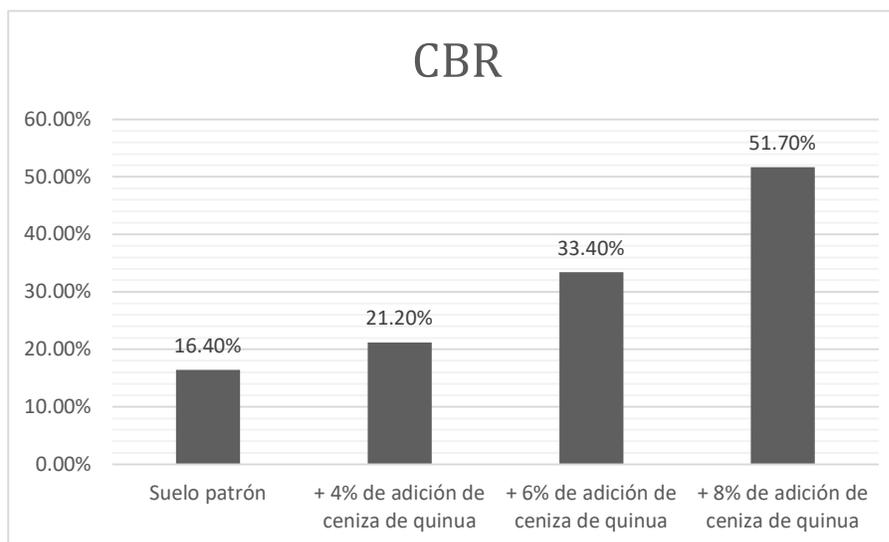
Tabla 20: Resultados de CBR de la muestra natural + dosificaciones de 4%, 6% y 8% de ceniza de quinua.

Ensayo de CBR	
Suelo patrón	16.40%
+ 4% de adición de ceniza de quinua	21.20%
+ 6% de adición de ceniza de quinua	33.40%
+ 8% de adición de ceniza de quinua	51.70%

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 20 se observa los resultados de ensayo de CBR los valores que se muestra están en relación a la dimensión de penetración con el porcentaje de CBR, el comportamiento sufrió cambios favorables de acuerdo a las combinaciones de la muestra con respecto a la adición de ceniza de quinua en porcentajes del 4%, 6% y 8% mientras se adiciona en mayores porcentajes mayor será la mejora de resistencia del suelo tal como se muestra en la figura 11.

Figura 26: Variación CBR.



Fuente: Elaboración propia.

V. DISCUSIÓN

V. DISCUSIÓN

OG. Evaluar cómo influye la adición de ceniza de quinua en las propiedades de la sub rasante en la carretera PE-38B, Provincia Chucuito, Puno 2021.

En la investigación de Hernández y Herrera (2019) se analizó la relación de soporte y resistencia a la compresión de un suelo arcilloso-limoso (CL y A-6) estabilizado mediante la adición de la ceniza de cascarilla de café (4%, 6% y 8%), los tesisistas al analizar las propiedades del suelo combinado con la ceniza de cascarilla de café en las dosificaciones propuestas indican que no existe variación en la plasticidad del suelo ($IP=18\%$), en la compactación evidenciaron que a medida que aumenta el contenido de ceniza aumenta el óptimo contenido de humedad de suelo en un 37.3% y en los resultados obtenidos en los laboratorios para la resistencia ante el aumento en el porcentaje de ceniza se obtuvo una mejoría en el suelo aumentando su CBR de 1.6% a un 7.3% es decir un incremento del 356% del CBR del suelo por lo tanto se noto un incremento de la relación soporte y resistencia como propiedades del suelo.

En la presente investigación existe concordancias en las dosificaciones de adición de ceniza de quinua (4%, 6% y 8%) para un suelo arcilloso (CL y A-6) , las cuales en base a los resultados determinaron que para la plasticidad existe un incremento de 1% a 3% en los valores del IP, para la compactación se determinó una mejora de la máxima densidad seca desde los 1.896 g/cm³ para el suelo patrón hasta 1.927 g/cm³ para el 8% de ceniza y una variación creciente y decreciente (8.83% , 8.89%, 8.44% y 8.31%) en el contenido óptimo de humedad en relación a las dosificaciones y para la resistencia los resultados indicaron un aumento de CBR de 16.4% a 64.0% es decir un incremento del 290% de CBR del suelo, con lo que se determina que la ceniza de quina es un aditivo estabilizador que mejora las propiedades de compactación y resistencia de un suelo arcilloso, sin embargo no mejora las propiedades plásticas del suelo.

En tal sentido, teniendo concordancias con las dosificaciones de adición de ceniza se define que las cenizas de quinua es un aditivo estabilizador que influye en la mejora de las propiedades (Compactación y Resistencia) de un suelo para su uso

como subrasante, por tanto, se puede corroborar que los resultados determinados por Hernández y Herrera y la presente tesis tienen **coincidencias**, debido a que se obtiene resultados de mejora en las propiedades del suelo en ambas investigaciones.

O1. Determinar la influencia de la ceniza de quinua en la plasticidad de la subrasante en la carretera PE-38B, Provincia Chucuito, Puno 2021.

En la investigación de Hernández y Herrera (2019) se analizó la incidencia en la plasticidad al adicionar ceniza de cascarilla de café en un suelo arcilloso-limoso (4%, 6% y 8%), concluyendo que las dosificaciones propuestas en la investigación no presentan variación en la plasticidad del suelo (IP = 17, 18, 17 y 19%).

En la presente investigación existe similitud en la dosificación de la adición de cenizas que son el 4%, 6% y 8%, las cuales determinaron que respecto al índice de plasticidad del suelo natural o suelo patrón con IP=12, la adición de cenizas de quinua en 4%, 6% y 8% respecto al peso de la muestra dieron como resultado 14, 15 y 13% en los valores del índice de plasticidad respectivamente; manteniéndose como suelos de plasticidad Media.

Por lo tanto, comparando los resultados y presentando las mismas dosificaciones respecto a la adición de cenizas al suelo, podemos decir que los resultados obtenidos tienen **coincidencias** respecto a no presentar variación de la plasticidad (plasticidad media), pero sin embargo se observa el incremento en 1 y 2 puntos porcentuales del IP debidos a los tipos de suelos de los que están compuestos las muestras de cada autor.

O2. Determinar la influencia de la ceniza de quinua en la compactación de la subrasante en la carretera PE-38B, Provincia Chucuito, Puno 2021.

En la investigación de Almonacid (2019) buscaron evaluar los efectos de las dosificaciones de 10%, 15% y 20% con ceniza de quinua en la subrasante mediante los ensayos de Proctor Modificado, se determinó que el óptimo contenido de humedad es de 8.8, 8.9, 9.2 y 7.2 % para cada tipo de muestra y en relación a su

máxima densidad seca se determinó un valor de 1.90 gr/cm³ y para las dosificaciones con ceniza de quinua se determinó 1.99, 2.10 y 1.96 gr/cm³. Por lo cual se puede definir que la adición de ceniza de quinua mejora la máxima densidad seca con relación a su óptimo contenido de humedad y que influye en la compactación de la subrasante.

Mientras en la presente tesis a diferencia del antecedente, se empleó la adición de cenizas de quinua en una dosificación 4%, 6% y 8%, las cuales determinaron para el suelo natural su máxima densidad seca fue 1.896 g/cm³ y al adicionar 4%, 6% y 8% de ceniza de quinua, esta aumenta a 1.904 g/cm³, 1.928 g/cm³ y 1.927 g/cm³ respectivamente, en ese sentido se pudo determinar que la adición de ceniza de quinua mejora la máxima densidad seca con relación a su óptimo contenido de humedad, afirmando que favorece a la compactación del suelo.

En tal sentido comparando los resultados a pesar de las discrepancias con los porcentajes de cenizas en las dosificaciones se define que las cenizas de la quinua es un aditivo estabilizador que influye en la compactación de un suelo, por tanto, se puede validar que los resultados determinados Almonacid y la presente tesis tienen **coincidencia**, debido a que se obtiene resultados positivos en ambas investigaciones.

O3. Determinar la influencia de la ceniza de quinua en la resistencia de la subrasante en la carretera PE-38B, Provincia Chucuito, Puno 2021.

En la investigación de Almonacid (2019) buscó evaluar los efectos de las dosificaciones 10%, 15% y 20% con ceniza de quinua en la subrasante mediante los ensayos CBR, se determinó que existen incrementos en el valor del CBR al 100%, con 14.6% de CBR en su muestra natural o patrón e ir adquiriendo valores de 18.4%, 27.4% y 19.4% de CBR para cada dosificación tipo de muestra. Por lo cual se puede definir que existen efectos positivos que influyen en la mejora de la subrasante.

Por otro lado, en la presente tesis a diferencia de Almonacid se empleó la adición de cenizas de quinua en una dosificación 4%, 6% y 8%, las cuales determinaron que

existen incrementos en los valores del CBR de 16.4, 21.2, 33.4 y 51.7 %, para el suelo natural y las dosificaciones con la adición de ceniza de quinua respectivamente.

En tal sentido comparando los resultados a pesar de las discrepancias con los porcentajes de cenizas en las dosificaciones se define que las cenizas de la quinua es un aditivo estabilizador que influye en la resistencia de un suelo, por tanto, se puede validar que los resultados determinados Almonacid y la presente tesis tienen **coincidencia**, debido a que se mejora la resistencia del suelo para ser usado como subrasante.

VI. CONCLUSIONES

VI. CONCLUSIÓN

1. Se determinó que la adición de Cenizas de quinua en 4%, 6% y 8%, influye positivamente en las propiedades de compactación incrementando la máxima densidad seca y mejorando la resistencia de la sub rasante en la carretera PE-38B, Provincia Chucuito, Puno, por lo tanto, se determina que las Ceniza de quinua es un aditivo estabilizador sustentable que mejora las propiedades de los suelos arcillosos para ser usada como subrasante.
2. La adición de ceniza de quinua para dosificaciones de 4%, 6% y 8%, a un suelo con $IP=12$, incrementa la plasticidad ($IP = 14, 15$ y 14) disminuyendo características de trabajabilidad, sin embargo, para el suelo de la subrasante de la presente investigación, los valores del índice de plasticidad obtenidos permiten mantener la clasificación de un suelo de plasticidad media para cada dosificación.
3. A través del ensayo de Proctor Modificado, en la compactación, se pudo determinar que la adición de ceniza de Quinua influye en un suelo incrementando los valores de la máxima densidad seca y aumentando la optimo contenido de humedad.
4. Así mismo, a través del ensayo de CBR, se pudo determinar que la adición de ceniza de Quinua influye positivamente en el mejoramiento de la resistencia de un suelo arcilloso para uso como subrasante llegando a incrementar los valores del CBR en un 124%, 260% y 290% en relación con el suelo natural.
5. Es factible mezclas conformadas por suelos arcillosos y las cenizas de quinua, para ser usados en el mejoramiento de las propiedades de los suelos como subrasante. Así mismo el uso de la ceniza resulta una alternativa de disposición adecuada para este residuo de producción.

VII. RECOMENDACIONES

VII. RECOMENDACIONES

Se recomienda tomar adiciones de ceniza de quinua mayores al 8% e investigar el comportamiento en distintos tipos de suelo, debido a que el suelo presentó una mejora en las propiedades para ser usado como subrasante.

Se recomienda realizar estudios de investigación empleando la ceniza de quinua en otros tipos de suelo; como los suelos gravosos o como aditivo estabilizador para suelos usados en la base de un pavimento.

Realizar investigaciones para evaluar la factibilidad técnica-económica del uso de cenizas de quinua, buscando la rentabilidad de la ceniza de quinua.

Realizar análisis químico de cada una de las cenizas que pueden obtenerse de la quinua, para conocer sus propiedades químicas, además de realizar análisis químicos de los suelos estabilizados con las cenizas en sus diferentes porcentajes, para conocer porque el suelo está adquiriendo resistencia o está perdiendo resistencia si ocurre el caso.

REFERENCIAS

1. COBOS, ORTEGÓN Y PERALTA. 2019. Caracterización del comportamiento geotécnico de suelos de origen volcánico estabilizados con cenizas provenientes de cáscara de coco y cisco de café. 2019. Tesis. Universidad Cooperativa de Colombia Ibagué. Facultad de Ingeniería civil. Programa de Ingenierías.
2. BULLA, a. P. (2018). Aplicación de agente químico como estabilizador de suelos arcillosos para la construcción de vías. Bucaramanga.
3. Castaño Gómez, I. M. & Trigos Navarro, D. C. (2017) Diseño estructural participativo con desechos orgánicos, una alternativa panameña para Colombia. Trabajo de Grado. Universidad Católica de Colombia. Facultad de Ingeniería. Programa de Ingeniería Civil. Bogotá, Colombia.
4. Hernández García, A. F., & Herrera Vargas, M. F. (2019). Análisis de la relación de soporte y resistencia a la compresión de un suelo arcillo-limoso en la vereda de Liberia del municipio de Viotá Cundinamarca estabilizado con ceniza de cascarilla de café. Retrieved from https://ciencia.lasalle.edu.co/ing_civil/521.
5. Ortegon Ramírez, C. T., Peralta Zarrate, J. C. y Cobos Molina, M. A. (2019). Caracterización del comportamiento geotécnico de suelos de origen volcánico estabilizados con cenizas provenientes de cáscara de coco y cisco de café (Tesis de grado). Recuperado de: <http://hdl.handle.net/20.500.12494/14966>.
6. Clavería Vásquez, P. A., Triana Mendoza, D. F. y Varon Ospina, Y. A. (2018). Caracterización del comportamiento geotécnico de los suelos de origen volcánico estabilizado con ceniza de arroz y bagazo de caña como material para subrasante. (Tesis de pregrado). Recuperado de: <http://repository.ucc.edu.co/handle/ucc/6314>.
7. Almonacid Roman, I. M. (2019). Estabilización de subrasante mediante cal y ceniza de quinua en suelos del centro poblado Viñas, Tayacaja, Huancavelica. (Tesis de pregrado). Recuperado de: <https://hdl.handle.net/20.500.12848/1916>.
8. Rimachi Pariona, I., Sánchez Ruiz, R. F. (2019). 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. (Tesis de pregrado). Recuperado de: <https://hdl.handle.net/20.500.12692/40233>.
9. APOLINAREZ TOVAR, A. E., (2018). Estabilización de la Sub-Rasante con la Incorporación de Ceniza Vegetal, Jauja. (Tesis de pregrado). Recuperado de: <https://hdl.handle.net/20.500.12848/778>.
 10. OJEDA-FARIAS, O.; MENDOZA-RANGEL, J. M. y BALTAZAR-ZAMORA, M. A.. Influence of sugar cane bagasse ash inclusion on compacting, CBR and unconfined compressive strength of a subgrade granular material. Rev. ALCONPAT [online]. 2018, vol.8, n.2 [citado 2021-05-16], pp.194-208. Disponible en: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-68352018000200194&lng=es&nrm=iso. Epub 28-Ago-2020. ISSN 2007-6835. <https://doi.org/10.21041/ra.v8i2.282>.
 11. Berenguer, R. A., Helene, P., Silva, F. A. N., Torres, S. M., Monteiro, E. C. B., & Neto, A. A. de M. (2018). On the influence of sugarcane bagasse ashes as a partial replacement of cement in compressive strength of mortars. Revista ALCONPAT, 8(1), 30 - 37. <https://doi.org/10.21041/ra.v8i1.187>.
 12. JAMES, Jijo y KASINATHA PANDIAN, Pitchai. Strength and microstructure of micro ceramic dust admixed lime stabilized soil. Revista de la Construcción [online]. 2018, vol.17, n.1 [citado 2021-05-16], pp.5-22. Disponible en: http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-915X2018000100005&lng=es&nrm=iso. ISSN 0718-915X. <http://dx.doi.org/10.7764/rdlc.17.1.5>.
 13. MONTOYA RESTREPO, Luz Alexandra; VIANCHA, Lucero Martínez and PERALTA BALLESTEROS, Johanna. Análisis de variables estratégicas para la conformación de una cadena productiva de quinua en Colombia. Innovar [online]. 2005, vol.15, n.25 [cited 2021-05-15], pp.103-119. Disponible en: http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0121-50512005000100007&lng=en&nrm=iso. ISSN 0121-5051.
 14. BOTÍA, Wilmar. Manual de procedimientos de ensayos de suelos y memoria de cálculo. 2015. Tesis de pregrado. Universidad Militar Nueva Granada, Granada, España. Facultad de Ingeniería. Carrera de ingeniería civil.

15. FERNANDEZ, J., (2006). "Los cultivos energéticos, nuevo motor para el desarrollo del sector agrario". IV Jornada de innovación y nuevas tecnologías en el mundo rural. Asociación Agraria Jovenes Agricultores (ASAJA). Sevilla.
16. BOWLES, Joseph. 1990, Manual de laboratorio de suelos en ingeniería civil. Bogotá: McGraw-Hill.
17. CRESPO, Carlos. Vías de comunicación: caminos, ferrocarriles, aeropuertos, puentes y puertos. 3ra Ed. México: Limusa, 2004. 102 pp. ISBN: 968-18-48497.
18. ESCOBAR, Gonzalo, 2016, Estructura de suelo y granulometría. Tesis pregrado. Universidad de Colombia.
19. JUAREZ, Eulalio y RICO, Alfonso. Mecánica de suelos (II) Teoría y aplicaciones de la mecánica de suelos. México: Limusa, S.A de C.V, 2004. 532 pp. ISBN: 9681801288.
20. LAZO, A. (2011). Clasificación de suelos método AASHTO. Recuperado de: <https://doc/59926125/Clasificacion-de-Suelos-Metodo-AASHTO>.
21. Mecánica de suelo (II) por Adrián Oscar Macías [et al.]. [s. l]: Área de innovación y desarrollo , S.L, 2018. 67 pp. ISBN: 8494857770.
22. MENÉNDEZ, José, 2013, Ingeniería de pavimentos: materiales y variables de diseño. 43. Lima, Perú: ICG.
23. MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES .2007. Especificaciones técnicas generales para la conservación de carreteras. Aprobado por resolución directoral nº 051-2007- MTC/14. Lima, Perú.
24. MORONE, G. 2012. Métodos y técnicas de la investigación científica. Santiago de surco.
25. NTP 339.134 (1999) – Clasificación SUCS.
26. RICO, Alfonso y DEL CASTILLO, Hermilo. La ingeniería de suelos en las vías terrestres: carreteras, ferrocarriles, aeropistas. México D.F: Limusa, 2005. 24 pp. ISBN: 968-18-0054-0.
27. ROJAS, Daniel, 2012, Índice de soporte de california. Escuela de ingeniería en construcción. Recuperado de: <https://es.scribd.com/document/277184354/informe-cbr-pdf>.
28. NTP 339.134 (1999) – Clasificación SUCS

29. MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES .2015. Especificaciones técnicas generales para construcción. Aprobado por resolución directoral nº 22-2013- MTC/14. Lima, Perú.
30. MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES .2017. Manual de ensayo de materiales. Aprobado por resolución directoral nº 18-2016- MTC/14. Lima, Perú.
31. MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES .2015. Suelos Geología, Geotecnia y Pavimentos – SECCION SUELOS Y POAVIEMNTOS. Aprobado por resolución directoral nº 10-2014- MTC/14. Lima, Perú.

ANEXOS

ANEXO 1 : MATRIZ DE CONSISTENCIA
TITULO : MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE MEDIANTE LA ADICIÓN DE CENIZA DE QUINUA EN LA CARRETERA PE-38B, PROVINCIA CHUCUITO, PUNO, 2021.
AUTOR : GUIA YUCRA, MARIO JUNIOR

PROBLEMA	OBJETIVO	HIPÓTESIS	VARIABLE	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTO
Problema general: ¿Cómo influye la adición de ceniza de quinua en las propiedades de la sub rasante en la carretera PE-38B, Provincia Chucuito Puno 2021?	Objetivo general: Evaluar cómo influye la adición de ceniza de quinua en las propiedades de la sub rasante en la carretera PE-38B, Provincia Chucuito, Puno 2021.	Hipótesis general: La ceniza de quinua influye en las propiedades de la sub rasante en la carretera PE-38B, Provincia Chucuito, Puno 2021.	Independiente: SUBRASANTE	PLASTICIDAD	LÍMITE LÍQUIDO LÍMITE PLÁSTICO ÍNDICE DE PLASTICIDAD	ENSAYO LÍMITES DE ATTERBERG FICHA TÉCNICA
				COMPACTACIÓN	CLASIFICACIÓN DE SUELO	ENSAYO DE GRANULOMETRÍA FICHA TÉCNICA
					ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD Y MÁXIMA DENSIDAD SECA	ENSAYO PROCTOR MODIFICADO FICHA TÉCNICA
RESISTENCIA	CAPACIDAD PORTANTE DE LA SUBRASANTE	ENSAYO CBR FICHA TÉCNICA				
Problemas específicos: ¿Cómo influye la adición de ceniza de quinua en la plasticidad de la sub rasante en la carretera PE-38B, Provincia Chucuito Puno 2021? ¿Cómo influye la adición de ceniza de quinua en la compactación de la sub rasante en la carretera PE-38B, Provincia Chucuito Puno 2021? ¿Cómo influye la adición de ceniza de quinua en la resistencia de la sub rasante en la carretera PE-38B, Provincia Chucuito Puno 2021?	Objetivos Específicos: Determinar la influencia de la ceniza de quinua en la plasticidad de la sub rasante en la carretera PE-38B, Provincia Chucuito, Puno 2021. Determinar la influencia de la ceniza de quinua en la compactación de la sub rasante en la carretera PE-38B, Provincia Chucuito, Puno 2021. Determinar la influencia de la ceniza de quinua en la resistencia de la sub rasante en la carretera PE-38B, Provincia Chucuito, Puno 2021.	Hipótesis específicas: La ceniza de quinua influye en la plasticidad de la sub rasante en la carretera PE-38B, Provincia Chucuito, Puno 2021 La ceniza de quinua influye en la compactación de la sub rasante en la carretera PE-38B, Provincia Chucuito, Puno 2021. La ceniza de quinua influye en la resistencia de la sub rasante en la carretera PE-38B, Provincia Chucuito, Puno 2021.	Dependiente: CENIZA DE QUINUA	DOSIFICACIÓN	S + 4% CQ	BALANZA DE MEDICIÓN DE PESO
S + 6% CQ						
S + 8% CQ						

ANEXO 2 : MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN DE LA VARIABLE
TITULO : MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE MEDIANTE LA ADICIÓN DE CENIZA DE QUINUA EN LA CARRETERA PE-38B, PROVINCIA CHUCUITO, PUNO, 2021.
AUTOR : GUIA YUCRA, MARIO JUNIOR

VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA	METODOLOGIA
CENIZA DE QUINUA	La ceniza de quinua se puede lograr a partir de los tallos o de la cascarilla del grano de quinua mediante la incineración por medios mecánicos a temperaturas superiores a 600° C.	La variable independiente que es la ceniza de quinua tiene una dimensión, tres indicadores y un instrumento con la que será medido.	DOSIFICACIÓN	S + 4% CQ	Razón	Tipo de investigación: Aplicada Nivel de investigación: Explicativo Enfoque: Cuantitativo Diseño de investigación: Cuasi- experimental
				S + 6% CQ		
				S + 8% CQ		
SUB RASANTE	Según el MTC la subrasante es la capa superior del terraplén o el fondo de las excavaciones en terreno natural, que soportará la estructura del pavimento, y está conformada por suelos seleccionados de características aceptables y compactados por capas para constituir un cuerpo estable en óptimo estado.	La variable dependiente tiene 3 dimensión y 6 indicadores los cuales tiene un instrumento con la que serán medidos.	PLASTICIDAD	LIMITE LIQUIDO	Razón	Población: Subrasante Carretera PE-38B Muestra: Tramo Km 8+000-9+000 Calicata C-1 Km 08+320 Muestreo: No probabilístico Técnica: Observación Directa Instrumento de investigación: Fichas de ensayos
				LIMITE PLASTICO		
				INDICE DE PLASTICIDAD		
			COMPACTACIÓN	CLASIFICACIÓN DE SUELOS	Razón	
				ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD Y MÁXIMA DENSIDAD SECA	Razón	
RESISTENCIA	CAPACIDAD PORTANTE	Razón				

ANEXO 3: INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS

INFORME DE OPINIÓN SOBRE INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA

I. DATOS GENERALES

Apellidos y nombres del experto: PAREDES QUISPE, JUAN R.
 Institución donde labora : UNA- PUNO
 Especialidad : INVESTIGADOR CONCYTEC
 Instrumento de evaluación : Contenido de humedad, Análisis granulométrico por tamizado, Límites de Atterberg, Ensayo Proctor Modificado y Ensayo CBR.
 Autor del instrumento : Guía Yucra Mario Junior - Mejoramiento de Subrasante mediante la adición de ceniza de quinua en la carretera PE-38B, Provincia Chucuito, Puno, 2021.

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

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.					✓
OBJETIVIDAD	Las instrucciones y los ítems del instrumento permiten recoger la información objetiva sobre la variable: SUBRASANTE en todas sus dimensiones en indicadores conceptuales y operacionales.				✓	
ACTUALIDAD	El instrumento demuestra vigencia acorde con el conocimiento científico, tecnológico, innovación y legal inherente a la variable: SUBRASANTE					✓
ORGANIZACIÓN	Los ítems del instrumento reflejan organicidad lógica entre la definición operacional y conceptual respecto a la variable, de manera que permiten hacer inferencias en función a las hipótesis, problema y objetivos de la investigación.					✓
SUFICIENCIA	Los ítems del instrumento son suficientes en cantidad y calidad acorde con la variable, dimensiones e indicadores.				✓	
INTENCIONALIDAD	Los ítems del instrumento son coherentes con el tipo de investigación y responden a los objetivos, hipótesis y variable de estudio.					✓
CONSISTENCIA	La información que se recoja a través de los ítems del instrumento, permitirá analizar, describir y explicar la realidad, motivo de la investigación.				✓	
COHERENCIA	Los ítems del instrumento expresan relación con los indicadores de cada dimensión de la variable: SUBRASANTE				✓	
METODOLOGÍA	La relación entre la técnica y el instrumento propuestos responden al propósito de la investigación, desarrollo tecnológico e innovación.				✓	
PERTINENCIA	La redacción de los ítems concuerda con la escala valorativa del instrumento.					✓
PUNTAJE TOTAL						45

(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. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

Oportuno y necesario

PROMEDIO DE VALORACIÓN:

4.5

Lima, 03 de Mayo del 2021

Dr. JUAN R. PAREDES QUISPE
 Investigador CONCYTEC 10239
 Docente Principal UNA-P CIP 43163

INFORME DE OPINIÓN SOBRE INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA

I. DATOS GENERALES

Apellidos y nombres del experto: Villa Humpiri Manuel
 Institución donde labora : Gobierno Regional Puno
 Especialidad : Especialista en obra
 Instrumento de evaluación : Contenido de humedad, Análisis granulométrico por tamizado, Límites de Atterberg, Ensayo Proctor Modificado y Ensayo CBR.
 Autor del instrumento : Guía Yucra Mario Junior - Mejoramiento de Subrasante mediante la adición de ceniza de quinua en la carretera PE-38B, Provincia Chucuito, Puno, 2021.

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

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	
OBJETIVIDAD	Las instrucciones y los ítems del instrumento permiten recoger la información objetiva sobre la variable: SUBRASANTE en todas sus dimensiones en indicadores conceptuales y operacionales.					X
ACTUALIDAD	El instrumento demuestra vigencia acorde con el conocimiento científico, tecnológico, innovación y legal inherente a la variable: SUBRASANTE				X	
ORGANIZACIÓN	Los ítems del instrumento reflejan organicidad lógica entre la definición operacional y conceptual respecto a la variable, de manera que permiten 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: SUBRASANTE					X
METODOLOGÍA	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					48	

(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. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

Instrumento correctamente aplicado

PROMEDIO DE VALORACIÓN: 4.8

Lima, 03 de Mayo del 2021


 MANUEL VILLA HUMPIRI
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 100197

INFORME DE OPINIÓN SOBRE INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA

I. DATOS GENERALES

Apellidos y nombres del experto ORTIZ LINO PEDRO ANTONIO
 Institución donde labora 787 INGENIEROS S2L
 Especialidad OBRAS VIAS
 Instrumento de evaluación : Contenido de humedad, Análisis granulométrico por tamizado.
 Límites de Atterberg, Ensayo Proctor Modificado y Ensayo CBR.
 Autor del instrumento : Guía Yucra Mario Junior - Mejoramiento de Subrasante mediante la adición de ceniza de quinua en la carretera PE-38B, Provincia Chucuito, Puno, 2021.

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

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
OBJETIVIDAD	Las instrucciones y los ítems del instrumento permiten recoger la información objetiva sobre la variable: SUBRASANTE en todas sus dimensiones en indicadores conceptuales y operacionales.					X
ACTUALIDAD	El instrumento demuestra vigencia acorde con el conocimiento científico, tecnológico, innovación y legal inherente a la variable: SUBRASANTE				X	
ORGANIZACIÓN	Los ítems del instrumento reflejan organicidad lógica entre la definición operacional y conceptual respecto a la variable, de manera que permiten 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: SUBRASANTE					X
METODOLOGÍA	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						49

(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. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

CORRECTO USO DE INSTRUMENTOS PARA FINES DE LA INVESTIGACION

PROMEDIO DE VALORACIÓN:

4.9



Pedro Ortiz Lino
 INC. 787 INGENIEROS S2L
 CIP N° 78884
 GERENTE DE OBRA

Lima, 03 de Mayo del 2021

INFORME DE OPINIÓN SOBRE INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA

I. DATOS GENERALES

Apellidos y nombres del experto: LAURA HUANCA JULIO CESAR
 Institución donde labora : UNAJ - JULIACA - EPSTTC
 Especialidad : UNIDAD DE INVESTIGACIÓN
 Instrumento de evaluación : Contenido de humedad, Análisis granulométrico por tamizado, Límites de Atterberg, Ensayo Proctor Modificado y Ensayo CBR.
 Autor (s) del instrumento (s): Guía Yuca Mario Junior - Mejoramiento de Subrasante mediante la adición de ceniza de quinua en la carretera PE-388, Provincia Chucuito, Puno, 2021.

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

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	
OBJETIVIDAD	Las instrucciones y los ítems del instrumento permiten recoger la información objetiva sobre la variable: COLOCAR EL NOMBRE DE LA VARIABLE en todas sus dimensiones en indicadores conceptuales y operacionales.					X
ACTUALIDAD	El instrumento demuestra vigencia acorde con el conocimiento científico, tecnológico, innovación y legal inherente a la variable: COLOCAR EL NOMBRE DE LA VARIABLE					X
ORGANIZACIÓN	Los ítems del instrumento reflejan organización lógica entre la definición operacional y conceptual respecto a la variable, de manera que permiten 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: COLOCAR EL NOMBRE DE LA VARIABLE					X
METODOLOGÍA	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					19	

(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. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

INSTRUMENTOS VALIDOS Y CONFIABLES.

PROMEDIO DE VALORACIÓN:

Lima, 03 de Mayo del 2021


 Laura Huanca
 INGENIERO CIVIL
 CIP. N° 159632

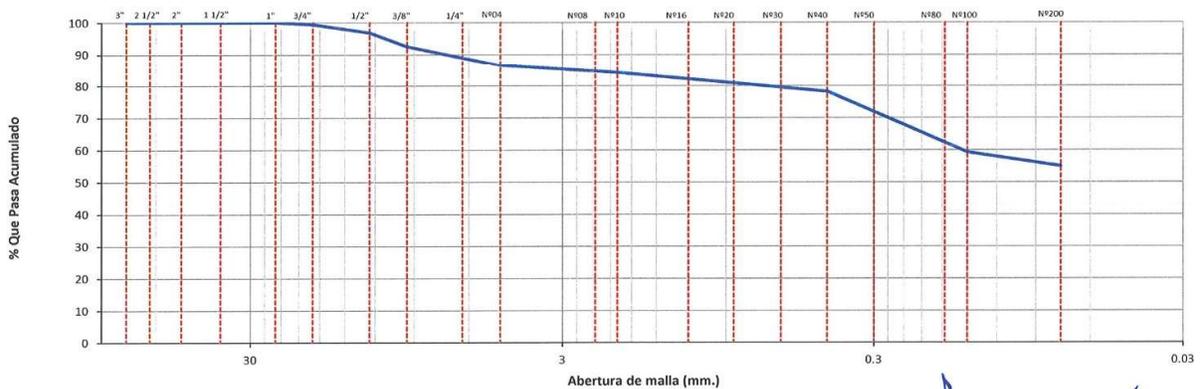
ANEXO 4: VALIDEZ DE LOS INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

	ENSAYO: ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE AGREGADOS GRUESOS Y FINOS NORMA: ASTM C 136 / MTC E 204		
	Elaborado Por: wchs.	Aprobado por: wchs.	

TESIS: MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE MEDIANTE LA ADICION DE CENIZA DE QUINUA EN LA CARRETERA PE-38B, PROVINCIA CHUCUITO, PUNO, 2021 SOLICITANTE: BACHILLER. GUIA YUCRA, MARIO JUNIOR UBICACIÓN: PLATAFORMA EXISTENTE UBICADO KM 08+320 - Muestra Patrón - Ceniza de Quinua al 0% MUESTREO: CALICATA C-1	TIPO/COD. MUESTRA: SRT. - 001/M-1 APLICACIÓN: SUBRASANTE FECHA: 24/03/2021
--	---

TAMICES		PESO RETENIDO	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS		DESCRIPCION DE LA MUESTRA
						Mín.	Máx.	
(PULG)	(mm)							
3"	75.000							PESO TOTAL : 13225.9 g.
2 1/2"	63.000							PESO LAVADO : 5963.6 g.
2"	50.000							PESO DE FRACCIÓN FINA : 600.1 g.
1 1/2"	37.500							
1"	25.000				100.0			
3/4"	19.000	75.0	0.6	0.6	99.4			
1/2"	12.500	341.0	2.6	3.1	96.9			
3/8"	9.500	573.5	4.3	7.5	92.5			
1/4"	6.300							% GRAVA : 13.5 %
Nº04	4.750	797.7	6.0	13.5	86.5			% ARENA : 31.6 %
Nº08	2.360							% PASANTE MALLA 200 : 54.9 %
Nº10	2.000	16.7	2.4	15.9	84.1			
Nº16	1.190							CLASIFICACIÓN SUELO:
Nº20	0.850	23.4	3.4	19.3	80.7			S.U.C.S. : CL
Nº30	0.600							AASHTO : A-6(5)
Nº40	0.425	17.5	2.5	21.8	78.2			DESCRIPCION DEL SUELO :
Nº50	0.300							Arcilla arenosa de baja plasticidad
Nº80	0.177	75.6	10.9	32.7	67.3			
Nº100	0.150	55.4	8.0	40.7	59.3			
Nº200	0.075	30.5	4.4	45.1	54.9			
< Nº200	FONDO	381.0	54.9	100.0	0.0			

CURVA GRANULOMETRICA



OBSERVACIONES:
1.- Muestreo e identificación realizado por el solicitante.

CONSORCIO SUPERVISOR PALERMO


 Willy Choquecota Serrano

Técnico Laboratorista


 CONSORCIO SUPERVISOR PALERMO
 EDGAR MAMANI ZAPANA
 ESP. EN CONSERVACION VIAL II

Especialista



ENSAYO: CONTENIDO DE HUMEDAD DE UN SUELO
NORMA: ASTM D 2216 / MTC E 108



Elaborado Por:
wchs.

Aprobado por:
wchs.

TESIS: MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE MEDIANTE LA ADICION DE CENIZA DE QUINUA EN LA CARRETERA PE-38B,
PROVINCIA CHUCUITO, PUNO, 2021

SOLICITANTE: BACHILLER. GUIA YUCRA, MARIO JUNIOR

UBICACIÓN: PLATAFORMA EXISTENTE UBICADO KM 08+320 - Muestra Patrón - Ceniza de Quinua al 0%

MUESTREO: CALICATA C-1

TIPO/COD. MUESTRA: SRT. - 001/M-1

APLICACIÓN: SUBRASANTE

FECHA: 24/03/2021

DATOS DEL ENSAYO		M-01	M-02
A.- Peso de la muestra húmeda.	g.	1343.3	11621.0
B.- Peso de muestra seca	g.	1189.4	10277.9
C.- Peso del recipiente	g.	0.0	0.0
D.- Contenido de humedad	%	12.9	13.1
E.- Contenido de humedad (promedio)	%	13.0	

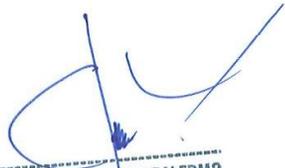
OBSERVACIONES:

1.- Muestreo e identificación realizado por el personal de laboratorio.

CONSORCIO SUPERVISOR PALERMO


Willy Choquetota Serrano

Técnico Laboratorista


CONSORCIO SUPERVISOR PALERMO
EDGAR MAMANI ZAPANA
ESP. EN CONSERVACION VIAL II

Especialista



ENSAYO: DETERMINACIÓN DE LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD

NORMA: ASTM D 4318 / MTC E 110 / MTC E 111

Elaborado Por:
wchs.

Aprobado por:
wchs.

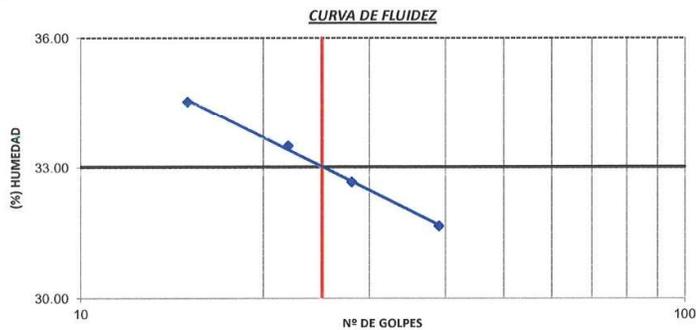


TESIS: MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE MEDIANTE LA ADICIÓN DE CENIZA DE QUINUA EN LA CARRETERA TIPO/COD. MUESTRA: SRT. - 001/M-1
 PE-38B, PROVINCIA CHUCUITO, PUNO, 2021
SOLICITANTE: BACHILLER. GUIA YUCRA, MARIO JUNIOR **APLICACIÓN:** SUBRASANTE
UBICACIÓN: PLATAFORMA EXISTENTE UBICADO KM 08+320 - Muestra Patrón - Ceniza de Quinua al 0% **FECHA:** 25/03/2021
MUESTREO: CALICATA C-1

DATOS DE ENSAYO	LÍMITE LÍQUIDO				LÍMITE PLÁSTICO	
	1B	4C	12	3B	A-5	A-6
N° de tarro	1B	4C	12	3B	A-5	A-6
N° de golpes	39	28	22	15	---	---
Tarro + suelo húmedo	32.81	27.75	23.61	21.37	15.29	16.47
Tarro + suelo seco	27.12	23.05	20.04	18.17	14.19	15.14
Agua	5.69	4.70	3.57	3.20	1.10	1.33
Peso del tarro	9.14	8.66	9.38	8.90	8.89	8.72
Peso del suelo seco	17.98	14.39	10.66	9.27	5.30	6.42
Porcentaje de humedad	31.65	32.66	33.49	34.52	20.75	20.72

CONSISTENCIA FÍSICA DE LA MUESTRA	
Límite Líquido	33.0 %
Límite Plástico	21.0 %
Índice de Plasticidad (Malla N°40)	12.0 %

Notas:
- Ensayo efectuado al material pasante la malla N°40



OBSERVACIONES:
1.- Muestreo e identificación realizado por el personal de laboratorio.

CONSORCIO SUPERVISOR PALERMO

Willy Choquecota Serrano

Técnico Laboratorista

CONSORCIO SUPERVISOR PALERMO
 EDGAR MAMANI ZAPANA
 ESP. EN CONSERVACIÓN VIAL II

Especialista



ENSAYO: COMPACTACION DE SUELOS EN LABORATORIO UTILIZANDO UNA ENERGÍA MODIFICADA (56000 pie-lb/pie3)

NORMA: ASTM D 1557 / MTC E 115

Elaborado Por:
wchs.

Aprobado por:
wchs.



TESIS: MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE MEDIANTE LA ADICION DE CENIZA DE QUINUA EN LA CARRETERA PE-38B, PROVINCIA CHUCUITO, PUNO, 2021

TIPO/COD. MUESTRA:

SRT. - 001/M-1

SOLICITANTE: BACHILLER. GUIA YUCRA, MARIO JUNIOR

APLICACIÓN:

SUBRASANTE

UBICACIÓN: PLATAFORMA EXISTENTE UBICADO KM 08+320 - Muestra Patrón - Ceniza de Quinua al 0%

FECHA:

25/03/2021

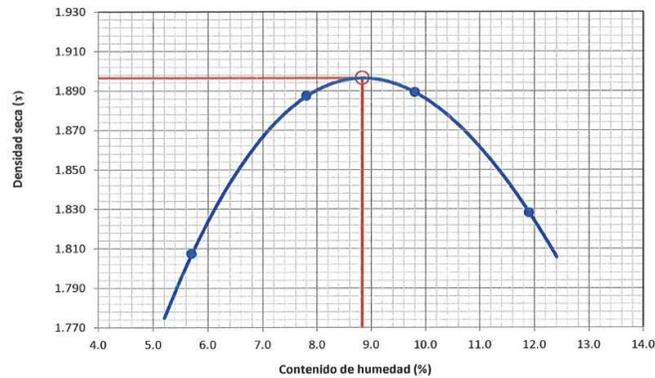
MUESTREO: CALICATA C-1

DATOS DE LA COMPACTACIÓN		1	2	3	4
Peso del suelo + molde	g.	5620	5738	5776	5749
Peso del molde	g.	3802	3802	3802	3802
Peso del suelo húmedo compactado	g.	1818	1936	1974	1947
Volumen del molde	cm ³	952	952	952	952
Peso del volumen húmedo	g/cm ³	1.910	2.034	2.074	2.045

CONTENIDO DE HUMEDAD		1	2	3	4
Peso del suelo húmedo + tara	g.	478.3	473.3	512.1	438.5
Peso del suelo seco + tara	g.	452.5	439.1	466.4	391.9
Peso de tara	g.	0.0	0.0	0.0	0.0
Peso de agua	g.	25.8	34.2	45.7	46.6
Peso de suelo seco	g.	452.5	439.1	466.4	391.9
contenido de agua	%	5.7	7.8	9.8	11.9
Peso volumétrico seco	g/cm ³	1.807	1.887	1.889	1.828

DENSIDAD MAXIMA SECA	1.896 g/cm ³
OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD	8.83 %

GRAFICO DEL PROCTOR



OBSERVACIONES:

- Método de Aplicación: **A**
- Muestreo e identificación realizado por el personal de laboratorio.
- Material obtenido de PLATAFORMA EXISTENTE UBICADO KM 08+320 - Muestra Patrón - Ceniza de Quinua al 0%
- El presente documento no deberá ser reproducido sin la autorización escrita del laboratorio salvo que su reproducción sea en su totalidad. (GUIA PERUANA INDECOPI G004: 1993)

CONSORCIO SUPERVISOR PALERMO

[Signature]
Willy Choquecota Serrano

Técnico Laboratorista

CONSORCIO SUPERVISOR PALERMO
EDGAR MAMANÍ ZAPANA
ESP. EN CONSERVACIÓN VIAL II

Especialista



ENSAYO: CBR DE SUELOS (LABORATORIO)
NORMA: ASTM D 1883 / MTC E 132 / EG 2000



Elaborado Por:
wchs.

Aprobado por:
wchs.

TESIS: MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE MEDIANTE LA ADICION DE CENIZA DE QUINUA EN LA CARRERA PE-38B, PROVINCIA CHUCUITO, PUNTO, 2021

TIPO/COD. MUESTRA: SRT. - 001/M-1

SOLICITANTE: BACHILLER. GUIA YUCRA, MARIO JUNIOR

APLICACIÓN: SUBRASANTE

UBICACIÓN: PLATAFORMA EXISTENTE UBICADO KM 08+320 - Muestra Patrón - Ceniza de Quinua al 0%

FECHA: 25/03/2021

MUESTREO: CALICATA C-1

COMPACTACIÓN															
Nº Molde	21				22				23						
Nº Capa	5				5				5						
Nº Golpes por capa	55				26				12						
CONDICION DE LA MUESTRA	Sin Saturado		Saturado		Sin Saturado		Saturado		Sin Saturado		Saturado				
Peso molde + Suelo húmedo	12187	12229	11901	11973	11957	12089									
Peso de molde (g)	7799	7799	7698	7698	8002	8002									
Peso de suelo húmedo (g)	4388	4430	4203	4275	3955	4087									
Volumen del molde (cc)	2128	2128	2137	2137	2128	2128									
Densidad húmeda (g/cc)	2.062	2.082	1.966	2.000	1.859	1.921									
% de humedad	8.9	9.9	8.8	10.6	8.8	12.3									
Densidad seca (g/cc)	1.894	1.894	1.807	1.809	1.708	1.710									
CONTENIDO DE HUMEDAD															
Tarro Nº	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
Tarro + Suelo húmedo (gr.)	773.5	475.3	751.4	437.7	758.6	484.6									
Tarro + Suelo seco (gr.)	710.5	432.4	690.4	395.9	697.2	431.5									
Peso del Agua (gr.)	63.0	42.9	61.0	41.8	61.4	53.1									
Peso del tarro (gr.)															
Peso del suelo seco (gr.)	711	432.4	690.4	395.9	697.2	431.5									
% de humedad	8.9	9.9	8.8	10.6	8.8	12.3									
Promedio de Humedad (%)	8.87	9.9	8.84	10.6	8.81	12.3									
EXPANSIÓN															
FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN					
				pulg.	%		pulg.	%		pulg.	%				
25/03/2021	17.30	0	0	0.000	0	0	0	0	0	0	0				
26/03/2021	17.30	24	27	0.011		27	0.011		26	0.010					
27/03/2021	17.30	48	39	0.015		53	0.021		58	0.023					
28/03/2021	17.30	72	57	0.022		78	0.031		83	0.033					
29/03/2021	17.30	96	57	0.022		78	0.031		83	0.033					
			4.59	total	0.49	4.63	total	0.66	4.59	total	0.71				
PENETRACIÓN															
PENETRACIÓN	TIEMPO	CARGA STAND.	MOLDE Nº 21				MOLDE Nº 22				MOLDE Nº 23				
			CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN		
			mm.	pulg.	Lect. Dig.	Kg.	Lect. Dig.	Kg.	Lect. Dig.	Kg.	Lect. Dig.	Kg.	Lect. Dig.	Kg.	
0.000	0.000	0'00"	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
0.640	0.025	0'30"	50	50	2.6	31	31	1.6	23	23	1.2				
1.270	0.050	1'00"	118	118	6.0	66	66	3.4	39	39	2.0				
1.910	0.075	1'30"	171	171	8.8	100	100	5.1	55	55	2.8				
2.540	0.100	2'00"	70.31	225	225	11.6	16.3	122	122	6.3	8.7	65	65	3.3	4.4
3.170	0.125	2'30"		265	265	13.6		152	152	7.8		71	71	3.7	
3.810	0.150	3'00"		305	305	15.7		168	168	8.7		84	84	4.3	
5.080	0.200	4'00"	105.46	374	374	19.2	17.8	194	194	10.0	9.8	97	97	5.0	4.7
7.620	0.300	6'00"		454	454	23.3		261	261	13.4		120	120	6.2	
10.160	0.400	8'00"		557	557	28.6		329	329	16.9		143	143	7.3	
12.700	0.500	10'00"		680	680	34.9		396	396	20.3		172	172	8.8	

CONSORCIO SUPERVISOR PALERMO

Willy Choquecota Serrano

Técnico Laboratorista

CONSORCIO SUPERVISOR PALERMO
EDGAR MAMANI ZAPANA
ESP. EN CONSERVACIÓN VIAL II

Especialista



Elaborado Por:
wchs.

Aprobado por:
wchs.

TESIS: MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE MEDIANTE LA ADICION DE CENIZA DE QUINUA EN LA CARRETERA PE-38B, PROVINCIA CHUCUITO, PUNO, 2021

SOLICITANTE: BACHILLER. GUIA YUCRA, MARIO JUNIOR

UBICACIÓN: PLATAFORMA EXISTENTE UBICADO KM 08+320 - Muestra Patrón - Ceniza de Quinua al 0%

MUESTREO: CALICATA C-1

TIPO/COD. MUESTRA: SRT. - 001/M-1

APLICACIÓN: SUBRASANTE

FECHA: 25/03/2021

GRAFICO CARGA - PENETRACIÓN

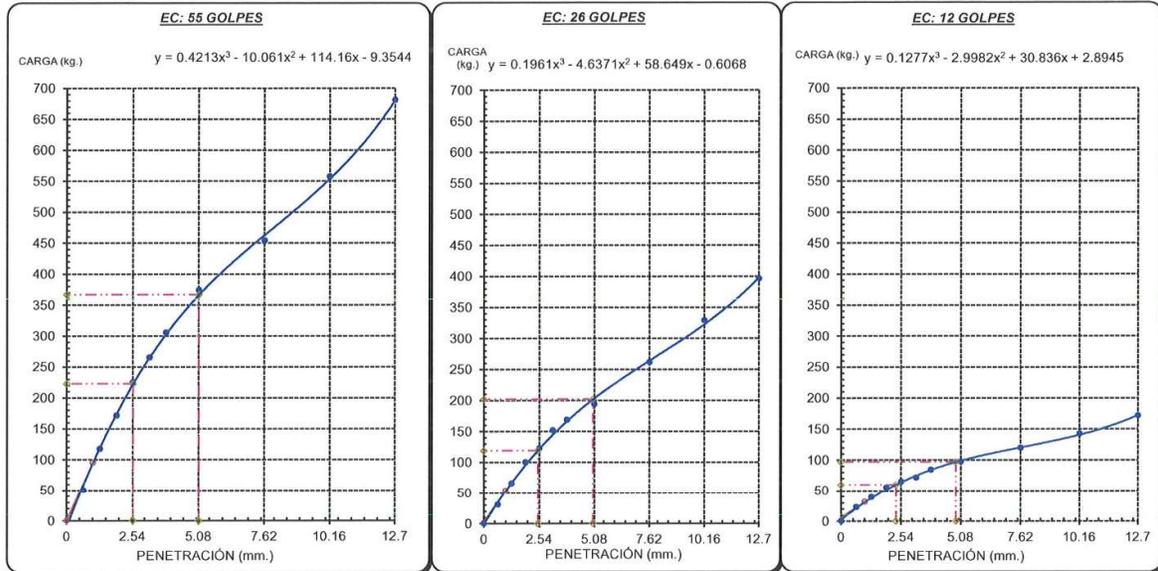


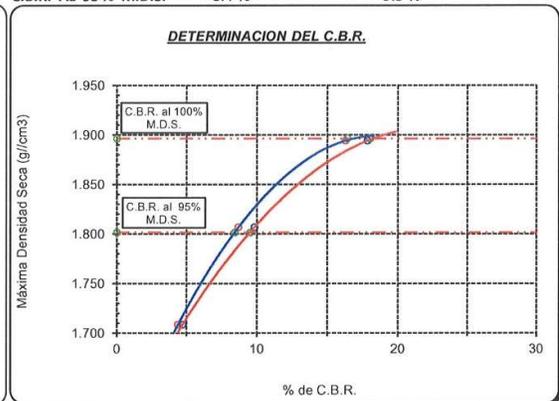
GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.

DATOS DEL PROCTOR

DENSIDAD SECA AL 100% 1.896 g./cm³
DENSIDAD SECA AL 95% 1.801 g./cm³
OPTIMO CONT. DE HUMEDAD 8.8 %

VALOR DEL C.B.R.

2.54 cm. 5.08 cm.
C.B.R. AL 100 % M.D.S. 16.4 % 18.0 %
C.B.R. AL 95 % M.D.S. 8.4 % 9.5 %



DESCRIPCIÓN O CLASIFICACIÓN DEL MATERIAL USADO:

AASTHO: A-6(5)
SUCS: CL Arcilla arenosa de baja plasticidad

OBSERVACIONES:

- Muestreo e identificación realizado por el personal de laboratorio.
- Material obtenido del PLATAFORMA EXISTENTE UBICADO KM 08+320 - Muestra Patrón - Ceniza de Quinua al 0%
- El presente documento no deberá ser reproducido sin la autorización escrita del laboratorio salvo que su reproducción sea en su totalidad. (1993) (GUÍA PERUANA INDECOPI G004:

CONSORCIO SUPERVISOR PALERMO

Willy Choquecota Serrano
Técnico Laboratorista

CONSORCIO SUPERVISOR PALERMO
EDGAR MAMANI ZAPANA
ESP. EN CONSERVACIÓN VIAL II
Especialista



ENSAYO: DETERMINACIÓN DE LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD
 NORMA: ASTM D 4318 / MTC E 110 / MTC E 111



Elaborado Por:
wchs.

Aprobado por:
wchs.

TESIS: MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE MEDIANTE LA ADICION DE CENIZA DE QUINUA EN LA CARRETERA TIPO/COD. MUESTRA: SRT.- 002/M-2
 PE-38B, PROVINCIA CHUCUITO, PUNO, 2021 APLICACIÓN: SUBRASANTE

SOLICITANTE: BACHILLER. GUIA YUCRA, MARIO JUNIOR FECHA: 19/04/2021

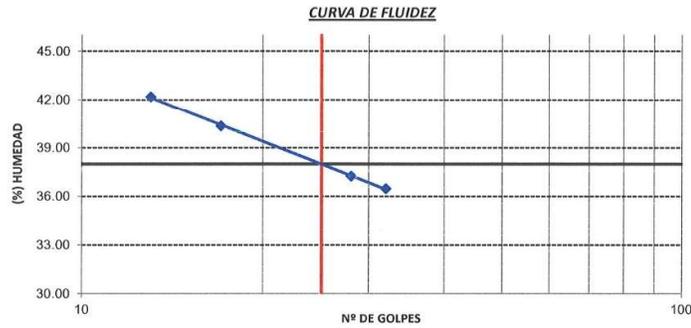
UBICACIÓN: PLATAFORMA EXISTENTE UBICADO KM 08+320 - Muestra Patrón - Ceniza de Quinua al 4%

MUESTREO: CALICATA C-1

DATOS DE ENSAYO	LÍMITE LÍQUIDO				LÍMITE PLÁSTICO	
	1A	2A	3A	4A	A-1	A-2
N° de tarro	1A	2A	3A	4A	A-1	A-2
N° de golpes	32	28	17	13	---	---
Tarro + suelo húmedo	33.91	35.55	38.88	39.28	20.78	20.71
Tarro + suelo seco	30.06	31.19	33.85	34.04	20.54	20.48
Agua	3.85	4.36	5.03	5.24	0.24	0.23
Peso del tarro	19.50	19.48	21.38	21.61	19.55	19.55
Peso del suelo seco	10.56	11.71	12.47	12.43	0.99	0.93
Porcentaje de humedad	36.46	37.23	40.34	42.16	24.24	24.73

CONSISTENCIA FISICA DE LA MUESTRA	
Límite Líquido	38.0 %
Límite Plástico	24.0 %
Índice de Plasticidad (Malla N°40)	14.0 %

Notas:
- Ensayo efectuado al material pasante la malla N°40



OBSERVACIONES:
1.- Muestreo e identificación realizado por el personal de laboratorio.

CONSORCIO SUPERVISOR PALERMO

Willy Choquecota Serrano
Técnico Laboratorista

CONSORCIO SUPERVISOR PALERMO
EDGAR MAMANI ZAPANA
ESP. EN CONSERVACIÓN VIAL II

Especialista

	ENSAYO: COMPACTACION DE SUELOS EN LABORATORIO UTILIZANDO UNA ENERGÍA MODIFICADA (56000 pie-lb/pie³) NORMA: ASTM D 1557 / MTC E 115		
	Elaborado Por: wchs.	Aprobado por: wchs.	

TESIS: MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE MEDIANTE LA ADICION DE CENIZA DE QUINUA EN LA CARRETERA PE-38B, PROVINCIA CHUCUITO, PUNO, 2021
SOLICITANTE: BACHILLER. GUIA YUCRA, MARIO JUNIOR
UBICACIÓN: PLATAFORMA EXISTENTE UBICADO KM 08+320 - Muestra Patrón - Ceniza de Quinua al 4%
MUESTREO: CALICATA C-1

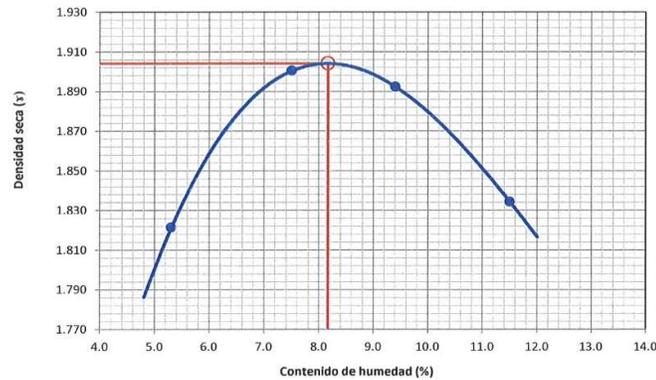
TIPO/COD. MUESTRA: AFR- 002/M-2
APLICACIÓN: SUBRASANTE
FECHA: 19/04/2021

DATOS DE LA COMPACTACIÓN		1	2	3	4
Peso del suelo + molde	g.	5627	5747	5773	5749
Peso del molde	g.	3802	3802	3802	3802
Peso del suelo húmedo compactado	g.	1825	1945	1971	1947
Volumen del molde	cm ³	952	952	952	952
Peso del volumen húmedo	g/cm ³	1.917	2.043	2.070	2.045

CONTENIDO DE HUMEDAD		1	2	3	4
Peso del suelo húmedo + tara	g.	387.5	364.7	431.5	337.5
Peso del suelo seco + tara	g.	368.0	339.3	394.4	302.7
Peso de tara	g.	0.0	0.0	0.0	0.0
Peso de agua	g.	19.5	25.4	37.1	34.8
Peso de suelo seco	g.	368	339.3	394.4	302.7
contenido de agua	%	5.3	7.5	9.4	11.5
Peso volumétrico seco	g/cm ³	1.821	1.900	1.892	1.834

DENSIDAD MAXIMA SECA	1.904 g/cm³
OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD	8.16 %

GRAFICO DEL PROCTOR



OBSERVACIONES:

- 1.- Método de Aplicación: **A**
- 2.- Muestreo e identificación realizado por el personal de laboratorio.
- 3.- Material obtenido de PLATAFORMA EXISTENTE UBICADO KM 08+320 - Muestra Patrón - Ceniza de Quinua al 4%
- 4.- El presente documento no deberá ser reproducido sin la autorización escrita del laboratorio salvo que su reproducción sea en su totalidad. (GUIA PERUANA INDECOPI G004: 1993)

CONSORCIO SUPERVISOR PALERMO


 Willy Choquecota Serrano
 Técnico Laboratorista


 CONSORCIO SUPERVISOR PALERMO
 EDGAR MAMANI ZAPANA
 ESP. EN CONSERVACIÓN VIAL II

Especialista



ENSAYO: CBR DE SUELOS (LABORATORIO)
NORMA: ASTM D 1883 / MTC E 132 / EG 2000



Elaborado Por:
wchs.

Aprobado por:
wchs.

TESIS: MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE MEDIANTE LA ADICION DE CENIZA DE QUINUA EN LA CARRETERA PE-38B, PROVINCIA CHUCUITO, PUNO, 2021

TIPO/COD. MUESTRA: AFR.- 002/M-2

SOLICITANTE: BACHILLER. GUIA YUCRA, MARIO JUNIOR

APLICACIÓN: SUBRASANTE

UBICACIÓN: PLATAFORMA EXISTENTE UBICADO KM 08+320 - Muestra Patrón - Ceniza de Quinua al 4%

FECHA: 19/04/2021

MUESTREO: CALICATA C-1

COMPACTACIÓN															
Nº Molde	1			14			15								
Nº Capa	5			5			5								
Nº Golpes por capa	55			26			12								
CONDICION DE LA MUESTRA	Sin Saturado		Saturado		Sin Saturado		Saturado		Sin Saturado		Saturado				
Peso molde + Suelo húmedo	12047		12075		11953		11997		11867		12007				
Peso de molde (g)	7170		7170		7629		7629		7805		7805				
Peso del suelo húmedo (g)	4877		4905		4324		4368		4062		4202				
Volumen del molde (cc)	2122		2122		2120		2120		2121		2121				
Densidad húmeda (g/cc)	2.298		2.311		2.040		2.060		1.915		1.981				
% de humedad	8.9		9.6		9.1		10.1		9.1		11.3				
Densidad seca (g/cc)	2.111		2.109		1.869		1.871		1.755		1.780				
CONTENIDO DE HUMEDAD															
Tarro Nº	-			-			-			-					
Tarro + Suelo húmedo (gr.)	467.5			431.5			431.4			487.4					
Tarro + Suelo seco (gr.)	429.3			393.7			395.4			391.9					
Peso del Agua (gr.)	38.2			37.8			36.0			39.6					
Peso del tarro (gr.)	-			-			-			-					
Peso del suelo seco (gr.)	429			393.7			395.4			391.9					
% de humedad	8.9			9.6			9.1			10.1					
Promedio de Humedad (%)	8.90			9.6			9.10			10.1					
			9.11			11.3									
EXPANSIÓN															
FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN					
				pulg	%		pulg	%		pulg	%				
19/04/2021	17.30	0	0	0.000	0	0	0	0	0	0	0				
20/04/2021	17.30	24	14	0.006		19	0.007		23	0.009					
21/04/2021	17.30	48	27	0.011		29	0.011		34	0.013					
22/04/2021	17.30	72	41	0.016		47	0.019		53	0.021					
23/04/2021	17.30	96	41	0.016		47	0.019		53	0.021					
			4.57	total	0.35	4.56	total	0.41	4.56	total	0.46				
PENETRACIÓN															
PENETRACIÓN		TIEMPO	CARGA STAND.	MOLDE Nº 1				MOLDE Nº 14				MOLDE Nº 15			
				CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN	
mm.	pulg.		kg./cm.2	Lect. Dig	Kg.	kg./cm.2	%	Lect. Dig	Kg.	kg./cm.2	%	Lect. Dig	Kg.	kg./cm.2	%
0.000	0.000	0'00"		0	0	0		0	0	0		0	0	0	
0.640	0.025	0'30"		114	114	5.9		70	70	3.6		52	52	2.7	
1.270	0.050	1'00"		271	271	13.9		151	151	7.8		89	89	4.6	
1.910	0.075	1'30"		394	394	20.2		230	230	11.8		127	127	6.5	
2.540	0.100	2'00"	70.31	518	518	26.6	36.7	281	281	14.4	20.0	149	149	7.7	10.0
3.170	0.125	2'30"		609	609	31.3		349	349	17.9		164	164	8.4	
3.810	0.150	3'00"		702	702	36.1		394	394	20.3		194	194	10.0	
5.080	0.200	4'00"	105.46	860	860	44.2	41.9	457	457	23.5	23.1	224	224	11.5	10.9
7.620	0.300	6'00"		1089	1089	55.9		615	615	31.6		288	288	14.8	
10.160	0.400	8'00"		1283	1283	65.9		756	756	38.8		328	328	16.8	
12.700	0.500	10'00"		1404	1404	72.1		842	842	43.2		388	388	19.9	

CONSORCIO SUPERVISOR PALERMO

Willy Choquecota Serrano
Técnico Laboratorista

CONSORCIO SUPERVISOR PALERMO
EDGAR MAMANI LAPANA
ESP. EN CONSERVACIÓN VIAL II

Especialista

TESIS: MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE MEDIANTE LA ADICION DE CENIZA DE QUINUA EN LA CARRETERA PE-38B, PROVINCIA CHUCUITO, PUNO, 2021

SOLICITANTE: BACHILLER. GUIA YUCRA, MARIO JUNIOR

UBICACIÓN: PLATAFORMA EXISTENTE UBICADO KM 08+320 - Muestra Patrón - Ceniza de Quinua al 4%

MUESTREO: CALICATA C-1

TIPO/COD. MUESTRA: AFR.- 002/M-2

APLICACIÓN: SUBRASANTE

FECHA: 19/04/2021

GRAFICO CARGA - PENETRACIÓN

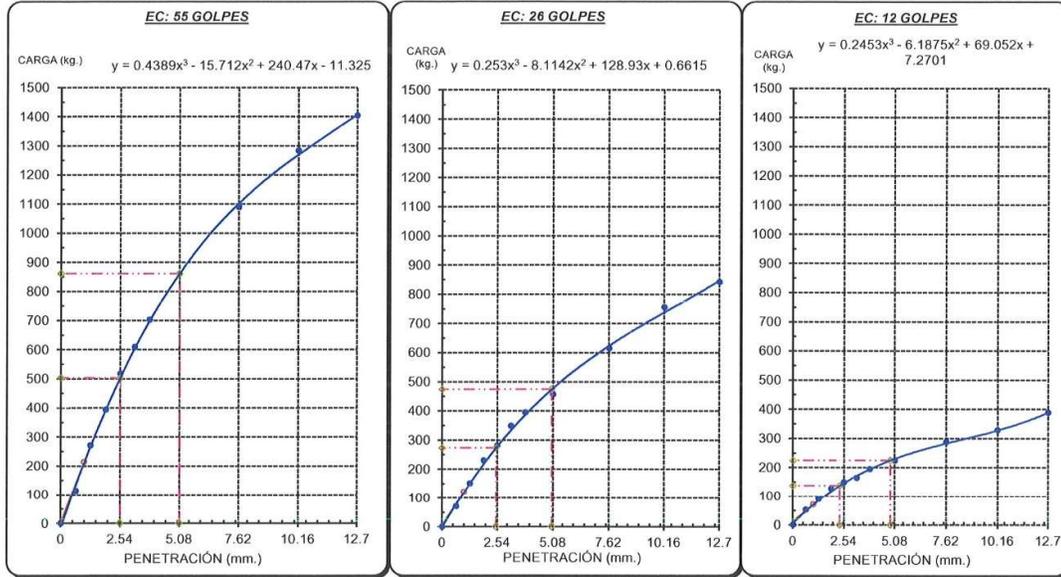


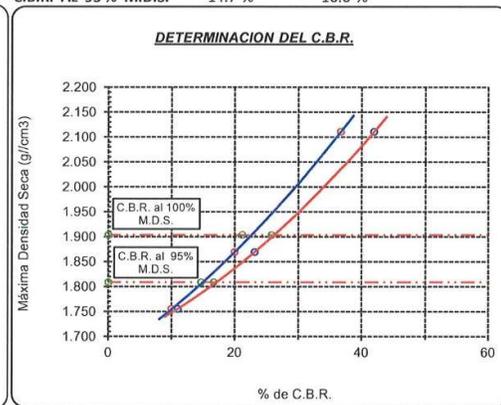
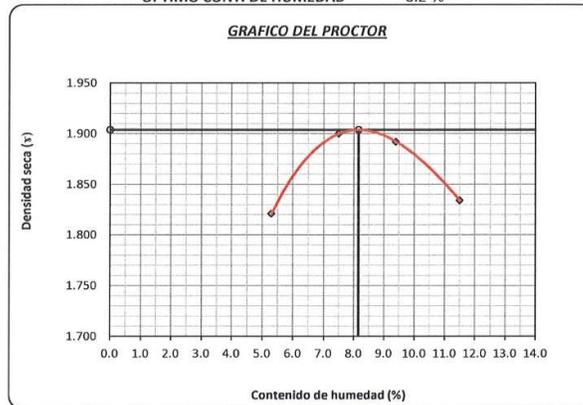
GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.

DATOS DEL PROCTOR

DENSIDAD SECA AL 100%	1.904 g./cm ³
DENSIDAD SECA AL 95%	1.809 g./cm ³
OPTIMO CONT. DE HUMEDAD	8.2 %

VALOR DEL C.B.R.

	2.54 cm.	5.08 cm.
C.B.R. AL 100 % M.D.S.	21.2 %	25.8 %
C.B.R. AL 95 % M.D.S.	14.7 %	16.6 %



DESCRIPCIÓN O CLASIFICACIÓN DEL MATERIAL USADO:

AASTHO: A-6(5)
 SUCS: CL Arcilla arenosa de baja plasticidad

OBSERVACIONES:

- Muestreo e identificación realizado por el personal de laboratorio.
- Material obtenido del PLATAFORMA EXISTENTE UBICADO KM 08+320 - Muestra Patrón - Ceniza de Quinua al 4%
- El presente documento no deberá ser reproducido sin la autorización escrita del laboratorio salvo que su reproducción sea en su totalidad. 1993) (GUIA PERUANA INDECOPI G004:

CONSORCIO SUPERVISOR PALERMO

Willy Choquecota Serrano
 Técnico Laboratorista

CONSORCIO SUPERVISOR PALERMO
 EDGAR MAMANI ZAPANA
 ESP. EN CONSERVACION VIAL II

Especialista



ENSAYO: DETERMINACIÓN DE LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD
 NORMA: ASTM D 4318 / MTC E 110 / MTC E 111



Elaborado Por:
wchs.

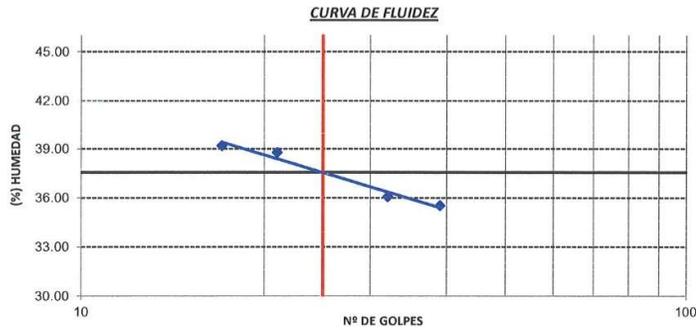
Aprobado por:
wchs.

TESIS: MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE MEDIANTE LA ADICIÓN DE CENIZA DE QUINUA EN LA CARRETERA TIPO/COD. MUESTRA: SRT.- 003/M-3
 PE-38B, PROVINCIA CHUCUITO, PUNO, 2021 APLICACIÓN: SUBRASANTE
 SOLICITANTE: BACHILLER. GUIA YUCRA, MARIO JUNIOR FECHA: 20/04/2021
 UBICACIÓN: PLATAFORMA EXISTENTE UBICADO KM 08+320 - Muestra Patrón - Ceniza de Quinua al 6%
 MUESTREO: CALICATA C-1

DATOS DE ENSAYO	LÍMITE LÍQUIDO				LÍMITE PLÁSTICO	
	1B	2B	3B	4B	B-5	B-6
N° de tarro	1B	2B	3B	4B	B-5	B-6
N° de golpes	39	32	21	17	---	---
Tarro + suelo húmedo	57.98	43.62	50.09	51.01	20.65	20.58
Tarro + suelo seco	48.6	36.80	41.99	41.09	20.54	20.38
Agua	9.38	6.82	8.10	9.92	0.11	0.20
Peso del tarro	22.20	17.89	21.10	15.78	20.07	19.51
Peso del suelo seco	26.40	18.91	20.89	25.31	0.47	0.87
Porcentaje de humedad	35.53	36.07	38.77	39.19	23.40	22.99

CONSISTENCIA FÍSICA DE LA MUESTRA	
Límite Líquido	38.0 %
Límite Plástico	23.0 %
Índice de Plasticidad (Malla N°40)	15.0 %

Notas:
- Ensayo efectuado al material pasante la malla N°40



OBSERVACIONES:
1.- Muestreo e identificación realizado por el personal de laboratorio.

CONSORCIO SUPERVISOR PALERMO

 Willy Choquecota Serrano
 Técnico Laboratorista

CONSORCIO SUPERVISOR PALERMO
 EDGAR MAMANI ZAPANA
 ESP. EN CONSERVACIÓN VIAL II

 Especialista



ENSAYO: COMPACTACION DE SUELOS EN LABORATORIO UTILIZANDO UNA ENERGÍA MODIFICADA (56000 pie-lb/pie³)

NORMA: ASTM D 1557 / MTC E 115

Elaborado Por:
wchs.

Aprobado por:
wchs.



TESIS: MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE MEDIANTE LA ADICION DE CENIZA DE QUINUA EN LA CARRETERA PE-38B, PROVINCIA CHUCUITO, PUNO, 2021

TIPO/COD. MUESTRA:

SRT.- 003/M-3

SOLICITANTE: BACHILLER. GUIA YUCRA, MARIO JUNIOR

APLICACIÓN:

SUBRASANTE

UBICACIÓN: PLATAFORMA EXISTENTE UBICADO KM 08+320 - Muestra Patrón - Ceniza de Quinua al 6%

FECHA:

21/04/2021

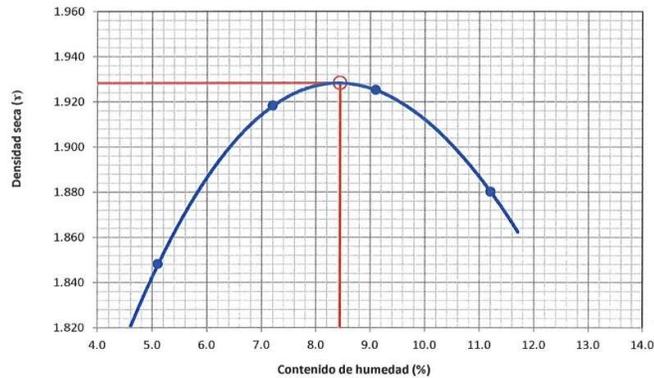
MUESTREO: CALICATA C-1

DATOS DE LA COMPACTACIÓN		1	2	3	4
Peso del suelo + molde	g.	5651	5759	5801	5793
Peso del molde	g.	3802	3802	3802	3802
Peso del suelo húmedo compactado	g.	1849	1957	1999	1991
Volumen del molde	cm ³	952	952	952	952
Peso del volumen húmedo	g/cm ³	1.942	2.056	2.100	2.091

CONTENIDO DE HUMEDAD		1	2	3	4
Peso del suelo húmedo + tara	g.	374.8	354.8	378.1	392.6
Peso del suelo seco + tara	g.	356.6	331.0	346.6	353.1
Peso de tara	g.	0.0	0.0	0.0	0.0
Peso de agua	g.	18.2	23.8	31.5	39.5
Peso de suelo seco	g.	356.6	331	346.6	353.1
contenido de agua	%	5.1	7.2	9.1	11.2
Peso volumétrico seco	g/cm ³	1.848	1.918	1.925	1.880

DENSIDAD MAXIMA SECA	1.928 g/cm ³
OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD	8.44 %

GRAFICO DEL PROCTOR



OBSERVACIONES:

- Método de Aplicación: **A**
- Muestreo e identificación realizado por el personal de laboratorio.
- Material obtenido de PLATAFORMA EXISTENTE UBICADO KM 08+320 - Muestra Patrón - Ceniza de Quinua al 6%
- El presente documento no deberá ser reproducido sin la autorización escrita del laboratorio salvo que su reproducción sea en su totalidad. (GUIA PERUANA INDECOPI G004: 1993)

CONSORCIO SUPERVISOR PALERMO

Willy Choquecota Serrano
Técnico Laboratorista

CONSORCIO SUPERVISOR PALERMO
EDGAR MAMANI ZAPANA
ESP. EN CONSERVACIÓN VIAL II

Especialista



ENSAYO: CBR DE SUELOS (LABORATORIO)
NORMA: ASTM D 1883 / MTC E 132 / EG 2000



Elaborado Por:
wchs.

Aprobado por:
wchs.

TESIS: MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE MEDIANTE LA ADICION DE CENIZA DE QUINUA EN LA CARRETERA PE-38B, PROVINCIA CHUCUITO, PUNO, 2021

TIPO/COD. MUESTRA: SRT.- 003/M-3

SOLICITANTE: BACHILLER. GUIA YUCRA, MARIO JUNIOR

APLICACIÓN: SUBRASANTE

UBICACIÓN: PLATAFORMA EXISTENTE UBICADO KM 08+320 - Muestra Patrón - Ceniza de Quinua al 6%

FECHA: 22/04/2021

MUESTREO: CALICATA C-1

COMPACTACIÓN															
Nº Molde	1			28			29								
Nº Capa	5			5			5								
Nº Golpes por capa	55			26			12								
CONDICION DE LA MUESTRA	Sin Saturado		Saturado		Sin Saturado		Saturado		Sin Saturado		Saturado				
Peso molde + Suelo húmedo	12251	12270	12596	12621	11697	11737									
Peso de molde (g)	7170	7170	8369	8369	7725	7725									
Peso del suelo húmedo (g)	5081	5100	4227	4252	3972	4012									
Volumen del molde (cc)	2122	2122	2130	2130	2123	2123									
Densidad húmeda (g/cc)	2.394	2.403	1.985	1.996	1.871	1.890									
% de humedad	8.3	8.6	8.4	8.9	8.4	9.4									
Densidad seca (g/cc)	2.211	2.213	1.830	1.833	1.726	1.727									
CONTENIDO DE HUMEDAD															
Tarro Nº	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
Tarro + Suelo húmedo (gr.)	423.5	385.1	439.5	369.4	473.4	388.6									
Tarro + Suelo seco (gr.)	391	354.6	405.3	339.2	436.8	355.2									
Peso del Agua (gr.)	32.5	30.5	34.2	30.2	36.6	33.4									
Peso del tarro (gr.)															
Peso del suelo seco (gr.)	391	354.6	405.3	339.2	436.8	355.2									
% de humedad	8.3	8.6	8.4	8.9	8.4	9.4									
Promedio de Humedad (%)	8.31	8.6	8.44	8.9	8.38	9.4									
EXPANSIÓN															
FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN					
				pulg	%		pulg	%		pulg	%				
22/04/2021	17.30	0	0	0.000	0	0	0	0	0	0	0				
23/04/2021	17.30	24	11	0.004		13	0.005		19	0.007					
24/04/2021	17.30	48	17	0.007		20	0.008		23	0.009					
25/04/2021	17.30	72	21	0.008		27	0.011		31	0.012					
26/04/2021	17.30	96	21	0.008		27	0.011		31	0.012					
			4.57	total	0.18	4.62	total	0.23	4.59	total	0.27				
PENETRACIÓN															
PENETRACIÓN		TIEMPO	CARGA STAND.	MOLDE Nº 1				MOLDE Nº 28				MOLDE Nº 29			
mm.	pulg.			kg./cm.2	Lect. Dig	Kg.	kg./cm.2	%	Lect. Dig	Kg.	kg./cm.2	%	Lect. Dig	Kg.	kg./cm.2
0.000	0.000	0'00"	0	0	0		0	0	0		0	0	0		
0.640	0.025	0'30"	184	184	9.5		134	134	6.9		78	78	4.0		
1.270	0.050	1'00"	436	436	22.4		287	287	14.7		134	134	6.9		
1.910	0.075	1'30"	635	635	32.6		437	437	22.4		190	190	9.8		
2.540	0.100	2'00"	70.31	834	834	42.8	59.1	533	533	27.4	37.9	224	224	11.5	15.0
3.170	0.125	2'30"		982	982	50.4		663	663	34.0		246	246	12.6	
3.810	0.150	3'00"		1131	1131	58.1		749	749	38.5		291	291	14.9	
5.080	0.200	4'00"	105.46	1386	1386	71.2	67.5	868	868	44.6	43.9	335	335	17.2	16.4
7.620	0.300	6'00"		1755	1755	90.1		1169	1169	60.0		432	432	22.2	
10.160	0.400	8'00"		2067	2067	106.1		1436	1436	73.7		492	492	25.3	
12.700	0.500	10'00"		2262	2262	116.2		1599	1599	82.1		582	582	29.9	

CONSORCIO SUPERVISOR PALERMO

Willy Choquecota Serrano
Técnico Laboratorista

CONSORCIO SUPERVISOR PALERMO
EDGAR MAMANI ZAPANA
ESP. EN CONSERVACIÓN VIAL II

Especialista

TESIS: MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE MEDIANTE LA ADICION DE CENIZA DE QUINUA EN LA CARRETERA PE-38B, PROVINCIA CHUCUITO, PUNO, 2021

SOLICITANTE: BACHILLER. GUIA YUCRA, MARIO JUNIOR

UBICACIÓN: PLATAFORMA EXISTENTE UBICADO KM 08+320 - Muestra Patrón - Ceniza de Quinua al 6%

MUESTREO: CALICATA C-1

TIPO/COD. MUESTRA: SRT - 003/M-3

APLICACIÓN: SUBRASANTE

FECHA: 22/04/2021

GRAFICO CARGA - PENETRACIÓN

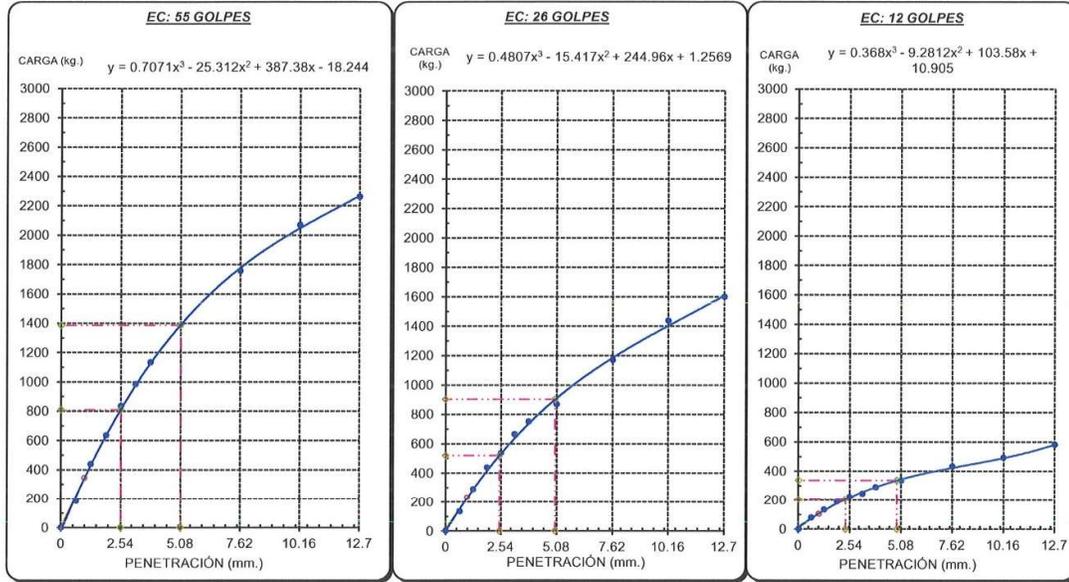


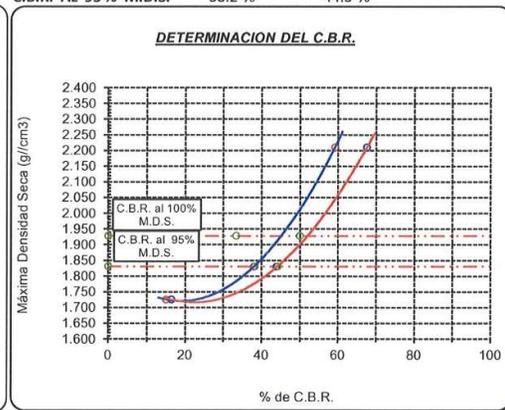
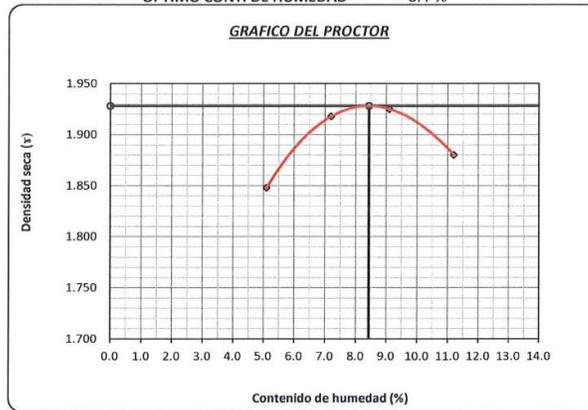
GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.

DATOS DEL PROCTOR

DENSIDAD SECA AL 100%	1.928 g./cm ³
DENSIDAD SECA AL 95%	1.832 g./cm ³
OPTIMO CONT. DE HUMEDAD	8.4 %

VALOR DEL C.B.R.

	2.54 cm.	5.08 cm.
C.B.R. AL 100% M.D.S.	33.4 %	50.0 %
C.B.R. AL 95% M.D.S.	38.2 %	44.3 %



DESCRIPCIÓN O CLASIFICACIÓN DEL MATERIAL USADO:

AASTHO: A-6(5)
 SUCS: CL Arcilla arenosa de baja plasticidad

OBSERVACIONES:

- Muestreo e identificación realizado por el personal de laboratorio.
- Material obtenido del PLATAFORMA EXISTENTE UBICADO KM 08+320 - Muestra Patrón - Ceniza de Quinua al 6%
- El presente documento no deberá ser reproducido sin la autorización escrita del laboratorio salvo que su reproducción sea en su totalidad.1993) (GUIA PERUANA INDECOPI G004:

CONSORCIO SUPERVISOR PALERMO


Willy Choquecota Serrano
 Técnico Laboratorista


CONSORCIO SUPERVISOR PALERMO
 EDGAR MAMANI ZAPANA
 ESP. EN CONSERVACIÓN VIAL II

Especialista



ENSAYO: DETERMINACIÓN DE LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD

NORMA: ASTM D 4318 / MTC E 110 / MTC E 111



Elaborado Por:

wchs.

Aprobado por:

wchs.

TESIS: MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE MEDIANTE LA ADICIÓN DE CENIZA DE QUINUA EN LA CARRETERA PE-38B, PROVINCIA CHUCUITO, PUNO, 2021

TIPO/COD. MUESTRA:

SRT.- 004/M-4

APLICACIÓN:

SUBRASANTE

SOLICITANTE: BACHILLER. GUIA YUCRA, MARIO JUNIOR

FECHA:

23/04/2021

UBICACIÓN: PLATAFORMA EXISTENTE UBICADO KM 08+320 - Muestra Patrón - Ceniza de Quinua al 8%

MUESTREO: CALICATA C-1

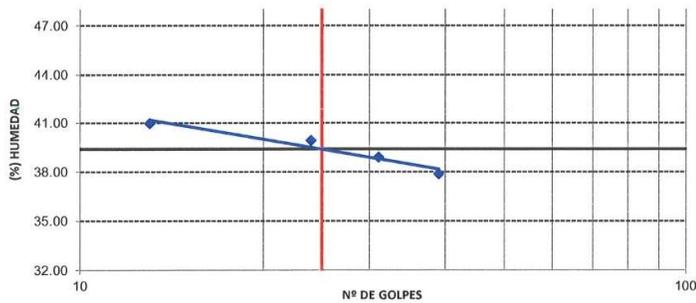
DATOS DE ENSAYO	LÍMITE LÍQUIDO				LÍMITE PLÁSTICO	
	1C	2C	3C	4C	C-5	C-6
N° de tarro	1C	2C	3C	4C	C-5	C-6
N° de golpes	39	31	24	13	---	---
Tarro + suelo húmedo	24.27	31.02	31.91	39.18	35.40	35.66
Tarro + suelo seco	22.18	26.89	27.89	33.20	34.80	34.68
Agua	2.09	4.13	4.02	5.98	0.60	0.98
Peso del tarro	16.66	16.27	17.82	18.60	32.45	30.90
Peso del suelo seco	5.52	10.62	10.07	14.60	2.35	3.78
Porcentaje de humedad	37.86	38.89	39.92	40.96	25.53	25.93

CONSISTENCIA FÍSICA DE LA MUESTRA	
Límite Líquido	39.0 %
Límite Plástico	26.0 %
Índice de Plasticidad (Malla N°40)	13.0 %

Notas:

- Ensayo efectuado al material pasante la malla N°40

CURVA DE FLUIDEZ



OBSERVACIONES:

1.- Muestreo e identificación realizado por el personal de laboratorio.

CONSORCIO SUPERVISOR PALERMO

Willy Choquecota Serrano
Técnico Laboratorista

CONSORCIO SUPERVISOR PALERMO
EDGAR MAMANI ZAPANA
ESP. EN CONSERVACIÓN VIAL II

Especialista



ENSAYO: COMPACTACION DE SUELOS EN LABORATORIO UTILIZANDO UNA ENERGÍA MODIFICADA (56000 pie-lb/pie³)

NORMA: ASTM D 1557 / MTC E 115

Elaborado Por:
wchs.

Aprobado por:
wchs.



TESIS: MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE MEDIANTE LA ADICION DE CENIZA DE QUINUA EN LA CARRETERA PE-38B, PROVINCIA CHUCUITO, PUNO, 2021

TIPO/COD. MUESTRA:

SRT.- 004/M-4

SOLICITANTE: BACHILLER. GUIA YUCRA, MARIO JUNIOR

APLICACIÓN:

SUBRASANTE

UBICACIÓN: PLATAFORMA EXISTENTE UBICADO KM 08+320 - Muestra Patrón - Ceniza de Quinua al 8%

FECHA:

24/04/2021

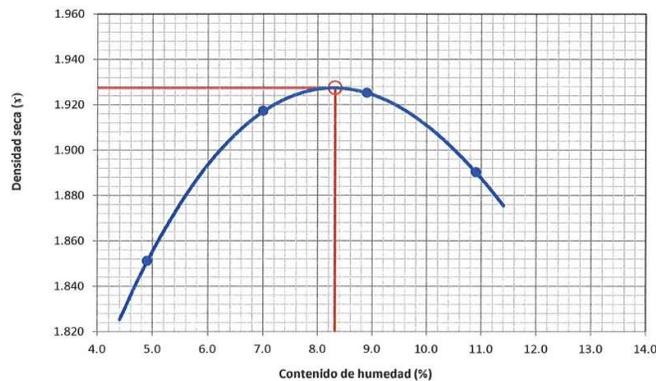
MUESTREO: CALICATA C-1

DATOS DE LA COMPACTACIÓN		1	2	3	4
Peso del suelo + molde	g.	5651	5755	5797	5797
Peso del molde	g.	3802	3802	3802	3802
Peso del suelo húmedo compactado	g.	1849	1953	1995	1995
Volumen del molde	cm ³	952	952	952	952
Peso del volumen húmedo	g/cm ³	1.942	2.051	2.096	2.096

CONTENIDO DE HUMEDAD		1	2	3	4
Peso del suelo húmedo + tara	g.	412.7	438.5	411.5	423.5
Peso del suelo seco + tara	g.	393.4	409.8	377.9	381.9
Peso de tara	g.	0.0	0.0	0.0	0.0
Peso de agua	g.	19.3	28.7	33.6	41.6
Peso de suelo seco	g.	393.4	409.8	377.9	381.9
contenido de agua	%	4.9	7.0	8.9	10.9
Peso volumétrico seco	g/cm ³	1.851	1.917	1.925	1.890

DENSIDAD MAXIMA SECA	1.927 g/cm ³
OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD	8.31 %

GRAFICO DEL PROCTOR



OBSERVACIONES:

- Método de Aplicación: A
- Muestreo e identificación realizado por el personal de laboratorio.
- Material obtenido de PLATAFORMA EXISTENTE UBICADO KM 08+320 - Muestra Patrón - Ceniza de Quinua al 8%
- El presente documento no deberá ser reproducido sin la autorización escrita del laboratorio salvo que su reproducción sea en su totalidad. (GUIA PERUANA INDECOPI G004: 1993)

CONSORCIO SUPERVISOR PALERMO

Willy Choquecota Serrano
Técnico Laboratorista

CONSORCIO SUPERVISOR PALERMO
EDGAR MAMAN ZAPANA
ESP. EN CONSERVACIÓN VIAL II

Especialista



ENSAYO: CBR DE SUELOS (LABORATORIO)
NORMA: ASTM D 1883 / MTC E 132 / EG 2000



Elaborado Por:
wchs.

Aprobado por:
wchs.

TESIS: MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE MEDIANTE LA ADICION DE CENIZA DE QUINUA EN LA CARRETERA PE-38B, PROVINCIA CHUCUITO, PUNO, 2021

SOLICITANTE: BACHILLER. GUIA YUCRA, MARIO JUNIOR

UBICACIÓN: PLATAFORMA EXISTENTE UBICADO KM 08+320 - Muestra Patrón - Ceniza de Quinoa al 8%

MUESTREO: CALICATA C-1

TIPO/COD. MUESTRA: SRT.- 004/M-4

APLICACIÓN: SUBRASANTE

FECHA: 25/04/2021

COMPACTACIÓN															
Nº Molde	12			13			14								
Nº Capa	5			5			5								
Nº Golpes por capa	55			26			12								
CONDICION DE LA MUESTRA	Sin Saturado		Saturado		Sin Saturado		Saturado		Sin Saturado		Saturado				
Peso molde + Suelo húmedo	12221		12225		11976		12001		11767		11783				
Peso de molde (g)	7708		7708		7752		7752		7629		7629				
Peso del suelo húmedo (g)	4513		4517		4224		4249		4138		4154				
Volumen del molde (cc)	2112		2112		2117		2117		2120		2120				
Densidad húmeda (g/cc)	2.137		2.139		1.995		2.007		1.952		1.959				
% de humedad	8.3		8.4		8.5		8.9		8.4		8.7				
Densidad seca (g/cc)	1.973		1.973		1.839		1.843		1.800		1.802				
CONTENIDO DE HUMEDAD															
Tarro Nº	-			-			-			-					
Tarro + Suelo húmedo (gr.)	364.5		435.1		376.4		449.8		397.1		471.3				
Tarro + Suelo seco (gr.)	336.6		401.3		346.9		413.1		366.2		433.5				
Peso del Agua (gr.)	27.9		33.8		29.5		36.7		30.9		37.8				
Peso del tarro (gr.)															
Peso del suelo seco (gr.)	337		401.3		346.9		413.1		366.2		433.5				
% de humedad	8.3		8.4		8.5		8.9		8.4		8.7				
Promedio de Humedad (%)	8.29		8.4		8.50		8.9		8.44		8.7				
EXPANSIÓN															
FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN					
				pulg	%		pulg	%		pulg	%				
25/04/2021	17.30	0	0	0.000	0	0	0	0	0	0	0				
26/04/2021	17.30	24	7	0.003		9	0.004		13	0.005					
27/04/2021	17.30	48	9	0.004		13	0.005		15	0.006					
28/04/2021	17.30	72	11	0.004		13	0.005		15	0.006					
29/04/2021	17.30	96	11	0.004		13	0.005		15	0.006					
			4.57	total	0.09	4.57	total	0.11	4.56	total	0.13				
PENETRACIÓN															
PENETRACIÓN	TIEMPO	CARGA STAND.	MOLDE Nº 12				MOLDE Nº 13				MOLDE Nº 14				
			CARGA	CORRECCIÓN	CARGA	CORRECCIÓN	CARGA	CORRECCIÓN	CARGA	CORRECCIÓN					
mm.	pulg.	kg./cm.2	Lect. Dig	Kg.	kg./cm.2	%	Lect. Dig	Kg.	kg./cm.2	%	Lect. Dig	Kg.	kg./cm.2	%	
0.000	0.000	0'00"	0	0	0		0	0	0		0	0	0		
0.640	0.025	0'30"	201	201	10.3		148	148	7.6		85	85	4.4		
1.270	0.050	1'00"	475	475	24.4		319	319	16.4		146	146	7.5		
1.910	0.075	1'30"	692	692	35.5		485	485	24.9		207	207	10.6		
2.540	0.100	2'00"	70.31	909	909	46.7	64.5	592	592	30.4	42.1	244	244	12.5	16.4
3.170	0.125	2'30"		1070	1070	55.0		736	736	37.8		268	268	13.8	
3.810	0.150	3'00"		1233	1233	63.3		832	832	42.7		317	317	16.3	
5.080	0.200	4'00"	105.46	1511	1511	77.6	73.6	964	964	49.5	48.7	366	366	18.8	17.9
7.620	0.300	6'00"		1913	1913	98.2		1297	1297	66.6		470	470	24.2	
10.160	0.400	8'00"		2253	2253	115.7		1594	1594	81.8		536	536	27.5	
12.700	0.500	10'00"		2465	2465	126.6		1775	1775	91.2		634	634	32.6	

CONSORCIO SUPERVISOR PALERMO

Willy Choquecota Serrano
Técnico Laboratorista

CONSORCIO SUPERVISOR PALERMO
EDGAR MAMANI ZAPANA
ESP. EN CONSERVACIÓN VIAL II

Especialista



ENSAYO: CBR DE SUELOS (LABORATORIO)
 NORMA: ASTM D 1883 / MTC E 132 / EG 2000



Elaborado Por:
 wchs.

Aprobado por:
 wchs.

TESIS: MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE MEDIANTE LA ADICION DE QUINUA EN LA CARRETERA PE-38B, PROVINCIA CHUCUITO, PUNO, 2021

SOLICITANTE: BACHILLER. GUIA YUCRA, MARIO JUNIOR

UBICACIÓN: PLATAFORMA EXISTENTE UBICADO KM 08+320 - Muestra Patrón - Ceniza de Quinua al 8%

MUESTREO: CALICATA C-1

TIPO/COD. MUESTRA: SRT.- 004/M-4

APLICACIÓN: SUBRASANTE

FECHA: 25/04/2021

GRAFICO CARGA - PENETRACIÓN

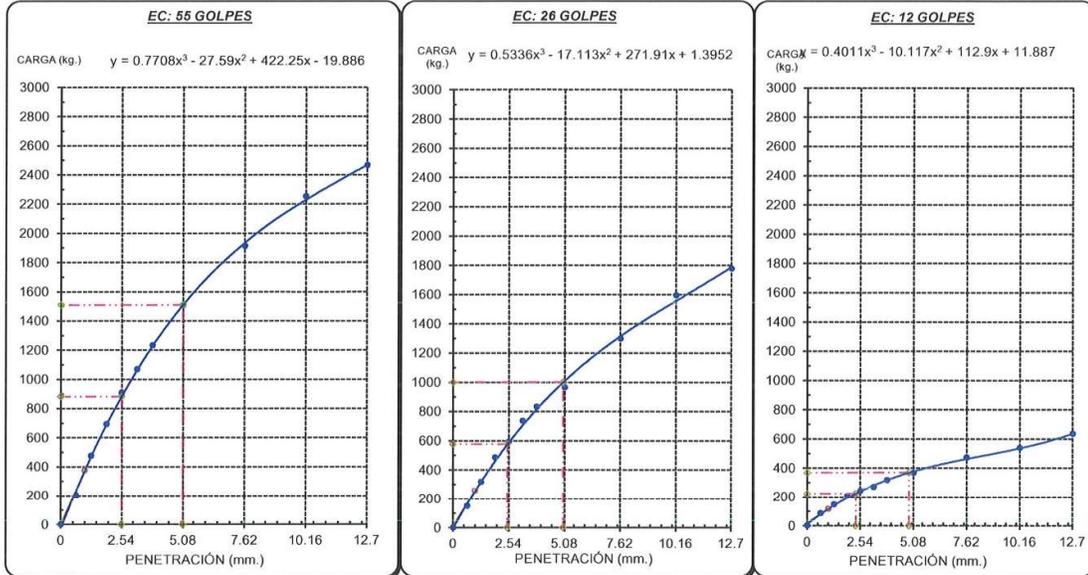


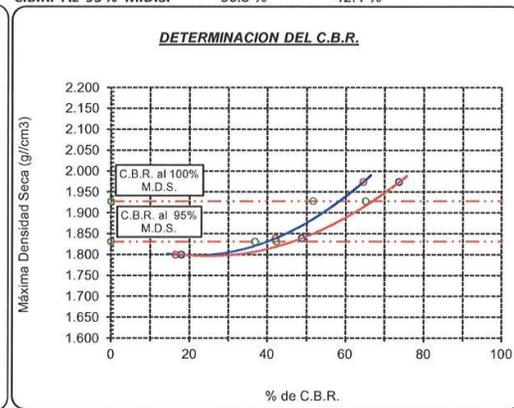
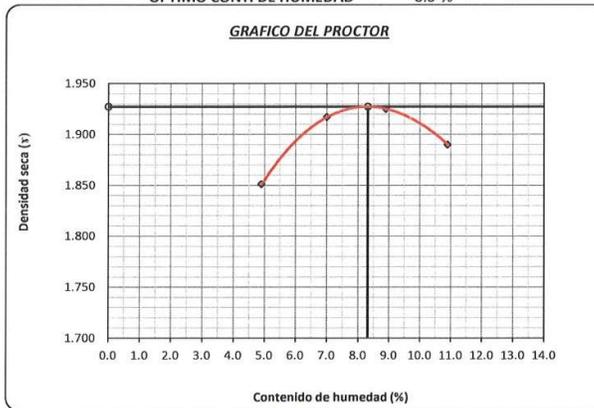
GRAFICO PARA DETERMINAR EL C.B.R.

DATOS DEL PROCTOR

DENSIDAD SECA AL 100% 1.927 g./cm³
 DENSIDAD SECA AL 95% 1.831 g./cm³
 OPTIMO CONT. DE HUMEDAD 8.3 %

VALOR DEL C.B.R.

2.54 cm. 5.08 cm.
 C.B.R. AL 100 % M.D.S. 51.7 % 65.1 %
 C.B.R. AL 95 % M.D.S. 36.8 % 42.4 %



DESCRIPCIÓN O CLASIFICACIÓN DEL MATERIAL USADO:

AASTHO: A-6(5)
 SUCS: CL Arcilla arenosa de baja plasticidad

OBSERVACIONES:

- Muestreo e identificación realizado por el personal de laboratorio.
- Material obtenido del PLATAFORMA EXISTENTE UBICADO KM 08+320 - Muestra Patrón - Ceniza de Quinua al 8%
- El presente documento no deberá ser reproducido sin la autorización escrita del laboratorio salvo que su reproducción sea en su totalidad 1993) (GUIA PERUANA INDECOPI G004:

CONSORCIO SUPERVISOR PALERMO

Willy Choquecota Serrano
 Técnico Laboratorista

CONSORCIO SUPERVISOR PALERMO
 EDGAR MAMANI ZAPANA
 ESP. EN CONSERVACIÓN VIAL II

Especialista

ANEXO 5: CONFIABILIDAD DE LOS INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS



JMR EQUIPOS S.A.C.
Equipos para Laboratorio
de Suelos, Concreto y Asfalto

**LABORATORIO DE CALIBRACIÓN CON
TRAZABILIDAD AL ORGANISMO PERUANO
DE ACREDITACIÓN INACAL**

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° 0220315

Página 1 de 2

Expediente : 2020-295
Fecha de Emisión : 2020-10-12

1. SOLICITANTE : CONSORCIO SUPERVISOR PALERMO

El equipo de medición especificado en este documento ha sido calibrado, probado y verificado usando patrones certificados con trazabilidad a la dirección de Metrología del INACAL y otros.

DIRECCIÓN : Av. Benavides Nro. 1555 Int. 703 - Miraflores - Lima

2. INSTRUMENTO DE MEDICIÓN : Prensa CBR con Sistema Digital

Los resultados sólo están relacionados con los ítems calibrados y son válidos en el momento y en las condiciones de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

Prensa
Marca : No indica
Modelo : No indica
Número de Serie : 002/F600332

JMR EQUIPOS S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados. Los resultados de este certificado de calibración no debe ser utilizado como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Celda de Carga
Marca : MAVIN
Modelo : N54-5T
Número de Serie : F600332
Capacidad : 5 TN

Indicador digital
Marca : No indica
Modelo : No indica
Número de Serie : No indica
Unidad : kg

Procedencia : No indica
Identificación : No indica
Ubicación : Campo (**)

3. LUGAR Y FECHA DE CALIBRACIÓN

Fecha : 2020-10-02
Lugar : Instalaciones del Cliente

4. PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN

El procedimiento toma como referencia a la norma ASTM E4-01 y la Norma NTP ISO/IEC 17025:2017. Se aplicaron tres series de carga a la celda mediante la misma prensa. En cada serie se registraron las lecturas de las cargas.

5. CONDICIONES AMBIENTALES

	Inicial	Final
Temperatura (°C)	18,4	18,7
Humedad Relativa (%)	38	39



Laboratorio de Metrología

JMR EQUIPOS S.A.C.
Tco. PAUL FAVIO SOUZA PIZANGO
JEFE DE LABORATORIO METROLOGÍA



Ing. ANGEL HUGO VILCHEZ PEÑA
CIP. 84442
JEFE DE LABORATORIO

FEI-02

Rev00

Elaborado:AJPM

Revisado:EASP

Aprobado:PFSP

DIRECCIÓN FISCAL: CAL. JANGAS N° 628, BREÑA – LIMA

Tel.: 300 0230 / 562 8972 Cel.: 989 589 974 / E-mail: servicios@jmrequipos.com, ventas@jmrequipos.com / Web: jmrequipos.com

PROHIBIDO LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO



6. TRAZABILIDAD

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

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de Calibración
PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ	Celda de Carga 5 TN	INF-LE N° 255-19
INSTITUTO NACIONAL DE CALIDAD	Termohigrómetro	LT-098-2018

7. OBSERVACIONES

Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva de color verde con la indicación "Calibrado".

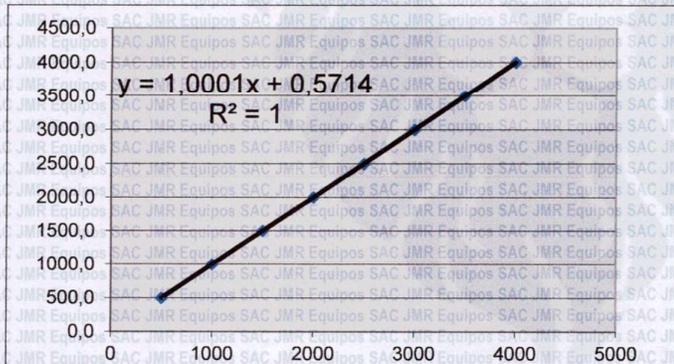
(**) PROYECTO: Servicio de Gestión, Mejoramiento y Conservación Vial por Niveles de Servicio del Corredor Vial Pro Región Puno - Paquete 04: PE-34U, PE-3ST, PE-3SU, PE-36E, PE-36F Y PE-38B.

8. RESULTADO DE MEDICIÓN

TABLA N° 01

SISTEMA DIGITAL	SERIES DE VERIFICACIÓN				PROMEDIO	ERROR	RPTBLD
	"A"	Serie (1)	Serie (2)	Error (1)			
kg	kg	kg	%	%	kg	%	%
500	500,2	500,1	0,04	0,02	500,2	0,03	0,0
1000	1001,1	1001,1	0,11	0,11	1001,1	0,11	0,0
1500	1501,2	1501,2	0,08	0,08	1501,2	0,08	0,0
2000	2001,0	2001,0	0,05	0,05	2001,0	0,05	0,0
2500	2500,0	2500,1	0	0	2500,1	0,002	0,0
3000	3000,5	3001,1	0,02	0,04	3000,8	0,026666667	0,0
3500	3501,1	3501,1	0,03	0,03	3501,1	0,031428571	0,0
4000	4001,0	4001,2	0,03	0,03	4001,1	0,0275	0,0

GRAFICO N° 01



NOTAS SOBRE LA CALIBRACIÓN

- 1.- La Calibración se hizo según el Método C de la norma ASTM E4-01.
- 2.- Ep y Rp son el Error Porcentual y la Repetibilidad definidos en la citada Norma:
 $Ep = ((A-B) / B) * 100$
 $Rp = Error(2) - Error(1)$
- 3.- La norma exige que Ep y Rp no excedan el $\pm 1.0\%$.

Coefficiente Correlación:

$R^2 = 1$

Ecuación de ajuste:

$y = 1,0001x + 0,5714$

x : Lectura de la pantalla (kg)

y : Fuerza promedio (kg)

Sello

Laboratorio de Metrología



JMR EQUIPOS S.A.C.
Tco. PAUL FAVIO SOUZA PIZANGO
JEFE DE LABORATORIO METROLOGÍA



JMR EQUIPOS S.A.C.
ING. ANGEL HUGO VILCHEZ PEÑA
CIP. 54442
JEFE DE LABORATORIO

FEI-02

Rev00

Elaborado:AJPM

Revisado:EASP

Aprobado:PFSP

DIRECCIÓN FISCAL: CAL. JANGAS N° 628, BREÑA - LIMA - LIMA

Tel.: 300 0230 / 562 8972 Cel.: 989 589 974 / E-mail: servicios@jmrequipos.com, ventas@jmrequipos.com / Web: jmrequipos.com

PROHIBIDO LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO



**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
N° 1220315**

Expediente : 2020-295
Fecha de Emisión : 2020-10-12

Página 1 de 2

1. SOLICITANTE : CONSORCIO SUPERVISOR PALERMO

**DIRECCIÓN : Av. Benavides Nro. 1555 Int. 703 - Miraflores -
Lima**

El equipo de medición especificado en este documento ha sido calibrado, probado y verificado usando patrones certificados con trazabilidad a la dirección de Metrología del INACAL y otros.

2. INSTRUMENTO DE MEDICIÓN : Dial de Desplazamiento

Marca : ELE INTERNATIONAL

Modelo : 88-4100

Número de Serie : 163361697

Alcance de Indicación : 1"

División de Escala : 0.001"

Unidad : Pulgada

Procedencia : USA

Identificación : No indica

Ubicación : Campo ()**

Los resultados sólo están relacionados con los ítems calibrados y son válidos en el momento y en las condiciones de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

JMR EQUIPOS S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados. Los resultados de este certificado de calibración no debe ser utilizado como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

3. LUGAR Y FECHA DE CALIBRACIÓN

Fecha : 2020-10-02
Lugar : Instalaciones del Cliente

4. PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN

Se determinó el error de indicación de los Diales por comparación con nuestro Patrón Digital. Se aplicaron tres series de medición al dial mediante el mismo mecanismo de desplazamiento. En cada serie se registraron las lecturas correspondientes.

5. CONDICIONES AMBIENTALES

	Inicial	Final
Temperatura (°C)	16,8	18,1
Humedad Relativa (%)	39	39

Sello

Laboratorio de Metrología



JMR EQUIPOS S.A.C.



JMR EQUIPOS S.A.C.

Tco. PAUL FAVIO SOUZA P. ZHANG
JEFE DE LABORATORIO (METROLOGIA)

Ing. ANGEL HUGO VILCHEZ PENA
JEFE DE LABORATORIO

FEI-12-1 Rev00 Elaborado:AJPM Revisado:EASP Aprobado:PFSP

DIRECCIÓN FISCAL: CAL. JANGAS N° 628, BREÑA – LIMA – LIMA

Tel.: 300 0230 / 562 8972 Cel.: 989 589 974 / E-mail: servicios@jmrequipos.com, ventas@jmrequipos.com / Web: jmrequipos.com

PROHIBIDO LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO



6. TRAZABILIDAD

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

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de Calibración
METROSYSTEMS S.R.L.	Comparador de Cuadrante Digital	MS-0224-2018
INSTITUTO NACIONAL DE CALIDAD	Termohigrómetro	LT-098-2018

7. OBSERVACIONES

Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva de color verde con la indicación "Calibrado".

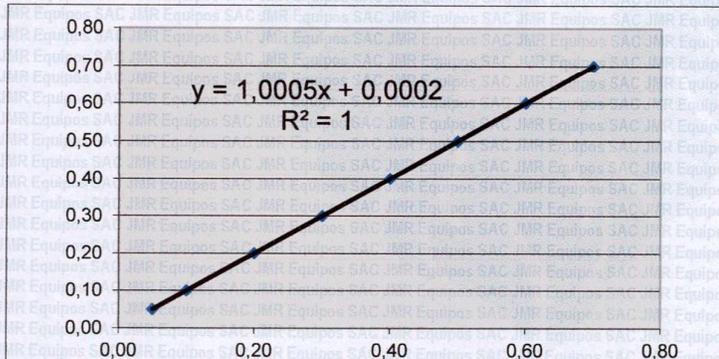
(**) PROYECTO: Servicio de Gestión, Mejoramiento y Conservación Vial por Niveles de Servicio del Corredor Vial Pro Región Puno
- Paquete 04: PE-34U, PE-3ST, PE-3SU, PE-36E, PE-36F Y PE-38B.

8. RESULTADO DE MEDICIÓN

TABLA N° 01

SISTEMA ANÁLOGO "A" Pulgada	SERIES DE VERIFICACIÓN			PROMEDIO "B" Pulgada
	Serie (1) Pulgada	Serie (2) Pulgada	Serie (3) Pulgada	
0,05	0,0502	0,0501	0,0503	0,05
0,10	0,1001	0,1001	0,1002	0,10
0,20	0,2003	0,2003	0,2003	0,20
0,30	0,3005	0,3004	0,3005	0,30
0,40	0,4005	0,4005	0,4006	0,40
0,50	0,5004	0,5005	0,5005	0,50
0,60	0,6006	0,6005	0,6007	0,60
0,70	0,7002	0,7004	0,7006	0,70

GRAFICO N° 01



NOTAS SOBRE LA CALIBRACIÓN

Coefficiente de Correlación:
 $R^2 = 1$

Ecuación de ajuste:
 $y = 1,0005x + 0,0002$

x : Lectura de la pantalla (Pulgada)
y : Fuerza promedio (Pulgada)

Sello

Laboratorio de Metrología



JMR EQUIPOS S.A.C.
Tco. PAUL FAVIO SOUZA BIZANGO
JEFE DE LABORATORIO METROLOGIA



JMR EQUIPOS S.A.C.
Ing. ANGELO HUGO VILCHEZ PEÑA
CIP. 54442
JEFE DE LABORATORIO

FEI-12-1

Rev00

Elaborado:AJPM

Revisado:EASP

Aprobado:PFSP

DIRECCIÓN FISCAL: CAL. JANGAS N° 628, BREÑA – LIMA – LIMA

Tel.: 300 0230 / 562 8972 Cel.: 989 589 974 / E-mail: servicios@jmrequipos.com, ventas@jmrequipos.com / Web: jmrequipos.com

PROHIBIDO LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO



JMR EQUIPOS S.A.C.
Equipos para Laboratorio
de Suelos, Concreto y Asfalto

**LABORATORIO DE CALIBRACIÓN CON
TRAZABILIDAD AL ORGANISMO PERUANO
DE ACREDITACIÓN INACAL**

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
N° 1820315**

Página 1 de 2

Expediente : 2020-295
Fecha de Emisión : 2020-10-12

1. SOLICITANTE : CONSORCIO SUPERVISOR PALERMO

DIRECCIÓN : Av. Benavides Nro. 1555 Int. 703 - Miraflores -
Lima

2. INSTRUMENTO DE MEDICIÓN : COPA CASAGRANDE - LÍMITE LÍQUIDO

Marca : FORNEY
Modelo : No indica
Número de Serie : 057
Mecanismo : Manual
Ranurador : Acero Inox
Contador : Analógico
Procedencia : USA
Identificación : No indica
Ubicación : Campo (**)

LUGAR Y FECHA DE CALIBRACIÓN

Fecha : 2020-10-02
3. Lugar : Instalaciones del Cliente

4. PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN

La calibración de efectuó por comparación directa tomando como referencia el procedimiento PC-012 5ta. Ed., "Procedimiento de Calibración de Pie de Rey", del Instituto Nacional de la Calidad - INACAL y la Norma del MTC 110..

5. CONDICIONES AMBIENTALES

	Inicial	Final
Temperatura (°C)	18,2	18,5
Humedad Relativa (%)	39	39

6. TRAZABILIDAD

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de Calibración
METROSYSTEMS	Vernier (Pie de rey)	MS-0223-2018
INSTITUTO NACIONAL DE CALIDAD	Termohigrómetro	LT-098-2018

7. OBSERVACIONES

- Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva de color verde con la indicación "Calibrado".
- El contador analógico debe ser ajustado antes de cada uso.

(**) PROYECTO: Servicio de Gestión, Mejoramiento y Conservación Vial por Niveles de Servicio del Corredor Vial Pro Región Puno - Paquete 04: PE-34U, PE-3ST, PE-3SU, PE-36E, PE-36F y PE-38B.

Sello

Laboratorio de Metrología



JMR EQUIPOS S.A.C.
Tco. PAUL FAVIO SOUZA P ZANGÓ
JEFE DE LABORATORIO



Ing. ANGEL HUGO VILCHEZ PEÑA
CIP 84442
JEFE DE LABORATORIO

FEI-18 Rev00 Elaborado:AJPM Revisado:EASP Aprobado:PFSP

DIRECCIÓN FISCAL: CAL. JANGAS N° 628, BREÑA – LIMA – LIMA

Tel.: 300 0230 / 562 8972 Cel.: 989 589 974 / E-mail: servicios@jmrequipos.com, ventas@jmrequipos.com / Web: jmrequipos.com

PROHIBIDO LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO



8. RESULTADO DE MEDICIÓN

Dimensiones	Aparato de Limite Líquido				Ranurador					
	Conjunto de la Cazuela			Base	Extremo Curvado					
	A	B	C	N	K	L	M	a	b	c
Descripción	Radio de la Copa	Espesor de la Copa	Profundidad de la Copa	Copa desde la guía del elevador hasta la base	Espesor	Largo	Ancho	Espesor	Borde Cortante	Ancho
Métrico, mm	54	2,0	27	47	50	150	125	10,0	2,0	13,5
Tolerancia, mm	2	0,1	1	1,5	5	5	5	0,1	0,1	0,1
Inglés, pulg.	2,13	0,079	1,063	1,850	1,97	5,90	4,92	0,394	0,079	0,531
Tolerancia, pulg.	0,08	0,004	0,4	0,6	0,2	0,2	0,2	0,004	0,004	0,004

Dato Promedio (mm)	Tolerancia (mm)	Resultados
--------------------	-----------------	------------

Cazuela

Espesor

Profundidad

2,09	± 0,1	OK
27,84	± 1	OK

Base

Guía del elevador

Espesor

Largo

Ancho

Huella

45,53	± 1,5	OK
49,80	± 5	OK
150,20	± 5	OK
124,89	± 5	OK
6,00	< 13	OK

Ranurador de Acero

Cuadrado Calibrador

Espesor

Borde Cortante

Ancho

9,80	± 0,2	OK
9,83	± 0,1	FUERA DE MEDIDA
2,02	± 0,1	OK
12,71	± 0,1	FUERA DE MEDIDA

(Fin del documento)



Laboratorio de Metrología

JMR EQUIPOS S.A.C.
 Tto. PAUL FAVIO SOLUZA PIZANGO
 JEFE DE LABORATORIO METROLOGÍA



JMR EQUIPOS S.A.C.
 Ing. ANGEL HUGO VILCHEZ PENA
 CIP. 84442
 JEFE DE LABORATORIO

FEI-18

Rev00

Elaborado:AJPM

Revisado:EASP

Aprovado:PFSP

DIRECCIÓN FISCAL: CAL. JANGAS N° 628, BREÑA - LIMA - LIMA

Tel.: 300 0230 / 562 8972 Cel.: 989 589 974 / E-mail: servicios@jmrequipos.com, ventas@jmrequipos.com / Web: jmrequipos.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO



JMR EQUIPOS S.A.C.
 Laboratorio de Metrología
 de Suelos, Concreto y Asfalto

**LABORATORIO DE CALIBRACIÓN CON
 TRAZABILIDAD AL ORGANISMO PERUANO
 DE ACREDITACIÓN INACAL**

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
 N° 0420315**

Expediente : 2020-295 Página 1 de 3
 Fecha de Emisión : 2020-10-12

1. SOLICITANTE : CONSORCIO SUPERVISOR PALERMO
DIRECCIÓN : Av. Benavides Nro. 1555 Int. 703 - Miraflores -
 Lima

El equipo de medición especificado en este documento ha sido calibrado, probado y verificado usando patrones certificados con trazabilidad a la dirección de Metrología del INACAL y otros.

2. INSTRUMENTO DE MEDICIÓN : Estufa Eléctrica
 Marca : No indica
 Modelo : No indica
 Número de Serie : No indica
 Capacidad : 85 Litros
 Indicador : Digital
 Marca : Autonics
 Modelo : TCN4S
 Serie : No indica
 Punto de Calibración : 110 °C ± 5 °C
 Procedencia : No indica
 Identificación : No indica
 Ubicación : Campo (**)

Los resultados sólo están relacionados con los ítems calibrados y son válidos en el momento y en las condiciones de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

JMR EQUIPOS S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados. Los resultados de este certificado de calibración no debe ser utilizado como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

3. LUGAR Y FECHA DE CALIBRACIÓN
 Fecha : 2020-10-02
 Lugar : Instalaciones del Cliente

4. PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN
 - SNM – PC-018 2da Ed. 2009 – Procedimiento para la calibración de medios isotermos con aire como medio termostático. INACAL.

5. CONDICIONES AMBIENTALES

	Inicial	Final
Temperatura (°C)	18,9	18,4
Humedad Relativa (%)	39	39

6. TRAZABILIDAD

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de Calibración
INSTITUTO NACIONAL DE CALIDAD	Pirómetro	LT-098-2018

6. OBSERVACIONES

Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva de color verde con la indicación "Calibrado".

(**) PROYECTO: Servicio de Gestión, Mejoramiento y Conservación Vial por Niveles de Servicio del Corredor Vial Pro Región Puno - Paquete 04: PE-34U, PE-3ST, PE-3SU, PE-36E, PE-36F Y PE-38B.

Sello

Laboratorio de Metrología



JMR EQUIPOS S.A.C.

Dr. PAUL FAVIO SOUZA PIZANGO
 JEFE DE LABORATORIO METROLOGIA



JMR EQUIPOS S.A.C.

Ing. ANGEL HUGO VILCHEZ PENA
 Jefe de Laboratorio

FEI-04 Rev00 Elaborado:AJPM Revisado:EASP Aprobado:PFSP

DIRECCIÓN FISCAL: CAL. JANGAS N° 628, BREÑA – LIMA – LIMA

Tel.: 300 0230 / 562 8972 Cel.: 989 589 974 / E-mail: servicios@jmrequipos.com, ventas@jmrequipos.com / Web: jmrequipos.com

PROHIBIDO LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO



JMR EQUIPOS S.A.C.
Equipos para Laboratorio
de Suelos, Concreto y Asfalto

**LABORATORIO DE CALIBRACIÓN CON
TRAZABILIDAD AL ORGANISMO PERUANO
DE ACREDITACIÓN INACAL**

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° 0420315

Página 2 de 3

8. RESULTADO DE MEDICIÓN

TABLA N° 01

Tiempo (min)	Pirómetro (°C)	INDICACIONES CORREGIDAS DE CADA TERMOCUPLA ° C										T° Prom. °C	Tmax - Tmin °C
		Nivel Inferior					Nivel Superior						
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
0	110,4	110,9	110,3	110,5	110,8	110,0	110,9	110,6	110,2	110,7	110,8	110,6	0,9
2	110,9	110,4	110,8	110,6	110,7	110,5	110,7	110,7	110,6	110,8	110,5	110,6	0,4
4	110,2	110,0	110,7	110,6	110,3	110,1	110,2	110,0	110,5	111,0	110,8	110,4	1,0
6	111,0	110,4	110,5	110,2	110,8	110,1	110,0	110,5	110,3	111,0	110,1	110,4	1,0
8	110,8	110,4	110,3	110,6	110,3	110,7	110,4	110,7	110,2	110,9	110,6	110,5	0,7
10	110,9	110,3	110,8	110,0	110,9	110,8	110,7	110,8	110,2	111,0	110,0	110,6	1,0
12	110,1	110,9	110,5	110,1	110,8	110,8	110,3	110,2	110,0	110,4	110,9	110,5	0,9
14	110,2	110,0	110,4	110,1	110,0	110,2	110,9	110,3	110,4	110,1	110,8	110,3	0,9
16	110,0	110,8	110,5	110,7	110,4	110,6	110,7	110,2	110,4	110,8	110,0	110,5	0,8
18	110,7	110,2	110,5	110,6	110,7	110,2	110,1	110,9	110,8	110,5	110,1	110,5	0,8
20	110,7	111,0	110,5	110,3	110,4	110,5	110,2	110,9	110,9	110,3	110,5	110,6	0,8
22	110,3	110,5	110,3	110,2	110,6	110,1	110,4	110,9	110,4	110,8	110,9	110,5	0,8
24	110,2	110,2	110,8	110,8	110,2	111,0	110,6	110,0	110,2	110,4	110,5	110,5	1,0
26	110,5	110,4	110,4	110,0	110,4	110,8	111,0	110,6	110,8	110,7	110,8	110,6	1,0
28	110,7	110,0	110,9	110,9	110,7	110,6	110,5	110,9	110,2	110,6	110,3	110,6	0,9
30	110,7	111,0	110,5	110,8	110,9	110,6	110,9	110,6	110,6	110,8	110,4	110,7	0,6
32	110,7	110,2	110,4	110,4	110,6	110,1	110,6	110,3	110,2	110,3	110,9	110,4	0,8
34	110,6	110,9	111,0	110,0	110,9	110,0	111,0	110,9	110,1	110,5	110,7	110,6	1,0
36	110,9	110,3	110,1	110,1	110,8	111,0	111,0	110,7	110,0	110,5	110,7	110,5	1,0
38	110,9	110,4	110,1	110,1	110,0	110,1	110,9	110,4	110,9	110,0	110,7	110,4	0,9
40	111,0	110,7	110,2	110,7	111,0	110,7	110,1	110,4	110,3	110,8	110,0	110,5	1,0
42	110,4	110,6	110,1	110,6	110,1	110,1	110,7	110,3	110,4	110,4	110,0	110,3	0,7
44	110,1	110,8	110,3	110,4	110,7	110,2	110,5	110,9	110,5	110,5	110,9	110,6	0,7
46	110,9	110,7	110,4	110,2	110,3	110,9	110,0	110,3	110,4	110,8	110,4	110,4	0,9
48	110,7	110,0	110,0	110,2	110,2	110,1	110,3	110,6	110,2	110,1	110,8	110,3	0,8
50	110,8	110,6	110,9	110,0	110,8	110,6	110,1	110,6	110,0	110,6	110,5	110,5	0,9
52	110,3	110,3	110,4	110,3	111,0	110,6	110,8	110,5	110,6	110,3	110,2	110,5	0,8
54	110,3	110,3	110,9	110,5	110,4	110,1	110,3	110,2	110,4	110,3	110,3	110,4	0,8
56	110,9	110,1	110,3	110,7	110,3	110,4	110,4	110,4	110,6	110,9	110,1	110,4	0,8
58	110,6	110,4	110,9	110,9	110,6	110,6	111,0	110,3	110,2	110,8	110,7	110,6	0,8
60	110,7	110,0	110,1	110,9	110,3	110,0	110,8	110,6	110,2	110,8	110,3	110,4	0,9
T. PROM	110,6	110,4	110,5	110,4	110,5	110,4	110,5	110,5	110,4	110,6	110,5	110,5	
T. MAX.	111,0	111,0	111,0	110,9	111,0	111,0	111,0	110,9	110,9	111,0	110,9	110,9	
T. MIN.	110,0	110,0	110,0	110,0	110,0	110,0	110,0	110,0	110,0	110,0	110,0	110,0	
DTT	1,0	1,0	1,0	0,9	1,0	1,0	1,0	0,9	0,9	1,0	0,9	0,9	

NOMENCLATURA

- 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.

Sello

Laboratorio de Metrología



JMR EQUIPOS S.A.C.
Ing. PAUL PAVIO SOUZA PIZANGO
JEFE DE LABORATORIO METROLOGIA



JMR EQUIPOS S.A.C.
Ing. ANGEL HUGO VILCHEZ PEÑA
JEFE DE LABORATORIO

FEI-04 Rev00 Elaborado:AJPM Revisado:EASP Aprobado:PFSP

DIRECCIÓN FISCAL: CAL. JANGAS N° 628, BREÑA - LIMA - LIMA

Tel.: 300 0230 / 562 8972 Cel.: 989 589 974 / E-mail: servicios@jmrequipos.com, ventas@jmrequipos.com / Web: jmrequipos.com

PROHIBIDO LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO

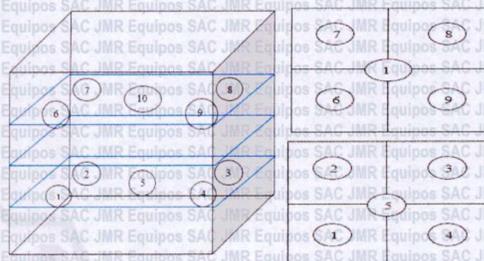


8.1 RESULTADO TOTAL DE MEDICIÓN

TABLA N° 02

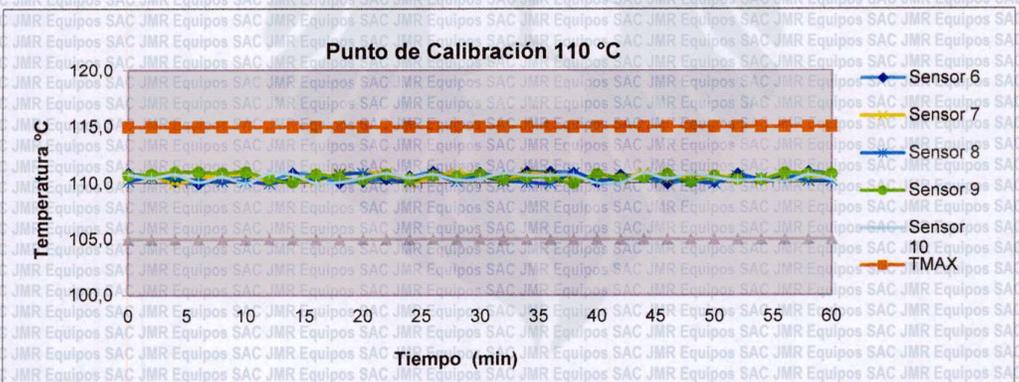
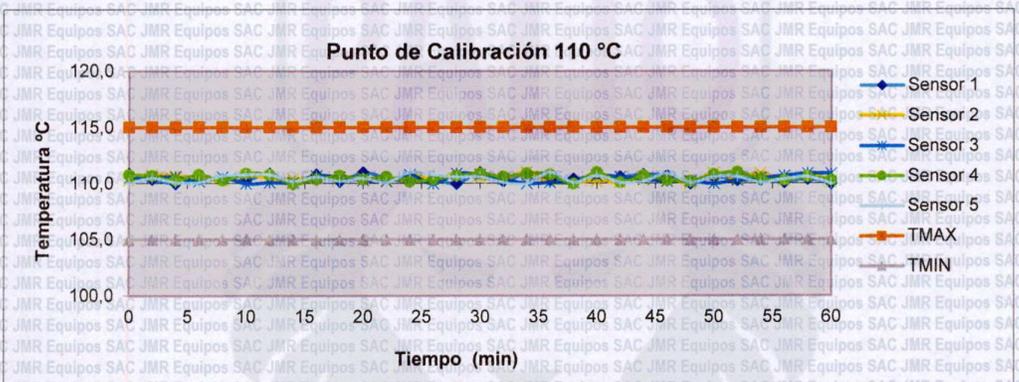
Parámetro	Valor (°C)	U (°C)
Máxima Temperatura Medida	111,0	0,3
Mínima Temperatura Medida	110,0	0,3
DTT	0,8	0,2
DTE	1,0	0,4
Estabilidad Media (±)	0,4	0,1
Uniformidad Media	3,3	0,4

GRÁFICA N° 01



U = Incertidumbre Expandida

Se obtuvo multiplicando la incertidumbre estándar de la medición por el factor de cobertura K=2 que, para una distribución normal corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente 95%.



Sello

Laboratorio de Metrología



JMR EQUIPOS S.A.C.

Tco. PAUL RAVIOLAZ PIZANGO
JEFE DE LABORATORIO METROLOGIA



JMR EQUIPOS S.A.C.

Ing. ANGEL HUGO VILCHEZ PEÑA
CIP. 84442
JEFE DE LABORATORIO

FEI-04

Rev00

Elaborado:AJPM

Revisado:EASP

Aprobado:PFSP

DIRECCIÓN FISCAL: CAL. JANGAS N° 628, BREÑA – LIMA – LIMA

Tel.: 300 0230 / 562 8972 Cel.: 989 589 974 / E-mail: servicios@jmrequipos.com, ventas@jmrequipos.com / Web: jmrequipos.com

PROHIBIDO LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO



JMR EQUIPOS S.A.C.
Equipos para Laboratorio
de Suelos, Concreto y Asfalto

**LABORATORIO DE CALIBRACIÓN CON
TRAZABILIDAD AL ORGANISMO PERUANO
DE ACREDITACIÓN INACAL**

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
N° 2220315**

Expediente : 2020-295
Fecha de Emisión : 2020-10-12

1. SOLICITANTE : CONSORCIO SUPERVISOR PALERMO
DIRECCIÓN : Av. Benavides Nro. 1555 Int. 703 - Miraflores - Lima

El equipo de medición especificado en este documento ha sido calibrado, probado y verificado usando patrones certificados con trazabilidad a la dirección de Metrología del INACAL y otros.

2. INSTRUMENTO DE MEDICIÓN : MOLDE PRÓCTOR 6 IN

Los resultados sólo están relacionados con los ítems calibrados y son válidos en el momento y en las condiciones de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

Marca : No indica
Modelo : No indica
Número de Serie : No indica
Estructura : Metálico
Acabado : Zincado
Procedencia : PERÚ
Identificación : 015
Ubicación : Campo (**)

JMR EQUIPOS S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados. Los resultados de este certificado de calibración no debe ser utilizado como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

3. LUGAR Y FECHA DE CALIBRACIÓN
Fecha : 2020-10-02
Lugar : Instalaciones del Cliente

4. MÉTODO Y TRAZABILIDAD

Método: La calibración se efectuó por comparación directa tomando como referencia el procedimiento PC-012 5ta Ed. 2012., "Procedimiento de Calibración de Pie de Rey", del Instituto Nacional de Calidad - INACAL.
Trazabilidad: Equipo con Certificado de Calibración N° MS-0223-2018 de METROSYSTEMS.

5. CONDICIONES AMBIENTALES

	Inicial	Final
Temperatura (°C)	17,5	16,8
Humedad Relativa (%)	39	40

6. OBSERVACIONES

Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva de color verde con la indicación "Calibrado".

(**) PROYECTO: Servicio de Gestión, Mejoramiento y Conservación Vial por Niveles de Servicio del Corredor Vial Pro Región Puno - Paquete 04: PE-34U, PE-3ST, PE-3SU, PE-36E, PE-36F Y PE-38B.

7. RESULTADOS

	Promedio	Mediciones			
Diámetro Interior Medido	152,21 OK	152,22	152,20	152,20	152,22
		Diámetro Especificado: 152.4 ± 0.66 mm (6 ± 0.026 in)			
	Promedio	Mediciones			
Altura Medido	116,62 OK	116,63	116,63	116,62	116,62
		Altura Especificado: 116.43 ± 0.5 mm (4.584 ± 0.018 in)			
Volumen	2122,07 CC OK				
	Volumen Especificado: 2124 ± 25 cc				

Sello Laboratorio de Metrología



JMR EQUIPOS S.A.C.

Tco. PAUL FAVIO SOUZA PIZANGO
JEFE DE LABORATORIO METROLOGIA



JMR EQUIPOS S.A.C.

Ing. ANGELO HUGO VILCHEZ PENA
JEFE DE LABORATORIO

FEI-22 Rev00 Elaborado:AJPM Revisado:EASP Aprobado:PFSP

DIRECCIÓN FISCAL: CAL. JANGAS N° 628, BREÑA - LIMA - LIMA

Tel.: 300 0230 / 562 8972 Cel.: 989 589 974 / E-mail: servicios@jmrequipos.com, ventas@jmrequipos.com / Web: jmrequipos.com

PROHIBIDO LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO

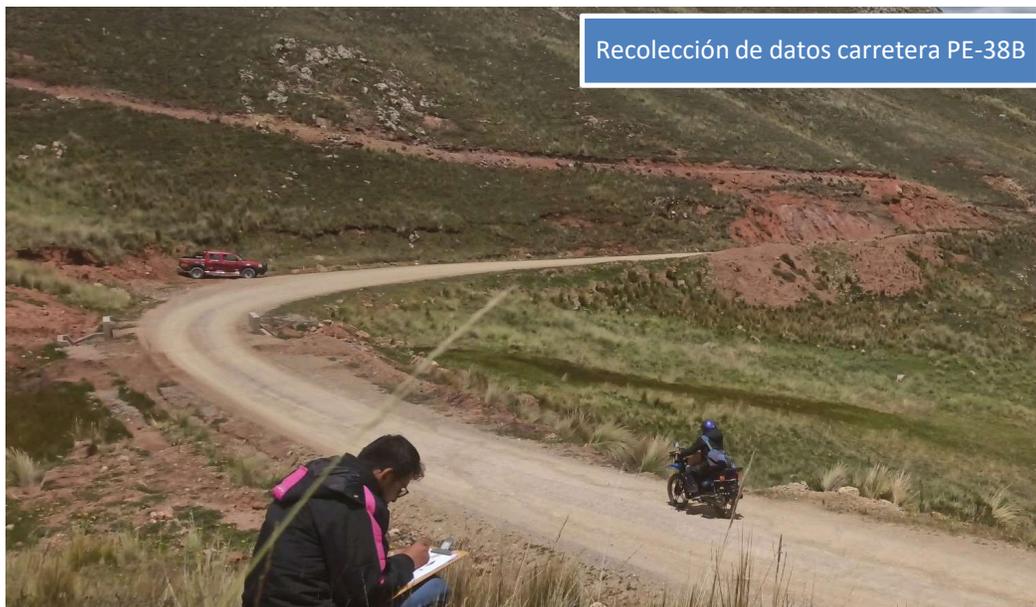
ANEXO 6: FOTOGRAFÍAS DE LA INVESTIGACIÓN



Carretera PE-38-B Prog. 08+320



Recolección de datos carretera PE-38B





Biomasa de la quinua (saponina).



Temperatura alcanzada 550 °C a más.



Ceniza de Quinua.



Caracterización de suelo



Tamizado mecánico.



Adición de agua para ensayo proctor modificado.

OBTENCIÓN DE LECTURAS Y RESULTADOS



Molde suelo patrón (56 golpes)

