



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

Incorporación de cenizas caña de azúcar en la subrasante de la
carretera Aymas baja- Quisapata, Apurímac-2022

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO CIVIL

AUTOR:

Ustua Guisado, Rene (orcid.org/0000-0002-8520-4808)

ASESOR:

Dr. Vargas Chacaltana, Luis Alberto (orcid.org/0000-0002-4136-7189)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño de infraestructura vial

LIMA – PERÚ

2022

Dedicatoria

Este A Dios por permitirme tener vida, salud y poder lograr uno de mis propósitos. A mi esposo Edson Paul Chipana Tello y a mi hija Sofia Reveca Chipana Ustua les dedico el presente trabajo por brindarme su amor, su apoyo incondicional, por ser mi fortaleza, la motivación para seguir adelante y crecer profesionalmente en los retos que me trazo para tener un futuro mejor.

Agradecimiento

Agradezco a mi Asesor Dr. Vargas Chacaltana Luis Alberto, quien con su experiencia, conocimiento y motivación me orientó en la investigación. Agradecer a la institución educativa “Universidad César Vallejo” y a la Escuela Profesional de Ingeniería Civil, por acogerme y haberme dado la oportunidad de superarme más en el campo de mi carrera profesional.

Índice de contenido

| | |
|---|------|
| Caratula..... | i |
| Dedicatoria..... | ii |
| Agradecimiento..... | iii |
| Índice de contenido..... | iv |
| Índice de tablas | v |
| Índice de figuras | vi |
| Resumen..... | viii |
| Abstract..... | ix |
| I. INTRODUCCIÓN..... | 1 |
| II. MARCO TEÓRICO | 4 |
| III. METODOLOGÍA | 15 |
| 3.1. Tipo y diseño de investigación..... | 15 |
| 3.2 Variables y operacionalización..... | 16 |
| 3.3. Población, muestra y muestreo..... | 16 |
| 3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos..... | 17 |
| 3.5. Procedimientos..... | 18 |
| 3.6. Método de análisis de datos..... | 19 |
| 3.7. Aspectos éticos..... | 19 |
| IV. RESULTADOS | 20 |
| V.DISCUSIÓN | 45 |
| VI.CONCLUSIONES | 54 |
| VII. RECOMENDACIONES | 56 |
| REFERENCIAS | 57 |
| ANEXOS..... | 65 |

Índice de Tablas

| | |
|---|----|
| Tabla 1. Tamices | 10 |
| Tabla 2. Sistema de clasificación de suelos AASHTO..... | 10 |
| Tabla 3. Correlación de tipos de suelo AASHTO-SUCS..... | 11 |
| Tabla 4. Clasificación de suelo según índice de plasticidad. | 13 |
| Tabla 5. Ubicación y descripción técnica de las calicatas | 28 |
| Tabla 6. Granulometría C-1,C-2, C-3, C-4 y C5..... | 30 |
| Tabla 7. Composición granulométrica de muestra de suelo de C-1, C-2, C-3, C-4 y C-5..... | 30 |
| Tabla 8. Contenido de humedad de suelo natural de C-1, C-2, C-3, C-4 y C-5 | 30 |
| Tabla 9. Clasificación de suelos según SUCS y AASTHO de las calicatas C-1 al C-5. | 31 |
| Tabla 10. Límites de consistencia C-2 y C-5 de suelo natural con adición de 9%, 10%, 11% y 12% de CCA..... | 32 |
| Tabla 11. Óptimo Contenido de Humedad y Máxima Densidad Seca de C-2 y C-5 de suelo natural y con adición de 9%, 10%, 11% y 12% de CCA | 35 |
| Tabla 12. CBR del suelo natural de C-2 y C-5 al 100% y 95% y con adición de 9%, 10%, 11% y 12% de ceniza de CCA..... | 38 |
| Tabla 13. Resumen de la Influencia de dosificación en las propiedades físicas y mecánicas de C-2 y C-5 del suelo natural y al adicionar CCA al 9%, 10%, 11% y 12% | 40 |

Índice de Figuras

| | |
|---|----|
| Figura 1. Ensayo de limite liquido en cazuela..... | 12 |
| Figura 2. Equipo de compactación de proctor modificado | 13 |
| Figura 3. Definición gráfica de CBR | 14 |
| Figura 4. Procedimiento..... | 18 |
| Figura 5. Ubicación del departamento de Apurímac en el mapa del Perú. | 21 |
| Figura 6. Ubicación del distrito de Abancay en mapa de Apurímac | 21 |
| Figura 7. Calicatas in situ C1-C-2,C-3,C-4 y C-5. | 27 |
| Figura 8. Ubicación de Calicatas C1-C-2,C-3,C-4 y C-5..... | 28 |
| Figura 09. Curva de contenido de humedad C1-C-2,C-3,C-4 y C-5. | 31 |
| Figura 10. Limite Líquido C-2 y C-5..... | 32 |
| Figura 11. Limite Plástico C-2 y C-5 | 33 |
| Figura 12. : LL, LP e IP de C-2 al suelo natural y con adición al 9%, 10%, 11% y 12% de CCA..... | 33 |
| Figura 13. : LL, LP e IP de C-5 al suelo natural y con adición al 9%, 10%, 11% y 12% de CCA..... | 34 |
| Figura 14. Proctor modificado. | 35 |
| Figura 15. OCH de C-2 y C-5 de suelo natural y con adición de 9%, 10%, 11% y 12% de CCA..... | 36 |
| Figura 16. MDS de C-2 y C-5 de suelo natural y con adición y con adición de 9%, 10%, 11% y 12% de CCA | 37 |
| Figura 17. CBR de C-2 al 100% y 95% de MDS del suelo natural y con adición de 9%, 10%, 11% y 12% de CCA..... | 38 |
| Figura 18. CBR de C-5 al 100% y 95% de MDS del suelo natural y y con adición de 9%, 10%, 11% y 12% de CCA..... | 39 |
| Figura 19. Índice de plasticidad de C-2 y C-5 al suelo natural y con adición de 9%, 10%, 11% y 12% de CCA..... | 40 |
| Figura 20. OCH de C-2 y C-5 de suelo natural y con adición de 9%, 10%, 11% y 12% de CCA y 1.2%..... | 41 |
| Figura 21. MDS de C-2 y C-5 de suelo natural y con adición y con adición de 9%, 10%, 11% y 12% de CCA..... | 42 |
| Figura 22. CBR de C-2 al 100% y 95%% de MDS del suelo natural y con adición y con adición de 9%, 10%, 11% y 12% de CCA..... | 43 |

Figura 23. CBR de C- al 100% y 95%% de MDS del suelo natural y con adición y con adición de 9%, 10%, 11% y 12% de CCA..... 43

RESUMEN

La investigación tuvo como objetivo evaluar de qué manera influye la incorporación de cenizas de caña de azúcar en las propiedades de la sub rasante de la carretera Aymas baja-Quisapata, distrito de Abancay, Apurímac-2022. La metodología empleada es de tipo aplicada, diseño experimental, nivel explicativo y enfoque cuantitativo. La población está compuesta por 5 Km. de la sub rasante de la carretera Aymas baja-Quisapata. La muestra fue de 5 calicatas, ensayándose 2 por tener propiedades y características similares. Se evidencia que hay resultados favorables al adicionar cenizas de caña de azúcar (CCA) en: la muestra patrón C-2, en dosificaciones 9%, 10%, 11% y 12%, el IP disminuyó en: 20.85%, 15.93%, 32.35%, 39.68%, el OCH incrementó en: 3.36%, 5.04% ,5.88%, 0.84%, la MDS incrementó en: 2.13%, 3.19%, 4.79%, 5.32%, el CBR al 100% y 95% de MDS incrementó en: (32.81%,78.13%,125%,170.31%) ;(23.53%, 80.39%,133.33%,188.24%). En la muestra patrón C-5, el IP disminuyó en: 35.56%, 38.70%, 61.30%, 73.66%, el OCH incrementó en: 5.10%,4.08% ,2.04%, 7.14%, la MDS incrementó en: 1.05%, 2.62%, 3.66%, 5.76%, el CBR al 100% y 95% de la MDS, incrementó en: (66.22%,106.76%,131.08%,154.05%); (56.90%,98.28%,122.41%,143.10%, respectivamente. Las conclusiones muestran que las adiciones de cenizas de caña de azúcar afectan positivamente en las propiedades físicas y mecánicas a C-2 y C-5, excepto en el OCH, siendo la dosificación óptima al 12%.

Palabras clave: Sub rasante, suelo, cenizas de caña de azúcar.

ABSTRACT

The research aimed to evaluate how the incorporation of sugarcane ash influences the properties of the subgrade of the Aymas baja-Quisapata highway, Abancay district, Apurímac-2022. The methodology used is of applied type, experimental design, explanatory level and quantitative approach. The population is composed of 5 km of the sub-grade of the Aymas baja-Quisapata road. The sample was 5 calicatas, 2 being tested for having similar properties and characteristics. It is evident that there are favorable results when adding sugarcane ash (CCA) in: the C-2 standard sample, in dosages 9%, 10%, 11% and 12%, the PI decreased by: 20.85%, 15.93%, 32.35%, 39.68%, the OCH increased by: 3.36%, 5.04%, 5.88%, 0.84%, the MDS increased by: 2.13%, 3.19%, 4.79%, 5.32%, the CBR to 100% and 95% of MDS increased by: (32.81%,78.13%,125%,170.31%) ;(23.53%, 80.39%,133.33%,188.24%). In the C-5 standard sample, the PI decreased by: 35.56%, 38.70%, 61.30%, 73.66%, the OCH increased by: 5.10%,4.08%, 2.04%, 7.14%, the MDS increased by: 1.05%, 2.62%, 3.66%, 5.76%, the CBR to 100% and 95% of the MDS, increased by: (66.22%,106.76%,131.08%,154.05%); (56.90%,98.28%,122.41%,143.10%, respectively. The conclusions show that the additions of sugarcane ash positively affect the physical and mechanical properties to C-2 and C-5, except in the OCH, with the optimal dosage being 12%.

Keywords: Sub grade, soil, sugarcane ash.

I.INTRODUCCIÓN

En el ámbito Internacional, en estos tiempos actuales, la rama de la construcción de infraestructura vial ha desarrollado progreso en el ámbito de nuevas tecnologías ecológicas, utilizando las cenizas de origen vegetal. Históricamente, las plantas se han investigado y desarrollado para estas dos formas de usos: lino y cáñamo en Europa, paja y ramio en Asia, por el lado de la India, África o América el agave, yute y algodón. Durante un tiempo de casi dos mil años, algunas de estas fábricas mencionadas han sido la única fuente de abastecimiento de los materiales textiles y de papel de fibra. (Chabbert et al., 2010). El uso de aditivos para la estabilización es muy antiguo; hace cinco mil años, el suelo se estabilizó con cal; debido a la falta de construcciones de carreteras y aeropuertos en distintas áreas que carecen de agregados de alta cualidades y clase, el auge de esta tecnología se inició al culminar el tiempo de la segunda guerra mundial, las cuales han servido de inspiración a muchos investigadores, dentro de las cuales han resuelto las propiedades químicas del uso de las cenizas que no son más que residuos, pero tratándolas de manera adecuada se han logrado estabilizar subrasante alcanzando suelos con alta capacidad de soporte debido a las propiedades físico-mecánicas que se le atribuye a la construcción.

En el ámbito nacional, la subrasante en la estructura del pavimento, representa un papel muy importante y puede estar compuesto por suelo en su estado natural, o puede estar compuesto por suelo que ha sufrido algunos procesos de mejora, como estabilidad mecánica, estabilidad física, química, y aditivos naturales, como la ceniza de caña de azúcar, entre otras opciones ecológicas; resulta que el proceso de estabilización busca reducir la sensibilidad al agua aumentando o disminuyendo el grado de la resistencia la cual está en base a la deformación y ésta actuando bajo la influencia de cargas.

A nivel local, actualmente el distrito de Aymas baja está en pleno desarrollo y no cuenta con infraestructura vial por los peligros del suelo; por lo que presenta suelos áridos, sales nocivas, sulfatos, ojos de arenas, conchuelas, etc., que no prestan adecuadas condiciones para la infraestructura vial. Además, se toma en cuenta que diferentes vías existentes dentro del distrito de Aymas baja, que también se encuentra en la misma zona mencionada, viene experimentando

fenómenos como: hundimiento, asentamiento, desplazamiento, desde la subrasante. Estos hechos motivaron a la presente investigación en la búsqueda para optimizar la subrasante mediante técnica de añadir cenizas de caña de azúcar, al punto estabilizar la subrasante para la carretera Aymas baja-Quisapata. Dada la situación presentada se planteó como formulación de problema ¿Cómo influye la incorporación de cenizas de caña de azúcar en las propiedades físico mecánicas de la subrasante en la carretera Aymas Baja- Quisapata, Apurimac-2022?

Justificación teórica: Se genera nuevos aportes de conocimiento proponiendo mejorar la subrasante empleando cenizas de caña de azúcar considerando los indicadores y criterio que debe cumplir en ello la norma de diseño técnico de carretera y los ensayos de laboratorio de suelos, en efecto determinar si es factible el uso de dichos productos para la estabilización del suelo. Dado que los productos utilizados en la actualidad para estabilizar el suelo son de costo elevado, dicha investigación aportara para teorías y/o comparaciones de productos la cual generara un precedente para la estabilización de la subrasante adicionando los productos propuestos. Justificación metodológica: el propósito es poder mejorar el suelo estabilizándolo con cenizas de caña de azúcar presentando un suelo óptimo para la subrasante permitiendo conocer el comportamiento del suelo y con ello obtener los datos del proceso de la investigación aplicando instrumentos como la guía de observación, el muestreo, los ensayos de laboratorio orientadas a un buen proceso de información la cual contribuir para la hipótesis presentada. Justificación técnica: por medio de la ceniza de caña de azúcar dicha investigación evaluará el comportamiento de dichos productos obteniendo mejoras en las propiedades de la subrasante del suelo. Con la mencionada investigación tendrá como propósito brindar nuevos productos de estabilización bajo un mismo objetivo de estabilizar el suelo para una post construcción de pavimento garantizando así el diseño de una estructura vial. Justificación social: se propone mejorar la subrasante añadiendo ceniza de caña de azúcar ya que es beneficioso para la comunidad y que contarán con una buena condición de tránsitos sin algún tipo de situación perjudicial debido a su estado, comodidad con la calidad de tránsito. La comunidad perteneciente a la carretera Aymas baja-Quisapata, requiere de infraestructura vial con mayor

tiempo de vida útil a menor costo, siendo resistente a distintos factores y beneficioso para los proyectos de pavimentos. Justificación económica: esta investigación es económica ya que la ceniza de caña de azúcar se encuentra en grandes cantidades en cualquier tipo de humedal o río, pudiendo ser utilizada libremente evitando los costos elevados. Justificación Ambiental: al estabilizar el suelo con dichos productos genera un impacto beneficiario al suelo, al reutilizar las cenizas de caña de azúcar ya que son residuos vegetales naturales mejorando las propiedades del suelo.

El objetivo general es Evaluar de qué manera influye la incorporación de cenizas de caña de azúcar en las propiedades físico mecánicas de la subrasante en la carretera Aymas baja- Quisapata, Apurimac-2022. Como objetivos específicos presentamos: Determinar cómo influye la incorporación de cenizas de caña de azúcar en las propiedades físicas de la subrasante en la carretera Aymas baja- Quisapata, Apurimac-2022. Determinar cómo influye la incorporación de cenizas de caña de azúcar en las propiedades mecánicas de la subrasante en la carretera Aymas baja- Quisapata, Apurimac-2022. Determinar cómo influye la dosificación de la incorporación de cenizas de caña de azúcar en las propiedades físico mecánicas de la subrasante en la carretera Aymas baja- Quisapata, Apurimac-2022.

La incorporación de cenizas de caña de azúcar mejorará de manera significativa las propiedades físico mecánicas de la subrasante en la carretera Aymas baja- Quisapata, Apurimac-2022.

II. MARCO TEÓRICO

Como antecedentes internacionales, Cobos, Ortegón y Peralta (2019) tuvo como propósito analizar la conducta geotécnica volcánica mejorada con ceniza de cáscara de coco y cisco de café. Metodología experimental. Los resultados fueron: el patrón al suelo natural SM mostró, un CBR de 76.67%, asimismo el OCH de 39.27% y MDS de 1.07 g/cm³. Aplicó 5, 10 y 15% de cenizas de cáscara de coco (CCO) resultando lo siguiente. Al añadir 5% de CCO resultó: CBR de 76.67 a 70.22%; MDS de 1.07 a 1.03 g/cm³; OCH de 39.27 a 38.14%. Al añadir el 10% de CCO: CBR de 76.67 a 85.32%; MDS de 1.07 a 0.99 g/cm³; OCH de 39.27 a 51.17%. Al incorporar el 15% de la CCO: CBR de 76.67 a 101.55%; MDS de 1.07 a 0.99 g/cm³; OCH de 39.27 a 42.10%. Concluyó que es esencial aplicar el % de CCO para mejorar el suelo SM, porque incrementa el CBR y OCH; y reduce lentamente su MDS.

Clavería, Triana y Varón (2018) cuya conducta geotécnica de terrenos volcánicos mejorados con ceniza de cascarilla de arroz y bagazo de caña como elemento de subrasante. La metodología es RANCODES, lo obtenido fue: el suelo patrón al terreno natural SM tuvo, CBR de 76.67%, tuvo un OCH de 39.27% y MDS de 1.15 g/cm³. Aplicó cenizas de bagazo de caña de azúcar (CBCA) y al añadir 5, 10 y 15% resultó lo siguientes. Al incorporar el 5% de CBCA obtuvo: CBR de 76.67 a 62.28%; MDS de 1.15 a 1.11 g/cm³; OCH de 39.27 a 38.69%. La adición del 10% de CBCA: CBR de 76.67 a 83.00%; MDS de 1.15 a 0.98 g/cm³; OCH de 39.27 a 54.00%. El incremento del 15% de la CBCA: CBR de 76.67 a 99.13%; MDS de 1.15 a 0.96 g/cm³; OCH de 39.27 a 47.61%. Se finiquitó como recomendación el 15% de CBCO para mejorar un suelo SM, que incrementa su CBR y OCH; manteniendo su MDS.

Como antecedentes de ámbito nacional tenemos a Taype & Vega (2020), cuyo fin fue señalar la incidencia de adición del óxido de calcio y ceniza de fibra fique en subrasante del tramo Unión Leticia – Condorcocha, Junín 2020. La metodología es de tipo aplicada cuasi experimental, teniendo al tramo de la carretera como su población, donde determinaría por medio de calicatas una muestra de 2 km y 4 calicatas según la norma, dicha investigación se realizó el suelo incorporado con

adición de la fibra de fique en cenizas a porcentajes de 4.5, 6.5 y 8.5 %. Como resultados se obtuvo los siguiente el suelo natural presenta un IP de 20.02, un OCH de 16.37, una MDS de 1.72 y un CBR de 2.85; con adición de ceniza de fibra de fique con un porcentaje de 4.5 % tiene un IP de 13.05, un OCH de 16.37, una MDS de 1.74 y un CBR de 5.07; con un porcentaje de 6.5% tiene un IP de 9.12, un OCH de 17.82, una MDS de 1.76 y un CBR de 7.25; con un porcentaje de 8.5% tiene un IP de 14.78, un OCH de 18.55, una MDS de 1.73 y un CBR de 4.9. En conclusión, dichos porcentajes de los dos componentes disminuyen la plasticidad, los porcentajes empleados elevan la conexión densidad máxima y contenido de humedad, las resistencias aumentan en relación a suelo natural quedando comprobado que los porcentajes empleados brindaran una óptima resistencia.

Rosales (2020), cuyo fin fue establecer si la ceniza de tusa de maíz y cáscara de maní afecta las propiedades de subrasante con menor capacidad portante, VMT 2019. Metodología fue aplicada, diseño cuasi experimental y enfoque cuantitativo, población considero la subrasante de menor capacidad de soporte del lugar, la muestra fueron las 3 calicatas llevadas al laboratorio y consideró como muestra la de menor capacidad, eligió porcentajes de 5%, 10 y 15% de ceniza de tusa de maíz y 3%, 6% y 9% de cáscara de maní que evaluaron las pruebas de Granulometría, Límites de Atterberg, Contenido de humedad, Proctor modificado y CBR. Finiquitó que la ceniza de tusa de maíz y cáscara de maní inciden en la mejora de sub rasante con menor capacidad portante, existiendo una divergencia en el Índice plástico, CBR y Densidad máxima seca.

Camacllanqui & Rivera (2021), cuyo fin fue ejecutar una evaluación de la incorporación de la ceniza de madera conjuntamente con la fibra de coco con ello saber cuánto influye para aplicar en una subrasante de una avenida en Huancavelica 2021. La metodología es aplicada experimental en donde determino los valores de MDS, OCH y CBR tanto de suelo en estado natural como también en las dosificaciones siendo de 7, 13% y 18%. Como resultado se obtuvo como suelo natural GC con un IP de 2.53, un OCH 13.2, una MDS 1.838 y un CBR de 31.1; suelo con ceniza de fibra de coco 7% con un IP de 2.36, un OCH 11.8, una MDS 1.86 y un CBR de 29.2; suelo con ceniza de fibra de coco 13% con un IP de

2.53, un OCH 15.1, una MDS 1.85 y un CBR de 28.8; suelo con ceniza de fibra de coco 18% con un IP de 2.98, un OCH 16.9, una MDS 1.82 y un CBR de 26.1. Se concluye indicando que al aplicar las ceniza de madera y fibra de coco presenta un ascenso y descenso en las propiedades siendo desfavorables para el mejoramiento.

Como artículo científico tenemos a Ayash Mittal (2021), dicho autor tuvo como objetivo realizar el estudio acerca de la resistencia saber cómo influye en sus propiedades del suelo de la subrasante adicionando fibras de coco en diferentes porcentajes, su metodología fue de tipo experimental en donde realizo estudio con la fibra de coco de 10 mm de longitud en diferentes porcentajes de 0.15, 0.30, 0.60, 0.90, 1.20 y 1.50% de la adición. Como resultados se obtuvo que el suelo presenta un IP de 32.74, un OCH de 18.98, una MDS 17.1 y un CBR de 2.26; con la adición de 0.15% presenta un OCH de 18.33, una MDS de 17.52 y un CBR de 2.79; con la adición de 0.30% presenta un OCH de 17.94, una MDS de 18.06 y un CBR de 3.48; con la adición de 0.60% presenta un OCH de 17.65, una MDS de 18.37 y un CBR de 4.18; con la adición de 0.90% presenta un OCH de 17.87, una MDS de 18.8 y un CBR de 5.05; con la adición de 1.20% presenta un OCH de 18.73, una MDS de 18.22 y un CBR de 4.71; con la adición de 1.50% presenta un OCH de 19.44, una MDS de 17.73 y un CBR de 4.01. En conclusión, a medida que aumenta la longitud de la fibra aumenta el OCH igualmente la resistencia aumenta y a una adición de 1.20% disminuye la resistencia.

RP Munirwán¹, Munirwansya¹, Marwan¹, PJ Ramadhansyah² y V Kamchoom (2019), su objetivo fue determinar cuál es efecto que produce al adicionar fibra de coco para la estabilización del suelo en función a su resistencia. Su metodología fue de tipo experimental en donde realizo estudios con la fibra de coco de 20 y 30 mm de longitud para diferentes dosificaciones de 0.2, 0.4 y 0.6% con respecto al peso del suelo. Como resultados se tiene que el tipo de suelo fue OH, presentando un IP de 20.42, un OCH de 27.5 y el CBR de 8.15; para la fibra de longitud de 20 mm con adición 0.2% se obtuvo un CBR de 11.78, para un 0.4% un CBR de 15.78, para un 0.6% un CBR de 14.59; para la fibra de longitud de 30 mm con adición 0.2% se obtuvo un CBR de 13.33, para un 0.4% un CBR de 17.7, para un 0.6% un CBR de 16.07. En conclusión, la adición de la fibra de coco presento mejoras en la resistencia incrementando el CBR del suelo.

In other languages as background, we have Prasanna and Macedon (2020), The objective is to use jute fiber to recover the manufacturing possessions of the earth. This method was applied in experiments to analyze the potential of using jute fiber to improve compaction changes, soil shear strength and CBR. Mix 30 mm long jute fibers with the soil in different portions 0.5, 1.0, 1.5 and 2% to find the optimal amount. The results obtained are as follows: A soil sample reinforced with 0.5% jute fiber has a MDD of 1.93 g / cm³ and an OMC of 16%. This shows that after adding 0.5% jute fiber, MDD and OMC have a positive improvement, that is, MDD increased by 1.55%, OMC increased by 16%. Again, after adding 0.5% jute fiber, that is, 1% of the total jute fiber, the MDD obtained is 1.85g / cm³ and the OMC is 14%. This shows that after adding 1% jute fiber, the MDD is slightly reduced by 4.44%, but the OMC is significantly reduced by 2%. For 1.5% jute fiber, the MDD is again reduced to 1.71 g / cm³ and the OMC is 12%. For 2% jute fiber, the MDD is again slightly reduced to 1.74 g / cm³ and the OMC is 12%. When comparing the results obtained from the graph, it can be decided that the usage of jute fiber at 0.5% can maximize the MDD and OMC of poor soils. The conclusion reached is that the internal friction angle and the cohesion angle are touched in the variety of 1% to 2% of jute. fiber. In direct shear strength, cohesion increases with increasing fiber content. Once the content is 1%, then a slight decrease in cohesion can be observed, because the fiber content tends to reduce the reinforcing effect of the fiber, because too much fiber replaces the soil particles.

Tonmoy Kumar, Brahmachary and Md. Rokonzaman (2018), whose objective is to investigate the addition of bamboo fiber in ordinary soil and to understand the result of CBR resistance on the subgrade. The methodology is experimental, having as a population the soil of Bangladesh where I performed the plasticity, compaction and CBR tests for the different dosages of 0.20, 0.40, 0.60, 0.80, 1.00, 1.20, 1.40, having about 20 mm in length of the fiber. As results, an OH type soil was obtained with IP 21.11, OCH of 15.09, MDS of 2.115 and a CBR of 3.01; for the 0.20% addition, a CBR of 61.79 was obtained; for 0.40% and 87.7 was obtained; for 0.60% there was an OCH of 9, an MDS 1.6 and a CBR of 98.01; for 0.80% there was an OHC of 10, an MDS 1.79 and a CBR of 128.57; for 1% there was an OHC

of 12.5, an MDS 2.05 and a CBR of 164.12; for 1.20% there was an OHC of 16, an MDS 2.13 and a CBR of 196.35; for 1.40% there was an OHC of 17, an MDS 1.85 and a CBR of 176.74. In conclusion, with the length of 20 mm, improvements were obtained in terms of its resistance.

Como bases teóricas en relación a las variables tenemos las siguientes, la caña de azúcar oriunda de la India, la trajeron al Perú los españoles. Fue uno de los insumos más importantes que se exportaron anteriormente al año 1990, considerando 117 mil hectáreas. Actualmente expresa el 3.6 % de VBP. Es cosechada en 3 regiones, la Costa encuentra plantaciones superiores, por condiciones óptima del clima, permitiendo cosechar en el transcurso del año. Como industria azucarera el Perú es un Boom, corresponde a fabricación de 90,000 ha., debido a esto las azucareras agroindustriales son esenciales.

La composición química de la caña de azúcar muestra un elevado contenido de azúcares solubles (sacarosa, y azúcares de origen estructural insolubles, como la celulosa, hemicelulosa y lignina).

La estructura química del bagazo de caña de azúcar, es el resto de los tallos de la caña posteriormente se extrae el jugo azucarado, surgiendo con un 50% de humedad del último molino y el contenido residual de sacarosa del 4 % (seca).

Es un subproducto de la Caña de Azúcar, asimismo de la miel y la cachaza, y expresa entre 23 - 27 % del total (11-13 % seca).

Según su estructura, el bagazo tiene alta heterogeneidad anatómica formado por 2 porciones bastante distinguidas, la fibra, cristalina, químicamente estable, rígida en la planta, y el parénquima amorfo y de alta absorción.

Ceniza de bagazo de caña de azúcar (CBCA) es un insumo industrial, obtiene de la fabricación de azúcar y sus componentes. Al quemar convenientemente se forma un resto mineral rico en sílice y alumina, cuyas particularidades de puzolana varían de la temperatura de combustión, oscilando entre 400 ° C – 800 ° C. Las cenizas obtenidas de las condiciones son consideradas aptas. La actividad de puzolana del componente es similar a su resistencia, mezclada con durabilidad. (Jara y Palacios, 2015, p.31)

Procedimiento industrial de lo hallado por la ceniza de bagazo por medio de la caña de azúcar (CBCA), consiste en arribar la caña de azúcar al grupo azucarero de donde se extrae el jugo que es cristalizado, disgregado del azúcar. Los tallos de la caña mediante rodillos metálicos son exprimidos. Los restos sólidos de fibra se denominan bagazos y son utilizados en la elaboración de papel y como combustible de las calderas, llegando a temperaturas de 1000°C. (Jara y Palacios, 2015, p.31). La ceniza conseguida de las calderas, conforma un resto que se conserva y que luego emplea como abono en las zonas con caña de azúcar. (Jara y Palacios, 2015, p.31).

La subrasante representa el suelo fundido (sin vegetación y terreno natural compactado) sobre el que descansa toda la estructura. Este material puede ser granular o el producto de carpetas granulares confirmadas, pavimentadas u otras, selección o cribado, corte y extracción en cantera. ¹

Estabilizar la subrasante es presentar mejoras en el soporte del pavimento hasta su capa inicial para evitar los asentamientos y aumentar el soporte ante cualquier carga. Por ende, el resultado es un suelo firme y estable que puede soportar el impacto del tráfico y las condiciones climáticas más duras. ²

Las propiedades físicas y mecánicas del terreno se determinan a partir de los ensayos para la estabilidad de la subrasante de la investigación son aquellos que nos brindarán datos y resultados confiables, dichos ensayos serán los siguientes: Análisis granulométrico para tener en cuenta la clasificación del suelo que se está estudiando, límites de Atterberg (líquido y plástico) obteniendo

así su IP, grado de compactación asimismo se podrá obtener el porcentaje de humedad en relación con la densidad máxima y la resistencia del suelo CBR.

La granulometría de las partículas permite comprender el rango de tamaño de las partículas trituradas para obtener agregado grueso y/o agregado fino, y determinar si cumplen con las especificaciones de tamaño requeridas según pruebas estandarizadas. ³

Es un ensayo para obtener y clasificar la granulometría del terreno. ⁴

¹ (CEDEÑO; AVILA, 2013 pág. 30)

² (NUÑEZ, 2011 pág. 17)

³ (CONSENTINO, y otros, 2011)

⁴ (MTC, 2016 pág. 47)

Tabla 1: Tamices

| TAMICES | ABERTURA (mm) |
|---------|---------------|
| 3" | 75,000 |
| 2" | 50,800 |
| 1 ½" | 38,100 |
| 1" | 25,400 |
| ¾" | 19,000 |
| ⅜" | 9,500 |
| Nº 4 | 4,760 |
| Nº 10 | 2,000 |
| Nº 20 | 0,840 |
| Nº 40 | 0,425 |
| Nº 60 | 0,260 |
| Nº 140 | 0,106 |
| Nº 200 | 0,075 |

Fuente: MTC E107-2016

La clasificación de AASHTO se basa en norma ASTM D2487 y se divide en 7 grupos principales: A-1 a A-7. Los terrenos de los grupos A-1, A-2 y A-3 son elementos granulares, donde el 35% o menos partículas pasantes por tamiz No. 200 y más del 35% del suelo pasan por tamiz No. 200. Se clasificará en el grupo AA, formando así A-5, A-6 y A-7. Compuesto principalmente de limo y materiales arcillosos.⁵

Tabla 2: Sistema de Clasificación del suelo según AASHTO

| Clasificación General | Suelos Granulares (≤ 35% pasa 0,08 mm) | | | | | | Suelos Finos (> 35% Bajo 0,08 mm) | | | | |
|-----------------------|--|------|------------|------------------------------------|-------|--------|--------------------------------------|----------------|------|-------------------|---------|
| | A-1 | | A-3 | A-2 | | | | A-4 | A-5 | A-6 | A-7 |
| Sub-Grupo | A-1a | A-1b | | A-2-4 | A-2-5 | A-2-6* | A-2-7* | | | | A-7-5** |
| | | | | | | | | | | | A-7-6** |
| 2 mm | ≤ 50 | | | | | | | | | | |
| 0,5 mm | ≤ 30 | ≤ 50 | ≥ 51 | | | | | | | | |
| 0,08 mm | ≤ 15 | ≤ 25 | ≤ 10 | ≤ 35 | | | | 36 | | | |
| W _L | | | | ≤ 40 | ≥ 41 | ≤ 40 | ≥ 41 | ≤ 40 | ≥ 41 | ≤ 40 | ≥ 41 |
| IP | ≤ 6 | | NP | ≤ 10 | ≤ 10 | ≥ 11 | ≥ 11 | ≤ 10 | ≤ 10 | ≥ 11 | ≥ 11 |
| Descripción | Gravas y Arenas | | Arena Fina | Gravas y Arenas Limosas Arcillosas | | | | Suelos Limosos | | Suelos Arcillosos | |
| | ** A-7-5: IP ≤ (W _L - 30) | | | | | | ** A-7-6: IP > (W _L - 30) | | | | |
| | Si el suelo es NP → IG = 0; Si IG < 0 → IG = 0 | | | | | | | | | | |

Fuente: Manual de ensayos de materiales EM-2016

El Sistema Unificado de Clasificación de Suelos está basado en la identificación de los tipos de suelo la cual está en función de las cualidades estructurales y de plasticidad agrupándolos según el comportamiento como material de construcción

⁵ (MTC, 2016 pág. 47)

de la ingeniería. La clasificación indica el porcentaje de grava, arena y partículas finas, una parte de las cuales pasa por tamiz 200 (grava, grava, arena y partículas finas) de la misma manera en la curva granulométrica, y finalmente presenta propiedades de IP y compresibilidad está realizada bajo la norma NTP 339.134.1999.⁶

Tabla 3: *Correlación de tipos de suelos AASHTO-SUCS*

| Clasificación de Suelos AASHTO AASHTO M-145 | Clasificación de Suelos SUCS ASTM -D-2487 |
|--|--|
| A-1-a | GW, GP, GM, SW, SP, SM |
| A-1-b | GM, GP, SM, SP |
| A-2 | GM, GC, SM, SC |
| A-3 | SP |
| A-4 | CL, ML |
| A-5 | ML, MH, CH |
| A-6 | CL, CH |
| A-7 | OH, MH, CH |

Fuente: Manual de suelos y pavimentos MTC -2014

Los límites de Atterberg se pueden encontrar en NTP 339.129.1999, que llevará a cabo la determinación de LL según "MTC E 110" y LP según "MTC E 111", el índice de plasticidad está vinculada con la propiedad del suelo como la compresibilidad, el grado de permeabilidad, compacidad, contracción-expansión y resistencia al corte".⁷ Estos límites muestran la forma de interacción con el porcentaje de humedad encontrada ya que establecen la cohesión del terreno.⁸ El límite líquido (ASTM D 4318) se utiliza según normas ASTM D-4318 y MTC E 110. Incluye la obtención máxima de la humedad sin cambiar de un estado plástico a un estado líquido. La prueba se realiza utilizando la tecnología Copa de Casagrande, donde la muestra se mezcla con agua a través de tamiz No. 40 y se coloca en un contenedor de bronce (tipo cuchara), y golpeando 25 veces para rotar una manivela fijada en el base, y la copa cae al fondo. La altura del asiento es de 1 cm, luego se corta una pequeña parte del suelo y luego se aplica los golpes correspondientes hasta llegar a un límite de ranura cerrada posterior a ellos

⁶ (MTC, 2016)

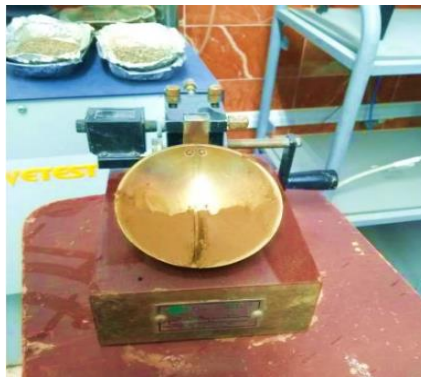
⁷ (MTC, 2016 pág. 67)

⁸ (MTC, 2014 pág. 33)

obtener el porcentaje de humedad. Dicha acción es repetitiva en 4 oportunidades obteniendo la curva de relación entre la humedad y la cantidad de golpes.⁹

La fórmula que se emplea para el cálculo es la siguiente $LL = W^n \left(\frac{N}{25}\right)^{0.121}$ o la otra fórmula $LL = kW^n$ donde N es el número de golpes que se requerirá para poder juntar la ranura del porcentaje de humedad, Wn es el contenido de humedad y K es el valor que pertenece según del número de golpes.

Figura 1: Ensayo de limite liquido en cazuela



Fuente: García Diego, Romero Aldayr, 2019)

El límite plástico (ASTM D 4318) se utiliza según las normas ASTM D-4318 y MTC E 111; contenido mínimo húmedo. Esta prueba mezcla una parte de la tierra y agua, se da forma a la masa con los dedos alcanzando los 3 mm cilíndricos. Luego rompe masa y se vuelve a efectuar el mismo procedimiento logrando una nueva forma cilíndrica de 3 mm. adquirido. Esta acción continuará hasta que no alcance la forma cilíndrica de la masa del tamaño requerido. Luego calcule la cantidad húmeda perteneciente al límite plástico.¹⁰

Según MTC E 111- 2014 a fórmula que se emplea para calcular el límite plástico

es

$$LP = \frac{\text{Peso del agua}}{\text{peso del suelo secado al horno}} \times 100.$$

El índice de plasticidad es la diferencia de los resultados del límite líquido (LL) y el plástico (LP). En caso de no determinar la plasticidad según MTC E 111 el

⁹ (DIAZ, 2014 pág. 42)

¹⁰ (DIAZ, 2014 pág. 28)

índice de plastificación se abreviará como NP (no plastificado). Teniendo como formula $IP = LL - LP$

Tabla 4: Clasificación de suelo según índice de plasticidad

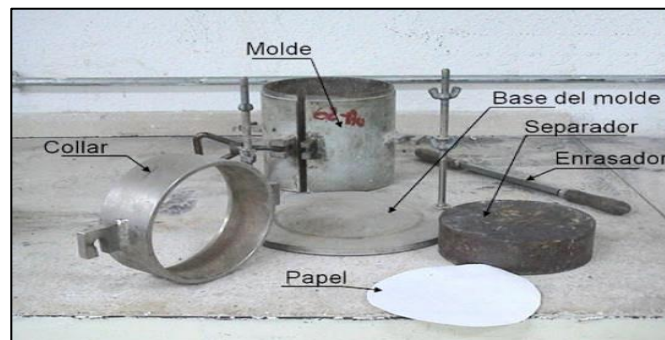
| Índice de Plasticidad | Plasticidad | Característica |
|--------------------------|------------------|------------------------------------|
| $IP > 20$ | Alta | suelos muy arcillosos |
| $IP \leq 20$ $IP > 7$ | Media | suelos arcillosos |
| $IP < 7$ | Baja | suelos poco arcillosos plasticidad |
| $IP = 0$ | No Plástico (NP) | suelos exentos de arcilla |

Fuente: Manual de suelos y pavimentos 2014

El Proctor modificado se basa en las normas NTP 339.141.1999, ASTM D1557. La prueba se efectuará en laboratorio respetando el MTC E-115 para hallar los datos relacionados al óptimo contenido húmedo OCH vs PESO UNITARIO de la muestra o curva compacta.¹¹

El ensayo establece el peso seco determinado asimismo el óptimo contenido húmedo; emplearemos moldes de 943.3 cm³ compactos a 5 distintas capas a 25 golpes cada una; con pisón de 4.54kg y una caída con altura de 45cm, el pisón no presenta deslizamientos laterales.¹²

Figura 2: Equipo de compactación de Proctor modificado



Fuente: Ensayos de ingeniería civil

El CBR (California Bearing ratio), para ejecutar la prueba se basa en normas NTP 339.145.1999, ASTM D1883 respetando el proceso MTC E-132. Es una prueba que se ejecuta después de catalogar el terreno por medio del método AASHTO y

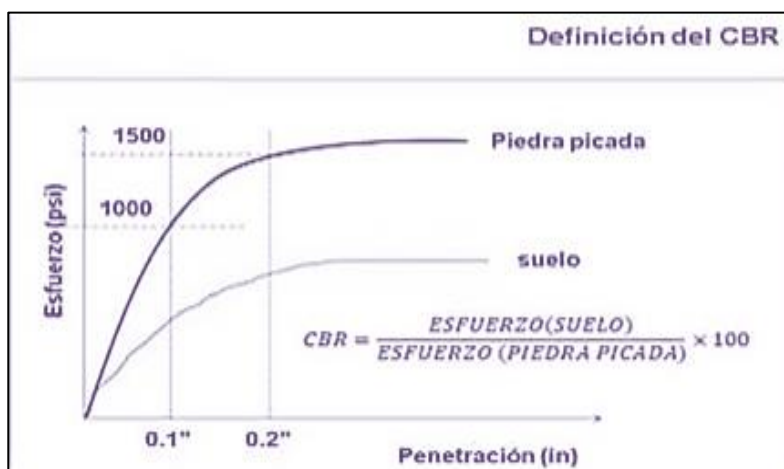
¹¹ (RIVERA, y otros, 2021 pág. 38)

¹² (BONILLA, 2009 pág. 3)

SUCS que determinará la resistencia del terreno en base al 95% de MDS y a 2.54 mm de penetración de carga.¹³

El ensayo es común en pavimentos flexibles, en laboratorios o lugares de campo, simulando situaciones poco favorables en terrenos saturados. La muestra es sumergida en líquidos por 4 días y se sobrecarga su superficie. El CBR calcula la resistencia al corte (penetración) y / o la rigidez del terreno.¹⁴

Figura 3: Definición grafica de CBR



Fuente: Instituto Nacional de Vías. 2007

¹³ (MTC, 2014 pág. 37)

¹⁴ (REYES, y otros, 2015 pág. 42)

III.- METODOLOGÍA

3.1 Tipo y Diseño de investigación

Es de tipo aplicada y tiene como propósito la práctica en el sentido de resolver problemas que se encuentran en el campo del conocimiento. Se relaciona con la aparición de necesidades o problemas específicos y el deseo de los investigadores de dar soluciones a estos”¹⁵, ya que surge de los precedentes y conocimientos con ello proponemos buscar posibles soluciones al problema.

El diseño es cuasi experimental ya que define al diseño experimental como una situación de control donde las variables dependientes son alteradas deliberadamente, para estudiar el impacto de tales alteraciones sobre la variable independiente.¹⁶El presente diseño manipula una de las variables en base al análisis, en esta investigación se le asigna porcentajes (0.0%, 9%, 10%, 11% y 12%) adicionando un producto a la variable independiente generando como resultado la interacción de causa-efecto en la variable dependiente(estabilización).

Es de nivel explicativo, “responde a eventos que suceden naturalmente que dicho nivel sobrepasa una descripción, en función a la variable explicar la causa y el efecto”,¹⁷ porque se describirá y detallará por medio de las resultantes obtenidas de las pruebas realizadas de manera experimental actuando como sustituto aleatorio de un químico estabilizante.

Adopta un enfoque cuantitativo, “los métodos cuantitativos están relacionados con la cantidad y utilizan principalmente la medición y el cálculo”¹⁸, ya que parte del supuesto de que los resultados obtenidos se expresarán en números, es decir, se mejorarán los indicadores correspondientes, como el índice de plasticidad, el grado de compactación y el porcentaje de resistencia.

¹⁵ (HERNANDEZ Y COL, 2006 pág. 103)

¹⁶ (SAMPIERI, 2006 pág. 157)

¹⁷ (SAMPIERI, 2006)

¹⁸ (NIÑO ROJAS , 2011 pág. 29)

3.2 Variables y operacionalización

Variable independiente: ceniza de caña de azúcar

Definición conceptual: La Ceniza de bagazo de caña de azúcar (CBCA) considerado un insumo industrial, que es un procedimiento de fabricación de azúcar y sus componentes.¹⁹ Sus características físicas y mecánicas de ceniza son excelentes para emplearlo en la construcción.²⁰

Definición operacional: Las dosificaciones a adicionar de ceniza de caña de azúcar 0.0%, 9%, 10%, 11% y 12% respecto al volumen del espécimen de la muestra con el objetivo de determinar los resultados de su interacción con las propiedades del suelo.

Variable Dependiente: subrasante

Definición conceptual: Según la norma CE.010, la subrasante es el nivel inferior paralelo al nivel la rasante. La subrasante es el suelo de fundación en donde descansa toda la estructura del pavimento. ²¹

Definición operacional: Las propiedades de la subrasante en su estado natural y mejorado serán determinadas mediante ensayos de laboratorio según corresponda con sus indicadores.

Dimensión: Plasticidad, compactación y resistencia

3.3 Población, Muestra y Muestreo

La población, conformada por el total de elementos en estudio²², se tiene como la población la subrasante de 5 km de carretera.

La muestra, es una extracción de la población para conocer las resultantes y poder plasmar en una estadística²³. Está conformada por las calicatas extraídas de la subrasante la cual está en base al tipo de via según su IMDA, de acuerdo al manual se suelos de pavimentos del MTC.

¹⁹ (MUÑOZ; CUELLAR, 2009)

²⁰ (GERRITSEN; ORTIZ Y GONZALES, 2009)

²¹ (CEDEÑO; AVILA, 2013 pág. 30)

²² (NIÑO ROJAS , 2011 pág. 56)

²³ (TAMAYO Y TAMAYO, MARIO, 1997 pág. 38)

El muestreo es un proceso para determinar el comportamiento de la muestra²⁴. El muestreo es no probabilístico porque el investigador determina la muestra, es decir, no se elige accidentalmente. Se seleccionará el área o parte más crítica (desfavorable) para obtener muestras.

3.4 Técnicas e instrumento de recolección de datos.

Son diferentes métodos de recopilar datos²⁵. La observación directa como que incluye registros sistemáticos, efectivos y confiables de comportamiento o comportamiento público.²⁶ La técnica utilizada en esta encuesta es la observación directa, que es un acercamiento más real y cercano a la verdad. Se considera que las herramientas de recopilación de datos respaldan la tecnología para lograr su propósito²⁷.

Es por ello que el instrumento que se utilizará será para determinar las pruebas, fichas, ensayos.

La validez se relaciona según el rango en que el instrumento de medición pretende medir la variable²⁸, la presente investigación será validada por tres especialistas del campo de la ingeniería civil, los cuales validaran los instrumentos y ensayos que se realicen dicha validez contara con la firma de cada experto para brindar una mayor veracidad y consistencia al instrumento el cual se puede visualizar en el anexo 4.

La confiabilidad se refiere al rango del uso consecutivo proporcionando resultados consistentes²⁹. La investigación representará la confiabilidad de los instrumentos y/o equipos calibrados cuyo certificado tendrá vigencia durante la práctica de los ensayos a fin de que se garantice los resultados tratando de obtener la máxima precisión.

²⁴ (ARIAS FIDIAS, 2006 pág. 83)

²⁵ (ARIAS FIDIAS, 2006 pág. 53)

²⁶ (HERNANDEZ, FERNANDEZ Y BAPTISTA, 2006 pág. 53)

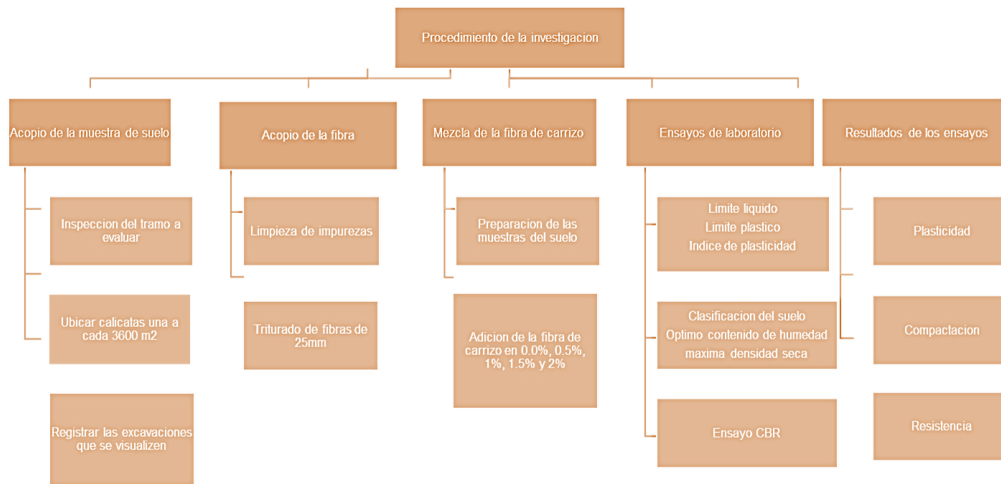
²⁷ (BAENA PAZ GUILLERMINA, 2017 pág. 83)

²⁸ (HERNANDEZ, FERNANDEZ Y BAPTISTA, 2006 pág. 233)

²⁹ (HERNANDEZ, FERNANDEZ Y BAPTISTA, 2006)

3.5 Procedimiento

Figura 4: Procedimiento



Fuente: Elaboración propia

Paso 1: Llevaremos a cabo una intervención del sector a analizar posicionando las calicatas a 1.50 de hondura y de tramo similar a 1.00 m de cada 100 m para separar las muestras en base a la norma del MTC.

La zona evaluada para optimizar el terreno es la carretera Aymas baja-Quisapata perteneciente a la región de Apurímac, la cual consta de 5 kilómetros de distancia.

Paso 2: Se fabrica los registros de las excavaciones, apuntando lo observado de cada uno, tomando las particularidades existentes en el terreno considerando la textura, humedad y color.

Paso 3: Se realizará el acopio de la ceniza de caña de azúcar, la limpieza de impurezas como restos de arena u otros.

Paso 4: Llevaremos las muestras a un laboratorio reconocido en donde debe cumplir con las especificaciones y estándares de calidad del análisis posterior, tanto la ceniza de caña de azúcar como el suelo a analizar.

Paso 5: Pasamos a llevar la ceniza de caña de azúcar al laboratorio para determinar por medio de un ensayo la composición física y química, la calcinación pertinente del material en horno de laboratorio a la temperatura de 400 a 600°C por 2 horas para la mezcla del elemento de la subrasante en las proporciones de 0.0%, 9%, 10%, 11%, y 12%, medidos con una balanza debidamente calibrada.

Paso 6: Se realizarán los ensayos según norma MTC.

Paso 7: Se efectuará la prueba Proctor (MTC E 115) donde establecerá la MDS y OCH y finalmente el CBR (MTC E 132) donde hallará la proporción de resistividad de índice del terreno.

3.6 Método de análisis de datos

Los datos deben ser procesados de manera clara, precisa, comprensible y efectiva para explicar la realidad de la investigación a fin de obtener resultados suficientes y suficientes.³⁰ El método de análisis se trabajará con la muestra del terreno y combinará la proporción del nuevo producto para obtener diferentes resultados. Se basa en el mismo principio, por lo que es también lo que puede pasar los métodos estadísticos se utilizan para verificar. Para ello, el análisis de la información analizará mediante la tecnología del IBM SPSS Statistics 21.

3.7 Aspectos éticos

El aspecto será basado en la transparencia, veracidad, el compromiso y la responsabilidad claramente respetando los antecedentes, cumpliendo con las normativas NTP, ASTM y la CE 0.10 con el motivo de conocer los resultados durante la realización de los ensayos .Por otro lado se cumplirá las normas internacionales ISO, la informaciones como tesis, artículos científicos, revistas, etc., serán citadas como corresponde según la norma internacional ISO en donde toda la investigación realizada será comparado con la herramienta web Turnitin.

³⁰ (BAENA PAZ GUILLERMINA, 2017)

IV. RESULTADOS

Ubicación Geográfica

Nombre del proyecto:

El actual estudio se titula “Incorporación de cenizas caña de azúcar en la subrasante de la carretera Aymas baja- Quisapata, Apurímac-2022”.

Ubicación de la Zona de estudio:

Establece la incidencia de la incorporación de cenizas de caña de azúcar en 9%, 10%, 11%, y 12%, en la optimización del suelo arcilloso para usarlo como subrasante en carretera Aymas baja - Quisapata.

El objetivo de la presente tesis es evaluar de qué manera influye la incorporación de cenizas de caña de azúcar en las propiedades físico mecánicas de la subrasante en la carretera Aymas baja- Quisapata, Apurimac-2022

El área analizada del actual estudio, se ubica en:

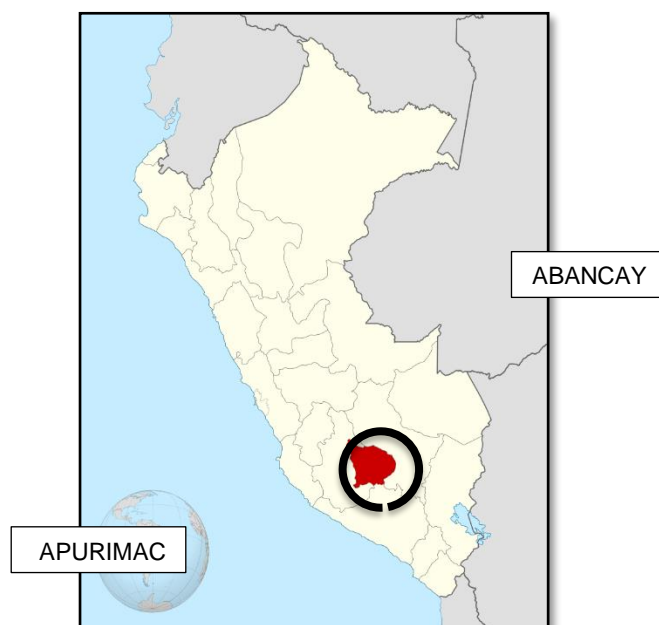
| | | |
|-------------------|---|------------|
| Región | : | Apurímac. |
| Departamento | : | Apurímac. |
| Provincia | : | Abancay. |
| Región Geográfica | : | Sierra. |
| Distrito | : | Abancay. |
| Centro Poblado | : | Quisapata. |

Este centro poblado de Quisapata pertenece al distrito de Abancay, su provincia es Abancay y se encuentra dentro del departamento de Apurímac.

Según datos estadísticos este lugar tiene aproximadamente 74 Viviendas la mayoría de personas se dedica a la agricultura y ganadería transportando semanalmente productos para las ferias de la provincia de Abancay. Está ubicada en las siguientes coordenadas: latitud 13° 40' 46.3" S y longitud 72° 52' 14.1" W.

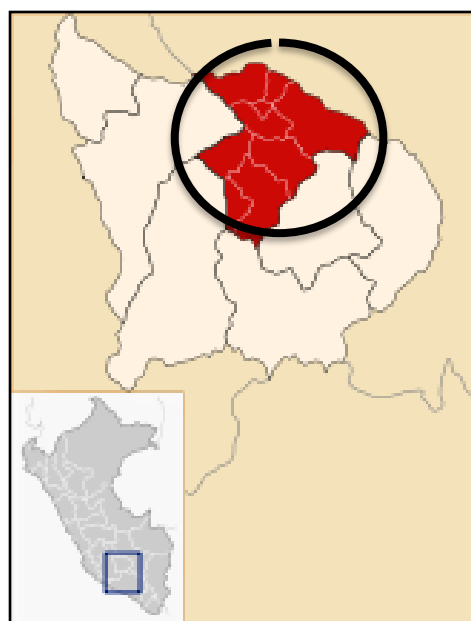
Localización geográfica del Proyecto

Figura 5. Ubicación del departamento de Apurímac en el mapa del Perú



Fuente:Elaboración propia

Figura 6. Ubicación del distrito de Abancay en el mapa del departamento de Apurímac



Fuente:Elaboración propia

Accesibilidad a la Zona de Estudio:

Para alcanzar el centro poblado de Quisapata saliendo de la ciudad de Abancay iniciamos el recorrido por el centro poblado de Aymas Baja, el cual tenemos como referencia nuestro punto de inicio, comenzando por la zona de análisis de la tesis, seguidamente llegaremos a un desvío que dirige a Atumpata y a Quisapata, se tomara el desvío a Quisapata, pasaremos por el Centro poblado de Condado, continuamos con el camino y llegaremos a nuestro punto de destino que es el centro poblado de Quisapata.

Trabajo de Campo

Ubicación de las calicatas

Efectuaron 05 calicatas, 01 calicata por km de carretera que abarca el estudio de la tesis, cada calicata tiene un código para identificar cada una, C-1, C-2, C-3, C-4 y C-5.

Figura 7. Calicatas en situ C-1, C-2, C-3, C-4 y C-5.





CALICATA C-2



C-2 PROGRESIVA 1+500 KM



CALICATA C-3



C-3 PROGRESIVA 2+800 KM



CALICATA C-4



C-4 PROGRESIVA 3+300 KM



CALICATA C-5

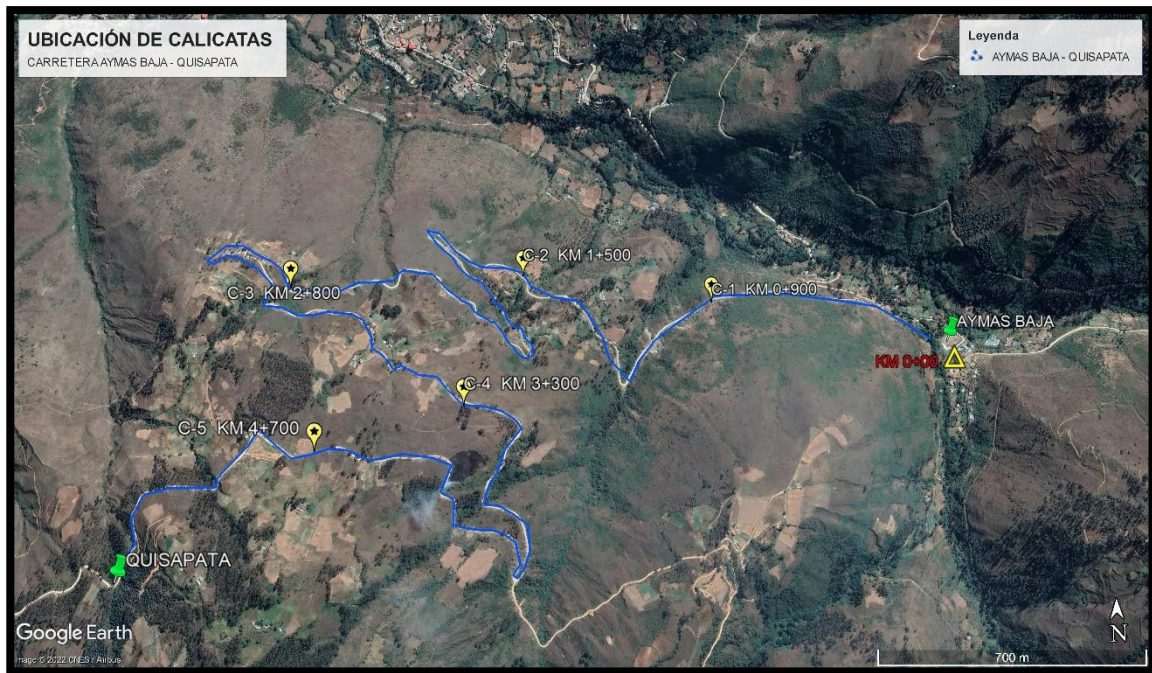


C-5 PROGRESIVA 4+700 KM



Cada calicata fue hecha a cada 1 km. seguidas según el manual de carreteras y pavimentos del MTC, la calicata C-1 está localizada en progresiva 0+900, la calicata C-2 en 1+500, la calicata C-3 en 2+800, la calicata C-4 en 3+300 y la calicata C-5 en 4+700, desarrollándose en base a los procedimientos, normativas y reglamentos asociados al ensayo de materiales, de manera que se efectúen las pruebas objetivamente.

Figura 08. Ubicación de las calicatas C-1, C-2, C-3, C-4 y C-5



Fuente: Elaboración propia.

Se realizó la prueba de granulometría por tamizado, límites de consistencia (Atterberg) y Contenido húmedo y encontró similitud en los tipos de suelos (como informa los resultados de laboratorio) y se determinó utilizar las calicatas C-2 y C-5, por tener similares propiedades que las otras tres.

Tabla 05: Ubicación y descripción técnica de las calicatas

| Calicata | Progresiva | Profundidad | Lado | Sistema | Coordenada ESTE | Coordenada NORTE |
|----------|------------|-------------|---------|---------|-----------------|------------------|
| C-1 | 0+900 | 1.5 m | Derecho | UTM 84 | 731656 | 8490104 |
| C-2 | 1+500 | 1.5 m | Derecho | UTM 84 | 731113 | 8490195 |
| C-3 | 2+800 | 1.5 m | Derecho | UTM 84 | 730488 | 8490178 |
| C-4 | 3+300 | 1.5 m | Derecho | UTM 84 | 730954 | 8489844 |
| C-5 | 4+700 | 1.5 m | Derecho | UTM 84 | 730584 | 8489750 |

Fuente: Elaboración propia.

Trabajo de laboratorio

Los resultados se consiguieron por la extracción de suelo natural en la carretera Aymas-baja, Quisapata en la cual se adicionó el 9%, 10%, 11% y 12% de cenizas de caña de azúcar con 25 mm de longitud, para lograr las metas propuestas, respetando la norma ASTM y MTC del manual de ensayos de materiales. Desarrollaron las pruebas para C-1, C-2, C-3, C-4 y C-5 de suelo natural, no obstante, para los resultados con la incorporación de cenizas caña de azúcar se agregó únicamente para la calicata C-2 y C-5 dado que las propiedades físicas son similares.

Objetivo específico 1: Determinar cómo influye la adición de cenizas de caña de azúcar en las propiedades físicas de la sub rasante en carretera Aymas-Quisapata, Apurimac-2022

Expuso la granulometría, contenido húmedo y clasificación SUCS y AASTHO para 5 calicatas; posteriormente los límites de consistencia del suelo oriundo como los porcentajes de cenizas de caña de azúcar.

Análisis granulométrico por tamizado

El análisis granulométrico efectuó por medio de tamices con la norma ASTM D-422, MTC E 107, NTP 339.128, resultando las características físicas del terreno oriundo, disgregando y catalogando de acuerdo al tamaño, en esta prueba utilizaron mallas de diversas medidas.

Tabla 06: Granulometría de muestra de suelo de C-1, C-2, C-3, C-4 y C-5

| MALLA ASTM | ABERTURA (mm) | % QUE PASA | | | | |
|------------|------------------|------------|--------|--------|--------|--------|
| | | C-1 | C-2 | C-3 | C-4 | C-5 |
| 2" | 50.600 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 |
| 1 1/2" | 38.100 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 |
| 1" | 25.400 | 97.49 | 97.17 | 97.56 | 100.00 | 100.00 |
| 3/4" | 19.050 | 95.50 | 97.17 | 95.22 | 95.47 | 97.61 |
| 1/2" | 12.700 | 93.39 | 95.49 | 92.69 | 92.44 | 94.43 |
| 3/8" | 9.525 | 83.07 | 92.87 | 88.99 | 88.98 | 90.32 |
| 1/4" | 6.350 | 78.31 | 87.53 | 83.24 | 85.33 | 80.24 |
| N° 4 | 4.760 | 71.56 | 82.60 | 73.29 | 76.44 | 74.01 |
| N° 10 | 2.000 | 58.86 | 67.51 | 63.74 | 65.69 | 64.19 |

| | | | | | | |
|---------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| N° 20 | 0.840 | 49.07 | 56.29 | 56.43 | 59.02 | 55.57 |
| N° 40 | 0.420 | 41.93 | 51.26 | 49.90 | 52.00 | 49.07 |
| N° 50 | 0.300 | 38.36 | 49.27 | 45.52 | 43.91 | 46.42 |
| N° 100 | 0.149 | 33.20 | 45.39 | 39.18 | 37.60 | 41.51 |
| N° 200 | 0.074 | 27.25 | 41.61 | 31.58 | 30.67 | 36.74 |

Fuente: Elaboración propia

Tabla 07: Composición granulométrica de muestra de suelo de C-1, C-2, C-3, C-4 y C-5

| Calicata | % Grava | % Arena | % Finos |
|-----------------|----------------|----------------|----------------|
| C-1 | 28.44 | 44.31 | 27.25 |
| C-2 | 17.40 | 40.99 | 41.61 |
| C-3 | 26.71 | 41.72 | 31.58 |
| C-4 | 23.56 | 45.78 | 30.67 |
| C-5 | 25.99 | 37.27 | 36.74 |

Fuente: Elaboración propia

Interpretación:

Según la tabla 07 señala la porción absoluta de muestra C-1, C-2, C-3, C-4 y C-5, son las arenas que simbolizan el 44.31%, 40.99%, 41.72%, 45.78%, 37.27%, respectivamente. Con respecto a los finos se encuentran en un 27.25%, 41.61%, 31.58%, 30.67% y 36.74% respectivamente. Las gravas se muestran en un 28.44%, 17.40%, 26.71%, 23.56% y 25.99% correspondientemente. Al añadir la parte constituyente compuesta de partículas gruesas (gravas+ arenas) representan un valor: 72.75%, 58.39%, 68.43%, 69.34%, 63.26%, respectivamente, particularidad del suelo granular.

Contenido de humedad

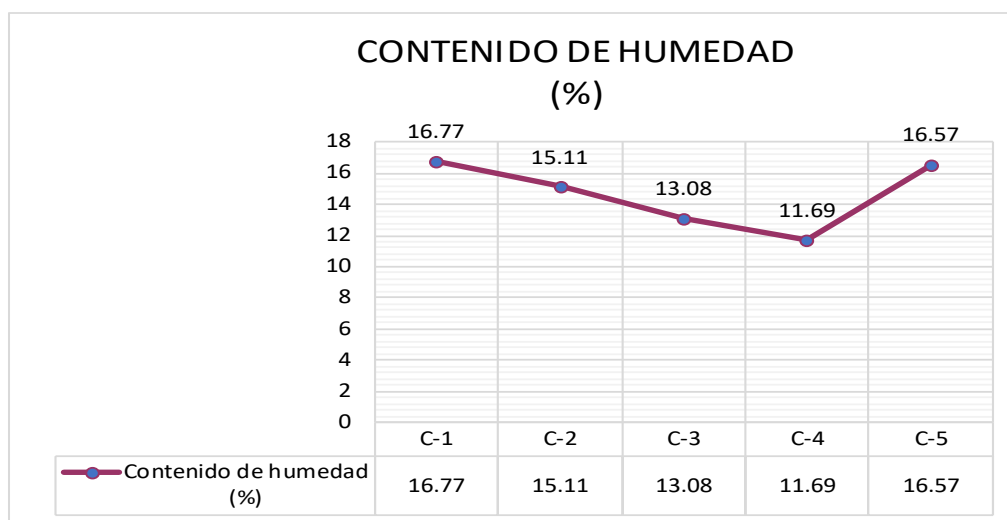
Respecto al porcentaje húmedo natural de lo extraído de calicatas C-1, C-2, C-3, C-4 y C-5 en la carretera Abancay-Huayllabamba- Apurímac obtienen los resultados:

Tabla 08: Contenido de humedad de suelo natural de C-1, C-2, C-3, C-4 y C-5

| Descripción | Resultados de Calicatas | | | | |
|--------------------------|--------------------------------|------------|------------|------------|------------|
| | C-1 | C-2 | C-3 | C-4 | C-5 |
| Contenido de humedad (%) | 16.77 | 15.11 | 13.08 | 11.69 | 16.57 |

Fuente: Elaboración propia

Figura 09: Curva de contenido de humedad C-1, C-2, C-3, C-4 y C-5



Fuente: Elaboración propia

Interpretación: En la tabla 08 y figura 09 detalla el contenido de humedad natural de muestras C-1, C-2, C-3, C-4 y C-5 fueron: 16.77%, 15.11, 13.08%, 11.69% y 16.57% respectivamente.

El contenido húmedo obtenido de ensayos resulta una referencia para registrar si es inferior o superior al óptimo contenido compactado, por esta razón los resultados hallados cambian respecto al estudio realizado, es relevante añadir que el contenido de humedad más elevado corresponde a la muestra C-1.

Clasificación de suelo SUCS Y AASTHO

Tabla 09: Clasificación de suelos según SUCS y AASTHO de las 5 calicatas

| Calicata | C-1 | C-2 | C-3 | C-4 | C-5 |
|----------------------|----------|---------|----------|----------|--------|
| Profundidad (m) | 1.50 | 1.50 | 1.50 | 1.50 | 1.50 |
| Muestra | M-1 | M-2 | M-3 | M-4 | M-5 |
| Grava (%) | 28.44 | 17.40 | 26.71 | 23.56 | 25.99 |
| Arena (%) | 44.31 | 40.99 | 41.72 | 45.78 | 37.27 |
| Finos (%) | 27.25 | 41.61 | 31.58 | 30.67 | 36.74 |
| Clasificación SUCS | SC | SC | SC | SC | SC |
| Clasificación AASTHO | A-2-6(0) | A-6-(4) | A-2-6(1) | A-2-4(0) | A-4(0) |

Fuente: Elaboración propia

Interpretación: En la tabla 09, expresa la clasificación de suelos por SUCS y AASHTO en C-1, C-2, C-3, C-4 y C-5 con un suelo: SC y A-2-6(0), SC y A-6(4), SC y A-2-6(1), SC y A-2-4(0); SC y A-4(0); respectivamente. No muestran coeficientes (CC.=0, Cu=0), para 05 calicatas.

Los ensayos realizados a calicatas C-2 y C-5 añadiendo cenizas de caña de azúcar los porcentajes de 9%, 10%, 11% y 12%.

Límites de consistencia

En las pruebas de laboratorio se recolectó los datos, estableciendo el límite líquido, plástico e índice de plasticidad de terreno adquirió lo siguiente:

Figura 10: Límite Líquido C-2 y C-5



Fuente: Elaboración propia

Tabla 10: Límites de consistencia C-2 y C-5 de suelo natural con adición al 9%, 10%, 11% y 12% de CCA

| Mezclas | LL (%) | LP (%) | IP (%) |
|--------------------------|--------------|--------------|--------------|
| Suelo natural C-2 | 29.50 | 11.22 | 18.27 |
| C-2 + 9% de CCA | 24.46 | 10.00 | 14.46 |
| C-2 + 10% de CCA | 24.38 | 9.01 | 15.36 |
| C-2 + 11% de CCA | 21.31 | 8.95 | 12.36 |
| C-2 + 12% de CCA | 20.88 | 9.86 | 11.02 |
| Suelo natural C-5 | 28.71 | 18.85 | 9.87 |
| C-5 + 9% de CCA | 23.78 | 17.42 | 6.36 |
| C-5 + 10% de CCA | 22.51 | 16.47 | 6.05 |
| C-5 + 11% de CCA | 20.65 | 16.83 | 3.82 |
| C-5 + 12% de CCA | 18.28 | 15.68 | 2.60 |

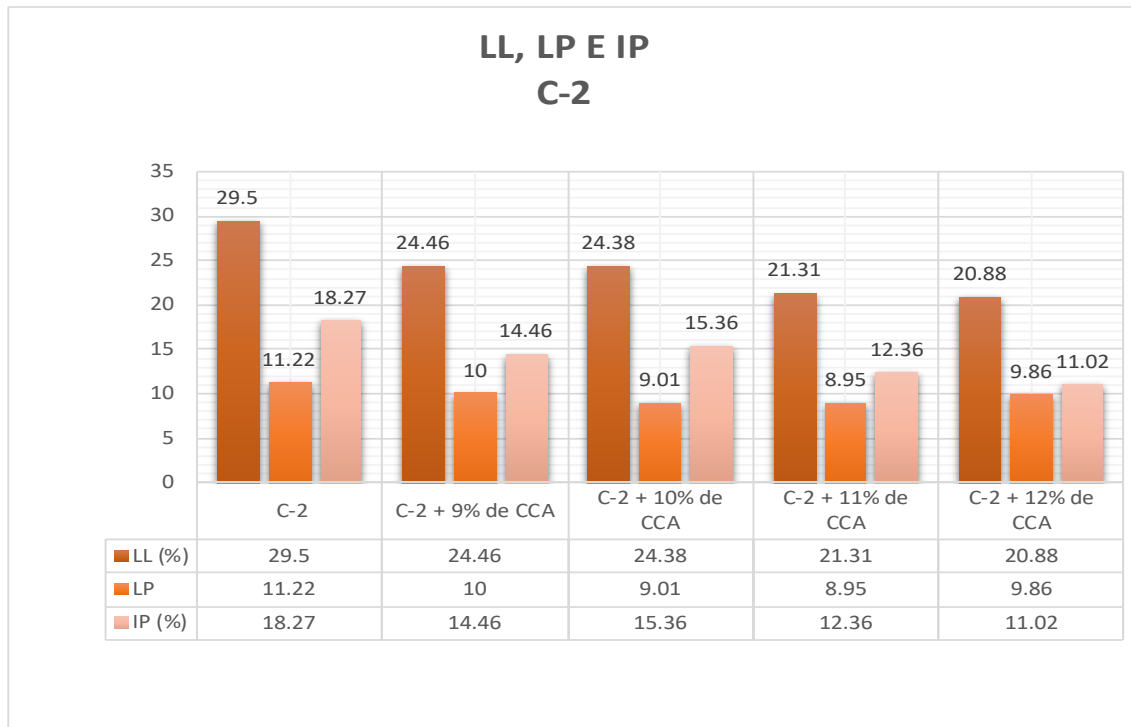
Fuente: Elaboración propia

Figura 11: Límite Plástico C-2 y C-5



Fuente: Elaboración propia

Figura 12: LL, LP e IP de C-2 al suelo natural y con adición al 9%, 10%, 11% y 12% de CCA

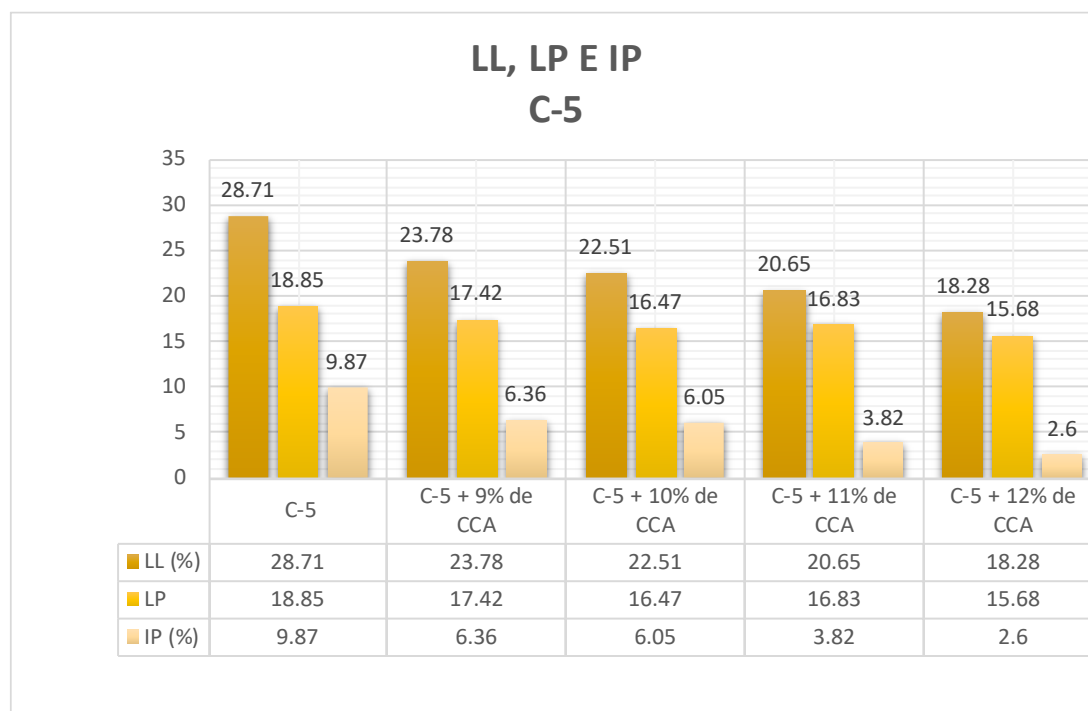


Fuente: Elaboración propia

Interpretación: En la figura 12, relata los resultados del límite de consistencia de calicata C-2, del suelo patrón y adicionando CCA: el patrón tuvo LL de 29.50%, LP de 11.22% e IP de 18.27%; con 9% de CCA: LL: 24.46%, LP: 10.00

% e IP 14.46%; para 10% de CCA: LL 24.38 %, LP 9.01 % e IP 15.36 %; para 11% de CCA: LL 21.31 %, LP 8.95 % e IP 12.36 %; y para 12% de CCA: LL 20.88 %, LP 9.86 % e IP 11.02%, el IP disminuyó en: 20.85%, 15.93%, 32.35% y 39.68%, respectivamente.

Figura 13: LL, LP e IP de C-5 al suelo natural y con adición al 9%, 10%, 11% y 12% de CCA



Fuente: Elaboración propia

Interpretación: En la figura 13, se relata los resultados del límite de consistencia de calicata C-5, del patrón y con CCA: la muestra patrón presentó LL 28.71 %, LP 18.85% e IP 9.87%; para 9% de CCA: LL 23.78 %, LP 17.42 % e IP 6.36 %; para 10% de CCA: LL 22.51 %, LP 16.47 % e IP 6.05%, para 11% de CCA: LL 20.65 %, LP 16.83 % e IP 3.82 %; y para 12% de CCA: LL 18.28%, LP 15.68 % e IP 2.6 %, el IP disminuyó en: 35.56% 38.70%, 61.30% y 73.66%.

Objetivo específico 2: Determinar cómo influye la adición de cenizas de caña de azúcar en las propiedades mecánicas de la sub rasante en la carretera Aymas-baja, Quisapata, Apurímac-2022

Proctor modificado

Esta investigación tuvo el método "C" de referencia, determinando el contenido húmedo respecto a densidad seca logrando curva compacta. Resaltan que para adquirir contenido húmedo óptimo y densidad seca máxima del terreno con las cenizas de caña de azúcar agregadas se debe identificar el peso específico de la muestra del terreno oriundo con que se mezclará, luego añadir las cenizas de caña de azúcar al 9%, 10%, 11% y 12%

Figura 14: Proctor Modificado

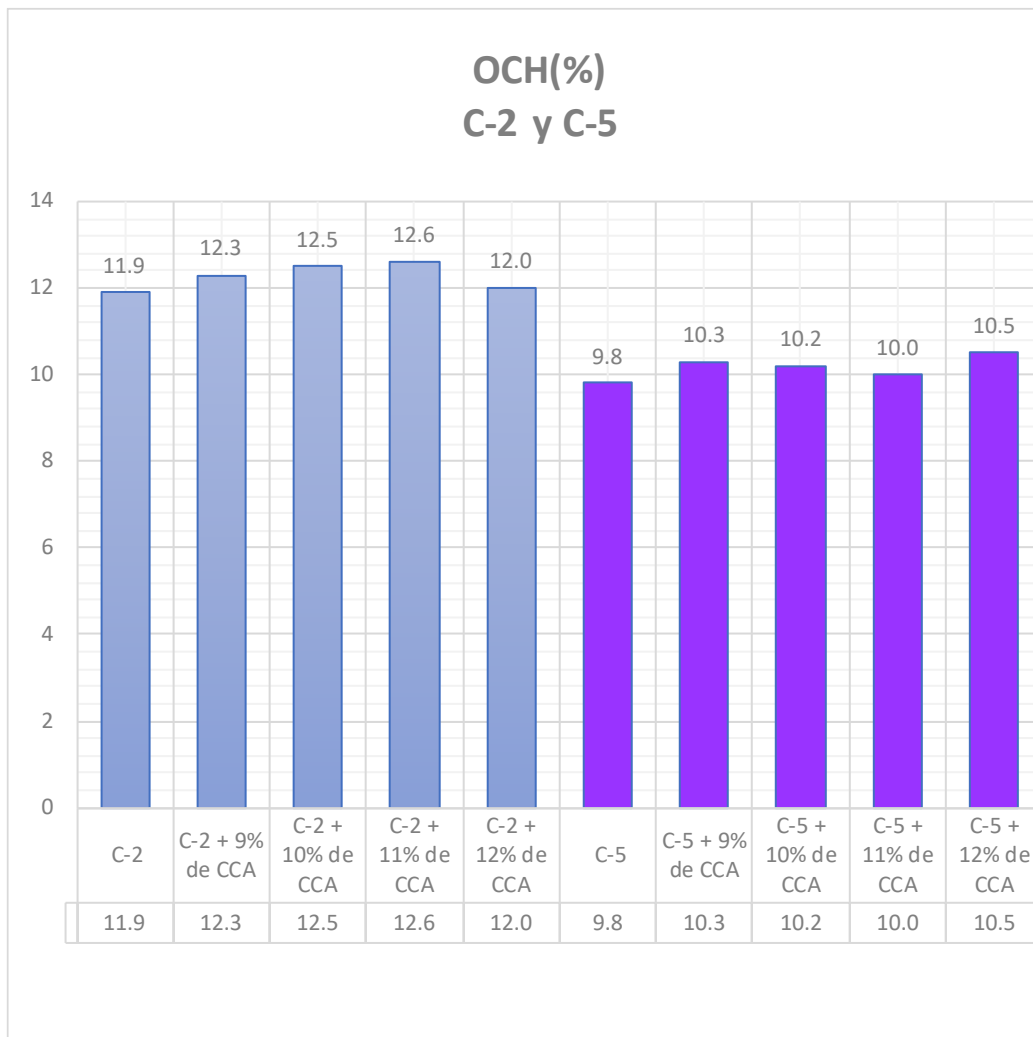


Fuente: Elaboración propia

Tabla 11: OCH y MDS de C-2 y C-5 de suelo natural y con adición del 9%, 10%, 11% y 12% de CCA

| Muestra | Identificación | OCH (%) | MDS (gr/cm ³) |
|---------|-------------------|---------|---------------------------|
| C-2 | Suelo natural C-2 | 11.9 | 1.88 |
| C-2 | C-2 + 9% de CCA | 12.3 | 1.92 |
| C-2 | C-2 + 10% de CCA | 12.5 | 1.94 |
| C-2 | C-2 + 11% de CCA | 12.6 | 1.97 |
| C-2 | C-2 + 12% de CCA | 12.0 | 1.98 |
| C-5 | Suelo natural C-5 | 9.8 | 1.91 |
| C-5 | C-5 + 9% de CCA | 10.3 | 1.93 |
| C-5 | C-5 + 10% de CCA | 10.2 | 1.96 |
| C-5 | C-5 + 11% de CCA | 10.0 | 1.98 |
| C-5 | C-5 + 12% de CCA | 10.5 | 2.02 |

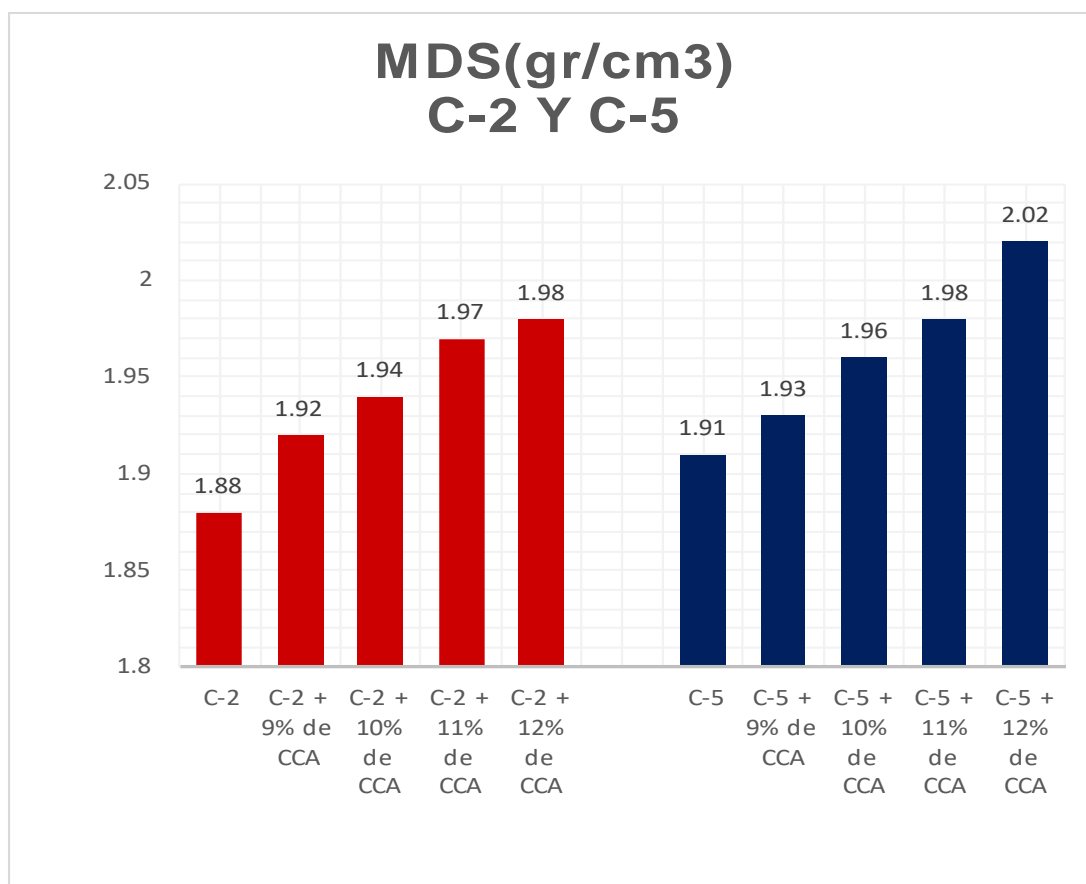
Figura 15: OCH de C-1 y C-4 de suelo natural y con adición de 9%, 10%, 11% y 12% de CCA



Fuente: Elaboración propia

Interpretación: En la figura 15 aprecia valores del OCH del patrón y adicionando CCA. Para el suelo patrón de C-2 y C-5 fue 11.9% y 9.8%, y al adicionar CCA al 9%, 10%, 11% y 12%, los resultados fueron: (12.3%, 12.5%, 12.6%, 12.0%) y (10.3%, 10.2%, 10.0%, 10.5%), el OCH incrementó en: (3.36%, 5.04%, 5.88%, 0.84%) y (5.10%, 4.08%, 2.04%, 7.14%), respectivamente

Figura 16: MDS de C-2 y C-5 de suelo natural y con adición al 9%, 10%, 11% y 12% de CCA



Fuente: Elaboración propia

Interpretación: En la figura 16 expresan los resultados de MDS adicionando CCA. Para el suelo patrón de C-2 y C-5 fue 1.88gr/cm³ y 1.91gr/cm³, y al añadir el 9%, 10%, 11% y 12% de CCA los resultados fueron: (1.92gr/cm³, 1.94gr/cm³, 1.97gr/cm³, 1.98gr/cm³) y (1.93gr/cm³, 1.96gr/cm³, 1.98gr/cm³, 2.02gr/cm³), la MDS incrementó: (2.13%, 3.19%, 4.79%, 5.32%) y (1.05%, 2.62%, 3.66%, 5.76%), respectivamente.

CBR

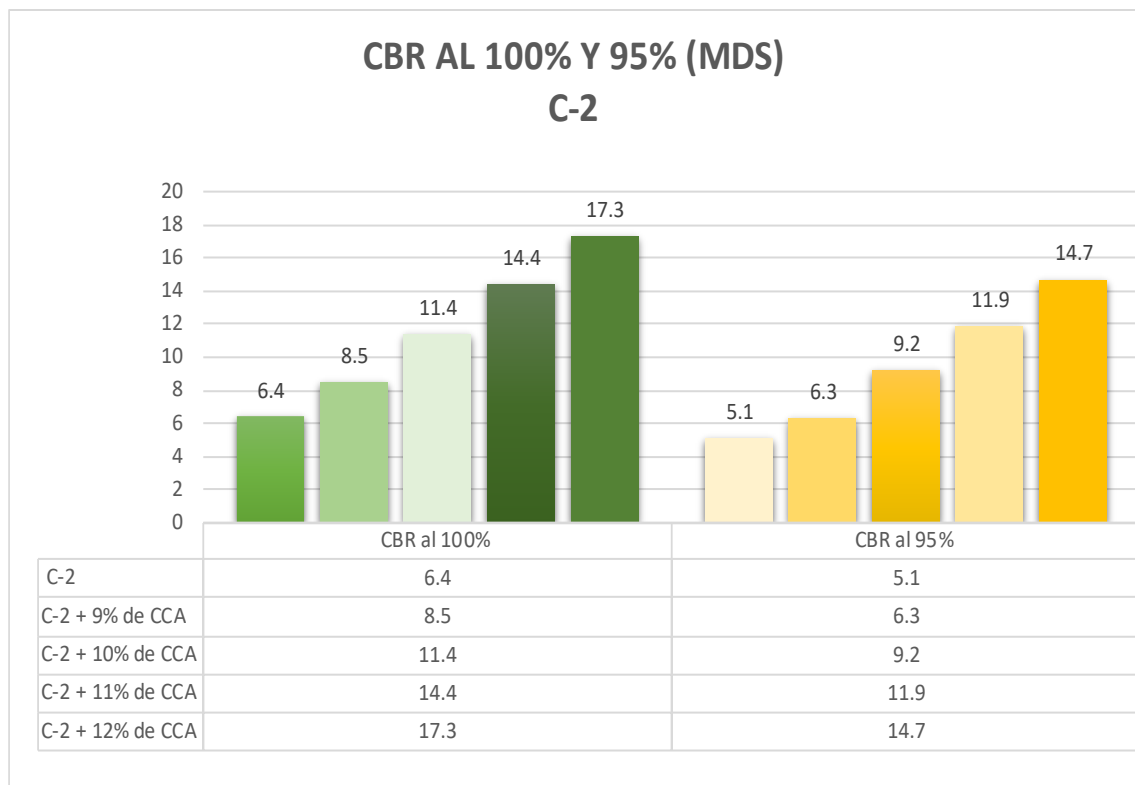
El CBR se determinó para el terreno natural y los porcentajes de ceniza de caña de azúcar al 9%, 10%, 11% y 12%, de MDS al 01" de penetración, desarrollando el contenido óptimo húmedo obtenido del Proctor modificado. La capacidad portante de las muestras se efectuó a 3 estratos sometidos a diferentes energías respecto al N° de golpes (10, 25 y 56).

Tabla 12: CBR del suelo natural de C-2 y C-5 al 100% y 95% y con adición de CCA al 9%, 10%, 11% y 12%

| Muestra | Estado de la muestra | CBR al (100% MDS) 0.1" | CBR al (95% MDS)0.1" |
|------------|--------------------------|------------------------|----------------------|
| C-2 | Suelo natural C-2 | 6.4 | 5.1 |
| C-2 | C-2 + 9% de CCA | 8.5 | 6.3 |
| C-2 | C-2 + 10% de CCA | 11.4 | 9.2 |
| C-2 | C-2 + 11% de CCA | 14.4 | 11.9 |
| C-2 | C-2 + 12% de CCA | 17.3 | 14.7 |
| C-5 | Suelo natural C-5 | 7.4 | 5.8 |
| C-5 | C-5 + 9% de CCA | 12.3 | 9.1 |
| C-5 | C-5 + 10% de CCA | 15.3 | 11.5 |
| C-5 | C-5 + 11% de CCA | 17.1 | 12.9 |
| C-5 | C-5 + 12% de CCA | 18.8 | 14.1 |

Fuente: Elaboración propia

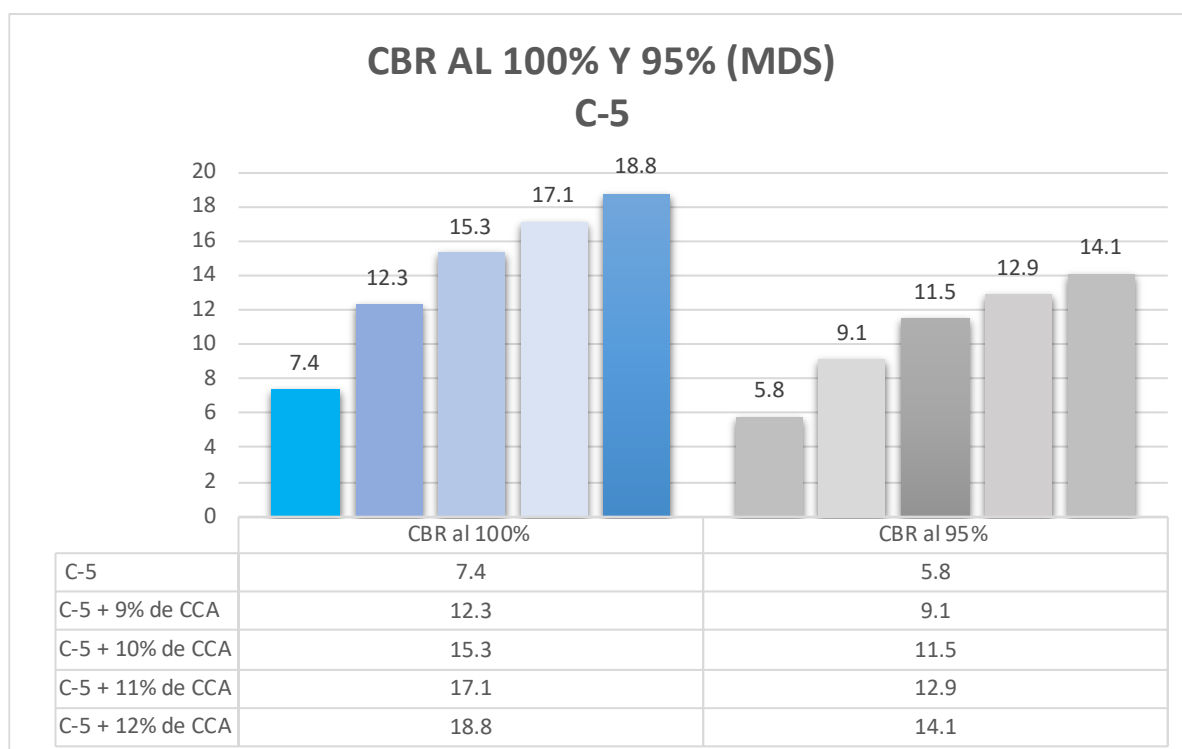
Figura 17: CBR de C-2 al 100 y al 95% de MDS del suelo natural y con adición del 9%, 10%, 11% y 12% de CCA



Fuente: Elaboración propia

Interpretación: En la figura 17, relata los valores del CBR al 95% y 100% de MDS y 01” de penetración, para el suelo patrón de C-2 fue 6.4% y 5.1%, y adicionando CCA al 9%, 10%, 11% y 12%, fueron: (8.5%, 11.4%, 14.4% y 17.3%); (6.3%, 9.2%, 11.9% y 14.7%), el CBR incrementó en: (32.81%, 78.13%, 125%, 170.31%) y (23.53%, 80.39%, 133.33%, 188.24%).

Figura 18: CBR de C-5 al 100% y 95% de MDS del suelo natural y con adición de 9%, 10%, 11% y 12% de CCA



Fuente: Elaboración propia

Interpretación: En la figura 18, relata resultados del CBR al 95% y 100% de MDS y al 01” de penetración, para el suelo patrón de C-5 fue 7.4% y 5.8%, y para la incorporación de CCA al 9%, 10%, 11% y 12% fueron: (12.3%, 15.3%, 17.1% y 18.8%) y (9.1%, 11.5%, 12.9% y 14.1%), el CBR incrementó en: (66.22%, 106.76%, 131.08%, 154.05%) y (56.90%, 98.28%, 122.41%, 143.10%).

Objetivo específico 3: Determinar cómo influye la dosificación en la adición de cenizas de caña de azúcar en las propiedades físico mecánicas de la sub rasante en carretera Aymas-baja- Quisapata Apurimac-2022

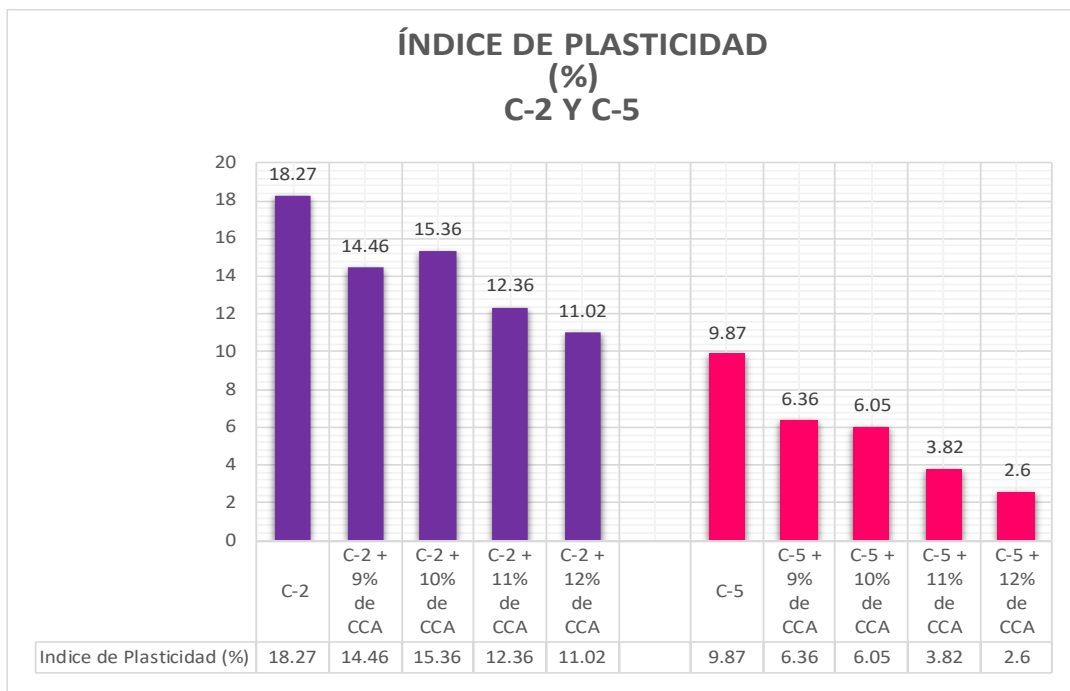
Tabla 13: Resumen de la Influencia de dosificación en las propiedades físicas y mecánicas de C-2 y C-5 del suelo natural y al adicionar el 9%, 10%, 11% y 12% de CCA

| Descripción | IP (%) | OCH (%) | MDS (gr/cm3) | CBR al 100 MDS (%) | CBR al 95 MDS (%) |
|--------------------------|--------------|-------------|--------------|--------------------|-------------------|
| Suelo natural C-2 | 18.27 | 11.9 | 1.88 | 6.4 | 5.1 |
| C-2 + 9% de CCA | 14.46 | 12.3 | 1.92 | 8.5 | 6.3 |
| C-2 + 10% de CCA | 15.36 | 12.5 | 1.94 | 11.4 | 9.2 |
| C-2 + 11% de CCA | 12.36 | 12.6 | 1.97 | 14.4 | 11.9 |
| C-2 + 12% de CCA | 11.02 | 12.0 | 1.98 | 17.3 | 14.7 |
| Suelo natural C-5 | 9.87 | 9.8 | 1.91 | 7.4 | 5.8 |
| C-5 + 9% de CCA | 6.36 | 10.3 | 1.93 | 12.3 | 9.1 |
| C-5 + 10% de CCA | 6.05 | 10.2 | 1.96 | 15.3 | 11.5 |
| C-5 + 11% de CCA | 3.82 | 10.0 | 1.98 | 17.1 | 12.9 |
| C-5 + 12% de CCA | 2.60 | 10.5 | 2.02 | 18.8 | 14.1 |

Fuente: Elaboración propia

ÍNDICE DE PLASTICIDAD

Figura 19: IP de C-2 y C-5 al suelo natural y con adición del 9%, 10%, 11% y 12% de CCA

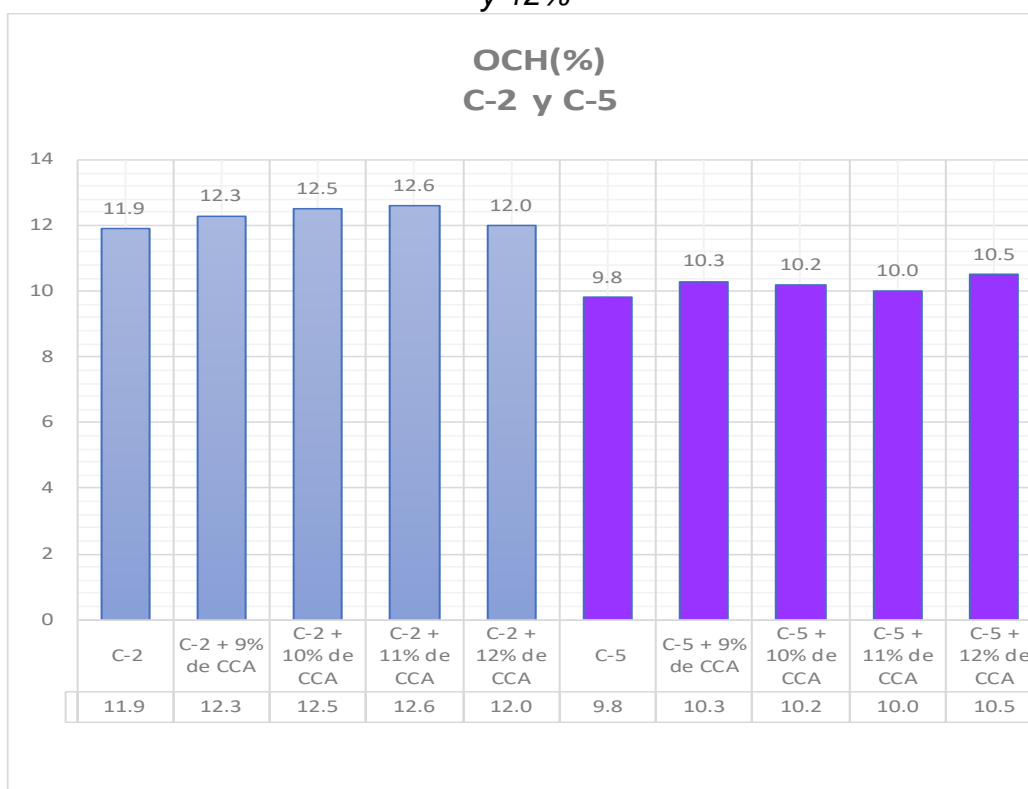


Fuente: Elaboración propia

Interpretación: En la figura 19 observamos la dosificación de la incorporación de 9%, 10%, 11% y 12% de CCA; para C-2 y C-5, el IP disminuyó en: (20.85%, 15.93%, 32.35%, 39.68%) y (35.56% 38.70%, 61.30%, 73.66%), respectivamente. En base a la tabla de clasificación de suelos del IP del MTC, se consideran como suelo de media ($7\% < IP\% < 20\%$) y menor plasticidad ($7\% > IP\%$), respectivamente.

ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD

Figura 20: OCH de C-2 y C-5 de suelo natural y con adición al 9%, 10%, 11% y 12%

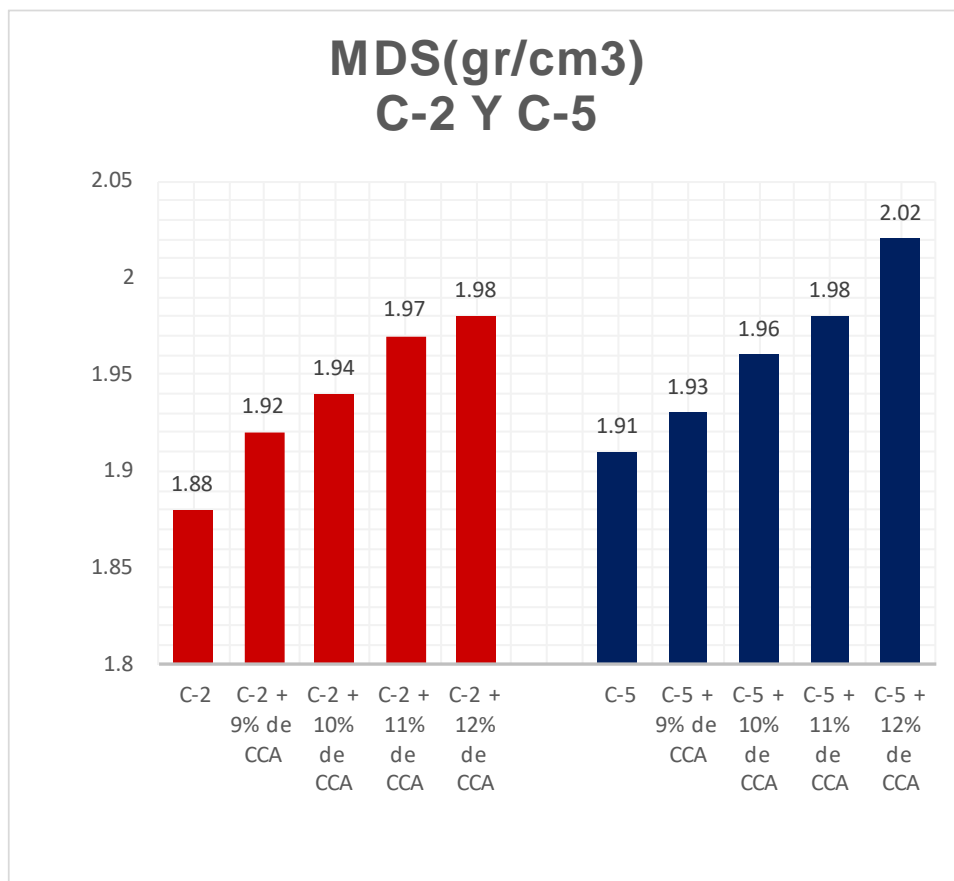


Fuente: Elaboración propia

Interpretación: En la figura 20, observamos que el porcentaje de la incorporación de 9%, 10%, 11% y 12% de CCA, para C-2 y C-5, el OCH incrementó en: (3.36%, 5.04%, 5.88%, 0.84%) y (5.10%, 4.08%, 2.04%, 7.14%), respectivamente.

MÁXIMA DENSIDAD SECA

Figura 21: MDS de C-2 y C-5 en suelo natural y con adición de 9%, 10%, 11% y 12% de CCA

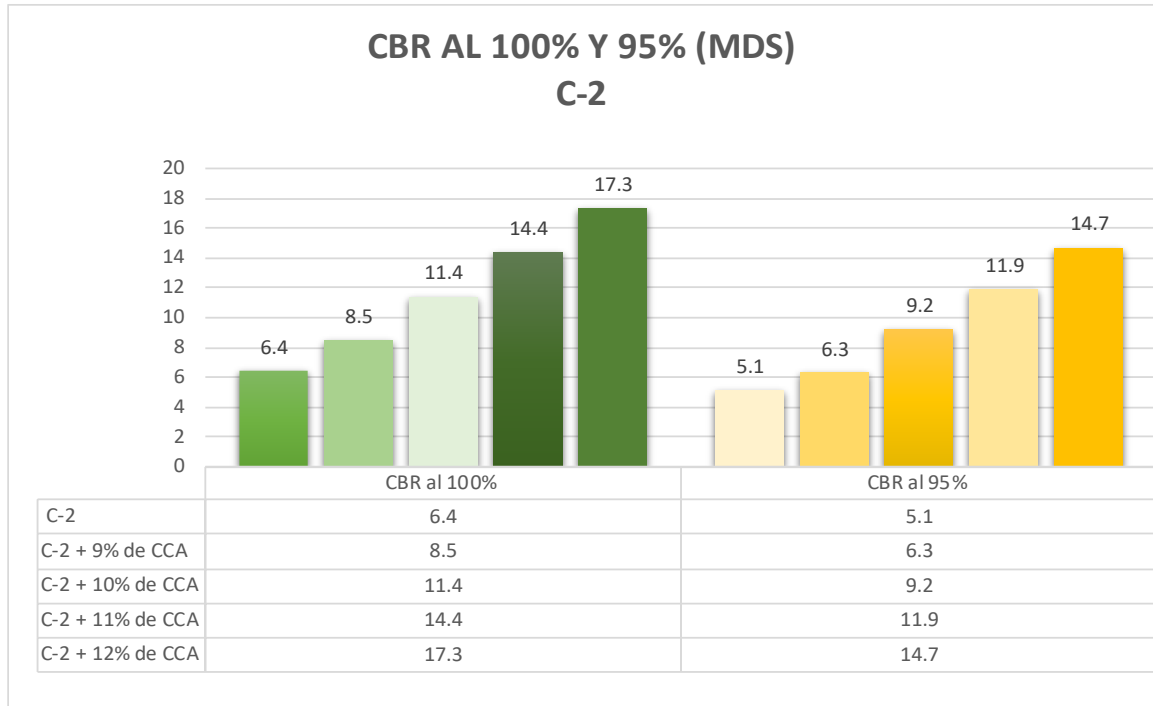


Fuente: Elaboración propia

Interpretación: En la figura 21 observamos que el porcentaje de incorporación de cenizas de caña de azúcar al 9%, 10%, 11% y 12%; para C-2 y C-5, la MDS incrementó en: (2.13%, 3.19%, 4.79%, 5.32%) y (1.05%, 2.62%, 3.66%, 5.76%), respectivamente.

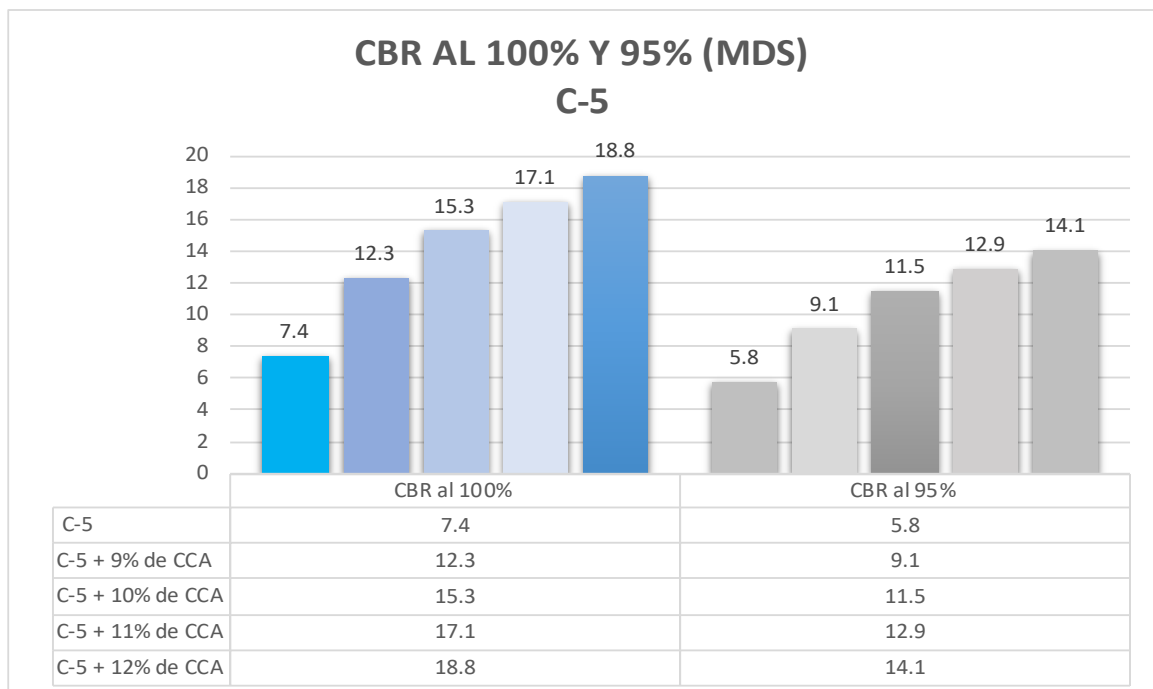
CBR

Figura 22: CBR de C-2 al 100% y 95% de MDS al suelo natural y con adición al 9%, 10%, 11% y 12% de CCA



Fuente: Elaboración propia

Figura 23: CBR de C-5 al 100% y 95% de MDS al suelo natural y con adición al 9%, 10%, 11% y 12% de CCA



Fuente: Elaboración propia

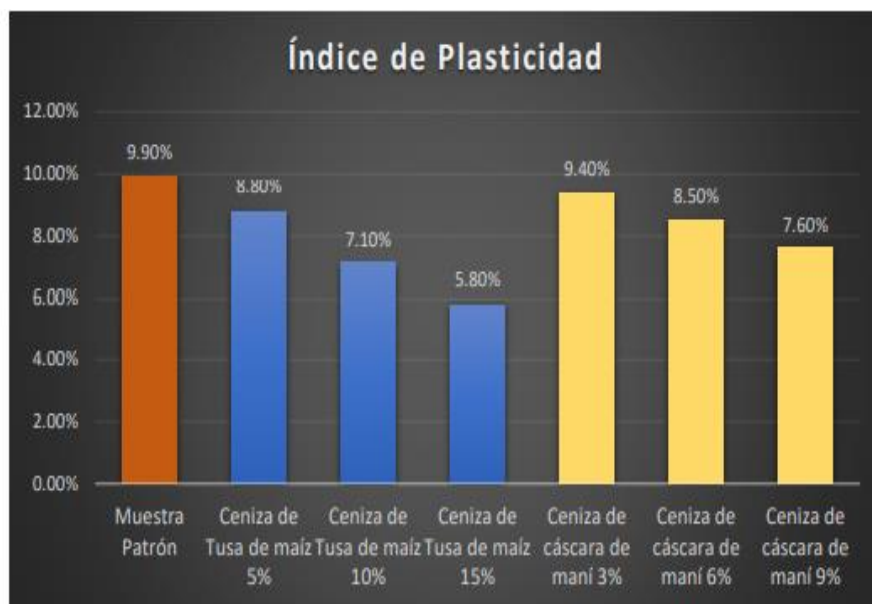
Interpretación: En la figura 22 visualizamos que el porcentaje de adición al 9%, 10%, 11% y 12% de CCA, el CBR para C-2 y C-5 al 100% y 95% de MDS incrementó en: (32.81%, 78.13%, 125%, 170.31%); (23.53%, 80.39%, 133.33%, 188.24%) y (66.22%, 106.76%, 131.08%, 154.05%); (56.90%, 98.28%, 122.41%, 143.10%), respectivamente.

Es fundamental expresar respecto al manual de suelos y pavimentos del MTC, las muestras de C-2 y C-5, clasificándolo como sub rasante regular ($6\% < \text{CBR} < 10\%$) y buena ($10\% < \text{CBR} < 20\%$).

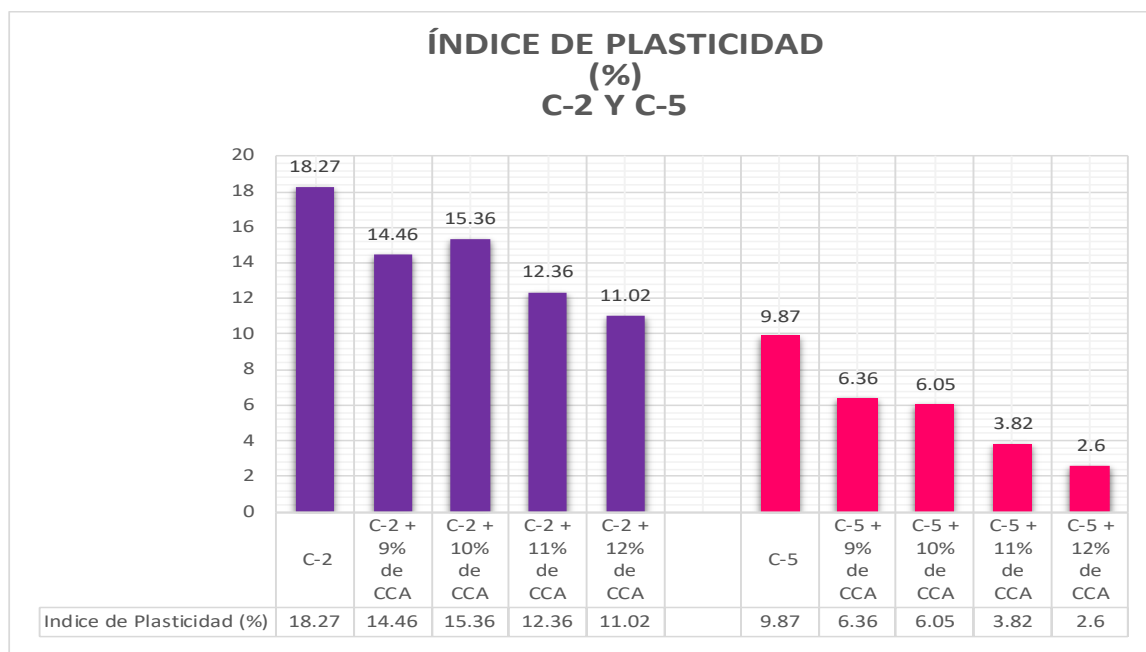
V. DISCUSIÓN

Objetivo específico 1: Determinar cómo influye la adición de cenizas de caña de azúcar en las propiedades físicas de la sub rasante en la carretera Aymas-baja-Quisapata, Apurimac-2022.

Rosales (2020), en el proyecto denominado: "Evaluación de propiedades de sub rasante a baja capacidad portante añadiendo CTM y CCM, VMT 2019", el IP del patrón fue 9.90% agregando 5%, 10% y 15% de CTM, fueron: 8.80%, 7.10% y 5.80%, el IP disminuyó en: 11.11%, 28.28% y 41.41%.



En nuestro proyecto el IP del suelo patrón C-2 y C-5 fue 18.27% y 9.87%, al añadir 9%, 10%, 11% y 12% de CCA fue: (14.46%, 15.36%, 12.36%, 11.02%) y (6.36%, 6.05%, 3.82%, 2.60%); disminuyendo el IP en: (20.85%, 15.93%, 32.35%, 39.68%) y (35.56%, 38.70%, 61.30%, 73.66%), respectivamente.



Interpretación: Para Rosales (2020), al adicionar 5%, 10% y 15% de CTM en la muestra patrón el IP redujo: 11.11%, 28.28% y 41.41%, y en la presente investigación al adicionar 9%, 10%, 11% y 12% de CCA en la muestra patrón C-02 y C-5, el IP disminuyó en: (20.85%, 15.93%, 32.35%, 39.68%) y (35.56%, 38.70%, 61.30%, 73.66%), respectivamente; existiendo una SIMILITUD con los resultados con Rosales.

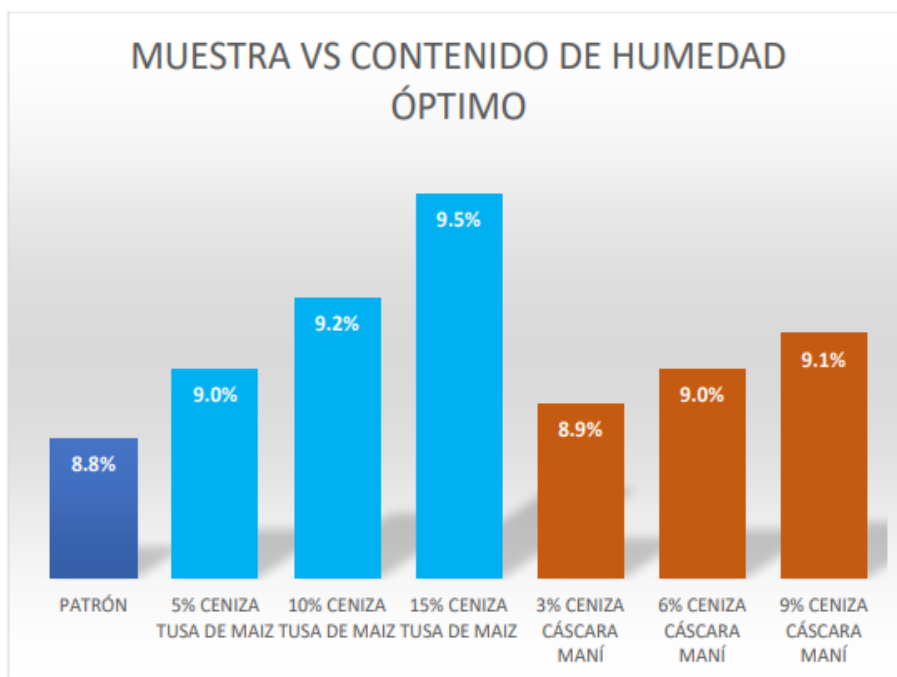
Los resultados del IP de Rosales y el actual estudio clasifica como suelo de menor ($IP < 7\%$) y media plasticidad ($7\% < IP < 20\%$); guiándose del manual y carreteras del MTC.

La metodología de límites de consistencia para hallar el IP es apto en ambos estudios, ya que determinaron valores en distintas porciones de CCA.

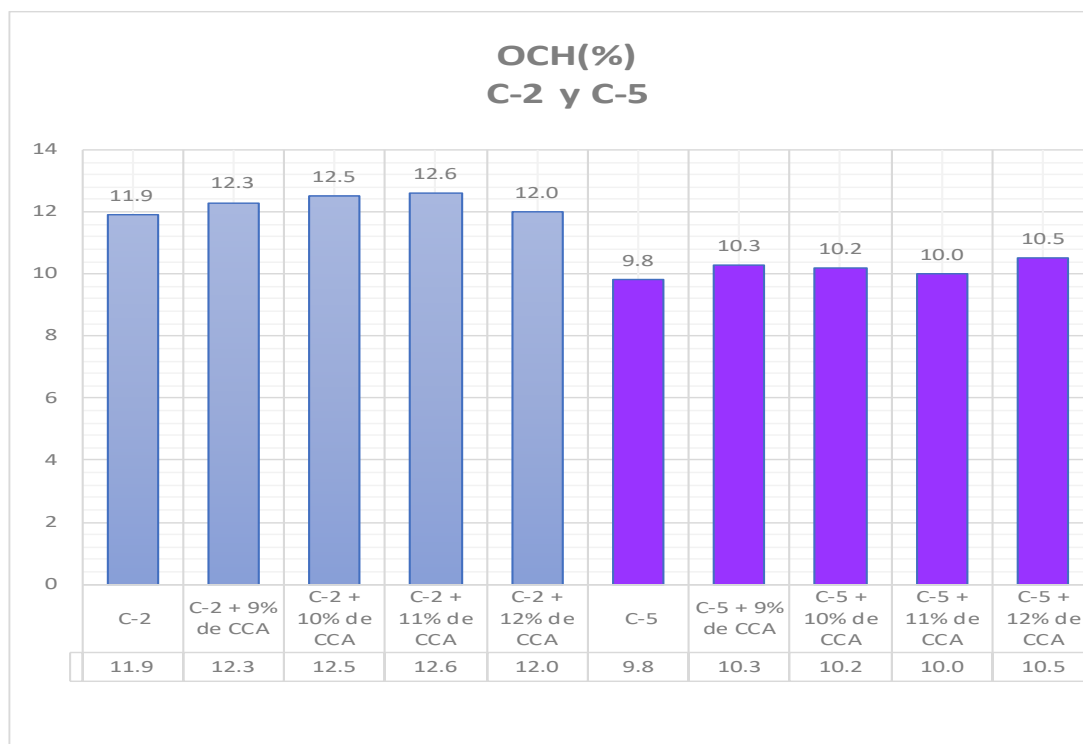
Objetivo específico 2: Determinar cómo influye la adición de cenizas de caña de azúcar en las propiedades mecánicas de la sub rasante en la carretera Aymas-baja-Quisipata, Apurimac-2022.

Óptimo contenido de humedad

Rosales (2020), el OCH del suelo patrón fue 8.8% incorporando 5%, 10% y 15% de CTM los resultados fueron: 9%, 9.2% y 9.5%, incrementó: 2.27%, 4.55% y 7.95%.



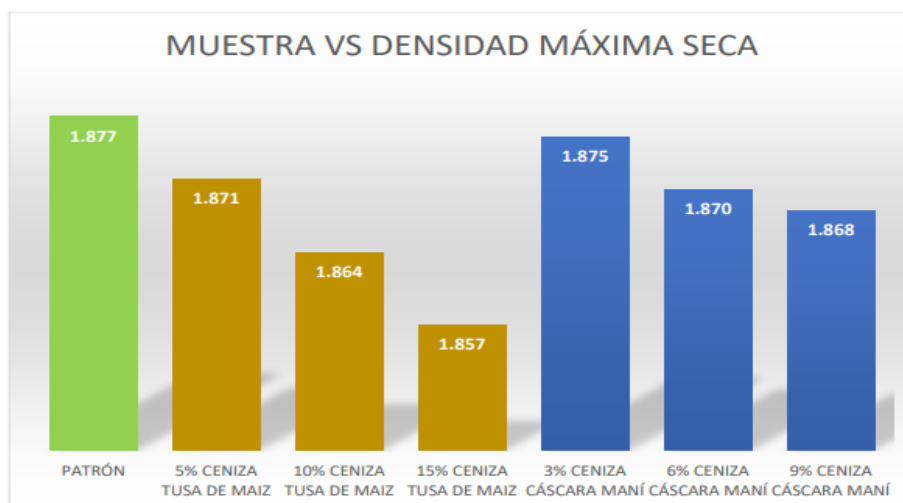
En nuestra tesis el OCH del patrón C-2 y C-5 fue 11.9% y 9.8%, y adicionando 9%, 10%, 11% y 12% de CCA los resultados fueron: (12.3%, 12.5%, 12.6%, 12.0%) y (10.3%, 10.2%, 10.0%, 10.5%); el OCH incrementó en: (3.36%, 5.04%, 5.88%, 0.84%) y (5.10%, 4.08%, 2.04%, 7.14%), respectivamente



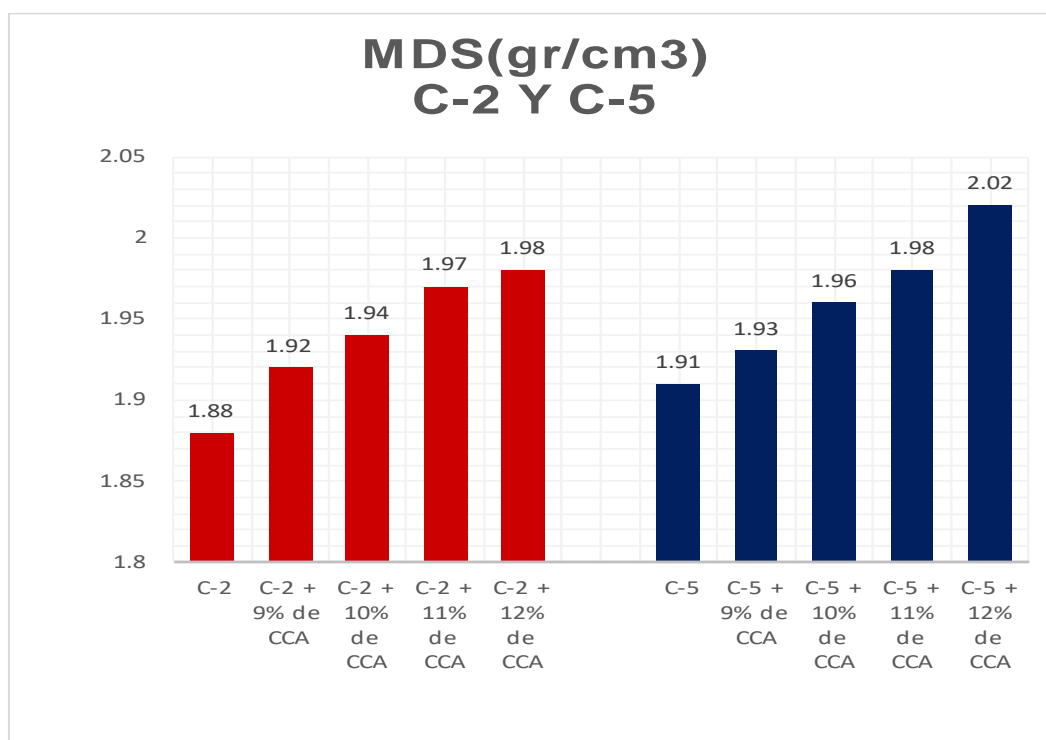
Interpretación: Para Rosales (2020), el OCH incrementó: 2.27%, 4.55% y 7.95%, y en el actual estudio el OCH para C-2 y C-5 incrementó: (3.36%, 5.04% ,5.88%, 0.84%) y (5.10%, 4.08% ,2.04%, 7.14%), respectivamente; coexistiendo una SIMILITUD según los resultados de Rosales. No es necesario que incremente el OCH al añadir CFC.

Máxima densidad seca

Rosales (2020), la MDS del patrón fue 1.877 gr/cm³ y añadiendo 5%, 10% y 15% de CTM el resultado fue 1.871gr/cm³, 1.864gr/cm³ y 1.857gr/cm³, disminuyendo: 0.32%, 0.69% y 1.07%.



En nuestro estudio la MDS del patrón C-2 y C-5 fue 1.88gr/cm³ y 1.91gr/cm³ y al añadir CCA al 9%, 10%, 11% y 12% los resultados fueron: (1.92gr/cm³, 1.94gr/cm³, 1.97gr/cm³, 1.98gr/cm³) y (1.93gr/cm³, 1.96gr/cm³, 1.98gr/cm³ y 2.02gr/cm³), e incrementó en: (2.13%, 3.19%, 4.79%, 5.32%) y (1.05%, 2.62%, 3.66%, 5.76%), respectivamente.

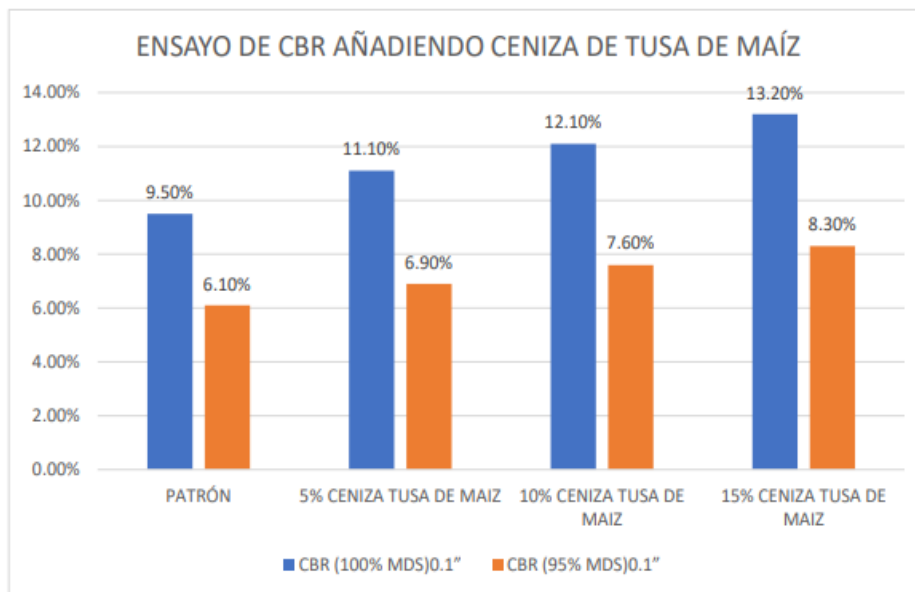


Interpretación: Para **Rosales** (2020), La MDS para la adición de CTM redujo: 0.32%, 0.69% y 1.07%, y en la actual tesis la MDS para C-2 y C-5 incrementó en: (2.13%, 3.19%, 4.79%, 5.32%) y (1.05%, 2.62%, 3.66%, 5.76%); habiendo DISCREPANCIA en base a lo obtenido por Rosales.

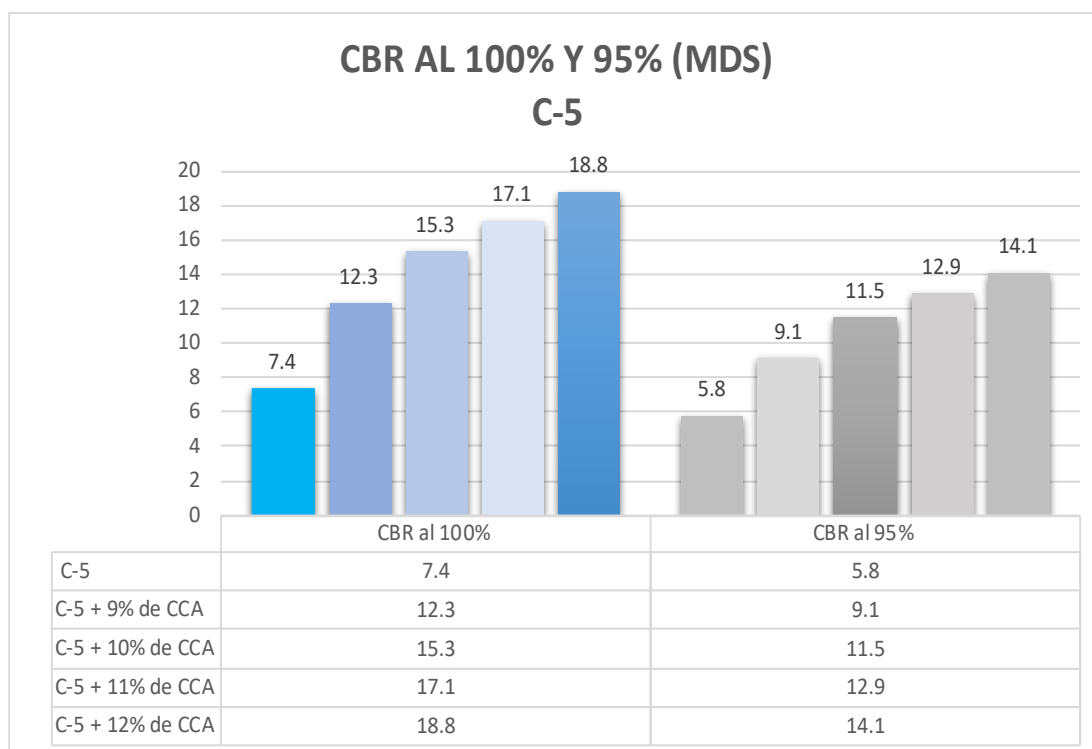
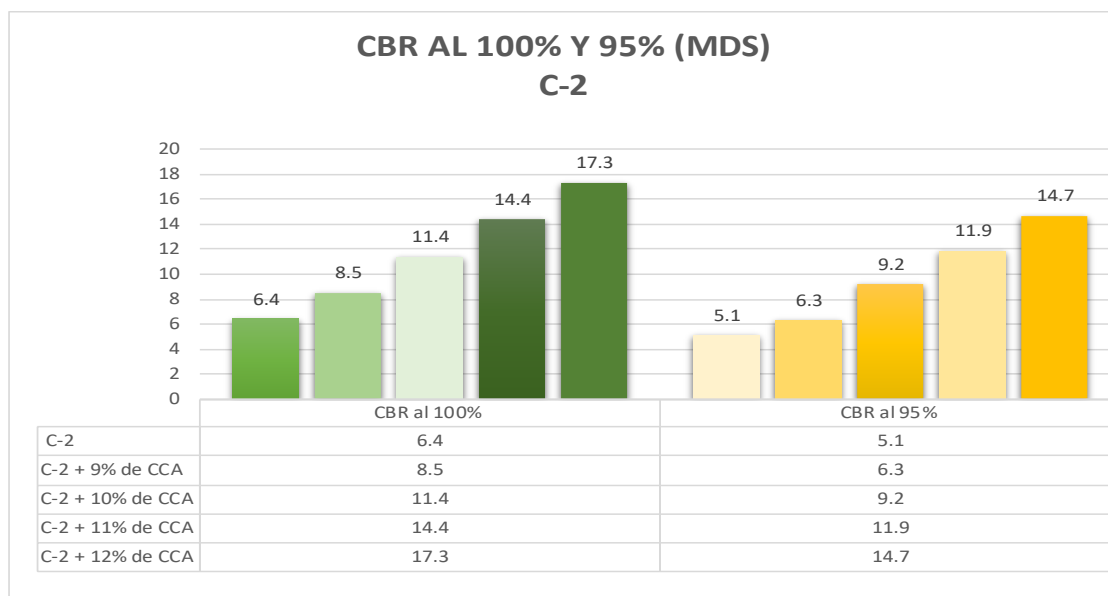
La metodología del Proctor Modificado es apta, por que determinó los valores añadiendo 9%, 10%, 11% y 12% de cenizas de caña de azúcar.

CBR

Rosales (2020), el 95% y 100% de CBR de MDS el patrón fue 9.5% y 6.10%; y agregando al CTM 5%, 10% y 15% fue: (11.10%, 12.10%, 13.20%) y (6.90%, 7.60%, 8.30%), aumentando: (16.84%, 27.37%, 38.95%) y (13.11%, 24.59%, 36.07%);



En nuestra tesis el CBR al 95% y 100% de MDS de la muestra patrón C-2 y C-5 fue (6.4%, 5.1%) y (7.4% y 5.8%), y al añadir 9%, 10%, 11% y 12% de CCA fueron: (8.5%, 11.4%, 14.4%, 17.3%); (6.3%, 9.2%, 11.9%, 14.7%) y (12.3%, 15.3%, 17.1%, 18.8%);(9.1%,11.5%,12.9%,14.1%), e incrementó en: (32.81%, 78.13%, 125%, 170.31%); (23.53%, 80.39%, 133.33%, 188.24%) y (66.22%,106.76%,131.08%,154.05%);(56.90%,98.28%,122.41%,143.10%), respectivamente



Interpretación: Para Rosales (2020), el CBR para la adición de CTM aumentó: (11.10%, 12.10%, 13.20%) y (6.90%,7.60%, 8.30%); en el actual estudio incrementó: (32.81%, 78.13%, 125%, 170.31%) ;(23.53%, 80.39%,133.33%,188.24%) y (66.22%,106.76%,131.08%,154.05%) ;(56.90%,98.28%,122.41%,143.10%), existiendo COINCIDENCIA con lo hallado de Rosales.

Los resultados de Rosales y el actual estudio cumplen con la categoría de sub rasante regular ($6\% < \text{CBR} < 10\%$) y buena ($10\% < \text{CBR} < 20\%$) según la norma MTC.

Los ensayos aplicados de CBR son aptos, porque determinaron los valores al añadir 9%, 10%, 11% y 12% de cenizas de caña de azúcar

Objetivo específico 3: Determinar cómo influye la dosificación de la adición de cenizas de caña de azúcar en las propiedades físico mecánicas de la sub rasante en la carretera Aymas-baja Quisapata, Apurímac-2022

Para Rosales (2020), para la adición de CTM se tiene: el IP redujo ventajosamente; el OCH aumentó adversamente, la MDS disminuyó desfavorablemente y el CBR incrementó a favor, optimando la resistencia del suelo.

| Descripción | IP (%) | OCH (%) | MDS (gr/cm ³) | CBR al 100 MDS (%) | CBR al 95 MDS (%) |
|-------------------------|--------|---------|---------------------------|-----------------------|----------------------|
| Patrón | 9.9 | 8.8 | 1.887 | 9.50 | 6.1 |
| C-1 + 05% de CTM | 8.8 | 9.0 | 1.871 | 11.10 | 6.9 |
| C-1 + 10% de CTM | 7.1 | 9.2 | 1.864 | 12.10 | 7.6 |
| C-1 + 15% de CTM | 5.8 | 9.5 | 1.857 | 13.20 | 8.3 |

En nuestro proyecto en la muestra C-2 y C-5, el IP redujo a favor, el OCH aumentó desventajosamente, la MDS y CBR, aumentaron beneficiosamente, optimizando lo compactando y la resistividad respectivamente.

| Descripción | IP (%) | OCH (%) | MDS (gr/cm ³) | CBR al 100 MDS (%) | CBR al 95 MDS (%) |
|--------------------------|--------------|-------------|------------------------------|-----------------------|----------------------|
| Suelo natural C-2 | 18.27 | 11.9 | 1.88 | 6.4 | 5.1 |
| C-2 + 9% de CCA | 14.46 | 12.3 | 1.92 | 8.5 | 6.3 |
| C-2 + 10% de CCA | 15.36 | 12.5 | 1.94 | 11.4 | 9.2 |
| C-2 + 11% de CCA | 12.36 | 12.6 | 1.97 | 14.4 | 11.9 |
| C-2 + 12% de CCA | 11.02 | 12.0 | 1.98 | 17.3 | 14.7 |
| Suelo natural C-5 | 9.87 | 9.8 | 1.91 | 7.4 | 5.8 |

| | | | | | |
|------------------|------|------|------|------|------|
| C-5 + 9% de CCA | 6.36 | 10.3 | 1.93 | 12.3 | 9.1 |
| C-5 + 10% de CCA | 6.05 | 10.2 | 1.96 | 15.3 | 11.5 |
| C-5 + 11% de CCA | 3.82 | 10.0 | 1.98 | 17.1 | 12.9 |
| C-5 + 12% de CCA | 2.60 | 10.5 | 2.02 | 18.8 | 14.1 |

Para Rosales y el presente estudio hay semejanza en los valores del, OCH, MDS y CBR.

Es indispensable declarar los resultados hallados al añadir 9%, 10%, 11% y 12% de cenizas de caña de azúcar, aportando a la mejoría de la sub rasante.

Las pruebas de plasticidad, compactación y resistividad son aptas, por que determinaron valores en las pruebas correspondientes.

VI. CONCLUSIONES

1. De las propiedades físicas con incremento de cenizas de caña de azúcar para la mejora de sub rasante considera:

Determinó la caracterización de elementos para el terreno de la carretera Aymas-baja- Quisapata, distrito de Abancay, clasificando como suelo de tipo arena arcillosa de mediana (C-2) y baja (C-5) plasticidad (SC), por que el índice plástico en rango de $7\% < IP < 20\%$ y $IP < 7\%$, en base a la clasificación SUCS. Y el suelo granular cuya conducta total como sub rasante es apta A-6(4) para C-2 y A-4 (0) para C-5, respecto a la clasificación AASHTO. Al añadir CCA al patrón C-2 y C-5, en dosificaciones 9%, 10%, 11% y 12%, el IP disminuyó en: (20.85%, 15.93%, 32.35%, 39.68%) y (35.56%, 38.70%, 61.30%, 73.66%), respectivamente. El porcentaje incide favorablemente en la muestra C-2 y C-5, considerando el 12% del porcentaje óptimo de CCA. De acuerdo a la tabla de clasificación de suelos del IP del MTC, considera la muestra patrón para C-2 y C-5 y la adición de CCA califican como suelo de mediana ($7\% < IP < 20\%$), y baja ($IP > 7\%$) plasticidad.

2. De las propiedades mecánicas al adicionar CCA en la muestra patrón C-2 y C-5, en dosificaciones 9%, 10%, 11% y 12% para la mejora de la sub rasante se tiene:

- El OCH aumentó: (3.36%, 5.04% ,5.88%, 0.84%) y (5.10%, 4.08% ,2.04%, 7.14%), respectivamente, la dosificación no afectó positivamente en las muestras.
- La MDS incrementó en: (2.13%, 3.19%, 4.79%, 5.32%) y (1.05%, 2.62%, 3.66%, 5.76%); resaltando si la densidad es superior resulta mayor resistencia y compactación, es decir reduce la porosidad, la dosificación afectó positivamente y mejora la compactación y resistividad del suelo de sub rasante.
- El CBR incrementó en: (32.81%, 78.13%, 125%, 170.31%) ;(23.53%, 80.39%,133.33%,188.24%) y (66.22%,106.76%,131.08%,154.05%) ;(56.90%,98.28%,122.41%,143.10%, respectivamente, afectando

positivamente en la sub rasante, respetando el manual de suelos y pavimentos MTC 2014, catalogando como regular y buena, en rango de $6\% < \% \text{CBR} < 10\%$ y $10\% < \% \text{CBR} < 20\%$, respectivamente.

VII. RECOMENDACIONES

1. Es necesario efectuar investigaciones con incorporación de fibras o cenizas naturales para aportar con nuevos aditivos y/o estabilizadores y proponer alternativas que compitan con productos industriales que se comercializan.
2. Considerar que el empleo de cenizas de caña de azúcar como alternativa de aditivo a emplearse para estabilización de suelos en la sub rasante de pavimentos.
3. Considerar para el lavado y desinfección el uso de sustancias y/o productos químicos en proporciones menores, para eliminar impurezas cuando se empleen aditivos naturales, particularmente en aquellos que están en condición de residuo, a fin de evitar que ingresen elementos extraños al suelo y no afectar las propiedades físicas y mecánicas de sub rasante.
4. En los antecedentes, se debe analizar minuciosamente los resultados de ensayos, para establecer la cantidad apta para futuros estudios de tal forma de establecer la dosificación adecuada para la adición de aditivos naturales.

REFERENCIAS

HOYLE P. y RODRIGUEZ C. (2019) “Estabilización del suelo de la trocha carrozable con fibras de raquis de Musa Paradisiaca y cenizas de hojas Eucaliptus de los caseríos Canchas a Colcap, Jimbe, Santa, Áncash – 2019”. Universidad Cesar Vallejo- Peru. Tesis para optar el título de ingeniero civil. Disponible en. <https://hdl.handle.net/20.500.12692/46335>

MALCA A. (2020) ‘Adición de la fibra stipa ichu en tapiales para mejorar su comportamiento mecánico y térmico en el distrito de Chota-2020’. Universidad Cesar Vallejo- Peru. Tesis para optar el título de ingeniero civil. Disponible en. <https://hdl.handle.net/20.500.12692/54250>

AGUIRRE G. y FUEL J., 2020. Mejoramiento de las propiedades mecánicas de suelos finos mediante la adición de residuos provenientes de fibras vegetales. Universidad Militar Nueva Granada. Tesis para optar el título de ingeniero civil. Disponible en. <http://hdl.handle.net/10654/38614>

HINOSTROZA ARONES, Marcos. Mejoramiento de la subrasante utilizando ceniza de fibra de coco en la Avenida 13 de Julio de Manchay, Pachacamac, Lima-2019. 2020.

CAMACLLANQUI CCOILLAR, Gino Josué; RIVERA CERVANTES, Jhonatan Stiven. Estabilización de la subrasante incorporando cenizas de madera y fibra de coco en la Av. Andrés Avelino Cáceres, Huancavelica-2021.

AGUIRRE FUELANTALA, Guillermo Alberto, et al. Mejoramiento de las propiedades mecánicas de los suelos finos mediante la adición de residuos sólidos provenientes de fibras vegetales. 2020.

GARCIA LIBERATO, Diego Andres; ROMERO NARANJO, Aldayr. Verificación de resistencia entre la estabilización de suelo–cemento y la estabilización con suelo–cemento y fibra de fique. 2019. Tesis de Licenciatura. Universidad de Ibagué.

ARIAS, Fidias. (2012). El proyecto de investigación, introducción a la metodología científica. Sexta edición. Caracas 137pp.

RUANO, Raúl. Metodología de la Investigación: Elaboración de diseños para contrastar hipótesis. 2.a ed. Lima: San Marcos, 2012. 155 pp. ISSN: 9786123155193

VETTORELO, Paula Vanesa; CLARIÁ, Juan José. Suelos Reforzados con Fibras: Estado del Arte y Aplicaciones. 2014.

GUERRA, Kehila; MOSQUEIRA, Miguel. Bearing capacity (CBR) of three clay soils incorporating banana pseudostem fiber in different percentages [Capacidad Portante de tres suelos arcillosos incorporando fibra de pseudotallo de plátano en diferentes porcentajes]. 2020.

LAM, Tian Fook; YATIM, Jamaludin Mohamad. Mechanical properties of kenaf fiber reinforced concrete with different fiber content and fiber length. Journal of Asian Concrete Federation, 2015, vol. 1, no 1, p. 11-21.

MINISTERIO DE VIVIENDA, CONSTRUCCION Y SANEAMIENTO CE.010 pavimentos urbanos. 2010

MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES (Perú). MTC: MANUAL DE CARRETERAS- SUELOS Y PAVIMENTOS. Lima, 2014

MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES (Perú). MTC: MANUAL DE ENSAYOS DE MATERIALES, EM. Lima, 2016

ROJAS, Víctor Miguel Niño. Metodología de la Investigación: diseño, ejecución e informe. Ediciones de la U, 2021.

QUEZADA DEL MAR, María. Pavimentos Materiales, diseño y ecología en la construcción en vías. Bogotá. Editorial veracruz, 2017. 99 pp. ISBN: 99805477217290

NIÑO, V. Metodología de la investigación: diseño y ejecución [en línea]. Primera edición. Bogotá: Ediciones de la U, mayo de 2011. p.86 [Fecha de consulta: 05 de octubre 2019]. ISBN: 978-958-8675-94-7.

FERNÁNDEZ COLLADO, Carlos; BAPTISTA LUCIO, Pilar; HERNÁNDEZ SAMPIERI, Roberto. Metodología de la Investigación. Editorial McGraw Hill, 2014.

TAMAYO, Mario, et al. Diccionario de la investigación científica. DO NOT USE, 2006.

NTP 339.127:1999. SUELOS. Método de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo. Lima

NTP 339.128: 1999.SUELOS. Método de ensayo para el análisis granulométrico. Lima

NTP 339.129:1999. SUELOS. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico, e índice de plasticidad de suelos. Lima

NTP 339.134:1999. SUELOS. Método para la clasificación de suelos con propósitos de ingeniería (Sistema Unificado de Clasificación de Suelos). Lima

NTP 339.141:1999. SUELOS. Método de ensayo para la compactación de suelos en laboratorio utilizando una energía modificada. Lima

NTP 339.145 :1999. SUELOS. Método de ensayo de CBR (Relación de soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. Lima

GUERRA, Kehila; MOSQUEIRA, Miguel. Bearing capacity (CBR) of three clay soils incorporating banana pseudostem fiber in different percentages [Capacidad Portante de tres suelos arcillosos incorporando fibra de pseudotallo de plátano en diferentes porcentajes]. 2020.

RODRÍGUEZ, Lady J.; SARACHE, William A.; ORREGO, Carlos E. Compuestos de Poliéster Reforzados con Fibra de Plátano/Banano (Musa paradisiaca) Modificada Químicamente: Comparación con Fibra de Vidrio y Fique (Furcraea andina). Información tecnológica, 2014, vol. 25, no 5, p. 27-34.

EME, Dennis BUDU; KENNEDY, Charles. STABILIZATION OF DELTAIC EXPANSIVE SOILS TREATED WITH PLANTAIN RACHIS FIBRE AND LIME. GSJ, 2018, vol. 6, no 10.

BRAVANI, Durga y PRASAD, Dsv. STABILIZATION OF SOIL USING CHEMICAL METHODS.INTERNATIONAL JOURNAL OF RECENT TRENDS IN ENGINEERING & RESEARCH. Vol. 3, (9):104121, September,2017. ISSN: 2455-1457

FLORES MANRIQUE, Nadia Magaly, et al. Efectos del tratamiento químico en las propiedades físicas y mecánicas de las fibras de la musa paradisíaca L para refuerzo en composites. 2018. Tesis de Licenciatura. Espol.

RODRÍGUEZ HERNÁNDEZ, Reinier. El Bambú como refuerzo en materiales compuestos para la construcción. 2017. Tesis Doctoral. Universidad Central" Marta Abreu" de Las Villas. Facultad de Construcciones. Departamento de Ingeniería Civil.

SINGH, H. P.; BAGRA, M. Improvement in CBR value of soil reinforced with jute fiber. International journal of innovative research in science, engineering and technology, 2013, vol. 2, no 8, p. 3447-3452. HEJAZI, Sayyed Mahdi, et al. A simple review of soil reinforcement by using natural and synthetic fibers. Construction and building materials, 2012, vol. 30, p. 100-116.

FONSECA, Camila Soares, et al. Jute fibers and micro/nanofibrils as reinforcement in extruded fiber-cement composites. Construction and Building Materials, 2019, vol. 211, p. 517-527.

HERNÁNDEZ-SAMPIERI, Roberto; TORRES, Christian Paulina Mendoza. Metodología de la investigación. México^ eD. F DF: McGraw-Hill Interamericana, 2018.

VIVEK, Subramanian Shanmugapuram; PRABALINI, Chandrasekaran. Experimental and microstructure study on coconut fibre reinforced self-compacting concrete (CFRSCC). Asian Journal of Civil Engineering, 2021, vol. 22, no 1, p. 111-123.

GARCÍA, Sandra Liliana Quintero; SALCEDO, Luis Octavio González. Uso de fibra de estopa de coco para mejorar las propiedades mecánicas del concreto. Ingeniería y Desarrollo, 2006, no 20, p. 134-150.

RASUL, Jabar. Investigating the use of stabilized subgrade soils for road pavements in Kurdistan. 2016. Tesis Doctoral. University of Birmingham.

IQBAL, Kamran, et al. Effect of Used Motor Oil and Bitumen as Additive on the Permeability and Mechanical Properties of Low Plastic Soil. Advances in Materials Science and Engineering, 2020, vol. 2020.

AKPABIO, G. T., et al. Effect of used motor oil contamination on geotechnical properties of clay soil on Uyo-Akwa Ibom. *J. Nat. Sci. Res*, 2017, vol. 5, no 2, p. 22-30.

FREDLUND, Delwyn, Rahardjo Hendry. *Soil Mechanics for Unsaturated Soils*. John Wiley & Sons: USA, 1993.544pp. ISBN: 047185008X

ISSAC, Serin, et al. Stabilization of Expansive Kuttanad clay using Lime trate Rice straw fibres. *International Journal for Research in Applied Science and Engineering Technology*, 2018, vol. 6, no 2, p. 580-586.

MENDOZA MAMANI, Edwin Reynaldo. Análisis comparativo de las propiedades mecánicas del adobe reforzado con fibra de caña y el adobe convencional, Carabayllo-2019. 2020.

QUINTERO PEREZ, YASIR; CASTRO SANCHEZ, HERMES DUVAN. INFLUENCIA DE LAS FIBRAS METALICAS, NATURALES (BAGAZO DE CAÑA DE AZUCAR), SINTETICAS Y DE VIDRIO EN EL MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL CONCRETO. 2020. Tesis Doctoral.

MONSALVE ALARCÓN, Jonathan; SÁNCHEZ CRUZ, Martha Lissette; BAQUERO BASTOS, David Esteban. Evaluación de las propiedades físico-mecánicas de paneles reforzados con fibras de caña brava. INGE CUC, 2018.

MAZÓN ORTIZ, Pablo Daniel. Caracterización mecánica del material híbrido de matriz epóxica reforzada con fibra de vidrio y tejido de fibras naturales de caña guadua y algodón para la determinación de propiedades mecánicas en aplicaciones industriales. 2018. Tesis de Licenciatura. Universidad Técnica de Ambato. Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica, Carrera de Ingeniería Mecánica.

APONTE CÁRDENAS, Jorge Alberto, et al. Caracterización de las propiedades energéticas de *gynerium sagittatum* para ser usada como biomasa. 2012. Tesis de Licenciatura. Uniandes.

KHALIL, HPS Abdul, et al. Bamboo fibre reinforced biocomposites: A review. *Materials & Design*, 2012, vol. 42, p. 353-368.

BRAHMACHARY, Tonmoy Kumar; ROKONUZZAMAN, Md. Investigation of random inclusion of bamboo fiber on ordinary soil and its effect CBR value. *International Journal of Geo-Engineering*, 2018, vol. 9, no 1, p. 1-11.

SRI, Prabandiyani RW. Godong expansive soil stabilization using sugar cane and sikacim concrete additive.

PETER, Leema y col. Investigación de laboratorio en la mejora de las características de la subrasante de suelos expansivos estabilizados con desechos de bonote. *Procedimientos de investigación de transporte*, 2016, vol. 17, pág. 558-566.

RAMKRISHNAN, R. y col. Efecto de la inclusión aleatoria de fibras de sisal sobre el comportamiento de resistencia y estabilidad de taludes de suelos de grano fino. *Materiales de hoy: Actas*, 2018, vol. 5, no 11, pág. 25313-25322.

PRABAKAR, J.; SRIDHAR, RS Efecto de la inclusión aleatoria de fibra de sisal sobre el comportamiento de resistencia del suelo. *Construcción y materiales de construcción*, 2002, vol. 16, no 2, pág. 123-131.

WARDANI, SPR y col. Godong estabilización expansiva del suelo utilizando caña de azúcar y aditivo para hormigón sikacim. En *Journal of Physics: Serie de conferencias*. IOP Publishing, 2020. p. 012052.

PRADANI, Novita; WIBOWO, Joko. Analysis of Local Sanded Soil with Coconut Coir Fiber Reinforcement as Subgrade on Structural Pavement. *International Journal of Civil Engineering and Technology (IJCIET)*, 2017, vol. 8, no 10, p. 787-795.

SINGH, Madhulika; SAXENA, Ajeet. A Review on Strengthening of Black Cotton Soil using Sisal Fiber and Coconut Fiber.2020

KOUR, Sumeet; SHARMA, Anoop. STRENGTH IMPROVEMENT OF SILTY SOIL WITH COCONUT FIBER AND FLY ASH. 2020.

GOWTHAMAN, Sivakumar; NAKASHIMA, Kazunori; KAWASAKI, Satoru. A state-of-the-art review on soil reinforcement technology using natural plant fiber materials: Past findings, present trends and future directions. *Materials*, 2018, vol. 11, no 4, p. 553.

SILVA, Hellen Evenyn. Uso de fibras naturales de sisal como refuerzo del suelo.2017

SANTIAGO, Gislene A.; BOTARO, Vagner R. FIBRAS DE SISAL IMPERMEABILIZADAS CON BETÓN PARA REFUERZO EN MATRICES DE SUELO ARCILLOSO.2009

DEFOIRDT, N. et al. Evaluación de las propiedades de tracción de fibra de coco, bambú y fibra de yute. Compuestos Parte A: ciencia aplicada y fabricación, Elsevier, v. 41, No. 5, pág. 588–595, 2010.

CONSOLI, N. et al. Efecto de la densidad relativa en las pruebas de carga de placas en arena reforzada con fibra. Geotécnica, Thomas Telford Ltd, v. 59, núm. 5, pág. 471–476, 2009

DEEPAK Kaushik, SITESH Kumar Singh. Uso de fibra de coco y análisis de propiedades geotécnicas del suelo. Volumen 47, Parte 14, 2021, Páginas 4418-4422

PRIYANKA Sarma, SANDEEP Singh, MANDEEP Kaur. Optimización del uso de fibra de sisal y ceniza de cascarilla de arroz en suelos lateríticos para la construcción de carreteras. Volumen 33, Parte 3 , 2020, páginas 1720-1726

REZA Tabakouei, S. Narani , M. Abbaspour, E. Aflaki, S. Siddiqua. Las dimensiones acopladas de la muestra y la fibra influyen en la medición de las propiedades del suelo reforzado con fibras. Volumen 188 , enero de 2022, 110556.

JE Sani, P. Yohanna, IA Chukwujama. Efecto de la ceniza de cascarilla de arroz mezclada con fibra de sisal tratada sobre las propiedades del suelo laterítico como material de construcción de carreteras. Volume 32, Issue 1, Enero 2020, Páginas 11-18

CARRASCO edgar, SMITS mônica, MANTILLA judy, norka rodo. resistencia al corte del enlace bambú-bambú: Influencia de la presión de pegado.2017

García Rolando Michel. PROCESO DE OBTENCIÓN DE FIBRA DE COCO PARA FABRICAR COLCHONES ECOLÓGICOS HIPOALERGÉNICOS EN LA

COMUNA "SACACHÚN". Revista Empresarial, ICE-FEE-UCSG Octubre - Diciembre 2017. Edición No. 44 Vol. 11 – No. 4 – Pág 14-19

DW Davidson, SR Castro Delgado, JA Arias, J. Mann. Revelando un Fantasma de las Selvas Amazónicas: *Camponotus mirabilis*, Ingeniero del Bambú Guadua. 2005.

Anggraini, V. (2016). "Potencial de las fibras de coco como refuerzo del suelo". *Pertanika J. Schol. Res. Rev.*, 2(1), 95–106.

BUDU, Dennis y KENNEDY, Charles. Estabilización de Suelos Deltaicos Expansivos Tratado con Fibra de Raquis de Llantén y Lima. *Revista científica mundial*. vol. 6, Número 10, octubre de 2018. ISSN: 2320-9186

Babu, GLS y Vasudevan, A. K. (2008). Respuesta de resistencia y rigidez de fibras de coco reforzadas suelos tropicales." *Revista de Materiales en Ingeniería Civil*, 20(9):571-577.

DAVISON, Leslie. Descripción y clasificación de suelos [en línea]. Mayo 2000 [Fecha de consulta: 29 de Setiembre de 2019].

GUYER, J. (2011). Introducción a la estabilización de suelos en pavimentos, continuación. *Desarrollo de la educación Ingeniería*. Nueva York.

ANEXOS

| ANEXO 1. Matriz de Consistencia TÍTULO : “Incorporación de cenizas caña de azúcar en la subrasante de la carretera Aymas baja- Quisapata, Apurímac-2022” AUTOR : Br. Ustua Guisado Rene | | | | | | | |
|--|---|---|-----------------------|------------------------------|--|--|--|
| PROBLEMA | OBJETIVOS | HIPÓTESIS | VARIABLE | | DIMENSIONES | INDICADORES | INTRUMENTOS |
| PROBLEMA GENERAL | OBJETIVO GENERAL | HIPÓTESIS GENERAL | | | | | |
| ¿Cómo influye la incorporación de cenizas de caña de azúcar en las propiedades físico mecánicas de la subrasante en la carretera Aymas baja- Quisapata, Apurímac-2022? | Evaluar de qué manera influye la incorporación de cenizas de caña de azúcar en las propiedades físico mecánicas de la subrasante en la carretera Aymas baja- Quisapata, Apurímac-2022 | La incorporación de cenizas de caña de azúcar mejorará de manera significativa las propiedades físico mecánicas de la subrasante en la carretera Aymas baja- Quisapata, Apurímac-2022 | INDEPENDIENTE | Cenizas de caña de azúcar | Dosificación | 0%, 9%, 10%, 11% y 12% de ceniza de caña de azúcar | Ficha de recolección de datos de la balanza digital de medición. |
| | | | | | | | |
| PROBLEMAS ESPECÍFICOS | OBJETIVOS ESPECÍFICOS | HIPÓTESIS ESPECÍFICO | DEPENDIENTE | Propiedades de la subrasante | Propiedades físicas | Análisis granulométrico (%) | Ficha de recolección de datos del ensayo según Norma NTP 350.001 /MTC E-105-2013 |
| | | | | | | Contenido de humedad (%) | Ficha de recolección de datos del ensayo según Norma NTP 339.127 /MTC E-108 |
| | | | | | | Clasificación de suelos SUCS, AASHTO. | Ficha de recolección de datos del ensayo según Norma ASTM D-2487, M-145 |
| | | | | | | Límite Líquido (%). | Ficha de recolección de datos del ensayo según Norma NTP 339.129 /MTC E-111 |
| | | | | | | Límite Plástico (%) | Ficha de recolección de datos del ensayo Norma NTP 339.129 /MTC E-111 |
| | | | | | | Índice de plasticidad (IP) (%). | Ficha de recolección de datos del ensayo según Norma ASTM D2487 /MTC E-108 |
| | | | | | | | |
| | | | Propiedades Mecánicas | | Densidad máxima seca (Tn/m ³). | Ficha de recolección de datos del ensayo según Norma NTP 339.142 /MTC E-115. | |
| | | | | | Óptimo contenido de humedad (%). | | |
| | | | | | CBR (%). | Ficha de recolección de datos del ensayo según Norma NTP 339.613. | |

| ANEXO 2. Matriz de Operacionalización de la variable TÍTULO : “Incorporación de cenizas caña de azúcar en la subrasante de la carretera Aymas baja- Quisapata, Apurímac-2022” AUTOR : Br. Ustua Guisado Rene | | | | | | |
|---|--|---|--|---|--------|---|
| VARIABLE DE LA INVESTIGACIÓN | DEFINICIÓN CONCEPTUAL | DEFINICIÓN OPERACIONAL | DIMENSIONES | INDICADORES | ESCALA | METODOLOGÍA |
| VARIABLE INDEPENDIENTE Cenizas de caña de azúcar | Ceniza de bagazo de caña de azúcar (CBCA) Es considerado un subproducto industrial, que se genera del proceso de la elaboración de azúcar y sus derivados. Cuando se incinera de manera conveniente se obtiene un residuo mineral que es rico en sílice y alúmina, cuyas propiedades puzolánicas dependen de la temperatura de combustión, que debe fluctuar entre 400 ° C – 800 ° C. A las cenizas producidas en estas condiciones se les considera de buena calidad. La actividad puzolánica de un material es igual a su resistencia, combinada con su durabilidad. (Jara y Palacios, 2015, p.31) | Las dosificaciones a adicionar de ceniza de caña de azúcar 0.0%, 9%, 10%, 11% y 12% respecto al volumen del espécimen de la muestra con el objetivo de determinar los resultados de su interacción con las propiedades del suelo. | Dosificación | 0%, 9%, 10%,11% y 12% de cenizas de caña de azúcar | Razón | Metodo de Investigación: Científico. Tipo de Investigación: Aplicada. Enfoque: Cuantitativo. Población: Subrasante de la carretera Aymas baja- Quisapata. Muestra: 2 calicatas. |
| VARIABLE DEPENDIENTE Propiedades de la Subrasante | La subrasante es un conjunto de procesos físicos, mecanicos los cuales tienden a modificar las propiedades de los suelos pobres o inadecuados de baja resistencia para que sea capaz de cumplir los requerimientos necesarios para ser usada en los diferentes tipos de via (Hinostrza, 2020). | La caracterización de este dependerá de diferentes factores los cuales serán: Contenido de humedad, Analisis granulometrico, Limite Liquido, Limite Platico, Indice de plasticidad (IP), Ensayo de Proctor modificado y Ensayo de CBR. | Propiedades Físicas Propiedades Mecánicas | Analisis granulometrico (%) Contenido de humedad (%). Clasificación de suelos SUCS, AASHTO. Limite Plástico (%) Indice de plasticidad (IP)(%). Limite Liquido (%). Densidad máxima seca (Tn/m3). Optimo contenido de humedad (%). Proctor modificado y Ensayo de CBR (%). | Razón | Muestreo: No Probabilístico - se ensayará en todas las calicatas. Técnica: Observación directa. Instrumento de recolección de datos: - Fichas de recolección de datos - Equipos y herramientas de laboratorio. |

Anexo 3 INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS

GALIBO CARRETERAS Y GEOTECNIA EIRL

LABORATORIO Y CONSULTORIA EN MECANICA DE SUELOS, GEOTECNIA,
HIDRAÚLICA Y CARRETERAS



HUMEDAD NATURAL

(NORMA ASTM D - 2216)

| LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS | |
|-----------------------------------|--|
| PROYECTO | : "INCORPORACIÓN DE CENIZAS DE CAÑA DE AZÚCAR EN LA SUBRASANTE DE LA CARRETERA AYMAS BAJA- QUISAPATA, APURÍMAC-2022" |
| UBICACIÓN | : CARRETERA AYMAS BAJA - QUISAPATA |
| DISTRITO | : ABANCAY |
| PROVINCIA | : ABANCAY |
| DEPARTAMENTO | : APURÍMAC |
| SOLICITA | : RENE USTUA GUIADO |
| FECHA: MAYO DE 2022 | |

| DATOS DE LA MUESTRA | |
|---------------------|-----------------|
| CALICATA: | 1 |
| MUESTRA | : SUELO NATURAL |

| TARA | 1 | 2 |
|-----------------------------------|-------|---|
| PESO DE TARA (gr) | 20.34 | / |
| PESO DEL SUELO HUMEDO + TARA (gr) | 57.39 | |
| PESO DEL SUELO SECO + TARA (grs) | 52.07 | |
| PESO DEL AGUA (gr) | 5.32 | |
| PESO DEL SUELO SECO (gr) | 31.73 | |
| % DE HUMEDAD | 16.77 | |
| PROMEDIO % DE HUMEDAD | 16.77 | |

| |
|----------------|
| OBSERVACIONES: |
|----------------|



 Ing. Joamar Tello Sarmiento
 INGENIERO CIVIL
 C.O.P. 153381

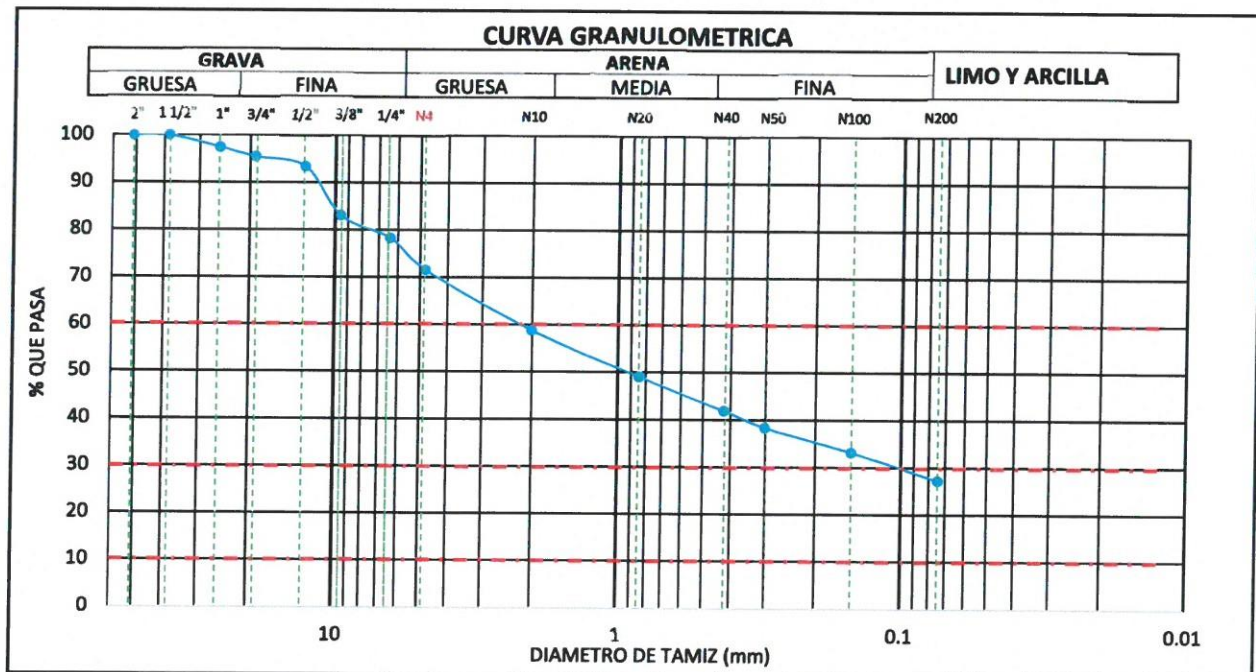


ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO (NORMA AASHTO T-27, ASTM D422)

| LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS | |
|-----------------------------------|--|
| PROYECTO | : "INCORPORACIÓN DE CENIZAS DE CAÑA DE AZÚCAR EN LA SUBRASANTE DE LA CARRETERA AYMAS BAJA- QUISAPATA, APURÍMAC-2022" |
| UBICACIÓN | : CARRETERA AYMAS BAJA - QUISAPATA |
| DISTRITO | : ABANCAY |
| PROVINCIA | : ABANCAY |
| DEPARTAMENTO | : APURÍMAC |
| SOLICITA | : RENE USTUA GUIASADO |
| FECHA: MAYO DE 2022 | |

| DATOS DE LA MUESTRA | | | |
|---------------------|-----------------|------------------------|-------|
| CALICATA | 1 | PESO INICIAL SECO (gr) | 756 |
| MUESTRA | : SUELO NATURAL | PESO LAVADO SECO (gr) | 554 |
| | | % FINO | 27.25 |

| TAMAÑO | | PESO | % | % | % | ESPECIFICACION | DESCRIPCION DE LA MUESTRA |
|---------|----------|----------|------------------|--------------------|----------|----------------|-------------------------------------|
| MALLA | ABERTURA | RETENIDO | RETENIDO PARCIAL | RETENIDO ACUMULADO | QUE PASA | | |
| ASTM | mm | gr | | | | | |
| 2" | 50.600 | 0 | 0.00 | 0.00 | 100.00 | | PREPARACION DE LA MUESTRA SECA |
| 1 1/2" | 38.100 | 0 | 0.00 | 0.00 | 100.00 | | |
| 1" | 25.400 | 19 | 2.51 | 2.51 | 97.49 | | LIMITES DE CONSISTENCIA |
| 3/4" | 19.050 | 15 | 1.98 | 4.50 | 95.50 | | LIMITE LIQUIDO (LL) : 20.89 |
| 1/2" | 12.700 | 16 | 2.12 | 6.61 | 93.39 | | LIMITE PLASTICO (LP) : 10.71 |
| 3/8" | 9.525 | 78 | 10.32 | 16.93 | 83.07 | | INDICE DE PLASTICIDAD (IP) : 10.18 |
| 1/4" | 6.350 | 36 | 4.76 | 21.69 | 78.31 | | |
| No 4 | 4.760 | 51 | 6.75 | 28.44 | 71.56 | | CLASIFICACION SUCS |
| No 10 | 2.000 | 96 | 12.70 | 41.14 | 58.86 | | ARENA ARCILLOSA DE BAJA PLASTICIDAD |
| No 20 | 0.840 | 74 | 9.79 | 50.93 | 49.07 | | |
| No 40 | 0.420 | 54 | 7.14 | 58.07 | 41.93 | | |
| No 50 | 0.300 | 27 | 3.57 | 61.64 | 38.36 | | CLASIFICACION AASHTO |
| No 100 | 0.149 | 39 | 5.16 | 66.80 | 33.20 | | A-2-6 |
| No 200 | 0.074 | 45 | 5.95 | 72.75 | 27.25 | | INDICE DE GRUPO 0 |
| CAZUELA | | 4 | 27.25 | 100.00 | | | |
| TOTAL | | 554 | 100 | | | | |




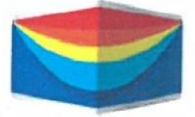
| | |
|-------|-------------|
| D10 = | NO PRESENTA |
| D30 = | 0.11 |
| D60 = | 2.25 |

| | |
|------|-------------|
| CU = | NO PRESENTA |
| CC = | NO PRESENTA |

| | |
|-----------|--------|
| % GRAVA : | 28.44 |
| % ARENA : | 44.31 |
| % FINO : | 27.25 |
| TOTAL : | 100.00 |

OBSERVACIONES:


 Ing. Jherman Tello Sarmiento
 INGENIERO CIVIL
 C.P.: 163381

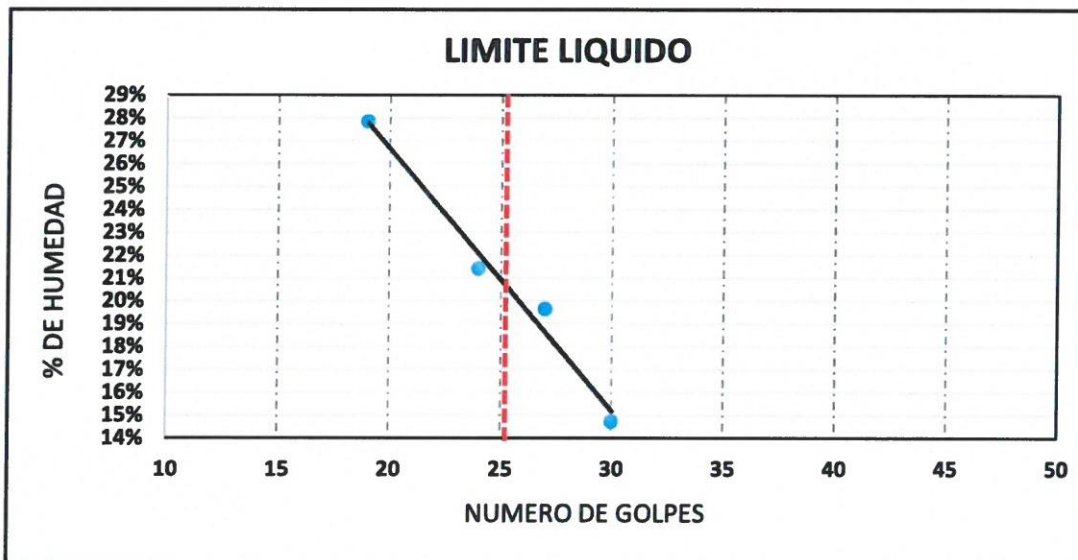


LIMITES DE CONSISTENCIA METODO AASHTO T-89/90 Y STM D-423/424

| LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS | |
|-----------------------------------|--|
| PROYECTO : | "INCORPORACIÓN DE CENIZAS DE CAÑA DE AZÚCAR EN LA SUBRASANTE DE LA CARRETERA AYMAS BAJA- QUISAPATA, APURÍMAC-2022" |
| UBICACIÓN : | CARRETERA AYMAS BAJA - QUISAPATA |
| DISTRITO : | ABANCAY |
| PROVINCIA : | ABANCAY |
| DEPARTAMENTO : | APURÍMAC |
| SOLICITA : | RENE USTUA GUIASADO |
| FECHA: MAYO DE 2022 | |

| DATOS DE LA MUESTRA | |
|---------------------|---------------|
| CALICATA | 1 |
| MUESTRA : | SUELO NATURAL |

| DESCRIPCION | LIMITE LIQUIDO | | | | LIMITE PLASTICO | | | |
|-------------------------------|----------------|-------|-------|-------|-----------------|-------|--|-----------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | | |
| TARA | | | | | | | | |
| Nro. DE GOLPES | 30 | 27 | 24 | 19 | --- | --- | | I 10.40 |
| PESO TARA | 9.15 | 10.56 | 11.85 | 10.85 | 10.51 | 10.74 | | II 11.02 |
| PESO TARA + SUELO HUMEDO (gr) | 21.78 | 20.19 | 23.31 | 18.52 | 14.65 | 14.97 | | III ----- |
| PESO TARA + MUESTRA SECA (gr) | 20.16 | 18.61 | 21.29 | 16.85 | 14.26 | 14.55 | | ----- |
| PESO DEL AGUA | 1.62 | 1.58 | 2.02 | 1.67 | 0.39 | 0.42 | | = 10.71 |
| PESO SUELO SECO | 11.01 | 8.05 | 9.44 | 6 | 3.75 | 3.81 | | |
| CONTENIDO DE HUMEDAD (%) | 14.71 | 19.63 | 21.40 | 27.83 | 10.40 | 11.02 | | |



| | | |
|-------------------------|-------|---|
| LIMITE LIQUIDO : | 20.89 | % |
| LIMITE PLASTICO : | 10.71 | % |
| INDICE DE PLASTICIDAD : | 10.18 | % |

OBSERVACIONES:



 Ing. Therman Tello Sarmient
 INGENIERO CIVIL
 C.P.: 153381

**HUMEDAD NATURAL**

(NORMA ASTM D - 2216)

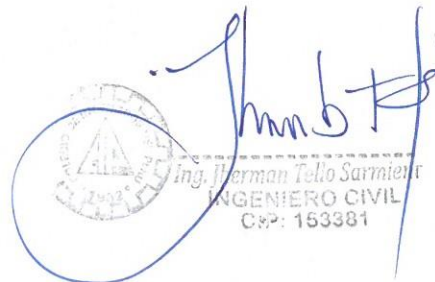
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

PROYECTO : "INCORPORACIÓN DE CENIZAS DE CAÑA DE AZÚCAR EN LA SUBRASANTE DE LA CARRETERA AYMAS BAJA- QUISAPATA, APURÍMAC-2022"
UBICACIÓN : CARRETERA AYMAS BAJA - QUISAPATA
DISTRITO : ABANCAY
PROVINCIA : ABANCAY
DEPARTAMENTO : APURÍMAC
SOLICITA : RENE USTUA GUIASADO **FECHA:** MAYO DE 2022

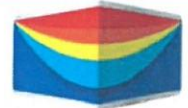
DATOS DE LA MUESTRA

CALICATA: 2
MUESTRA : SUELO NATURAL

| TARA | 1 | 2 |
|-----------------------------------|--------------|---|
| PESO DE TARA (gr) | 13.89 | / |
| PESO DEL SUELO HUMEDO + TARA (gr) | 41.78 | |
| PESO DEL SUELO SECO + TARA (grs) | 38.12 | |
| PESO DEL AGUA (gr) | 3.66 | |
| PESO DEL SUELO SECO (gr) | 24.23 | |
| % DE HUMEDAD | 15.11 | |
| PROMEDIO % DE HUMEDAD | 15.11 | |

OBSERVACIONES:

Ing. Herman Tello Sarmiento
INGENIERO CIVIL
C.R.P. 153381

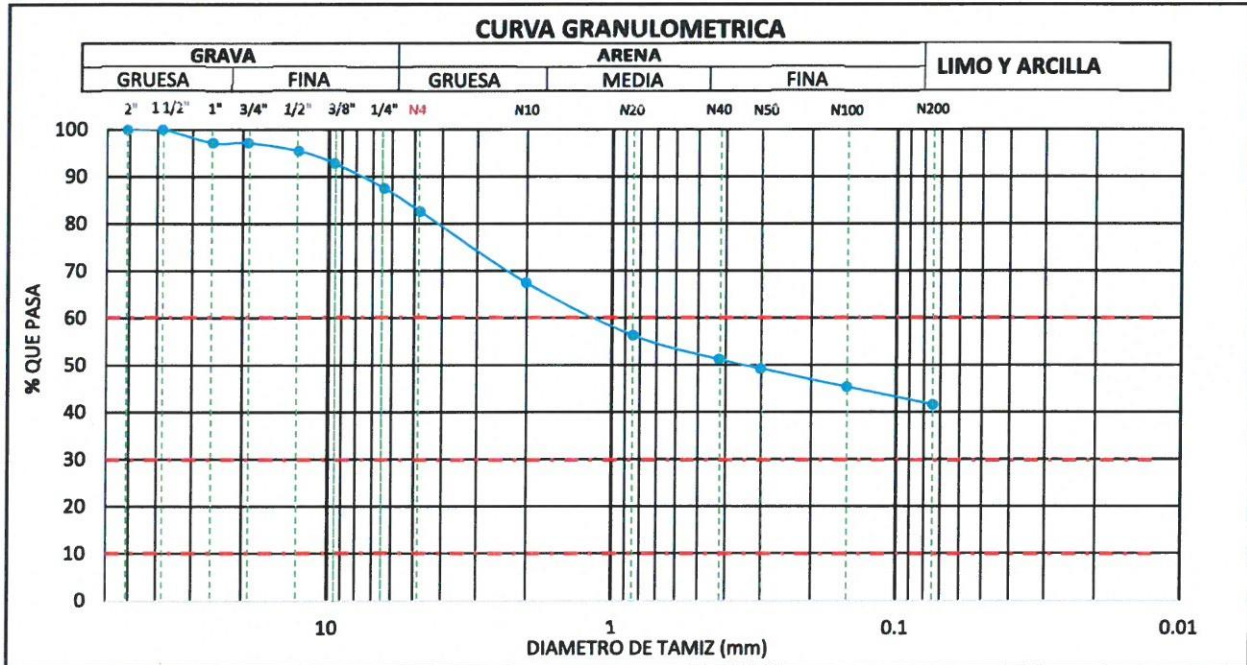


ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO (NORMA AASHTO T-27, ASTM D422)

| LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS | |
|-----------------------------------|--|
| PROYECTO : | "INCORPORACIÓN DE CENIZAS DE CAÑA DE AZÚCAR EN LA SUBRASANTE DE LA CARRETERA AYMAS BAJA- QUISAPATA, APURÍMAC-2022" |
| UBICACIÓN : | CARRETERA AYMAS BAJA - QUISAPATA |
| DISTRITO : | ABANCAY |
| PROVINCIA : | ABANCAY |
| DEPARTAMENTO : | APURÍMAC |
| SOLICITA : | RENE USTUA GUIASADO |
| FECHA: MAYO DE 2022 | |

| DATOS DE LA MUESTRA | | | |
|---------------------|---------------|--------------------------|-------|
| CALICATA : | 2 | PESO INICIAL SECO (gr) : | 954 |
| MUESTRA : | SUELO NATURAL | PESO LAVADO SECO (gr) : | 558 |
| | | % FINO : | 41.61 |

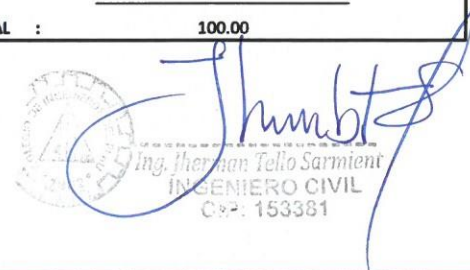
| TAMAÑO | PESO | % | % | % | ESPECIFICACION | DESCRIPCION DE LA MUESTRA |
|---------|----------|----------|----------|-----------|----------------|-------------------------------------|
| MALLA | ABERTURA | RETENIDO | RETENIDO | RETENIDO | QUE PASA | |
| ASTM | mm | gr | PARCIAL | ACUMULADO | | |
| 2" | 50.800 | 0 | 0.00 | 0.00 | 100.00 | PREPARACION DE LA MUESTRA SECA |
| 1 1/2" | 38.100 | 0 | 0.00 | 0.00 | 100.00 | |
| 1" | 25.400 | 27 | 2.83 | 2.83 | 97.17 | LIMITES DE CONSISTENCIA |
| 3/4" | 19.050 | 0 | 0.00 | 2.83 | 97.17 | LIMITE LIQUIDO (LL) : 29.50 |
| 1/2" | 12.700 | 16 | 1.68 | 4.51 | 95.49 | LIMITE PLASTICO (LP) : 11.22 |
| 3/8" | 9.525 | 25 | 2.62 | 7.13 | 92.87 | INDICE DE PLASTICIDAD (IP) : 18.27 |
| 1/4" | 6.350 | 51 | 5.35 | 12.47 | 87.53 | |
| No 4 | 4.760 | 47 | 4.93 | 17.40 | 82.60 | CLASIFICACION SUCS |
| No 10 | 2.000 | 144 | 15.09 | 32.49 | 67.51 | ARENA ARCILLOSA DE BAJA PLASTICIDAD |
| No 20 | 0.840 | 107 | 11.22 | 43.71 | 56.29 | |
| No 40 | 0.420 | 48 | 5.03 | 48.74 | 51.26 | |
| No 50 | 0.300 | 19 | 1.99 | 50.73 | 49.27 | |
| No 100 | 0.149 | 37 | 3.88 | 54.61 | 45.39 | CLASIFICACION AASHTO |
| No 200 | 0.074 | 36 | 3.77 | 58.39 | 41.61 | A-6 |
| CAZUELA | | 1 | 41.61 | 100.00 | | INDICE DE GRUPO 4 |
| TOTAL | | 558 | 100 | | | |



| | |
|-------|-------------|
| D10 = | NO PRESENTA |
| D30 = | NO PRESENTA |
| D60 = | 1.22 |
| CU = | NO PRESENTA |
| CC = | NO PRESENTA |

| | |
|-----------|--------|
| % GRAVA : | 17.40 |
| % ARENA : | 40.99 |
| % FINO : | 41.61 |
| TOTAL : | 100.00 |

OBSERVACIONES:


 Ing. Herman Tello Sarmient
 INGENIERO CIVIL
 C.R.P. 153381

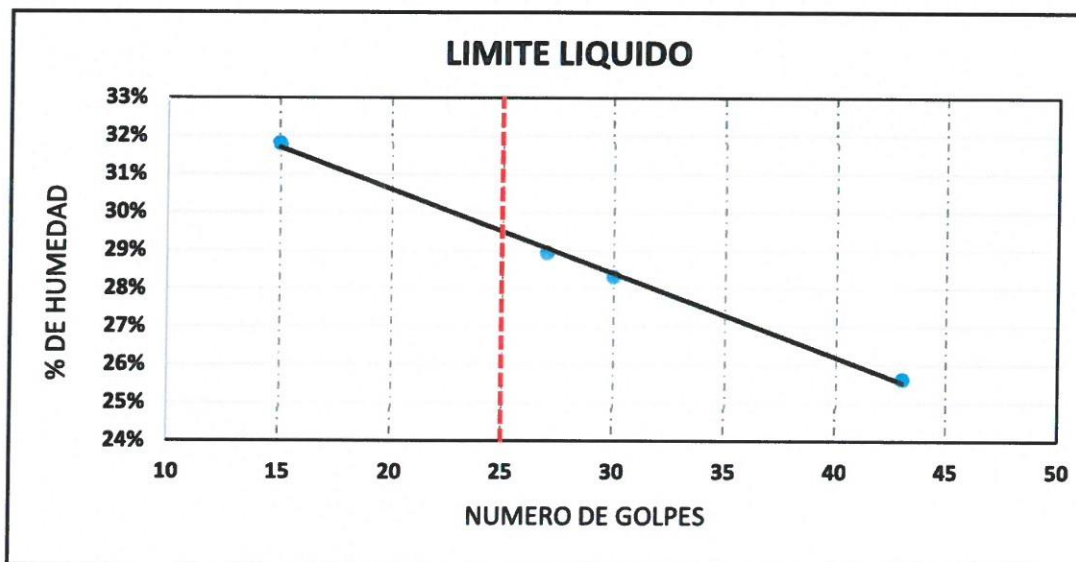


LIMITES DE CONSISTENCIA METODO AASHTO T-89/90 Y STM D-423/424

| LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS | |
|-----------------------------------|--|
| PROYECTO : | "INCORPORACIÓN DE CENIZAS DE CAÑA DE AZÚCAR EN LA SUBRASANTE DE LA CARRETERA AYMAS BAJA- QUISAPATA, APURÍMAC-2022" |
| UBICACIÓN : | CARRETERA AYMAS BAJA - QUISAPATA |
| DISTRITO : | ABANCAY |
| PROVINCIA : | ABANCAY |
| DEPARTAMENTO : | APURÍMAC |
| SOLICITA : | RENE USTUA GUIADO |
| FECHA: MAYO DE 2022 | |

| DATOS DE LA MUESTRA | |
|---------------------|---------------|
| CALICATA : | 2 |
| MUESTRA : | SUELO NATURAL |


| DESCRIPCION | LIMITE LIQUIDO | | | | LIMITE PLASTICO | | | |
|-------------------------------|----------------|-------|-------|-------|-----------------|-------|--|-----------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | | |
| TARA | | | | | | | | |
| Nro. DE GOLPES | 43 | 30 | 27 | 15 | --- | --- | | I 10.59 |
| PESO TARA | 13.84 | 13.03 | 14.31 | 9.02 | 10.51 | 10.74 | | II 11.85 |
| PESO TARA + SUELO HUMEDO (gr) | 21.78 | 20.19 | 23.31 | 19.34 | 13.12 | 16.78 | | III ----- |
| PESO TARA + MUESTRA SECA (gr) | 20.16 | 18.61 | 21.29 | 16.85 | 12.87 | 16.14 | | = 11.22 |
| PESO DEL AGUA | 1.62 | 1.58 | 2.02 | 2.49 | 0.25 | 0.64 | | |
| PESO SUELO SECO | 6.32 | 5.58 | 6.98 | 7.83 | 2.36 | 5.4 | | |
| CONTENIDO DE HUMEDAD (%) | 25.63 | 28.32 | 28.94 | 31.80 | 10.59 | 11.85 | | |



| | | |
|-------------------------|-------|---|
| LIMITE LIQUIDO : | 29.50 | % |
| LIMITE PLASTICO : | 11.22 | % |
| INDICE DE PLASTICIDAD : | 18.27 | % |

OBSERVACIONES:




 Ing. Jherman Telio Sarantien
 INGENIERO CIVIL
 C.P.: 163381

**HUMEDAD NATURAL**

(NORMA ASTM D - 2216)

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

PROYECTO : "INCORPORACIÓN DE CENIZAS DE CAÑA DE AZÚCAR EN LA SUBRASANTE DE LA CARRETERA AYMAS BAJA- QUISAPATA, APURÍMAC-2022"
UBICACIÓN : CARRETERA AYMAS BAJA - QUISAPATA
DISTRITO : ABANCAY
PROVINCIA : ABANCAY
DEPARTAMENTO : APURÍMAC
SOLICITA : RENE USTUA GUIASADO **FECHA:** MAYO DE 2022

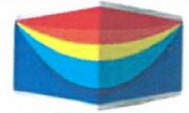
DATOS DE LA MUESTRA

CALICATA: 3
MUESTRA : SUELO NATURAL

| TARA | 1 | 2 |
|-----------------------------------|-------|---|
| PESO DE TARA (gr) | 15.39 | / |
| PESO DEL SUELO HUMEDO + TARA (gr) | 47.89 | |
| PESO DEL SUELO SECO + TARA (grs) | 44.13 | |
| PESO DEL AGUA (gr) | 3.76 | |
| PESO DEL SUELO SECO (gr) | 28.74 | |
| % DE HUMEDAD | 13.08 | |
| PROMEDIO % DE HUMEDAD | 13.08 | |

OBSERVACIONES:


Ing. The man Tello Sarmient
INGENIERO CIVIL
C.P: 153381

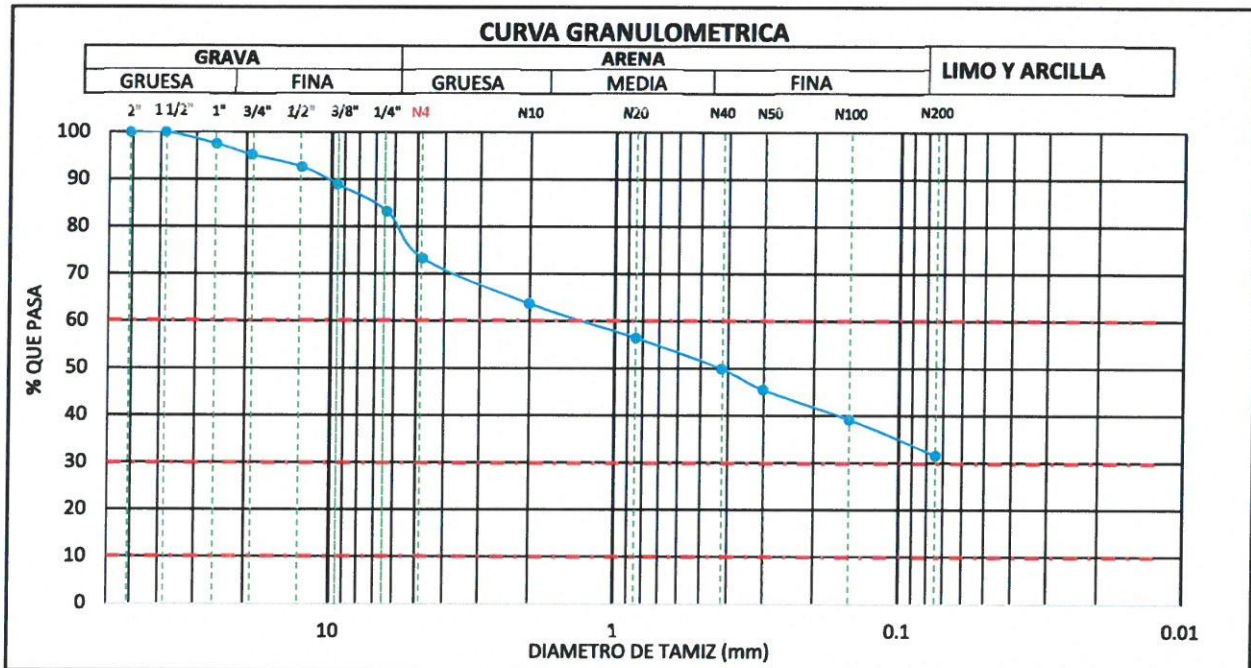


ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO (NORMA AASHTO T-27, ASTM D422)

| LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS | |
|-----------------------------------|--|
| PROYECTO : | "INCORPORACIÓN DE CENIZAS DE CAÑA DE AZÚCAR EN LA SUBRASANTE DE LA CARRETERA AYMAS BAJA- QUISAPATA, APURÍMAC-2022" |
| UBICACIÓN : | CARRETERA AYMAS BAJA - QUISAPATA |
| DISTRITO : | ABANCAY |
| PROVINCIA : | ABANCAY |
| DEPARTAMENTO : | APURÍMAC |
| SOLICITA : | RENE USTUA GUISADO |
| FECHA: MAYO DE 2022 | |

| DATOS DE LA MUESTRA | | | |
|---------------------|---------------|--------------------------|-------|
| CALICATA | 3 | PESO INICIAL SECO (gr) : | 1026 |
| MUESTRA | SUELO NATURAL | PESO LAVADO SECO (gr) : | 713 |
| | | % FINO : | 31.58 |

| TAMAÑO | PESO | % | % | % | ESPECIFICACION | DESCRIPCION DE LA MUESTRA |
|---------|----------|----------|----------|-----------|----------------|-------------------------------------|
| MALLA | ABERTURA | RETENIDO | RETENIDO | QUE | | |
| ASTM | mm | gr | PARCIAL | ACUMULADO | PASA | |
| 2" | 50.600 | 0 | 0.00 | 0.00 | 100.00 | PREPARACION DE LA MUESTRA SECA |
| 1 1/2" | 38.100 | 0 | 0.00 | 0.00 | 100.00 | |
| 1" | 25.400 | 25 | 2.44 | 2.44 | 97.56 | LIMITES DE CONSISTENCIA |
| 3/4" | 19.050 | 24 | 2.34 | 4.78 | 95.22 | LIMITE LIQUIDO (LL) : 28.89 |
| 1/2" | 12.700 | 26 | 2.53 | 7.31 | 92.69 | LIMITE PLASTICO (LP) : 13.54 |
| 3/8" | 9.525 | 38 | 3.70 | 11.01 | 88.99 | INDICE DE PLASTICIDAD (IP) : 15.35 |
| 1/4" | 6.350 | 59 | 5.75 | 16.76 | 83.24 | |
| No 4 | 4.760 | 102 | 9.94 | 26.71 | 73.29 | CLASIFICACION SUCS |
| No 10 | 2.000 | 98 | 9.55 | 36.26 | 63.74 | ARENA ARCILLOSA DE BAJA PLASTICIDAD |
| No 20 | 0.840 | 75 | 7.31 | 43.57 | 56.43 | |
| No 40 | 0.420 | 67 | 6.53 | 50.10 | 49.90 | |
| No 50 | 0.300 | 45 | 4.39 | 54.48 | 45.52 | |
| No 100 | 0.149 | 65 | 6.34 | 60.82 | 39.18 | CLASIFICACION AASHTO |
| No 200 | 0.074 | 78 | 7.60 | 68.42 | 31.58 | A-2-6 |
| CAZUELA | | 11 | 31.58 | 100.00 | | INDICE DE GRUPO 1 |
| TOTAL | | 713 | 100 | | | |



| | |
|-------|-------------|
| D10 = | NO PRESENTA |
| D30 = | NO PRESENTA |
| D60 = | 1.41 |
| CU = | NO PRESENTA |
| CC = | NO PRESENTA |

| | |
|-----------|--------|
| % GRAVA : | 26.71 |
| % ARENA : | 41.72 |
| % FINO : | 31.58 |
| TOTAL : | 100.00 |

OBSERVACIONES:


 Ing. Thermo Tello Sarriem
 INGENIERO CIVIL
 C.P.: 153381



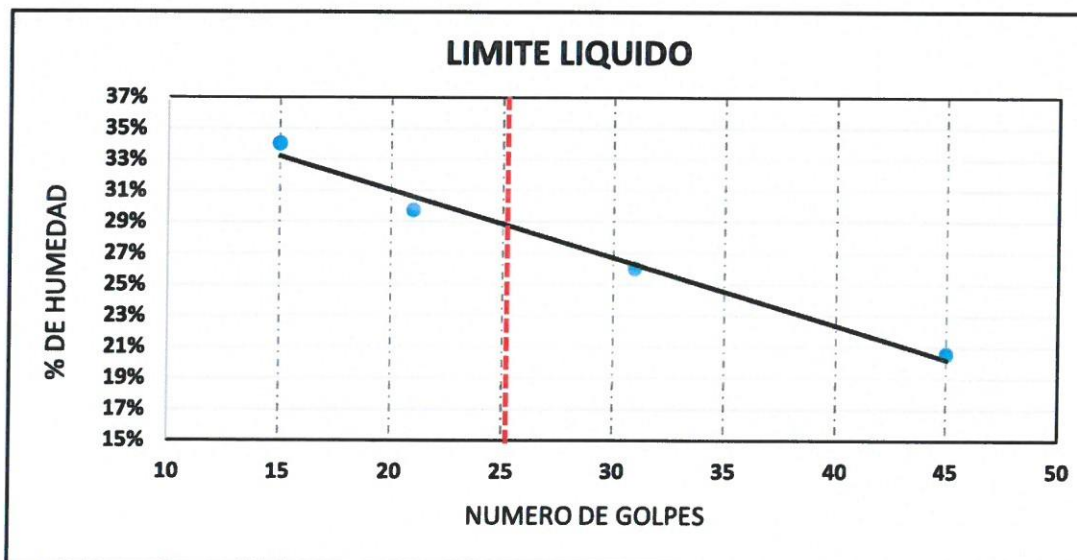
LIMITES DE CONSISTENCIA

METODO AASHTO T-89/90 Y STM D-423/424

| LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS | |
|-----------------------------------|--|
| PROYECTO : | "INCORPORACIÓN DE CENIZAS DE CAÑA DE AZÚCAR EN LA SUBRASANTE DE LA CARRETERA AYMAS BAJA- QUISAPATA, APURÍMAC-2022" |
| UBICACIÓN : | CARRETERA AYMAS BAJA - QUISAPATA |
| DISTRITO : | ABANCAY |
| PROVINCIA : | ABANCAY |
| DEPARTAMENTO : | APURÍMAC |
| SOLICITA : | RENE USTUA GUISADO |
| FECHA: MAYO DE 2022 | |


| DATOS DE LA MUESTRA | |
|---------------------|---------------|
| CALICATA : | 3 |
| MUESTRA : | SUELO NATURAL |

| DESCRIPCION | LIMITE LIQUIDO | | | | LIMITE PLASTICO | | | |
|-------------------------------|----------------|-------|-------|-------|-----------------|-------|--|-----------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | | |
| TARA | | | | | | | | |
| Nro. DE GOLPES | 45 | 31 | 21 | 15 | --- | --- | | I 14.26 |
| PESO TARA | 13.03 | 13.05 | 13.05 | 13.08 | 9.84 | 9.78 | | II 12.83 |
| PESO TARA + SUELO HUMEDO (gr) | 22.89 | 22.45 | 22.47 | 22.96 | 15.69 | 17.96 | | III ----- |
| PESO TARA + MUESTRA SECA (gr) | 21.21 | 20.51 | 20.31 | 20.45 | 14.96 | 17.03 | | |
| PESO DEL AGUA | 1.68 | 1.94 | 2.16 | 2.51 | 0.73 | 0.93 | | = 13.54 |
| PESO SUELO SECO | 8.18 | 7.46 | 7.26 | 7.37 | 5.12 | 7.25 | | |
| CONTENIDO DE HUMEDAD (%) | 20.54 | 26.01 | 29.75 | 34.06 | 14.26 | 12.83 | | |



| | | |
|-------------------------|-------|---|
| LIMITE LIQUIDO : | 28.89 | % |
| LIMITE PLASTICO : | 13.54 | % |
| INDICE DE PLASTICIDAD : | 15.35 | % |

OBSERVACIONES:


 Ing. Ustua Guisado
 INGENIERO CIVIL
 D.C.P. 153381

**HUMEDAD NATURAL**

(NORMA ASTM D - 2216)

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

PROYECTO : "INCORPORACIÓN DE CENIZAS DE CAÑA DE AZÚCAR EN LA SUBRASANTE DE LA CARRETERA AYMAS BAJA- QUISAPATA, APURÍMAC-2022"
UBICACIÓN : CARRETERA AYMAS BAJA - QUISAPATA
DISTRITO : ABANCAY
PROVINCIA : ABANCAY
DEPARTAMENTO : APURÍMAC
SOLICITA : RENE USTUA GUISADO **FECHA:** MAYO DE 2022

DATOS DE LA MUESTRA

CALICATA: 4
MUESTRA : SUELO NATURAL

| TARA | 1 | 2 |
|-----------------------------------|--------------|---|
| PESO DE TARA (gr) | 14.56 | / |
| PESO DEL SUELO HUMEDO + TARA (gr) | 56.78 | |
| PESO DEL SUELO SECO + TARA (grs) | 52.36 | |
| PESO DEL AGUA (gr) | 4.42 | |
| PESO DEL SUELO SECO (gr) | 37.80 | |
| % DE HUMEDAD | 11.69 | |
| PROMEDIO % DE HUMEDAD | 11.69 | |

OBSERVACIONES:

Ing. Jherman Tello Sarmient
INGENIERO CIVIL
CSP: 153381

GALIBO CARRETERAS Y GEOTECNIA EIRL

LABORATORIO Y CONSULTORIA EN MECANICA DE SUELOS, GEOTECNIA,
HIDRAÚLICA Y CARRETERAS

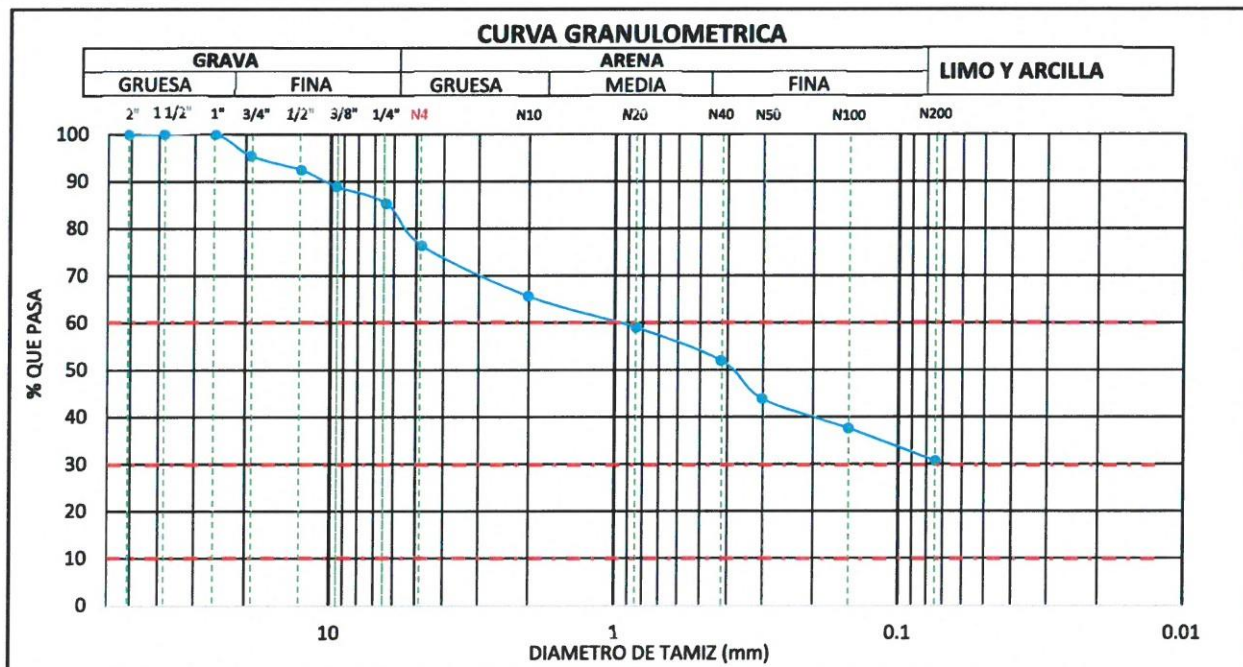


ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO (NORMA AASHTO T-27, ASTM D422)

| LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS | |
|-----------------------------------|--|
| PROYECTO : | "INCORPORACIÓN DE CENIZAS DE CAÑA DE AZÚCAR EN LA SUBRASANTE DE LA CARRETERA AYMAS BAJA- QUISAPATA, APURÍMAC-2022" |
| UBICACIÓN : | CARRETERA AYMAS BAJA - QUISAPATA |
| DISTRITO : | ABANCAY |
| PROVINCIA : | ABANCAY |
| DEPARTAMENTO : | APURÍMAC |
| SOLICITA : | RENE USTUA GUIADO |
| FECHA: MAYO DE 2022 | |

| DATOS DE LA MUESTRA | | | |
|---------------------|---------------|--------------------------|-------|
| CALICATA : | 4 | PESO INICIAL SECO (gr) : | 1125 |
| MUESTRA : | SUELO NATURAL | PESO LAVADO SECO (gr) : | 713 |
| | | % FINO : | 30.67 |

| TAMAÑO | PESO | % | % | % | ESPECIFICACION | DESCRIPCION DE LA MUESTRA |
|---------|----------|----------|----------|-----------|----------------|-------------------------------------|
| MALLA | ABERTURA | RETENIDO | RETENIDO | QUE | | |
| ASTM | mm | gr | PARCIAL | ACUMULADO | PASA | |
| 2" | 50.600 | 0 | 0.00 | 0.00 | 100.00 | PREPARACION DE LA MUESTRA : SECA |
| 1 1/2" | 38.100 | 0 | 0.00 | 0.00 | 100.00 | |
| 1" | 25.400 | 0 | 0.00 | 0.00 | 100.00 | LIMITES DE CONSISTENCIA |
| 3/4" | 19.050 | 51 | 4.53 | 4.53 | 95.47 | LIMITE LIQUIDO (LL) : 17.93 |
| 1/2" | 12.700 | 34 | 3.02 | 7.56 | 92.44 | LIMITE PLASTICO (LP) : 8.88 |
| 3/8" | 9.525 | 39 | 3.47 | 11.02 | 88.98 | INDICE DE PLASTICIDAD (IP) : 9.05 |
| 1/4" | 6.350 | 41 | 3.84 | 14.87 | 85.33 | |
| No 4 | 4.760 | 100 | 8.89 | 23.56 | 76.44 | CLASIFICACION SUCS |
| No 10 | 2.000 | 121 | 10.76 | 34.31 | 65.69 | ARENA ARCILLOSA DE BAJA PLASTICIDAD |
| No 20 | 0.840 | 75 | 6.67 | 40.98 | 59.02 | |
| No 40 | 0.420 | 79 | 7.02 | 48.00 | 52.00 | CLASIFICACION AASHTO |
| No 50 | 0.300 | 91 | 8.09 | 56.09 | 43.91 | A-2-4 |
| No 100 | 0.149 | 71 | 6.31 | 62.40 | 37.60 | INDICE DE GRUPO : 0 |
| No 200 | 0.074 | 78 | 6.93 | 69.33 | 30.67 | |
| CAZUELA | | 5 | 30.67 | 100.00 | | |
| TOTAL | | 785 | 100 | | | |



| | |
|-------|-------------|
| D10 = | NO PRESENTA |
| D30 = | NO PRESENTA |
| D60 = | 1.01 |

| | |
|------|-------------|
| CU = | NO PRESENTA |
| CC = | NO PRESENTA |

| | |
|-----------|--------|
| % GRAVA : | 23.56 |
| % ARENA : | 45.78 |
| % FINO : | 30.67 |
| TOTAL : | 100.00 |

OBSERVACIONES:

Ingeiero Civil
 CP: 153381

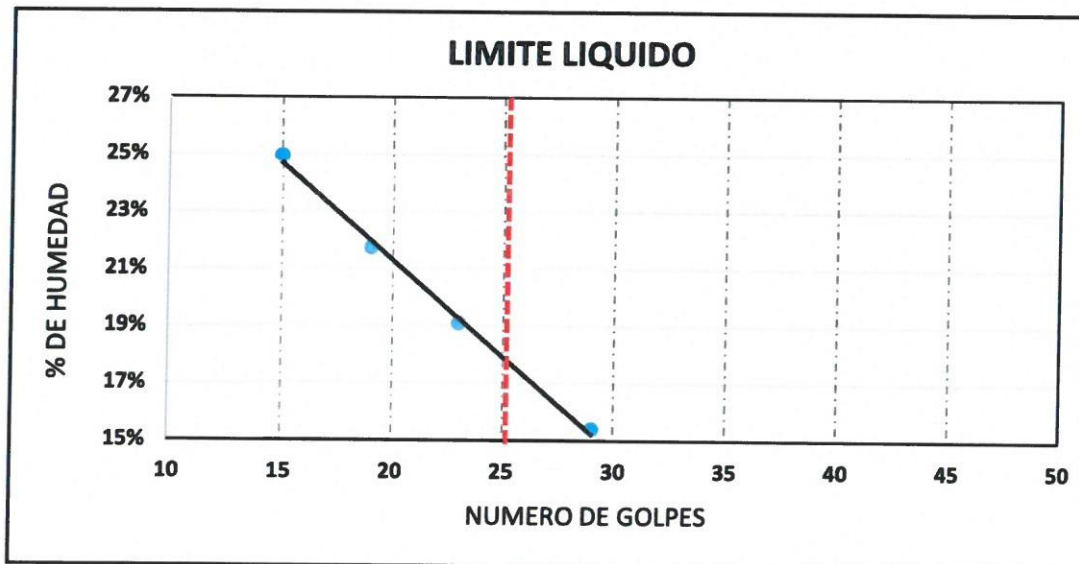


LIMITES DE CONSISTENCIA METODO AASHTO T-89/90 Y STM D-423/424

| LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS | |
|-----------------------------------|--|
| PROYECTO : | "INCORPORACIÓN DE CENIZAS DE CAÑA DE AZÚCAR EN LA SUBRASANTE DE LA CARRETERA AYMAS BAJA- QUISAPATA, APURÍMAC-2022" |
| UBICACIÓN : | CARRETERA AYMAS BAJA - QUISAPATA |
| DISTRITO : | ABANCAY |
| PROVINCIA : | ABANCAY |
| DEPARTAMENTO : | APURÍMAC |
| SOLICITA : | RENE USTUA GUIADO |
| FECHA: MAYO DE 2022 | |

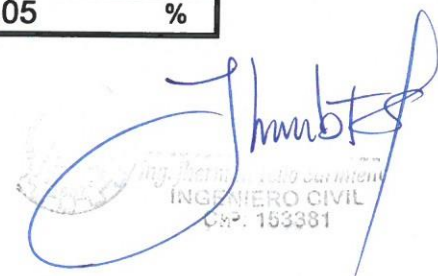
| DATOS DE LA MUESTRA | |
|---------------------|---------------|
| CALICATA : | 4 |
| MUESTRA : | SUELO NATURAL |

| DESCRIPCION | LIMITE LIQUIDO | | | | LIMITE PLASTICO | | | |
|-------------------------------|----------------|-------|-------|-------|-----------------|-------|--|-----------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | | |
| TARA | | | | | | | | |
| Nro. DE GOLPES | 29 | 23 | 19 | 15 | --- | --- | | I 8.23 |
| PESO TARA | 10.3 | 10.35 | 10.37 | 10.39 | 10.37 | 10.31 | | II 9.53 |
| PESO TARA + SUELO HUMEDO (gr) | 22.89 | 22.45 | 22.47 | 22.96 | 16.42 | 18.24 | | III ----- |
| PESO TARA + MUESTRA SECA (gr) | 21.21 | 20.51 | 20.31 | 20.45 | 15.96 | 17.55 | | ----- |
| PESO DEL AGUA | 1.68 | 1.94 | 2.16 | 2.51 | 0.46 | 0.69 | | = 8.88 |
| PESO SUELO SECO | 10.91 | 10.16 | 9.94 | 10.06 | 5.59 | 7.24 | | |
| CONTENIDO DE HUMEDAD (%) | 15.40 | 19.09 | 21.73 | 24.95 | 8.23 | 9.53 | | |



| | | |
|-------------------------|-------|---|
| LIMITE LIQUIDO : | 17.93 | % |
| LIMITE PLASTICO : | 8.88 | % |
| INDICE DE PLASTICIDAD : | 9.05 | % |

OBSERVACIONES:


 ING. JUAN CARLOS USTUA GUIADO
 INGENIERO CIVIL
 C.R.P. 153381


**HUMEDAD NATURAL**
(NORMA ASTM D - 2216)**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS**

PROYECTO : "INCORPORACIÓN DE CENIZAS DE CAÑA DE AZÚCAR EN LA SUBRASANTE DE LA CARRETERA AYMAS BAJA- QUISAPATA, APURÍMAC-2022"
UBICACIÓN : CARRETERA AYMAS BAJA - QUISAPATA
DISTRITO : ABANCAY
PROVINCIA : ABANCAY
DEPARTAMENTO : APURÍMAC
SOLICITA : RENE USTUA GUISADO
FECHA: MAYO DE 2022

DATOS DE LA MUESTRA

CALICATA: 5
MUESTRA : SUELO NATURAL

| TARA | 1 | 2 |
|-----------------------------------|-------|---|
| PESO DE TARA (gr) | 32.15 | |
| PESO DEL SUELO HUMEDO + TARA (gr) | 75.00 | |
| PESO DEL SUELO SECO + TARA (grs) | 68.91 | |
| PESO DEL AGUA (gr) | 6.09 | |
| PESO DEL SUELO SECO (gr) | 36.76 | |
| % DE HUMEDAD | 16.57 | |
| PROMEDIO % DE HUMEDAD | 16.57 | |

OBSERVACIONES:

Ing. Herman Tello Sarmient
INGENIERO CIVIL
C.P.: 153381

GALIBO CARRETERAS Y GEOTECNIA EIRL

LABORATORIO Y CONSULTORIA EN MECANICA DE SUELOS, GEOTECNIA, HIDRAULICA Y CARRETERAS

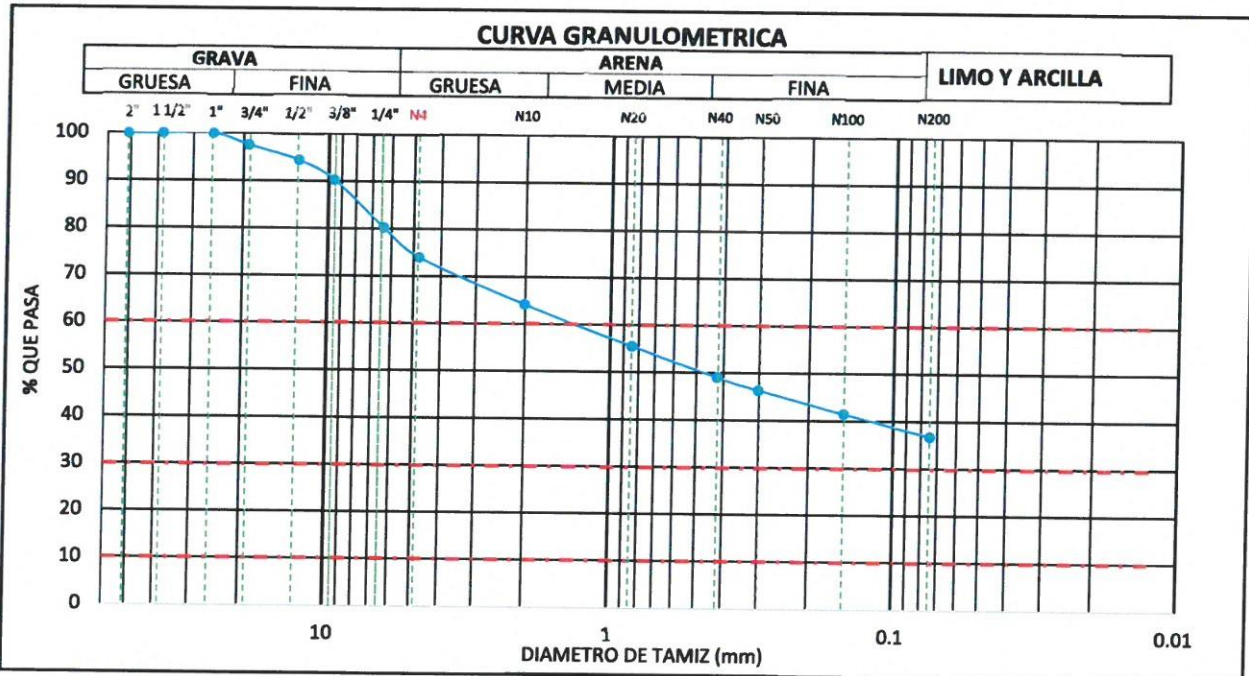


ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO (NORMA AASHTO T-27, ASTM D422)

| LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS | |
|-----------------------------------|--|
| PROYECTO | : "INCORPORACIÓN DE CENIZAS DE CAÑA DE AZÚCAR EN LA SUBRASANTE DE LA CARRETERA AYMAS BAJA- QUISAPATA, APURÍMAC-2022" |
| UBICACIÓN | : CARRETERA AYMAS BAJA - QUISAPATA |
| DISTRITO | : ABANCAY |
| PROVINCIA | : ABANCAY |
| DEPARTAMENTO | : APURÍMAC |
| SOLICITA | : RENE USTUA GUIASADO |
| FECHA: MAYO DE 2022 | |

| DATOS DE LA MUESTRA | | | |
|---------------------|-----------------|------------------------|-------|
| CAUCATA | 5 | PESO INICIAL SECO (gr) | 754 |
| MUESTRA | : SUELO NATURAL | PESO LAVADO SECO (gr) | 558 |
| | | % FINO | 36.74 |

| TAMAÑO | | PESO RETENIDO gr | % RETENIDO PARCIAL | % RETENIDO ACUMULADO | % QUE PASA | ESPECIFICACION | DESCRIPCION DE LA MUESTRA |
|------------------------|----------------|------------------------|--------------------------|----------------------------|------------------|----------------|-------------------------------------|
| MALLA ASTM | ABERTURA mm | | | | | | |
| 2" | 50.800 | 0 | 0.00 | 0.00 | 100.00 | | PREPARACION DE LA MUESTRA SECA |
| 1 1/2" | 38.100 | 0 | 0.00 | 0.00 | 100.00 | | |
| 1" | 25.400 | 0 | 0.00 | 0.00 | 100.00 | | |
| LIMITE DE CONSISTENCIA | | | | | | | |
| 3/4" | 19.050 | 18 | 2.39 | 2.39 | 97.61 | | LIMITE LIQUIDO (LL) : 28.71 |
| 1/2" | 12.700 | 24 | 3.18 | 5.57 | 94.43 | | LIMITE PLASTICO (LP) : 18.85 |
| 3/8" | 9.525 | 31 | 4.11 | 9.68 | 90.32 | | INDICE DE PLASTICIDAD (IP) : 9.87 |
| 1/4" | 6.350 | 76 | 10.08 | 19.76 | 80.24 | | |
| No 4 | 4.760 | 47 | 6.23 | 25.99 | 74.01 | | |
| CLASIFICACION SUCS | | | | | | | |
| No 10 | 2.000 | 74 | 9.81 | 35.81 | 64.19 | | ARENA ARCILLOSA DE BAJA PLASTICIDAD |
| No 20 | 0.840 | 65 | 8.62 | 44.43 | 55.57 | | |
| No 40 | 0.420 | 49 | 6.50 | 50.93 | 49.07 | | |
| CLASIFICACION AASHTO | | | | | | | |
| No 50 | 0.300 | 20 | 2.65 | 53.58 | 46.42 | | A-4 |
| No 100 | 0.149 | 37 | 4.91 | 58.49 | 41.51 | | |
| No 200 | 0.074 | 36 | 4.77 | 63.26 | 36.74 | | INDICE DE GRUPO 0 |
| CAZUELA | | 1 | 36.74 | 100.00 | | | |
| TOTAL | | 478 | 100 | | | | |



| | |
|-------|-------------|
| D10 = | NO PRESENTA |
| D30 = | NO PRESENTA |
| D60 = | 1.44 |

| | |
|------|-------------|
| CU = | NO PRESENTA |
| CC = | NO PRESENTA |

| | |
|-----------|--------|
| % GRAVA : | 25.99 |
| % ARENA : | 37.27 |
| % FINO : | 36.74 |
| TOTAL : | 100.00 |

OBSERVACIONES:


 Ing. Jheronimo Tello Sarmient
 INGENIERO CIVIL
 CXP: 153381

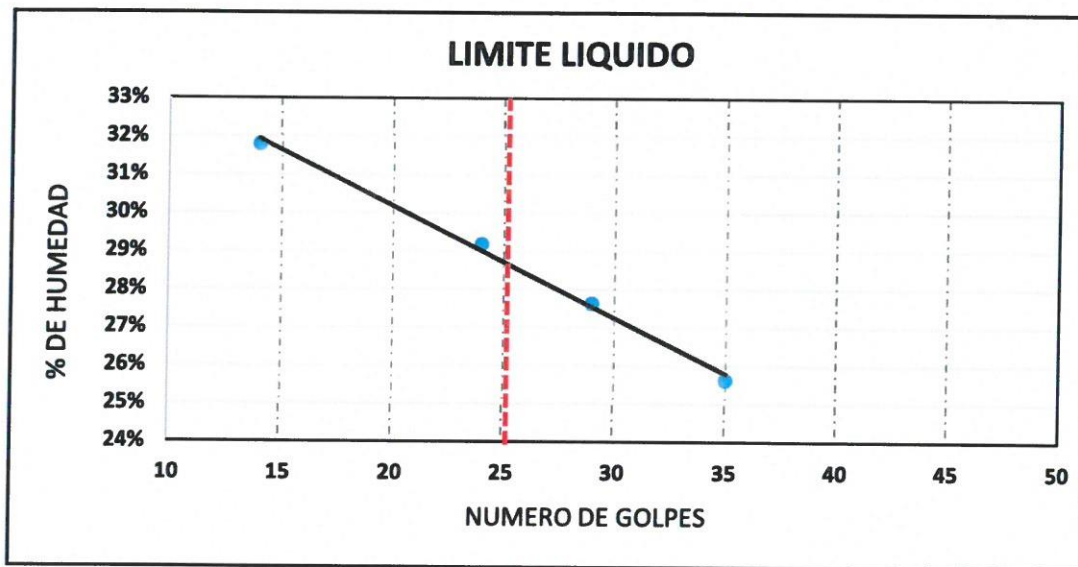


LIMITES DE CONSISTENCIA METODO AASHTO T-89/90 Y STM D-423/424

| LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS | |
|-----------------------------------|--|
| PROYECTO : | "INCORPORACIÓN DE CENIZAS DE CAÑA DE AZÚCAR EN LA SUBRASANTE DE LA CARRETERA AYMAS BAJA- QUISAPATA, APURÍMAC-2022" |
| UBICACIÓN : | CARRETERA AYMAS BAJA - QUISAPATA |
| DISTRITO : | ABANCAY |
| PROVINCIA : | ABANCAY |
| DEPARTAMENTO : | APURÍMAC |
| SOLICITA : | RENE USTUA GUIADO |
| FECHA: MAYO DE 2022 | |

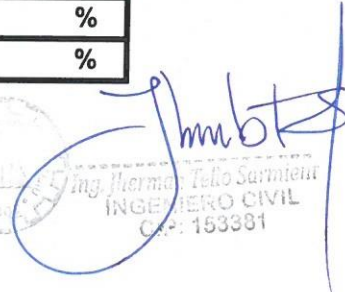
| DATOS DE LA MUESTRA | |
|---------------------|---------------|
| CALICATA | 5 |
| MUESTRA : | SUELO NATURAL |

| DESCRIPCION | LIMITE LIQUIDO | | | | LIMITE PLASTICO | | | |
|-------------------------------|----------------|-------|-------|-------|-----------------|-------|--|-----------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | | |
| TARA | | | | | | | | |
| Nro. DE GOLPES | 35 | 29 | 24 | 14 | --- | --- | | I 18.52 |
| PESO TARA | 13.84 | 13.04 | 14.37 | 9.02 | 11.52 | 12.75 | | II 19.17 |
| PESO TARA + SUELO HUMEDO (gr) | 21.78 | 20.15 | 23.31 | 19.34 | 13.12 | 16.79 | | III ----- |
| PESO TARA + MUESTRA SECA (gr) | 20.16 | 18.61 | 21.29 | 16.85 | 12.87 | 16.14 | | ----- |
| PESO DEL AGUA | 1.62 | 1.54 | 2.02 | 2.49 | 0.25 | 0.65 | | = 18.85 |
| PESO SUELO SECO | 6.32 | 5.57 | 6.92 | 7.83 | 1.35 | 3.39 | | |
| CONTENIDO DE HUMEDAD (%) | 25.63 | 27.65 | 29.19 | 31.80 | 18.52 | 19.17 | | |



| | | |
|-------------------------|-------|---|
| LIMITE LIQUIDO : | 28.71 | % |
| LIMITE PLASTICO : | 18.85 | % |
| INDICE DE PLASTICIDAD : | 9.87 | % |

OBSERVACIONES:


 Ing. Thermo Tello Sarment
 INGENIERO CIVIL
 C.P.: 153381



LIMITES DE CONSISTENCIA METODO AASHTO T-89/90 Y STM D-423/424

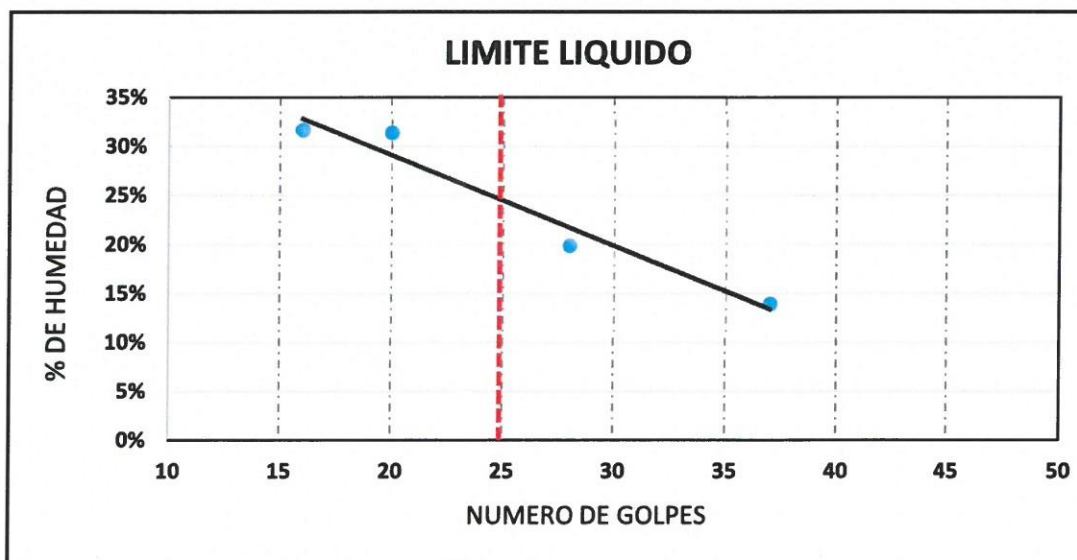
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

| | | |
|---------------------|--|----------------------------|
| PROYECTO | : "INCORPORACIÓN DE CENIZAS DE CAÑA DE AZÚCAR EN LA SUBRASANTE DE LA CARRETERA AYMAS BAJA- QUISAPATA, APURÍMAC-2022" | |
| UBICACIÓN | : CARRETERA AYMAS BAJA - QUISAPATA | |
| DISTRITO | : ABANCAY | |
| PROVINCIA | : ABANCAY | |
| DEPARTAMENTO | : APURÍMAC | |
| SOLICITA | : RENE USTUA GUISADO | FECHA: MAYO DE 2022 |

DATOS DE LA MUESTRA

| | |
|-----------------|---|
| CALICATA | 2 |
| MUESTRA | : SUELO NATURAL + 9 % DE CENIZA DE CAÑA DE AZUCAR |

| DESCRIPCION | LIMITE LIQUIDO | | | | LIMITE PLASTICO | | | |
|-------------------------------|----------------|-------|-------|-------|-----------------|-------|-----|-------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | | |
| TARA | | | | | | | | |
| Nro. DE GOLPES | 37 | 28 | 20 | 16 | --- | --- | I | 10.43 |
| PESO TARA | 15.89 | 16.01 | 15.91 | 16.08 | 13.56 | 14.96 | II | 9.57 |
| PESO TARA + SUELO HUMEDO (gr) | 31.75 | 29.15 | 31.81 | 29.09 | 18.96 | 19.54 | III | ----- |
| PESO TARA + MUESTRA SECA (gr) | 29.81 | 26.97 | 28.01 | 25.96 | 18.45 | 19.14 | = | 10.00 |
| PESO DEL AGUA | 1.94 | 2.18 | 3.8 | 3.13 | 0.51 | 0.4 | | |
| PESO SUELO SECO | 13.92 | 10.96 | 12.1 | 9.88 | 4.89 | 4.18 | | |
| CONTENIDO DE HUMEDAD (%) | 13.94 | 19.89 | 31.40 | 31.68 | 10.43 | 9.57 | | |



| | | | |
|------------------------------|---|-------|---|
| LIMITE LIQUIDO | : | 24.46 | % |
| LIMITE PLASTICO | : | 10.00 | % |
| INDICE DE PLASTICIDAD | : | 14.46 | % |

OBSERVACIONES:



Ing. Jherman Pollo Sarmiento
INGENIERO CIVIL
C.P. 153381

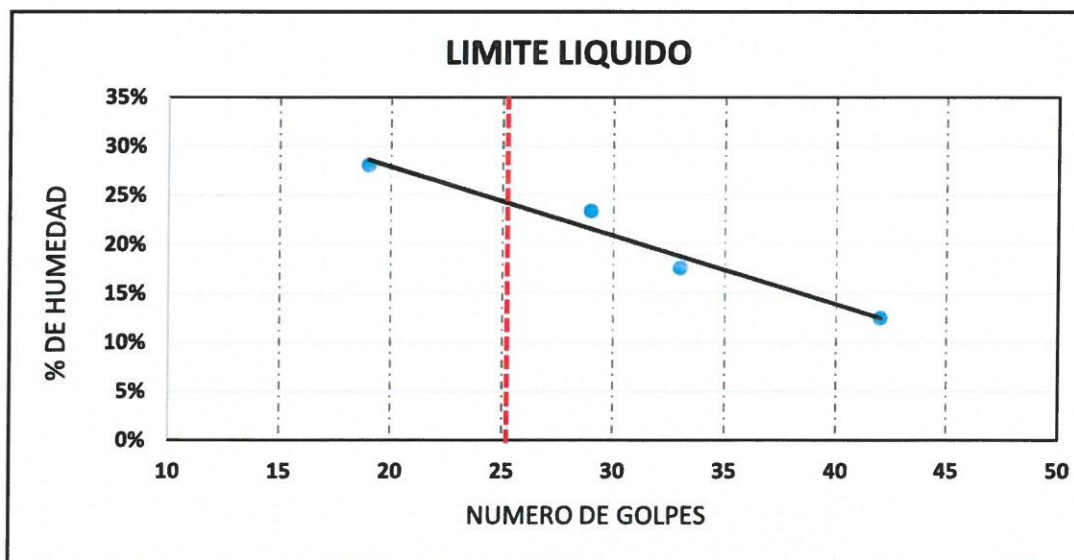


LIMITES DE CONSISTENCIA METODO AASHTO T-89/90 Y STM D-423/424

| LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS | |
|-----------------------------------|--|
| PROYECTO | “INCORPORACIÓN DE CENIZAS DE CAÑA DE AZÚCAR EN LA SUBRASANTE DE LA CARRETERA AYMAS BAJA- QUISAPATA, APURÍMAC-2022” |
| UBICACIÓN | CARRETERA AYMAS BAJA - QUISAPATA |
| DISTRITO | ABANCAY |
| PROVINCIA | ABANCAY |
| DEPARTAMENTO | APURÍMAC |
| SOLICITA | RENE USTUA GUISADO |
| FECHA: MAYO DE 2022 | |


| DATOS DE LA MUESTRA | |
|---------------------|--|
| CALICATA | 2 |
| MUESTRA | SUELO NATURAL + 10 % DE CENIZA DE CAÑA DE AZUCAR |

| DESCRIPCION | LIMITE LIQUIDO | | | | LIMITE PLASTICO | | | |
|-------------------------------|----------------|-------|-------|-------|-----------------|-------|-----|-------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | | |
| TARA | | | | | | | | |
| Nro. DE GOLPES | 42 | 33 | 29 | 19 | --- | --- | I | 9.07 |
| PESO TARA | 23.41 | 24.58 | 24.37 | 23.33 | 12.86 | 13.56 | II | 8.96 |
| PESO TARA + SUELO HUMEDO (gr) | 31.56 | 31.75 | 30.23 | 27.85 | 17.19 | 18.06 | III | ----- |
| PESO TARA + MUESTRA SECA (gr) | 30.66 | 30.68 | 29.12 | 26.86 | 16.83 | 17.69 | = | 9.01 |
| PESO DEL AGUA | 0.9 | 1.07 | 1.11 | 0.99 | 0.36 | 0.37 | | |
| PESO SUELO SECO | 7.25 | 6.1 | 4.75 | 3.53 | 3.97 | 4.13 | | |
| CONTENIDO DE HUMEDAD (%) | 12.41 | 17.54 | 23.37 | 28.05 | 9.07 | 8.96 | | |



| | | | |
|-----------------------|---|-------|---|
| LIMITE LIQUIDO | : | 24.38 | % |
| LIMITE PLASTICO | : | 9.01 | % |
| INDICE DE PLASTICIDAD | : | 15.36 | % |

OBSERVACIONES:


 Ing. Jherman Tello Sarmient
 INGENIERO CIVIL
 Csp: 153381



LIMITES DE CONSISTENCIA METODO AASHTO T-89/90 Y STM D-423/424

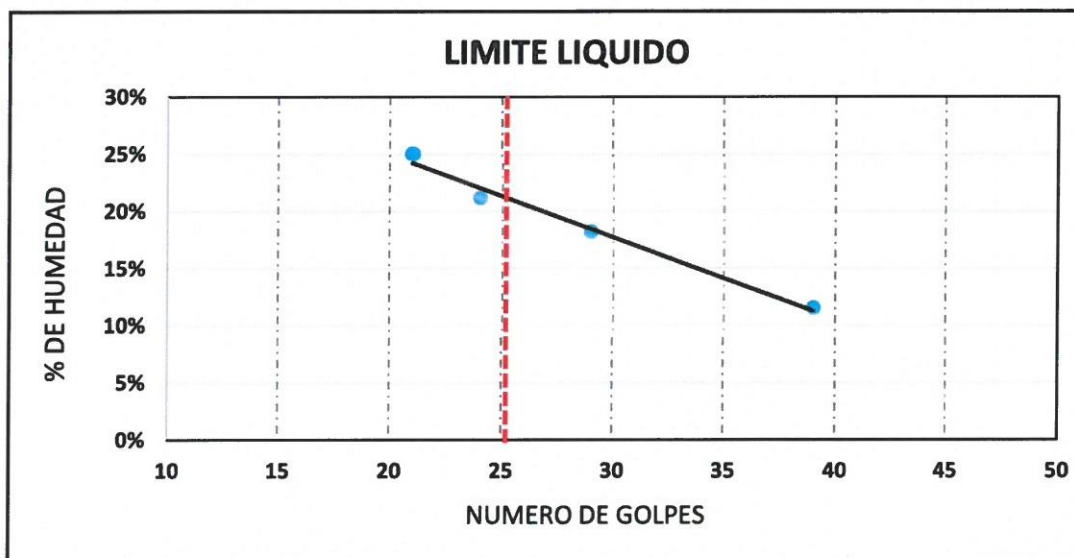
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

| | | | |
|--------------|---|--|---------------------|
| PROYECTO | : | "INCORPORACIÓN DE CENIZAS DE CAÑA DE AZÚCAR EN LA SUBRASANTE DE LA CARRETERA AYMAS BAJA- QUISAPATA, APURÍMAC-2022" | FECHA: MAYO DE 2022 |
| UBICACIÓN | : | CARRETERA AYMAS BAJA - QUISAPATA | |
| DISTRITO | : | ABANCAY | |
| PROVINCIA | : | ABANCAY | |
| DEPARTAMENTO | : | APURÍMAC | |
| SOLICITA | : | RENE USTUA GUIASADO | |

DATOS DE LA MUESTRA


| | | |
|----------|---|--|
| CALICATA | : | 2 |
| MUESTRA | : | SUELO NATURAL + 11 % DE CENIZA DE CAÑA DE AZUCAR |

| DESCRIPCION | LIMITE LIQUIDO | | | | LIMITE PLASTICO | | | |
|-------------------------------|----------------|-------|-------|-------|-----------------|-------|--|-----------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | | |
| TARA | | | | | | | | |
| Nro. DE GOLPES | 39 | 29 | 24 | 21 | --- | --- | | I 9.07 |
| PESO TARA | 18.56 | 18.78 | 18.96 | 18.12 | 12.82 | 13.51 | | II 8.84 |
| PESO TARA + SUELO HUMEDO (gr) | 33.56 | 34.89 | 33.52 | 31.89 | 17.39 | 18.19 | | III ----- |
| PESO TARA + MUESTRA SECA (gr) | 32.01 | 32.41 | 30.98 | 29.13 | 17.01 | 17.81 | | ----- |
| PESO DEL AGUA | 1.55 | 2.48 | 2.54 | 2.76 | 0.38 | 0.38 | | = 8.95 |
| PESO SUELO SECO | 13.45 | 13.63 | 12.02 | 11.01 | 4.19 | 4.3 | | |
| CONTENIDO DE HUMEDAD (%) | 11.52 | 18.20 | 21.13 | 25.07 | 9.07 | 8.84 | | |



| | | | |
|-----------------------|---|-------|---|
| LIMITE LIQUIDO | : | 21.31 | % |
| LIMITE PLASTICO | : | 8.95 | % |
| INDICE DE PLASTICIDAD | : | 12.36 | % |

OBSERVACIONES:


 Ing. Jhermy Tello Sarmienta
 INGENIERO CIVIL
 C.P.: 153381



LIMITES DE CONSISTENCIA METODO AASHTO T-89/90 Y STM D-423/424

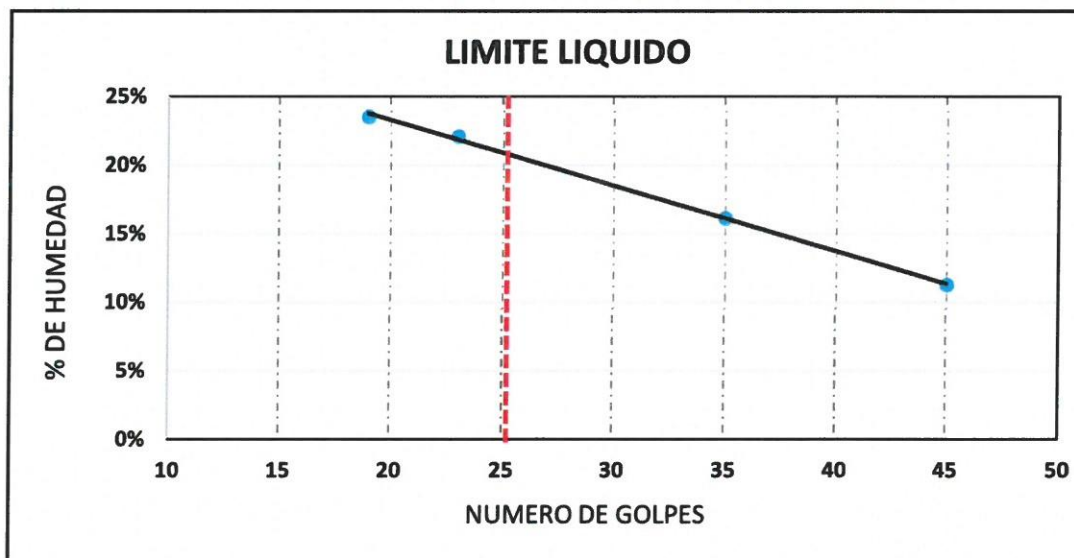
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

| | | |
|---------------------|--|----------------------------|
| PROYECTO | : "INCORPORACIÓN DE CENIZAS DE CAÑA DE AZÚCAR EN LA SUBRASANTE DE LA CARRETERA AYMAS BAJA- QUISAPATA, APURÍMAC-2022" | |
| UBICACIÓN | : CARRETERA AYMAS BAJA - QUISAPATA | |
| DISTRITO | : ABANCAY | |
| PROVINCIA | : ABANCAY | |
| DEPARTAMENTO | : APURÍMAC | |
| SOLICITA | : RENE USTUA GUIADO | FECHA: MAYO DE 2022 |

DATOS DE LA MUESTRA

| | |
|-----------------|--|
| CALICATA | : 2 |
| MUESTRA | : SUELO NATURAL + 12 % DE CENIZA DE CAÑA DE AZUCAR |

| DESCRIPCION | LIMITE LIQUIDO | | | | LIMITE PLASTICO | | | |
|-------------------------------|----------------|-------|-------|-------|-----------------|-------|--|-----------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | | |
| TARA | | | | | | | | |
| Nro. DE GOLPES | 45 | 35 | 23 | 19 | --- | --- | | I 9.27 |
| PESO TARA | 23.41 | 24.58 | 24.37 | 23.33 | 12.86 | 13.56 | | II 10.45 |
| PESO TARA + SUELO HUMEDO (gr) | 31.59 | 31.78 | 30.28 | 27.9 | 17.34 | 18.21 | | III ----- |
| PESO TARA + MUESTRA SECA (gr) | 30.76 | 30.78 | 29.21 | 27.03 | 16.96 | 17.77 | | = 9.86 |
| PESO DEL AGUA | 0.83 | 1 | 1.07 | 0.87 | 0.38 | 0.44 | | |
| PESO SUELO SECO | 7.35 | 6.2 | 4.84 | 3.7 | 4.1 | 4.21 | | |
| CONTENIDO DE HUMEDAD (%) | 11.29 | 16.13 | 22.11 | 23.51 | 9.27 | 10.45 | | |



| | | | |
|------------------------------|---|-------|---|
| LIMITE LIQUIDO | : | 20.88 | % |
| LIMITE PLASTICO | : | 9.86 | % |
| INDICE DE PLASTICIDAD | : | 11.02 | % |

OBSERVACIONES:



Ing. Jherman Sarmiento
INGENIERO CIVIL
C.O. 153381



LIMITES DE CONSISTENCIA METODO AASHTO T-89/90 Y STM D-423/424

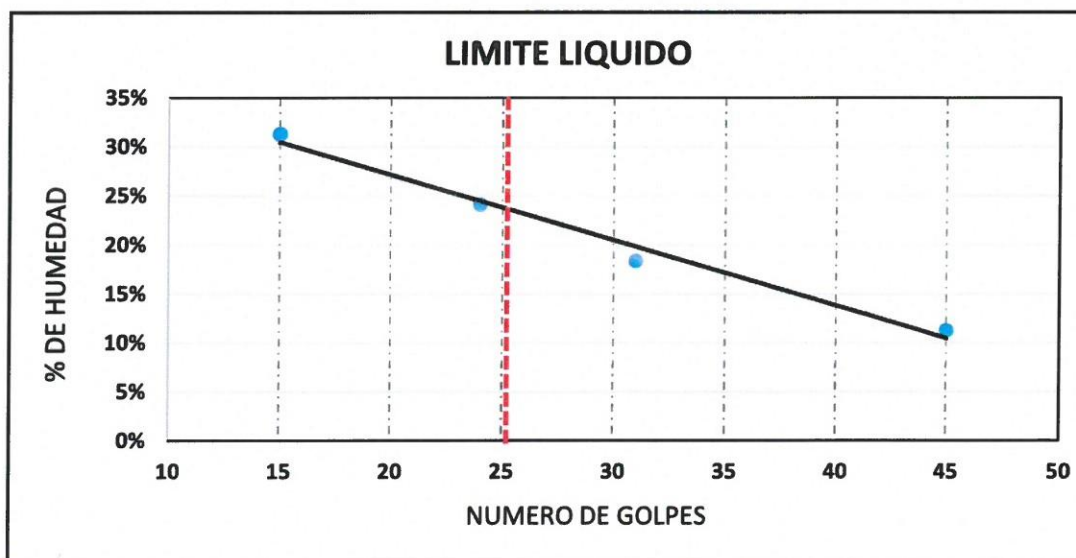
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

PROYECTO : "INCORPORACIÓN DE CENIZAS DE CAÑA DE AZÚCAR EN LA SUBRASANTE DE LA CARRETERA AYMAS BAJA- QUISAPATA, APURÍMAC-2022"
UBICACIÓN : CARRETERA AYMAS BAJA - QUISAPATA
DISTRITO : ABANCAY
PROVINCIA : ABANCAY
DEPARTAMENTO : APURÍMAC
SOLICITA : RENE USTUA GUIASADO **FECHA:** MAYO DE 2022

DATOS DE LA MUESTRA


CALICATA : 5
MUESTRA : SUELO NATURAL + 9% DE CENIZA DE CAÑA DE AZUCAR

| DESCRIPCION | LIMITE LIQUIDO | | | | LIMITE PLASTICO | | | |
|-------------------------------|----------------|-------|-------|-------|-----------------|-------|-----|-------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | | |
| TARA | | | | | | | | |
| Nro. DE GOLPES | 45 | 31 | 24 | 15 | --- | --- | I | 17.27 |
| PESO TARA | 23.41 | 24.58 | 24.37 | 23.33 | 12.86 | 13.56 | II | 17.58 |
| PESO TARA + SUELO HUMEDO (gr) | 31.59 | 31.92 | 30.39 | 27.9 | 17.75 | 18.51 | III | ----- |
| PESO TARA + MUESTRA SECA (gr) | 30.76 | 30.78 | 29.22 | 26.81 | 17.03 | 17.77 | | ----- |
| PESO DEL AGUA | 0.83 | 1.14 | 1.17 | 1.09 | 0.72 | 0.74 | = | 17.42 |
| PESO SUELO SECO | 7.35 | 6.2 | 4.85 | 3.48 | 4.17 | 4.21 | | |
| CONTENIDO DE HUMEDAD (%) | 11.29 | 18.39 | 24.12 | 31.32 | 17.27 | 17.58 | | |



| | | | |
|------------------------------|---|--------------|----------|
| LIMITE LIQUIDO | : | 23.78 | % |
| LIMITE PLASTICO | : | 17.42 | % |
| INDICE DE PLASTICIDAD | : | 6.36 | % |

OBSERVACIONES:


 Ing. Jherman Tello Sarmien
 INGENIERO CIVIL
 C.P.: 153381



LIMITES DE CONSISTENCIA METODO AASHTO T-89/90 Y STM D-423/424

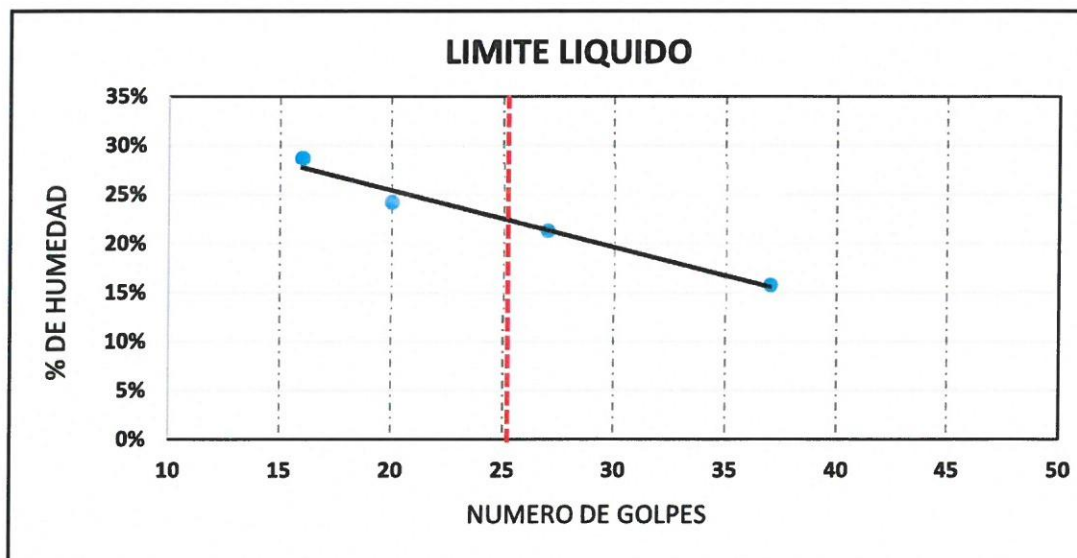
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

| | |
|----------------------------|--|
| PROYECTO | : "INCORPORACIÓN DE CENIZAS DE CAÑA DE AZÚCAR EN LA SUBRASANTE DE LA CARRETERA AYMAS BAJA- QUISAPATA, APURÍMAC-2022" |
| UBICACIÓN | : CARRETERA AYMAS BAJA - QUISAPATA |
| DISTRITO | : ABANCAY |
| PROVINCIA | : ABANCAY |
| DEPARTAMENTO | : APURÍMAC |
| SOLICITA | : RENE USTUA GUIASADO |
| FECHA: MAYO DE 2022 | |

DATOS DE LA MUESTRA


| | |
|-----------------|--|
| CALICATA | : 5 |
| MUESTRA | : SUELO NATURAL + 10 % DE CENIZA DE CAÑA DE AZUCAR |

| DESCRIPCION | LIMITE LIQUIDO | | | | LIMITE PLASTICO | | | |
|-------------------------------|----------------|-------|-------|-------|-----------------|-------|--|-----------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | | |
| TARA | | | | | | | | |
| Nro. DE GOLPES | 37 | 27 | 20 | 16 | --- | --- | | I 16.01 |
| PESO TARA | 18.56 | 18.78 | 18.96 | 18.12 | 12.82 | 13.51 | | II 16.92 |
| PESO TARA + SUELO HUMEDO (gr) | 33.96 | 35.29 | 33.98 | 32.46 | 17.24 | 18.07 | | III ----- |
| PESO TARA + MUESTRA SECA (gr) | 31.86 | 32.39 | 31.05 | 29.26 | 16.63 | 17.41 | | ----- |
| PESO DEL AGUA | 2.1 | 2.9 | 2.93 | 3.2 | 0.61 | 0.66 | | = 16.47 |
| PESO SUELO SECO | 13.3 | 13.61 | 12.09 | 11.14 | 3.81 | 3.9 | | |
| CONTENIDO DE HUMEDAD (%) | 15.79 | 21.31 | 24.23 | 28.73 | 16.01 | 16.92 | | |



| | | | |
|------------------------------|---|-------|---|
| LIMITE LIQUIDO | : | 22.51 | % |
| LIMITE PLASTICO | : | 16.47 | % |
| INDICE DE PLASTICIDAD | : | 6.05 | % |

OBSERVACIONES:


 Ing. Heisman Tello Sarment
 INGENIERO CIVIL
 C.P.: 153381



LIMITES DE CONSISTENCIA METODO AASHTO T-89/90 Y STM D-423/424

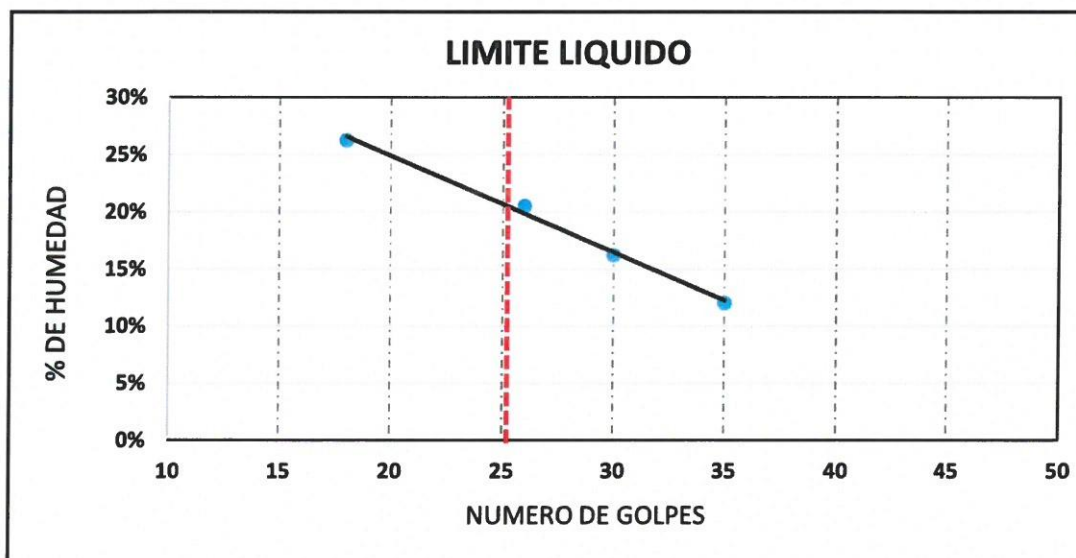
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

| | |
|----------------------------|--|
| PROYECTO | : "INCORPORACIÓN DE CENIZAS DE CAÑA DE AZÚCAR EN LA SUBRASANTE DE LA CARRETERA AYMAS BAJA- QUISAPATA, APURÍMAC-2022" |
| UBICACIÓN | : CARRETERA AYMAS BAJA - QUISAPATA |
| DISTRITO | : ABANCAY |
| PROVINCIA | : ABANCAY |
| DEPARTAMENTO | : APURÍMAC |
| SOLICITA | : RENE USTUA GUIASADO |
| FECHA: MAYO DE 2022 | |

DATOS DE LA MUESTRA

| | |
|-----------------|--|
| CALICATA | 5 |
| MUESTRA | : SUELO NATURAL + 11 % DE CENIZA DE CAÑA DE AZUCAR |

| DESCRIPCION | LIMITE LIQUIDO | | | | LIMITE PLASTICO | | | |
|-------------------------------|----------------|-------|-------|-------|-----------------|-------|-----|-------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | | |
| TARA | | | | | | | | |
| Nro. DE GOLPES | 35 | 30 | 26 | 18 | --- | --- | I | 17.38 |
| PESO TARA | 15.99 | 16.21 | 16.01 | 16.28 | 13.56 | 14.96 | II | 16.27 |
| PESO TARA + SUELO HUMEDO (gr) | 31.61 | 29.05 | 31.05 | 28.74 | 18.76 | 19.39 | III | ----- |
| PESO TARA + MUESTRA SECA (gr) | 29.93 | 27.26 | 28.49 | 26.15 | 17.99 | 18.77 | | |
| PESO DEL AGUA | 1.68 | 1.79 | 2.56 | 2.59 | 0.77 | 0.62 | = | 16.83 |
| PESO SUELO SECO | 13.94 | 11.05 | 12.48 | 9.87 | 4.43 | 3.81 | | |
| CONTENIDO DE HUMEDAD (%) | 12.05 | 16.20 | 20.51 | 26.24 | 17.38 | 16.27 | | |



| | | | |
|------------------------------|---|-------|---|
| LIMITE LIQUIDO | : | 20.65 | % |
| LIMITE PLASTICO | : | 16.83 | % |
| INDICE DE PLASTICIDAD | : | 3.82 | % |

OBSERVACIONES:



Ing. Jherman Jollo Sarmiento
INGENIERO CIVIL
C.P. 153381

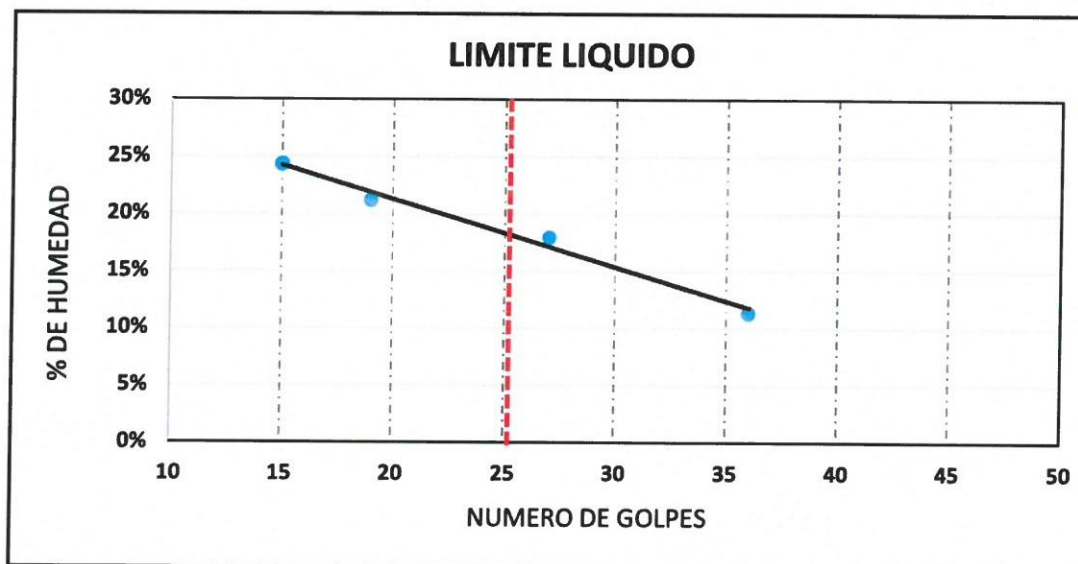


LIMITES DE CONSISTENCIA METODO AASHTO T-89/90 Y STM D-423/424

| LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS | |
|-----------------------------------|--|
| PROYECTO : | "INCORPORACIÓN DE CENIZAS DE CAÑA DE AZÚCAR EN LA SUBRASANTE DE LA CARRETERA AYMAS BAJA- QUISAPATA, APURÍMAC-2022" |
| UBICACIÓN : | CARRETERA AYMAS BAJA - QUISAPATA |
| DISTRITO : | ABANCAY |
| PROVINCIA : | ABANCAY |
| DEPARTAMENTO : | APURÍMAC |
| SOLICITA : | RENE USTUA GUIADO |
| FECHA: MAYO DE 2022 | |


| DATOS DE LA MUESTRA | |
|---------------------|--|
| CALICATA | 5 |
| MUESTRA : | SUELO NATURAL + 12 % DE CENIZA DE CAÑA DE AZUCAR |

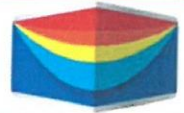
| DESCRIPCION | LIMITE LIQUIDO | | | | LIMITE PLASTICO | | | |
|-------------------------------|----------------|-------|-------|-------|-----------------|-------|--|-----------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | | |
| TARA | | | | | | | | |
| Nro. DE GOLPES | 36 | 27 | 19 | 15 | --- | --- | | I 16.27 |
| PESO TARA | 18.56 | 18.78 | 18.96 | 18.12 | 12.82 | 13.51 | | II 15.09 |
| PESO TARA + SUELO HUMEDO (gr) | 33.54 | 34.86 | 33.53 | 31.81 | 17.25 | 18.01 | | III ----- |
| PESO TARA + MUESTRA SECA (gr) | 32.01 | 32.41 | 30.98 | 29.13 | 16.63 | 17.42 | | ----- |
| PESO DEL AGUA | 1.53 | 2.45 | 2.55 | 2.68 | 0.62 | 0.59 | | = 15.68 |
| PESO SUELO SECO | 13.45 | 13.63 | 12.02 | 11.01 | 3.81 | 3.91 | | |
| CONTENIDO DE HUMEDAD (%) | 11.38 | 17.98 | 21.21 | 24.34 | 16.27 | 15.09 | | |



| | | |
|-------------------------|-------|---|
| LIMITE LIQUIDO : | 18.28 | % |
| LIMITE PLASTICO : | 15.68 | % |
| INDICE DE PLASTICIDAD : | 2.60 | % |

OBSERVACIONES:


 Ing. Herman Tello Sarmiento
 INGENIERO CIVIL
 CIP: 153381



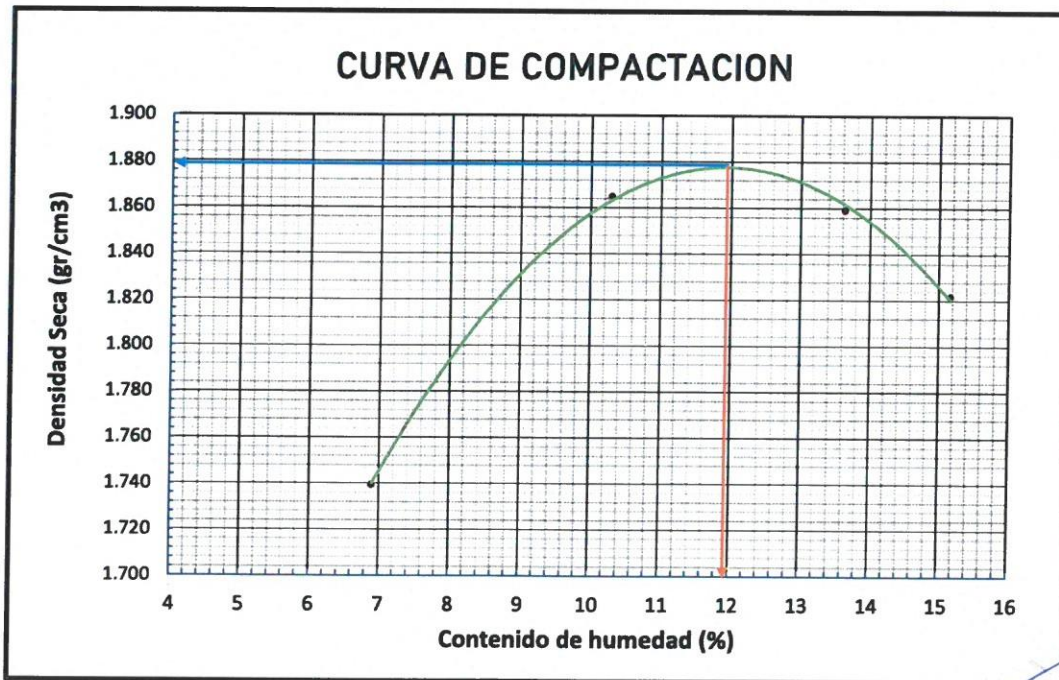
PROCTOR MODIFICADO ASTM D 1557 AASHTO T-180

| LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS | |
|-----------------------------------|---|
| PROYECTO : | "INCORPORACIÓN DE CENIZAS DE CAÑA DE AZÚCAR EN LA SUBRASANTE DE LA CARRETERA AYMAS BAJA- QUISAPATA, APURÍMAC- 2022" |
| UBICACIÓN : | CARRETERA AYMAS BAJA - QUISAPATA |
| DISTRITO : | ABANCAY |
| PROVINCIA : | ABANCAY |
| DEPARTAMENTO : | APURÍMAC |
| SOLICITA : | RENE USTUA GUIADO |
| FECHA: MAYO DE 2022 | |


| DATOS DE LA MUESTRA | |
|---------------------|---------------|
| CALICATA : | 2 |
| MUESTRA : | SUELO NATURAL |
| PROFUNDIDAD : | 1.70 m |

| | | | | |
|-----------------------------|-------|-------|-------|-------|
| Peso Molde + suelo Húmedo | 10335 | 10755 | 10873 | 10842 |
| Peso del molde | 6386 | 6386 | 6386 | 6386 |
| Peso del suelo Húmedo | 3949 | 4369 | 4487 | 4456 |
| Volumen del molde | 2124 | 2124 | 2124 | 2124 |
| Densidad del suelo húmedo | 1.86 | 2.06 | 2.11 | 2.10 |
| Capsula N° | 1 | 2 | 3 | 4 |
| Peso suelo húmedo + Capsula | 66.6 | 63.69 | 85.27 | 83.35 |
| Peso suelo seco + Capsula | 65.15 | 59.23 | 79.67 | 77.06 |
| Peso del Capsula | 44.13 | 15.94 | 38.6 | 35.6 |
| Peso del agua | 1.45 | 4.46 | 5.6 | 6.29 |
| Peso del suelo seco | 21.02 | 43.29 | 41.07 | 41.46 |
| % de Humedad | 6.90 | 10.30 | 13.64 | 15.17 |
| Densidad del suelo Seco | 1.74 | 1.86 | 1.86 | 1.82 |

| | |
|----------------------------|------|
| HUMEDAD OPTIMA (%) = | 11.9 |
| DENSIDAD MAXIMA (Tn/m3) = | 1.88 |



REVISADO POR


 Ing. Luciano Toledo Sandoval
 INGENIERO CIVIL
 C.R.P. 163381



PROCTOR MODIFICADO

ASTM D 1557 AASHTO T-180

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

PROYECTO : "INCORPORACIÓN DE CENIZAS DE CAÑA DE AZÚCAR EN LA SUBRASANTE DE LA CARRETERA AYMAS BAJA- QUISAPATA, APURÍMAC- 2022"
UBICACIÓN : CARRETERA AYMAS BAJA - QUISAPATA
DISTRITO : ABANCAY
PROVINCIA : ABANCAY
DEPARTAMENTO : APURÍMAC
SOLICITA : RENE USTUA GUIASADO

FECHA: MAYO DE 2022

DATOS DE LA MUESTRA

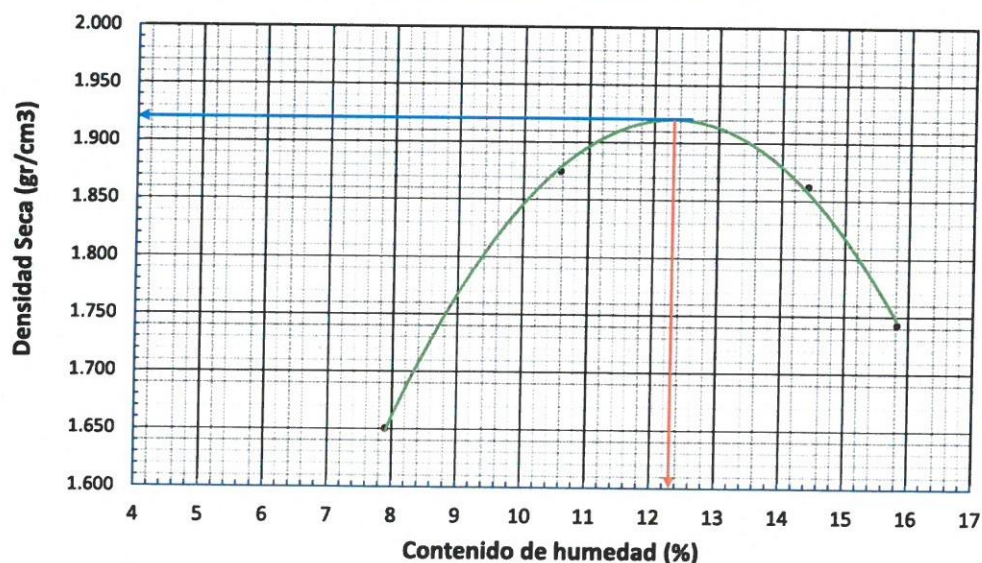
CALICATA : 2
MUESTRA : SUELO NATURAL + 9 % DE CENIZA DE CAÑA DE AZUCAR
PROFUNDIDAD : 1.5

| | | | | |
|------------------------------------|-------|-------|-------|-------|
| Peso Molde + suelo Húmedo | 10130 | 10750 | 10873 | 10634 |
| Peso del molde | 6347 | 6347 | 6347 | 6347 |
| Peso del suelo Húmedo | 3783 | 4403 | 4526 | 4287 |
| Volumen del molde | 2124 | 2124 | 2124 | 2124 |
| Densidad del suelo húmedo | 1.78 | 2.07 | 2.13 | 2.02 |
| Capsula N° | 1 | 2 | 3 | 4 |
| Peso suelo húmedo + Capsula | 85.88 | 54.07 | 42.39 | 45.61 |
| Peso suelo seco + Capsula | 83.74 | 51.33 | 38.85 | 40.61 |
| Peso del Capsula | 56.67 | 25.41 | 14.3 | 9.02 |
| Peso del agua | 2.14 | 2.74 | 3.54 | 5 |
| Peso del suelo seco | 27.07 | 25.92 | 24.55 | 31.59 |
| % de Humedad | 7.91 | 10.57 | 14.42 | 15.83 |
| Densidad del suelo Seco | 1.65 | 1.87 | 1.86 | 1.74 |

HUMEDAD OPTIMA (%) = 12.3

DENSIDAD MAXIMA (Tn/m3) = 1.92

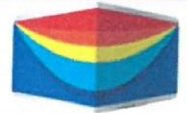
CURVA DE COMPACTACION



REVISADO POR



Ing. Jherman Tello Sarmient
 INGENIERO CIVIL
 C.P. 153361



PROCTOR MODIFICADO ASTM D 1557 AASHTO T-180

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

PROYECTO : "INCORPORACIÓN DE CENIZAS DE CAÑA DE AZÚCAR EN LA SUBRASANTE DE LA CARRETERA AYMAS BAJA- QUISAPATA, APURÍMAC- 2022"
UBICACIÓN : CARRETERA AYMAS BAJA - QUISAPATA
DISTRITO : ABANCAY
PROVINCIA : ABANCAY
DEPARTAMENTO : APURÍMAC
SOLICITA : RENE USTUA GUIADO **FECHA:** MAYO DE 2022

DATOS DE LA MUESTRA

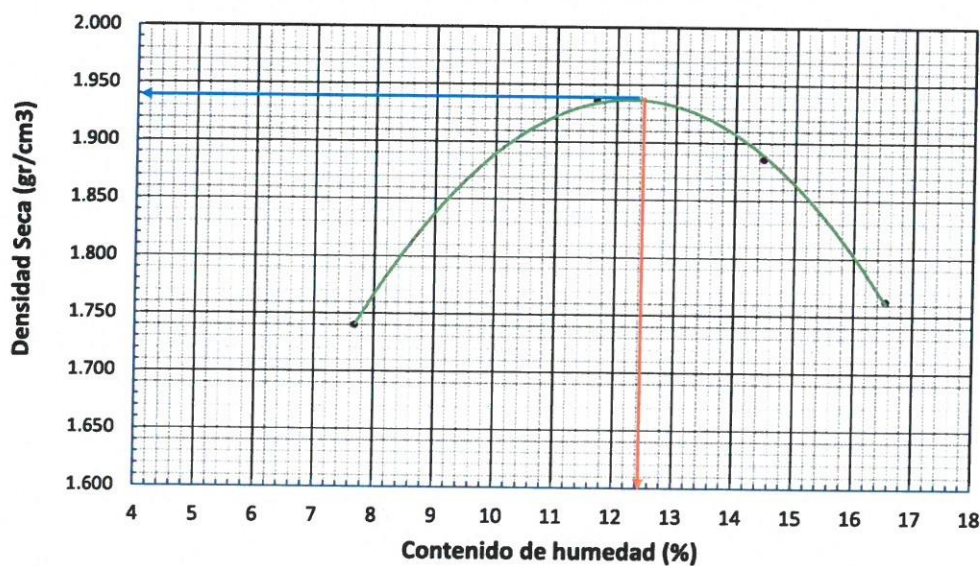
CALICATA : 2
MUESTRA : SUELO NATURAL + 10 % DE CENIZA DE CAÑA DE AZUCAR
PROFUNDIDAD : 1.5

| | | | | |
|------------------------------------|-------|-------|-------|-------|
| Peso Molde + suelo Húmedo | 10366 | 10979 | 10972 | 10749 |
| Peso del molde | 6386 | 6386 | 6386 | 6386 |
| Peso del suelo Húmedo | 3980 | 4593 | 4586 | 4363 |
| Volumen del molde | 2124 | 2124 | 2124 | 2124 |
| Densidad del suelo húmedo | 1.87 | 2.16 | 2.16 | 2.05 |
| Capsula N° | 1 | 2 | 3 | 4 |
| Peso suelo húmedo + Capsula | 33.89 | 49.69 | 90.57 | 83.41 |
| Peso suelo seco + Capsula | 32.49 | 47.15 | 83.61 | 77.05 |
| Peso del Capsula | 14.28 | 25.39 | 35.55 | 38.6 |
| Peso del agua | 1.4 | 2.54 | 6.96 | 6.36 |
| Peso del suelo seco | 18.21 | 21.76 | 48.06 | 38.45 |
| % de Humedad | 7.69 | 11.67 | 14.48 | 16.54 |
| Densidad del suelo Seco | 1.74 | 1.94 | 1.89 | 1.76 |

HUMEDAD OPTIMA (%) = 12.5

DENSIDAD MAXIMA (Tn/m3) = 1.94

CURVA DE COMPACTACION



REVISADO POR

Ing. Jheron Tello Sarmiento
 INGENIERO CIVIL
 C.R. 153331



PROCTOR MODIFICADO ASTM D 1557 AASHTO T-180

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

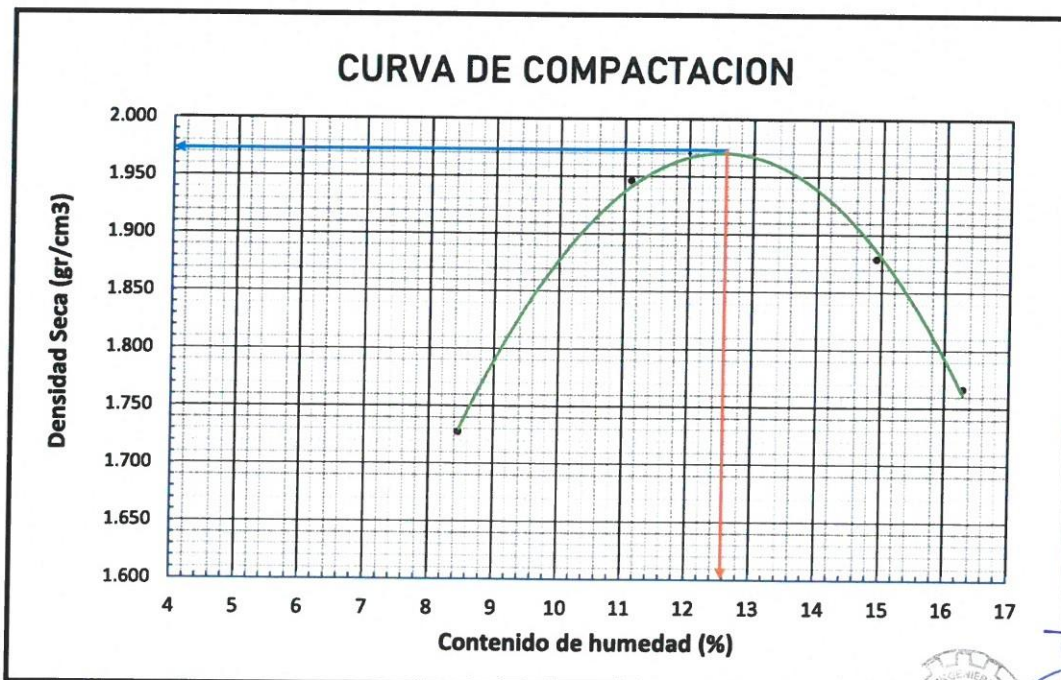
PROYECTO : "INCORPORACIÓN DE CENIZAS DE CAÑA DE AZÚCAR EN LA SUBRASANTE DE LA CARRETERA AYMAS BAJA- QUISAPATA, APURÍMAC- 2022"
UBICACIÓN : CARRETERA AYMAS BAJA - QUISAPATA
DISTRITO : ABANCAY
PROVINCIA : ABANCAY
DEPARTAMENTO : APURÍMAC
SOLICITA : RENE USTUA GUIASADO **FECHA:** MAYO DE 2022

DATOS DE LA MUESTRA

CALICATA : 2
MUESTRA : SUELO NATURAL + 11 % DE CENIZA DE CAÑA DE AZUCAR
PROFUNDIDAD : 1.5

| | | | | |
|------------------------------------|-------|-------|-------|-------|
| Peso Molde + suelo Húmedo | 10366 | 10979 | 10972 | 10749 |
| Peso del molde | 6386 | 6386 | 6386 | 6386 |
| Peso del suelo Húmedo | 3980 | 4593 | 4586 | 4363 |
| Volumen del molde | 2124 | 2124 | 2124 | 2124 |
| Densidad del suelo húmedo | 1.87 | 2.16 | 2.16 | 2.05 |
| Capsula N° | 1 | 2 | 3 | 4 |
| Peso suelo húmedo + Capsula | 33.75 | 49.69 | 90.78 | 83.41 |
| Peso suelo seco + Capsula | 32.23 | 47.26 | 83.61 | 77.13 |
| Peso del Capsula | 14.28 | 25.39 | 35.55 | 38.6 |
| Peso del agua | 1.52 | 2.43 | 7.17 | 6.28 |
| Peso del suelo seco | 17.95 | 21.87 | 48.06 | 38.53 |
| % de Humedad | 8.47 | 11.11 | 14.92 | 16.30 |
| Densidad del suelo Seco | 1.73 | 1.95 | 1.88 | 1.77 |

| | |
|-----------------------------------|-------------|
| HUMEDAD OPTIMA (%) = | 12.6 |
| DENSIDAD MAXIMA (Tn/m3) = | 1.97 |



REVISADO POR



Ing. Jherman Tello Sarmiento
 INGENIERO CIVIL
 C.O. 153391
 C.P. 153381



PROCTOR MODIFICADO ASTM D 1557 AASHTO T-180

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

PROYECTO : "INCORPORACIÓN DE CENIZAS DE CAÑA DE AZÚCAR EN LA SUBRASANTE DE LA CARRETERA AYMAS BAJA- QUISAPATA, APURÍMAC- 2022"
UBICACIÓN : CARRETERA AYMAS BAJA - QUISAPATA
DISTRITO : ABANCAY
PROVINCIA : ABANCAY
DEPARTAMENTO : APURÍMAC
SOLICITA : RENE USTUA GUISADO

FECHA: MAYO DE 2022

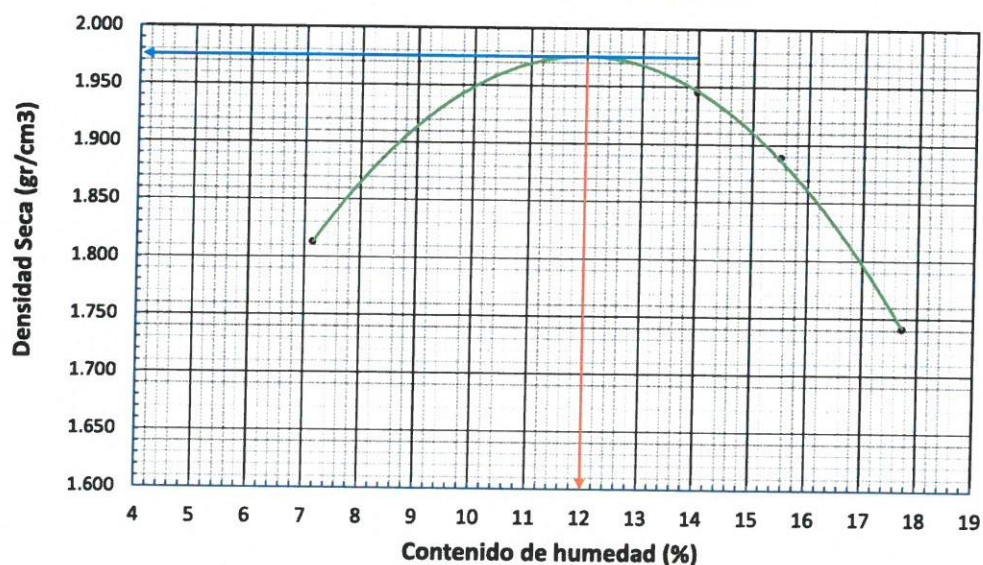
DATOS DE LA MUESTRA

CALICATA : 2
MUESTRA : SUELO NATURAL + 12 % DE CENIZA DE CAÑA DE AZUCAR
PROFUNDIDAD : 1.5 m

| | | | | |
|------------------------------------|-------|-------|-------|-------|
| Peso Molde + suelo Húmedo | 10512 | 11096 | 11021 | 10740 |
| Peso del molde | 6386 | 6386 | 6386 | 6386 |
| Peso del suelo Húmedo | 4126 | 4710 | 4635 | 4354 |
| Volumen del molde | 2124 | 2124 | 2124 | 2124 |
| Densidad del suelo húmedo | 1.94 | 2.22 | 2.18 | 2.05 |
| Capsula N° | 1 | 2 | 3 | 4 |
| Peso suelo húmedo + Capsula | 56.6 | 53.89 | 76.04 | 74.41 |
| Peso suelo seco + Capsula | 55.1 | 49.23 | 69.67 | 67.06 |
| Peso del Capsula | 34.13 | 15.94 | 28.6 | 25.6 |
| Peso del agua | 1.5 | 4.66 | 6.37 | 7.35 |
| Peso del suelo seco | 20.97 | 33.29 | 41.07 | 41.46 |
| % de Humedad | 7.15 | 14.00 | 15.51 | 17.73 |
| Densidad del suelo Seco | 1.81 | 1.95 | 1.89 | 1.74 |

| | |
|-----------------------------------|-------------|
| HUMEDAD OPTIMA (%) = | 12.0 |
| DENSIDAD MAXIMA (Tn/m3) = | 1.98 |

CURVA DE COMPACTACION



REVISADO POR


 Ing. Theodor Tello Sarmiento
 INGENIERO CIVIL
 C.P.: 153381



PROCTOR MODIFICADO

ASTM D 1557 AASHTO T-180

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

PROYECTO : "INCORPORACIÓN DE CENIZAS DE CAÑA DE AZÚCAR EN LA SUBRASANTE DE LA CARRETERA AYMAS BAJA- QUISAPATA, APURÍMAC- 2022"
UBICACIÓN : CARRETERA AYMAS BAJA - QUISAPATA
DISTRITO : ABANCAY
PROVINCIA : ABANCAY
DEPARTAMENTO : APURÍMAC
SOLICITA : RENE USTUA GUIASADO

FECHA: MAYO DE 2022

DATOS DE LA MUESTRA

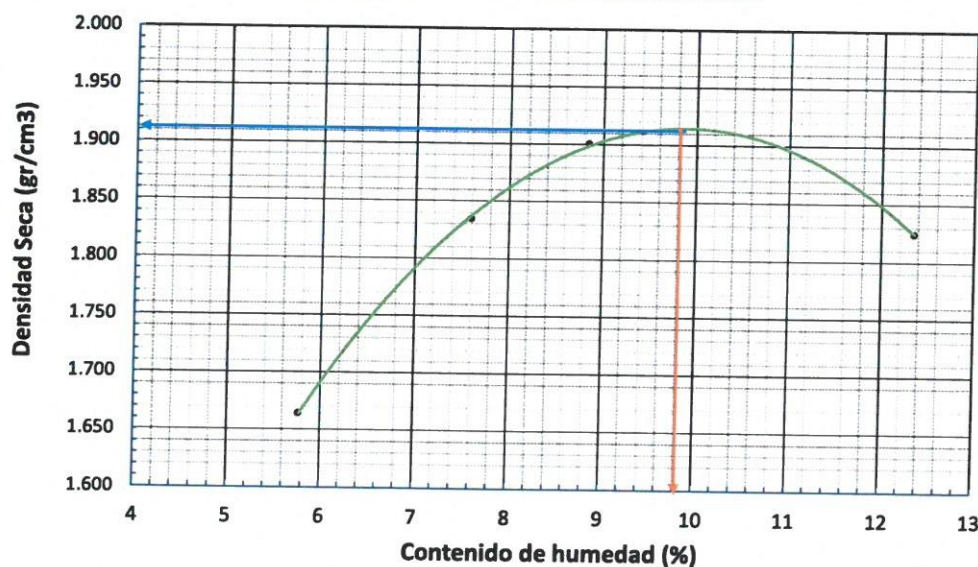
CALICATA : 5
MUESTRA : SUELO NATURAL
PROFUNDIDAD : 1.5 m

| | | | | |
|------------------------------------|-------|-------|-------|-------|
| Peso Molde + suelo Húmedo | 10125 | 10579 | 10780 | 10740 |
| Peso del molde | 6386 | 6386 | 6386 | 6386 |
| Peso del suelo Húmedo | 3739 | 4193 | 4394 | 4354 |
| Volumen del molde | 2124 | 2124 | 2124 | 2124 |
| Densidad del suelo húmedo | 1.76 | 1.97 | 2.07 | 2.05 |
| Capsula N° | 1 | 2 | 3 | 4 |
| Peso suelo húmedo + Capsula | 46.31 | 43.64 | 65.51 | 50.15 |
| Peso suelo seco + Capsula | 45.1 | 42.39 | 62.51 | 47.45 |
| Peso del Capsula | 24.13 | 25.94 | 28.6 | 25.6 |
| Peso del agua | 1.21 | 1.25 | 3 | 2.7 |
| Peso del suelo seco | 20.97 | 16.45 | 33.91 | 21.85 |
| % de Humedad | 5.77 | 7.60 | 8.85 | 12.36 |
| Densidad del suelo Seco | 1.66 | 1.83 | 1.90 | 1.82 |

HUMEDAD OPTIMA (%) = 9.8

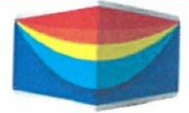
DENSIDAD MAXIMA (Tn/m3) = 1.91

CURVA DE COMPACTACION



REVISADO POR

hmbt
 Ing. Herman Tello Sarrient
 INGENIERO CIVIL
 C.V.P. 153381



PROCTOR MODIFICADO

ASTM D 1557 AASHTO T-180

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

PROYECTO : "INCORPORACIÓN DE CENIZAS DE CAÑA DE AZÚCAR EN LA SUBRASANTE DE LA CARRETERA AYMAS BAJA- QUISAPATA, APURÍMAC- 2022"
UBICACIÓN : CARRETERA AYMAS BAJA - QUISAPATA
DISTRITO : ABANCAY
PROVINCIA : ABANCAY
DEPARTAMENTO : APURÍMAC
SOLICITA : RENE USTUA GUIADO

FECHA: MAYO DE 2022

DATOS DE LA MUESTRA

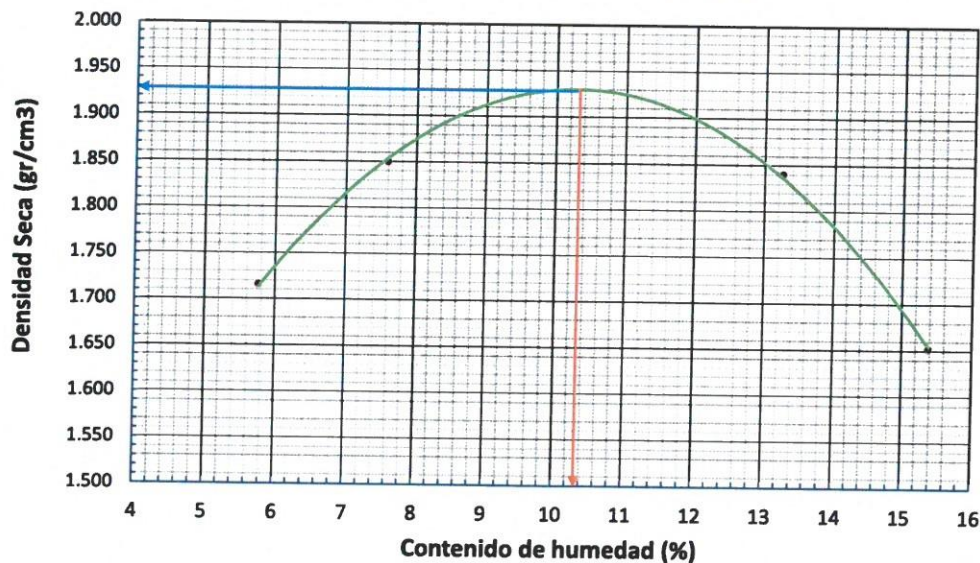
CALICATA : 5
MUESTRA : SUELO NATURAL + 9% DE CENIZA DE CAÑA DE AZUCAR
PROFUNDIDAD : 1.5 m

| | | | | |
|------------------------------------|-------|-------|-------|-------|
| Peso Molde + suelo Húmedo | 10241 | 10613 | 10812 | 10435 |
| Peso del molde | 6386 | 6386 | 6386 | 6386 |
| Peso del suelo Húmedo | 3855 | 4227 | 4426 | 4049 |
| Volumen del molde | 2124 | 2124 | 2124 | 2124 |
| Densidad del suelo húmedo | 1.81 | 1.99 | 2.08 | 1.91 |
| Capsula N° | 1 | 2 | 3 | 4 |
| Peso suelo húmedo + Capsula | 56.31 | 53.64 | 55.51 | 50.15 |
| Peso suelo seco + Capsula | 55.1 | 52.39 | 53.53 | 48.21 |
| Peso del Capsula | 34.13 | 35.94 | 38.6 | 35.6 |
| Peso del agua | 1.21 | 1.25 | 1.98 | 1.94 |
| Peso del suelo seco | 20.97 | 16.45 | 14.93 | 12.61 |
| % de Humedad | 5.77 | 7.60 | 13.26 | 15.38 |
| Densidad del suelo Seco | 1.72 | 1.85 | 1.84 | 1.65 |

HUMEDAD OPTIMA (%) = 10.3

DENSIDAD MAXIMA (Tn/m3) = 1.93

CURVA DE COMPACTACION



REVISADO POR


 Ing. Heriberto Tello Sarmient
 INGENIERO CIVIL
 C.V.P. 153381

GALIBO CARRETERAS Y GEOTECNIA EIRL

LABORATORIO Y CONSULTORIA EN MECANICA DE SUELOS, GEOTECNIA,
HIDRAÚLICA Y CARRETERAS



PROCTOR MODIFICADO

ASTM D 1557 AASHTO T-180

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

PROYECTO : "INCORPORACIÓN DE CENIZAS DE CAÑA DE AZÚCAR EN LA SUBRASANTE DE LA CARRETERA AYMAS BAJA- QUISAPATA, APURÍMAC- 2022"
UBICACIÓN : CARRETERA AYMAS BAJA - QUISAPATA
DISTRITO : ABANCAY
PROVINCIA : ABANCAY
DEPARTAMENTO: APURÍMAC
SOLICITA : RENE USTUA GUISADO
FECHA: MAYO DE 2022

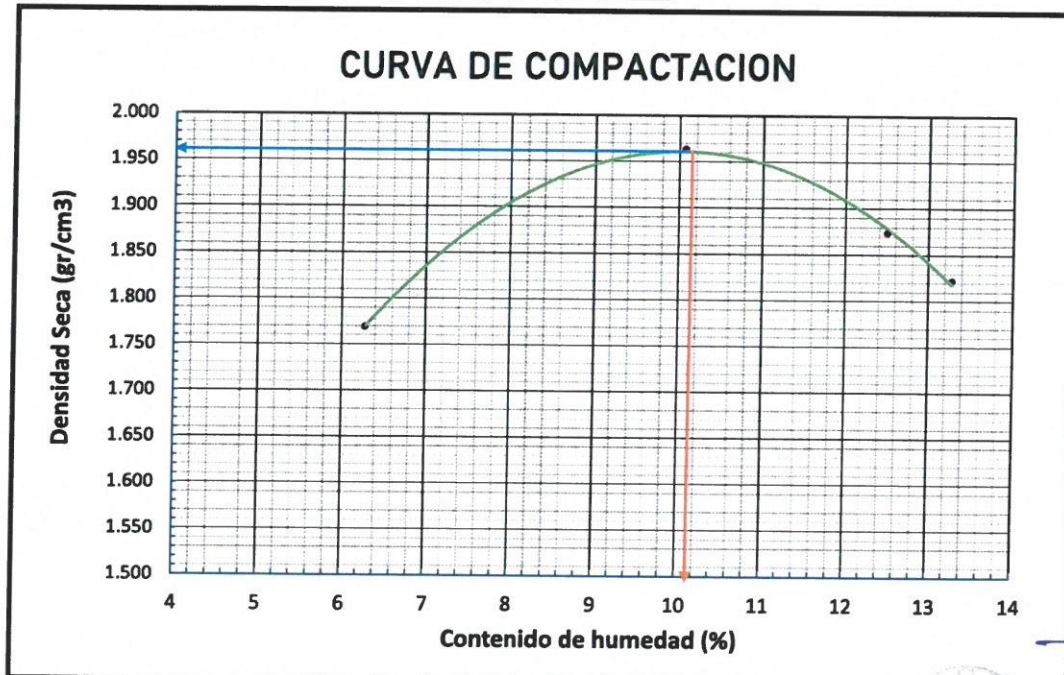
DATOS DE LA MUESTRA

CALICATA : 5
MUESTRA : SUELO NATURAL + 10 % DE CENIZA DE CAÑA DE AZUCAR
PROFUNDIDAD : 1.5 m

| | | | | |
|-----------------------------|-------|-------|-------|-------|
| Peso Molde + suelo Húmedo | 10379 | 10976 | 10862 | 10769 |
| Peso del molde | 6386 | 6386 | 6386 | 6386 |
| Peso del suelo Húmedo | 3993 | 4590 | 4476 | 4383 |
| Volumen del molde | 2124 | 2124 | 2124 | 2124 |
| Densidad del suelo húmedo | 1.88 | 2.16 | 2.11 | 2.06 |
| Capsula N° | 1 | 2 | 3 | 4 |
| Peso suelo húmedo + Capsula | 46.31 | 43.15 | 45.53 | 38.67 |
| Peso suelo seco + Capsula | 45.59 | 42.49 | 44.76 | 38.31 |
| Peso del Capsula | 34.13 | 35.94 | 38.6 | 35.6 |
| Peso del agua | 0.72 | 0.66 | 0.77 | 0.36 |
| Peso del suelo seco | 11.46 | 6.55 | 6.16 | 2.71 |
| % de Humedad | 6.28 | 10.08 | 12.50 | 13.28 |
| Densidad del suelo Seco | 1.77 | 1.96 | 1.87 | 1.82 |

| | |
|----------------------------|------|
| HUMEDAD OPTIMA (%) = | 10.2 |
| DENSIDAD MAXIMA (Tn/m3) = | 1.96 |

CURVA DE COMPACTACION



REVISADO POR



ing. Herman Yollo Sarmiento
INGENIERO CIVIL
C.P.: 153381



PROCTOR MODIFICADO

ASTM D 1557 AASHTO T-180

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

PROYECTO : "INCORPORACIÓN DE CENIZAS DE CAÑA DE AZÚCAR EN LA SUBRASANTE DE LA CARRETERA AYMAS BAJA- QUISAPATA, APURÍMAC- 2022"
UBICACIÓN : CARRETERA AYMAS BAJA - QUISAPATA
DISTRITO : ABANCAY
PROVINCIA : ABANCAY
DEPARTAMENTO : APURÍMAC
SOLICITA : RENE USTUA GUIADO

FECHA: MAYO DE 2022

DATOS DE LA MUESTRA

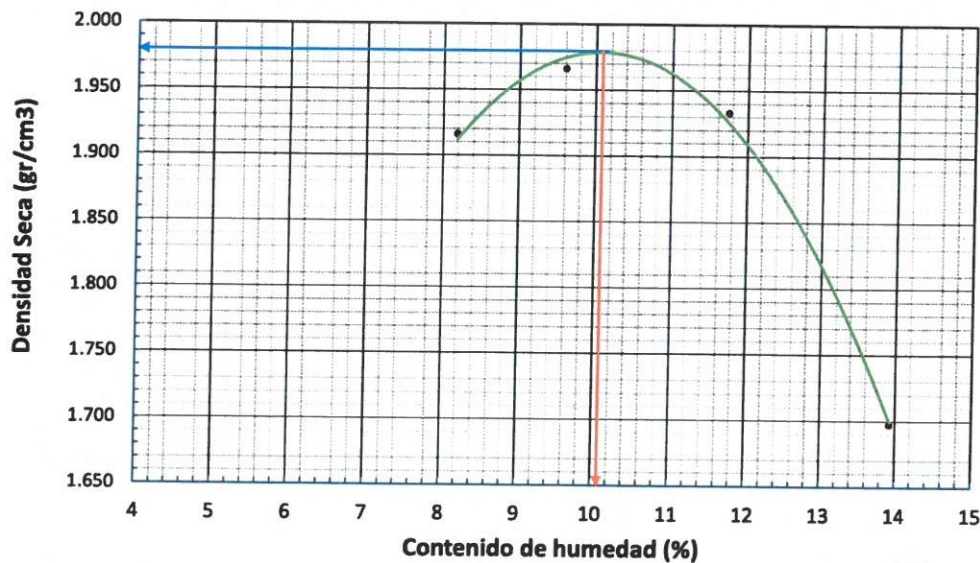
CALICATA : 5
MUESTRA : SUELO NATURAL + 11 % DE CENIZA DE CAÑA DE AZUCAR
PROFUNDIDAD : 1.5 m

| | | | | |
|------------------------------------|-------|-------|-------|-------|
| Peso Molde + suelo Húmedo | 10789 | 10963 | 10974 | 10493 |
| Peso del molde | 6386 | 6386 | 6386 | 6386 |
| Peso del suelo Húmedo | 4403 | 4577 | 4588 | 4107 |
| Volumen del molde | 2124 | 2124 | 2124 | 2124 |
| Densidad del suelo húmedo | 2.07 | 2.15 | 2.16 | 1.93 |
| Capsula N° | 1 | 2 | 3 | 4 |
| Peso suelo húmedo + Capsula | 66.31 | 63.15 | 65.53 | 68.67 |
| Peso suelo seco + Capsula | 64.63 | 61.64 | 63.75 | 65.85 |
| Peso del Capsula | 44.13 | 45.94 | 48.6 | 45.6 |
| Peso del agua | 1.68 | 1.51 | 1.78 | 2.82 |
| Peso del suelo seco | 20.5 | 15.7 | 15.15 | 20.25 |
| % de Humedad | 8.20 | 9.62 | 11.75 | 13.93 |
| Densidad del suelo Seco | 1.92 | 1.97 | 1.93 | 1.70 |

HUMEDAD OPTIMA (%) = 10.0

DENSIDAD MAXIMA (Tn/m3) = 1.98

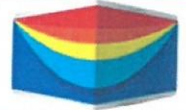
CURVA DE COMPACTACION



REVISADO POR



[Handwritten Signature]
 Ing. Pierman Celso Sarmien
 INGENIERO CIVIL
 C.R. 153381



PROCTOR MODIFICADO

ASTM D 1557 AASHTO T-180

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

PROYECTO : "INCORPORACIÓN DE CENIZAS DE CAÑA DE AZÚCAR EN LA SUBRASANTE DE LA CARRETERA AYMAS BAJA- QUISAPATA, APURÍMAC- 2022"

UBICACIÓN : CARRETERA AYMAS BAJA - QUISAPATA

DISTRITO : ABANCAY

PROVINCIA : ABANCAY

DEPARTAMENTO : APURÍMAC

SOLICITA : RENE USTUA GUISADO

FECHA: MAYO DE 2022

DATOS DE LA MUESTRA

CALICATA : 5

MUESTRA : SUELO NATURAL + 12 % DE CENIZA DE CAÑA DE AZUCAR

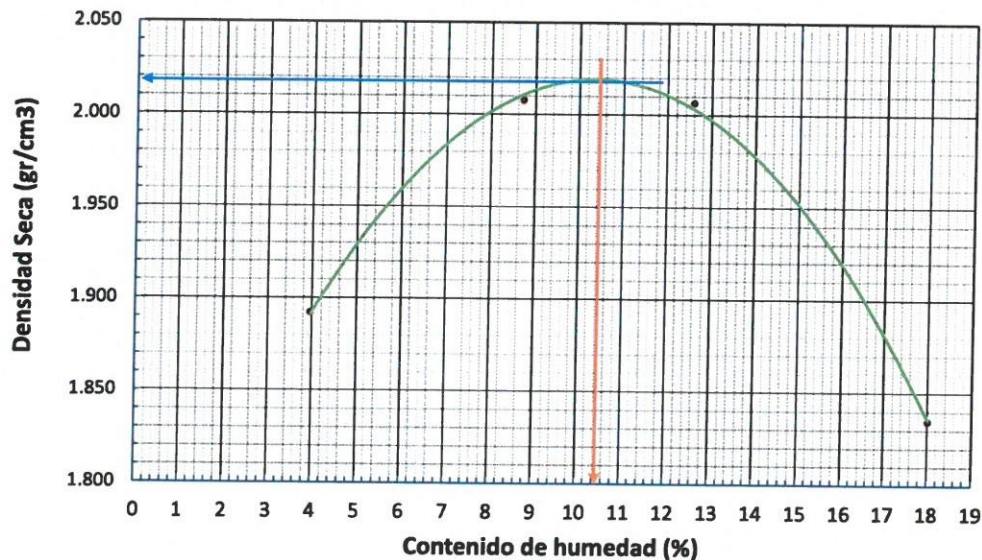
PROFUNDIDAD : 1.5 m

| | | | | |
|------------------------------------|-------|-------|-------|-------|
| Peso Molde + suelo Húmedo | 10564 | 11023 | 11185 | 10985 |
| Peso del molde | 6386 | 6386 | 6386 | 6386 |
| Peso del suelo Húmedo | 4178 | 4637 | 4799 | 4599 |
| Volumen del molde | 2124 | 2124 | 2124 | 2124 |
| Densidad del suelo húmedo | 1.97 | 2.18 | 2.26 | 2.17 |
| Capsula N° | 1 | 2 | 3 | 4 |
| Peso suelo húmedo + Capsula | 76.21 | 73.16 | 75.43 | 79.12 |
| Peso suelo seco + Capsula | 74.49 | 70.41 | 70.85 | 72.1 |
| Peso del Capsula | 31.13 | 38.94 | 34.51 | 33.14 |
| Peso del agua | 1.72 | 2.75 | 4.58 | 7.02 |
| Peso del suelo seco | 43.36 | 31.47 | 36.34 | 38.96 |
| % de Humedad | 3.97 | 8.74 | 12.60 | 18.02 |
| Densidad del suelo Seco | 1.89 | 2.01 | 2.01 | 1.83 |


HUMEDAD OPTIMA (%) = 10.5

DENSIDAD MAXIMA (Tn/m3) = 2.02

CURVA DE COMPACTACION



REVISADO POR


 Ing. Pierman Tello Sarmient
 INGENIERO CIVIL
 C.O. 153381



ENSAYO DE LA RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.) MTC E 132

REGISTRO DE EXCAVACION

| | |
|--------------|--|
| PROYECTO | : "INCORPORACIÓN DE CENIZAS DE CAÑA DE AZÚCAR EN LA SUBRASANTE DE LA CARRETERA AYMAS BAJA- QUISAPATA, APURÍMAC-2022" |
| UBICACIÓN | : CARRETERA AYMAS BAJA - QUISAPATA |
| DISTRITO | : ABANCAY |
| PROVINCIA | : ABANCAY |
| DEPARTAMENTO | : APURÍMAC |
| SOLICITA | : RENE USTUA GUIADO |

DATOS DE LA EXCAVACION

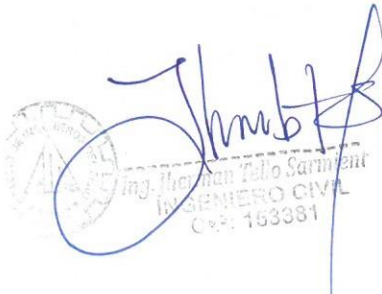
| | |
|----------|-----------------|
| CALICATA | : 2 |
| MUESTRA | : SUELO NATURAL |
| FECHA | : MAYO DE 2022 |

| | |
|--|--------|
| Máxima Densidad Seca (gr/cm^3) | : 1.88 |
| Optimo Contenido de Humedad (%) | : 11.9 |

| | | | | |
|-----------------------------|-------|-------|-------|-------|
| Peso Molde + suelo Húmedo | 10335 | 10755 | 10873 | 10842 |
| Peso del molde | 6386 | 6386 | 6386 | 6386 |
| Peso del suelo Húmedo | 3949 | 4369 | 4487 | 4456 |
| Volumen del molde | 2124 | 2124 | 2124 | 2124 |
| Densidad del suelo húmedo | 1.86 | 2.06 | 2.11 | 2.10 |
| Capsula N° | 1 | 2 | 3 | 4 |
| Peso suelo húmedo + Capsula | 66.60 | 63.69 | 85.27 | 83.35 |
| Peso suelo seco + Capsula | 65.15 | 59.23 | 79.67 | 77.06 |
| Peso del Capsula | 44.13 | 15.94 | 38.60 | 35.60 |
| Peso del agua | 1.45 | 4.46 | 5.60 | 6.29 |
| Peso del suelo seco | 21.02 | 43.29 | 41.07 | 41.46 |
| % de Humedad | 6.90 | 10.30 | 13.64 | 15.17 |
| Densidad del suelo Seco | 1.74 | 1.86 | 1.86 | 1.82 |

| Aplicación de Carga | | | | | | | | |
|---------------------|-------|--|---------|-------------------------------------|---------|-------------------------------------|---------|-------------------------------------|
| Penetración | | Presión Patrón (Kg/cm^2) | MOLDE 1 | | MOLDE 2 | | MOLDE 3 | |
| (Pulg.) | (mm.) | | Dial | Presión (Kg/cm^2) | Dial | Presión (Kg/cm^2) | Dial | Presión (Kg/cm^2) |
| 0.025 | 0.63 | | 27 | 1.4 | 24 | 1.2 | 23 | 1.2 |
| 0.050 | 1.27 | | 44 | 2.2 | 38 | 2.0 | 32 | 1.7 |
| 0.075 | 1.90 | | 69 | 3.5 | 57 | 2.9 | 47 | 2.4 |
| 0.100 | 2.54 | 70 | 87 | 4.5 | 69 | 3.6 | 54 | 2.8 |
| 0.125 | 3.17 | | 124 | 6.4 | 96 | 5.0 | 85 | 4.4 |
| 0.150 | 3.81 | 104 | 153 | 7.9 | 138 | 7.1 | 107 | 5.5 |
| 0.200 | 5.08 | | 176 | 9.1 | 154 | 8.0 | 126 | 6.5 |
| 0.300 | 7.62 | | 219 | 11.3 | 189 | 9.8 | 142 | 7.3 |
| 0.400 | 10.16 | | 243 | 12.6 | 217 | 11.2 | 167 | 8.6 |
| 0.500 | 12.70 | | 276 | 14.3 | 248 | 12.8 | 187 | 9.7 |

| Expansión: | | | |
|------------|-------------------|-------|-------|
| Fecha | Expansión (Pulg.) | | |
| | 1 | 2 | 3 |
| 00-01-00 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 01-01-00 | 0.024 | 0.021 | 0.023 |
| 02-01-00 | 0.039 | 0.038 | 0.041 |
| 03-01-00 | 0.047 | 0.051 | 0.056 |
| 04-01-00 | 0.059 | 0.063 | 0.065 |
| % EXP. | 1.31 | 1.40 | 1.44 |


 Ing. Maximiliano Tello Sarmiento
 INGENIERO CIVIL
 C.R. 153381



ENSAYO DE LA RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.) MTC E 132

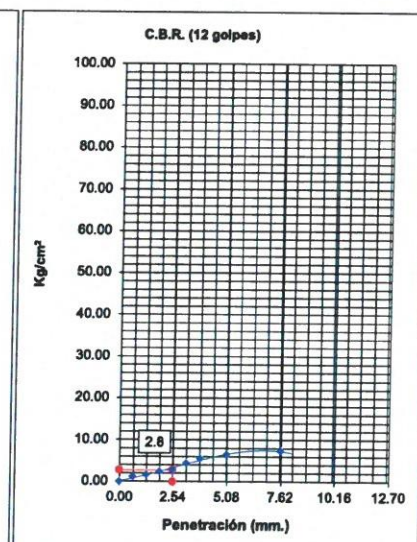
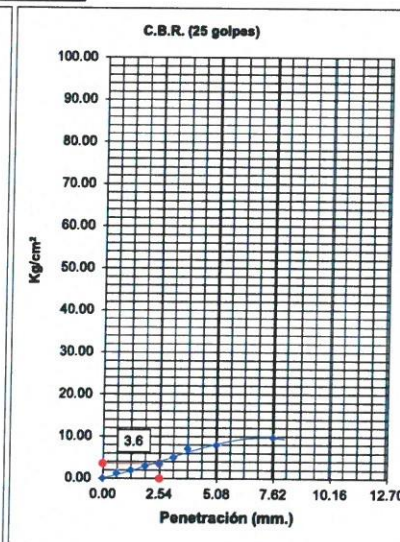
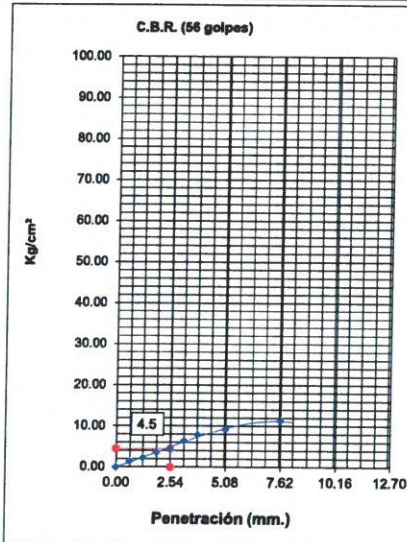
REGISTRO DE EXCAVACION

PROYECTO : "INCORPORACIÓN DE CENIZAS DE CANA DE AZÚCAR EN LA SUBRASANTE DE LA CARRETERA AYMAS BAJA- QUISAPATA, APURÍMAC-2022"
UBICACIÓN : CARRETERA AYMAS BAJA - QUISAPATA
DISTRITO : ABANCAY
PROVINCIA : ABANCAY
DEPARTAMENTO: APURÍMAC
SOLICITA : RENE USTUA GUIASADO

DATOS DE LA EXCAVACION

CALICATA : 2
MUESTRA : SUELO NATURAL
FECHA : MAYO DE 2022

| | |
|--|------|
| Máxima Densidad Seca (gr/cm ³) : | 1.88 |
| Óptimo Contenido de Humedad (%) : | 11.9 |



C.B.R. (0.1")-56 GOLPES : 6.4

C.B.R. (0.1")-25 GOLPES : 5.1

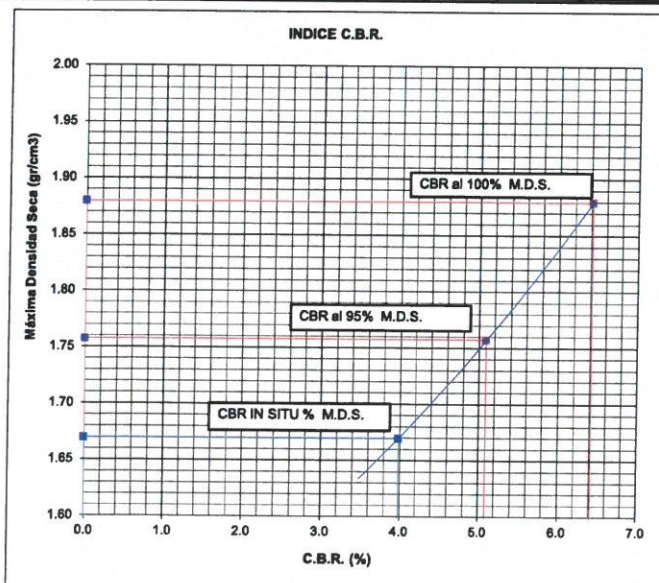
C.B.R. (0.1")-12 GOLPES : 4.0

Densidad Seca (gr/cc) : 1.880

Densidad Seca (gr/cc) : 1.758

Densidad Seca (gr/cc) : 1.670

DETERMINACION DE C.B.R.



M.D.S. : 1.880

95% DE M.D.S. : 1.758

| | |
|-----------------------------|-------|
| C.B.R. (100% M.D.S.) 0.1" : | 6.4 % |
| C.B.R. (95% M.D.S.) 0.1" : | 5.1 % |

| | |
|---|------------|
| CLASIFICACIÓN (SUCS) | SC |
| CLASIFICACIÓN (AASHTO) | A-6(4) |
| MÉTODO DE COMPACTACIÓN | ASTM D1557 |
| MÁXIMA DENSIDAD SECA (g/cm ³) | 1.88 |
| ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%) | 11.9 |



Ing. Herman Tello Sarmient
INGENIERO CIVIL
C.P.: 153381



ENSAYO DE LA RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)

MTC E 132

REGISTRO DE EXCAVACION

| | |
|--------------|--|
| PROYECTO | : "INCORPORACIÓN DE CENIZAS DE CAÑA DE AZÚCAR EN LA SUBRASANTE DE LA CARRETERA AYMAS BAJA- QUISAPATA, APURÍMAC-2022" |
| UBICACIÓN | : CARRETERA AYMAS BAJA - QUISAPATA |
| DISTRITO | : ABANCAY |
| PROVINCIA | : ABANCAY |
| DEPARTAMENTO | : APURÍMAC |
| SOLICITA | : RENE USTUA GUIADO |

DATOS DE LA EXCAVACION

| | |
|----------|---|
| CALICATA | : 2 |
| MUESTRA | : SUELO NATURAL + 9 % DE CENIZA DE CAÑA DE AZUCAR |
| FECHA | : MAYO DE 2022 |

| | |
|------------------------------------|--------|
| Máxima Densidad Seca (gr/cm^3) | : 1.92 |
| Optimo Contenido de Humedad (%) | : 12.3 |

| | | | | |
|-----------------------------|-------|-------|-------|-------|
| Peso Molde + suelo Húmedo | 10130 | 10750 | 10873 | 10634 |
| Peso del molde | 6347 | 6347 | 6347 | 6347 |
| Peso del suelo Húmedo | 3783 | 4403 | 4526 | 4287 |
| Volumen del molde | 2124 | 2124 | 2124 | 2124 |
| Densidad del suelo húmedo | 1.78 | 2.07 | 2.13 | 2.02 |
| Capsula N° | 1 | 2 | 3 | 4 |
| Peso suelo húmedo + Capsula | 85.88 | 54.07 | 42.39 | 45.61 |
| Peso suelo seco + Capsula | 83.74 | 51.33 | 38.85 | 40.61 |
| Peso del Capsula | 56.67 | 25.41 | 14.30 | 9.02 |
| Peso del agua | 2.14 | 2.74 | 3.54 | 5.00 |
| Peso del suelo seco | 27.07 | 25.92 | 24.55 | 31.59 |
| % de Humedad | 7.91 | 10.57 | 14.42 | 15.83 |
| Densidad del suelo Seco | 1.65 | 1.87 | 1.86 | 1.74 |

| Aplicación de Carga | | | | | | | | |
|---------------------|-------|------------------------------|---------|-----------------------|---------|-----------------------|---------|-----------------------|
| Penetración | | Presión Patrón (Kg/cm^2) | MOLDE 1 | | MOLDE 2 | | MOLDE 3 | |
| (Pulg.) | (mm.) | | Dial | Presión (Kg/cm^2) | Dial | Presión (Kg/cm^2) | Dial | Presión (Kg/cm^2) |
| 0.025 | 0.63 | | 24 | 1.2 | 19 | 1.0 | 11 | 0.6 |
| 0.050 | 1.27 | | 58 | 3.0 | 28 | 1.4 | 23 | 1.2 |
| 0.075 | 1.90 | | 83 | 4.3 | 51 | 2.6 | 33 | 1.7 |
| 0.100 | 2.54 | 70 | 115 | 5.9 | 85 | 4.4 | 41 | 2.1 |
| 0.125 | 3.17 | | 154 | 8.0 | 104 | 5.4 | 48 | 2.5 |
| 0.150 | 3.81 | 104 | 194 | 10.0 | 145 | 7.5 | 54 | 2.8 |
| 0.200 | 5.08 | | 262 | 13.5 | 191 | 9.9 | 63 | 3.3 |
| 0.300 | 7.62 | | 336 | 17.3 | 289 | 14.9 | 110 | 5.7 |
| 0.400 | 10.16 | | 375 | 19.4 | 311 | 16.1 | 127 | 6.6 |
| 0.500 | 12.70 | | 397 | 20.5 | 331 | 17.1 | 140 | 7.2 |

| Expansión: | | | |
|------------|-------------------|-------|-------|
| Fecha | Expansión (Pulg.) | | |
| | 1 | 2 | 3 |
| 00-01-00 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 01-01-00 | 0.010 | 0.013 | 0.015 |
| 02-01-00 | 0.025 | 0.028 | 0.028 |
| 03-01-00 | 0.039 | 0.046 | 0.047 |
| 04-01-00 | 0.051 | 0.053 | 0.054 |
| % EXP. | 1.13 | 1.18 | 1.20 |

Jhmo

Ing. Herman Yello Sarmiento
INGENIERO CIVIL
CSP: 153381

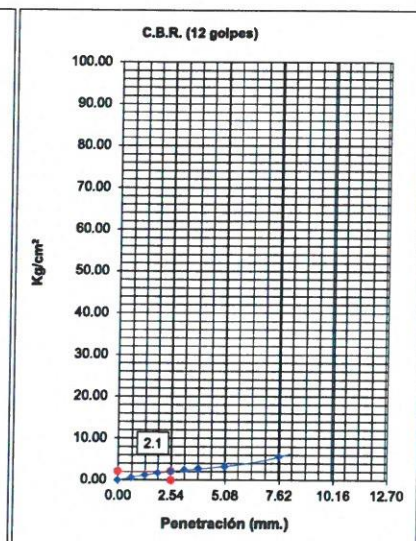
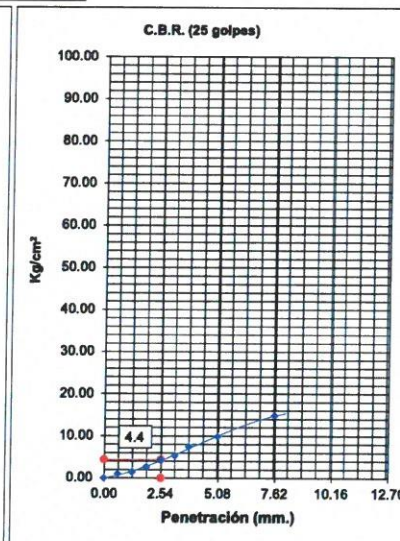
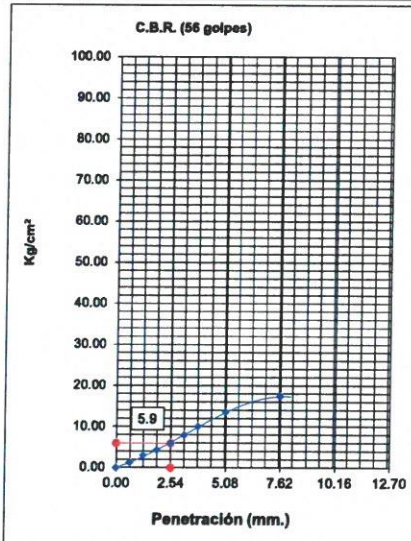


ENSAYO DE LA RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.) MTC E 132

| REGISTRO DE EXCAVACION | |
|------------------------|--|
| PROYECTO : | "INCORPORACIÓN DE CENIZAS DE CAÑA DE AZÚCAR EN LA SUBRASANTE DE LA CARRETERA AYMAS BAJA- QUISAPATA, APURÍMAC-2022" |
| UBICACIÓN : | CARRETERA AYMAS BAJA - QUISAPATA |
| DISTRITO : | ABANCAY |
| PROVINCIA : | ABANCAY |
| DEPARTAMENTO: | APURÍMAC |
| SOLICITA : | RENE USTUA GUIASADO |

| DATOS DE LA EXCAVACION | |
|------------------------|---|
| CALICATA : | 2 |
| MUESTRA : | SUELO NATURAL + 9 % DE CENIZA DE CAÑA DE AZÚCAR |
| FECHA : | MAYO DE 2022 |

| | |
|--|------|
| Máxima Densidad Seca (gr/cm^3) : | 1.92 |
| Optimo Contenido de Humedad (%) : | 12.3 |

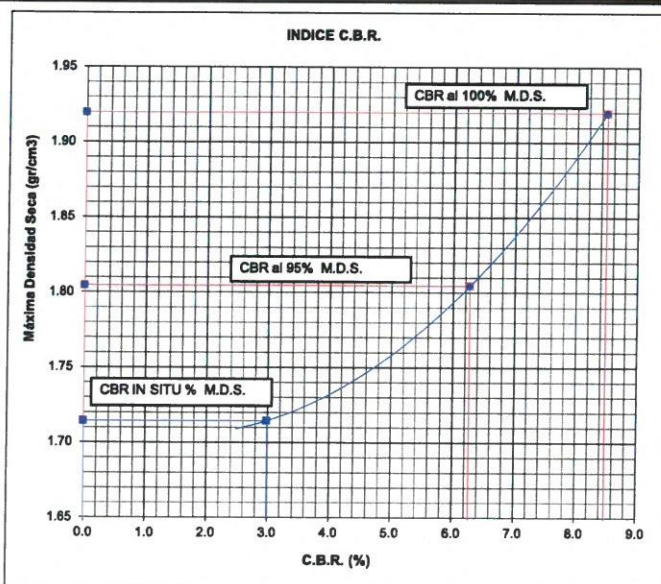


C.B.R. (0.1")-56 GOLPES : 8.5
Densidad Seca (gr/cc) : 1.920

C.B.R. (0.1")-25 GOLPES : 6.3
Densidad Seca (gr/cc) : 1.805

C.B.R. (0.1")-12 GOLPES : 3.0
Densidad Seca (gr/cc) : 1.715

DETERMINACION DE C.B.R.



M.D.S. : 1.920
95% DE M.D.S. : 1.805

| | |
|-----------------------------|-------|
| C.B.R. (100% M.D.S.) 0.1" : | 8.5 % |
| C.B.R. (95% M.D.S.) 0.1" : | 6.3 % |

| | |
|---|------------|
| CLASIFICACIÓN (SUCS) | SC |
| CLASIFICACIÓN (AASHTO) | A-6(4) |
| MÉTODO DE COMPACTACIÓN | ASTM D1557 |
| MÁXIMA DENSIDAD SECA (g/cm^3) | 1.92 |
| ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%) | 12.3 |

Ing. Thorstein Tello Sarmient
INGENIERO CIVIL
C.P. 153381



ENSAYO DE LA RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)

MTC E 132

REGISTRO DE EXCAVACION

| | |
|--------------|--|
| PROYECTO | : "INCORPORACIÓN DE CENIZAS DE CAÑA DE AZÚCAR EN LA SUBRASANTE DE LA CARRETERA AYMAS BAJA- QUISAPATA, APURÍMAC-2022" |
| UBICACIÓN | : CARRETERA AYMAS BAJA - QUISAPATA |
| DISTRITO | : ABANCAY |
| PROVINCIA | : ABANCAY |
| DEPARTAMENTO | : APURÍMAC |
| SOLICITA | : RENE USTUA GUIADO |

DATOS DE LA EXCAVACION

| | |
|----------|--|
| CALICATA | : 2 |
| MUESTRA | : SUELO NATURAL + 10 % DE CENIZA DE CAÑA DE AZUCAR |
| FECHA | : MAYO DE 2022 |

| | |
|------------------------------------|--------|
| Máxima Densidad Seca (gr/cm^3) | : 1.94 |
| Optimo Contenido de Humedad (%) | : 12.5 |

| | 10366 | 10979 | 10972 | 10749 |
|-----------------------------|-------|-------|-------|-------|
| Peso Molde + suelo Húmedo | 10366 | 10979 | 10972 | 10749 |
| Peso del molde | 6386 | 6386 | 6386 | 6386 |
| Peso del suelo Húmedo | 3980 | 4593 | 4586 | 4363 |
| Volumen del molde | 2124 | 2124 | 2124 | 2124 |
| Densidad del suelo húmedo | 1.87 | 2.16 | 2.16 | 2.05 |
| Capsula N° | 1 | 2 | 3 | 4 |
| Peso suelo húmedo + Capsula | 33.89 | 49.69 | 90.57 | 83.41 |
| Peso suelo seco + Capsula | 32.49 | 47.15 | 83.61 | 77.05 |
| Peso del Capsula | 14.28 | 25.39 | 35.55 | 38.60 |
| Peso del agua | 1.40 | 2.54 | 6.96 | 6.36 |
| Peso del suelo seco | 18.21 | 21.76 | 48.06 | 38.45 |
| % de Humedad | 7.69 | 11.67 | 14.48 | 16.54 |
| Densidad del suelo Seco | 1.74 | 1.94 | 1.89 | 1.76 |

| Aplicación de Carga | | | | | | | | |
|---------------------|-------|------------------------------|---------|-----------------------|---------|-----------------------|---------|-----------------------|
| Penetración | | Presión Patrón (Kg/cm^2) | MOLDE 1 | | MOLDE 2 | | MOLDE 3 | |
| (Pulg.) | (mm.) | | Dial | Presión (Kg/cm^2) | Dial | Presión (Kg/cm^2) | Dial | Presión (Kg/cm^2) |
| 0.025 | 0.63 | | 45 | 2.3 | 34 | 1.8 | 26 | 1.3 |
| 0.050 | 1.27 | | 55 | 2.8 | 49 | 2.5 | 41 | 2.1 |
| 0.075 | 1.90 | | 124 | 6.4 | 103 | 5.3 | 78 | 4.0 |
| 0.100 | 2.54 | 70 | 154 | 8.0 | 125 | 6.5 | 91 | 4.7 |
| 0.125 | 3.17 | | 175 | 9.0 | 157 | 8.1 | 105 | 5.4 |
| 0.150 | 3.81 | 104 | 204 | 10.5 | 187 | 9.7 | 134 | 6.9 |
| 0.200 | 5.08 | | 254 | 13.1 | 210 | 10.9 | 175 | 9.0 |
| 0.300 | 7.62 | | 349 | 18.0 | 271 | 14.0 | 224 | 11.6 |
| 0.400 | 10.16 | | 412 | 21.3 | 341 | 17.6 | 278 | 14.4 |
| 0.500 | 12.70 | | 487 | 25.2 | 378 | 19.5 | 304 | 15.7 |

| Expansión: | | | |
|------------|-------------------|-------|-------|
| Fecha | Expansión (Pulg.) | | |
| | 1 | 2 | 3 |
| 00-01-00 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 01-01-00 | 0.011 | 0.013 | 0.014 |
| 02-01-00 | 0.018 | 0.021 | 0.024 |
| 03-01-00 | 0.027 | 0.032 | 0.032 |
| 04-01-00 | 0.046 | 0.048 | 0.049 |
| % EXP. | 1.02 | 1.07 | 1.09 |


Ing. Herman Tello Sarmient
INGENIERO CIVIL
C.R.: 153381

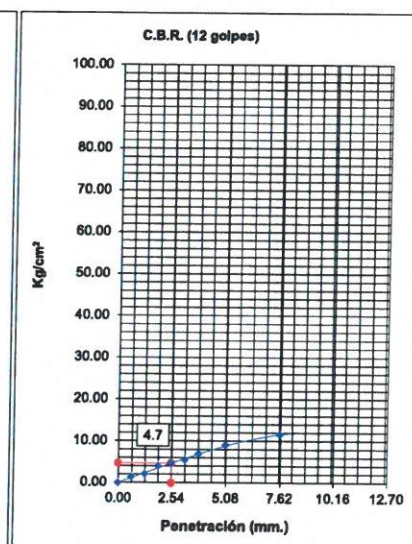
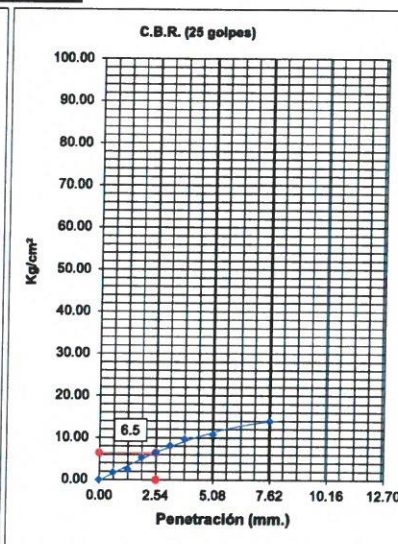
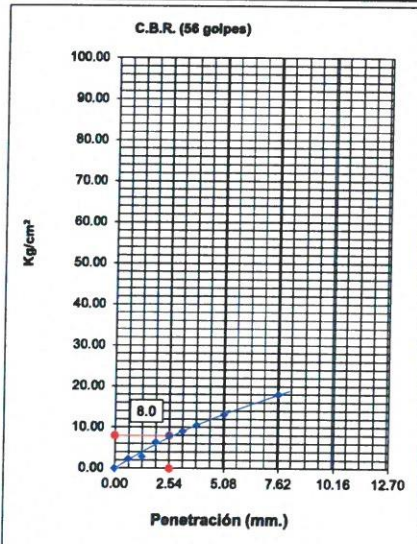


ENSAYO DE LA RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.) MTC E 132

| REGISTRO DE EXCAVACION | |
|------------------------|--|
| PROYECTO : | "INCORPORACIÓN DE CENIZAS DE CAÑA DE AZÚCAR EN LA SUBRASANTE DE LA CARRETERA AYMAS BAJA- QUISAPATA, APURÍMAC-2022" |
| UBICACIÓN : | CARRETERA AYMAS BAJA - QUISAPATA |
| DISTRITO : | ABANCAY |
| PROVINCIA : | ABANCAY |
| DEPARTAMENTO: | APURÍMAC |
| SOLICITA : | RENE USTUA GUIASADO |

| DATOS DE LA EXCAVACION | |
|------------------------|--|
| CALICATA : | 2 |
| MUESTRA : | SUELO NATURAL + 10 % DE CENIZA DE CAÑA DE AZÚCAR |
| FECHA : | MAYO DE 2022 |

| | |
|--|------|
| Máxima Densidad Seca (gr/cm ³) : | 1.94 |
| Óptimo Contenido de Humedad (%) : | 12.5 |

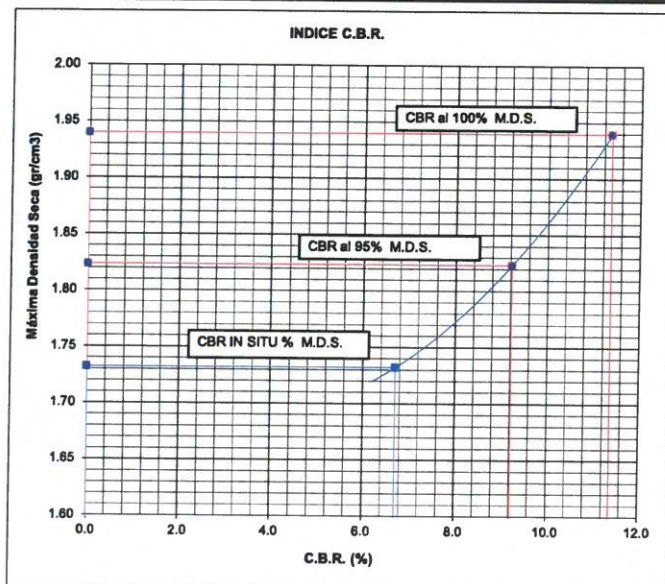


C.B.R. (0.1")-56 GOLPES : 11.4
Densidad Seca (gr/cc) : 1.940

C.B.R. (0.1")-25 GOLPES : 9.2
Densidad Seca (gr/cc) : 1.824

C.B.R. (0.1")-12 GOLPES : 6.7
Densidad Seca (gr/cc) : 1.732

DETERMINACION DE C.B.R.

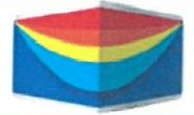


M.D.S. : 1.940
95% DE M.D.S. : 1.824

| | |
|-----------------------------|--------|
| C.B.R. (100% M.D.S.) 0.1" : | 11.4 % |
| C.B.R. (95% M.D.S.) 0.1" : | 9.2 % |

| | |
|---|------------|
| CLASIFICACIÓN (SUCS) | SC |
| CLASIFICACIÓN (AASHTO) | A-6(4) |
| MÉTODO DE COMPACTACIÓN | ASTM D1557 |
| MÁXIMA DENSIDAD SECA (g/cm ³) | 1.94 |
| ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%) | 12.5 |

Ing. Herminio Tello Sarmiento
INGENIERO CIVIL
C.P. 153331



ENSAYO DE LA RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.) MTC E 132

| REGISTRO DE EXCAVACION | |
|------------------------|--|
| PROYECTO | : "INCORPORACIÓN DE CENIZAS DE CAÑA DE AZÚCAR EN LA SUBRASANTE DE LA CARRETERA AYMAS BAJA- QUISAPATA, APURÍMAC-2022" |
| UBICACIÓN | : CARRETERA AYMAS BAJA - QUISAPATA |
| DISTRITO | : ABANCAY |
| PROVINCIA | : ABANCAY |
| DEPARTAMENTO | : APURÍMAC |
| SOLICITA | : RENE USTUA GUIADO |



| DATOS DE LA EXCAVACION | |
|------------------------|--|
| CALICATA | : 2 |
| MUESTRA | : SUELO NATURAL + 11 % DE CENIZA DE CAÑA DE AZUCAR |
| FECHA | : MAYO DE 2022 |

| | |
|--|------|
| Máxima Densidad Seca (gr/cm ³) | 1.97 |
| Optimo Contenido de Humedad (%) | 12.6 |

| | | | | |
|------------------------------------|-------|-------|-------|-------|
| Peso Molde + suelo Húmedo | 10366 | 10979 | 10972 | 10749 |
| Peso del molde | 6386 | 6386 | 6386 | 6386 |
| Peso del suelo Húmedo | 3980 | 4593 | 4586 | 4363 |
| Volumen del molde | 2124 | 2124 | 2124 | 2124 |
| Densidad del suelo húmedo | 1.87 | 2.16 | 2.16 | 2.05 |
| Capsula N° | 1 | 2 | 3 | 4 |
| Peso suelo húmedo + Capsula | 33.75 | 49.69 | 90.78 | 83.41 |
| Peso suelo seco + Capsula | 32.23 | 47.26 | 83.61 | 77.13 |
| Peso del Capsula | 14.28 | 25.39 | 35.55 | 38.60 |
| Peso del agua | 1.52 | 2.43 | 7.17 | 6.28 |
| Peso del suelo seco | 17.95 | 21.87 | 48.06 | 38.53 |
| % de Humedad | 8.47 | 11.11 | 14.92 | 16.30 |
| Densidad del suelo Seco | 1.73 | 1.95 | 1.88 | 1.77 |

| Aplicación de Carga | | | | | | | | |
|---------------------|-------|--------------------------------------|---------|-------------------------------|---------|-------------------------------|---------|-------------------------------|
| Penetración | | Presión Patrón (Kg/cm ²) | MOLDE 1 | | MOLDE 2 | | MOLDE 3 | |
| (Pulg.) | (mm.) | | Dial | Presión (Kg/cm ²) | Dial | Presión (Kg/cm ²) | Dial | Presión (Kg/cm ²) |
| 0.025 | 0.63 | | 26 | 1.3 | 20 | 1.0 | 1 | 0.1 |
| 0.050 | 1.27 | | 54 | 2.8 | 47 | 2.4 | 28 | 1.4 |
| 0.075 | 1.90 | | 119 | 6.1 | 102 | 5.3 | 66 | 3.4 |
| 0.100 | 2.54 | 70 | 195 | 10.1 | 161 | 8.3 | 100 | 5.2 |
| 0.125 | 3.17 | | 268 | 13.9 | 220 | 11.4 | 143 | 7.4 |
| 0.150 | 3.81 | 104 | 345 | 17.8 | 267 | 13.8 | 173 | 8.9 |
| 0.200 | 5.08 | | 475 | 24.5 | 345 | 17.8 | 246 | 12.7 |
| 0.300 | 7.62 | | 566 | 29.3 | 456 | 23.6 | 271 | 14.0 |
| 0.400 | 10.16 | | 740 | 38.2 | 569 | 29.4 | 351 | 18.1 |
| 0.500 | 12.70 | | 773 | 39.9 | 603 | 31.2 | 412 | 21.3 |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |

| Expansión: | | | |
|---------------|----------------|-------------|-------------|
| Fecha | ansión (Pulg.) | | |
| | 1 | 2 | 3 |
| 00-01-00 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 01-01-00 | 0.070 | 0.008 | 0.010 |
| 02-01-00 | 0.023 | 0.026 | 0.028 |
| 03-01-00 | 0.031 | 0.035 | 0.034 |
| 04-01-00 | 0.037 | 0.039 | 0.041 |
| % EXP. | 0.82 | 0.87 | 0.91 |



 Ing. Ihermen Tello Sarrient
 INGENIERO CIVIL
 C.P.: 153381

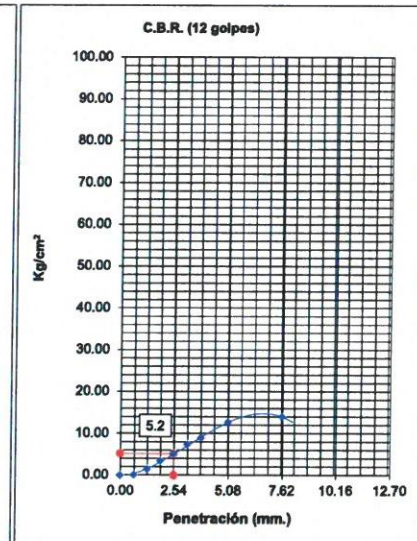
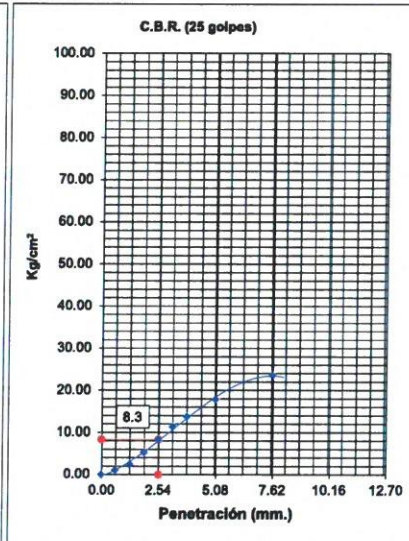
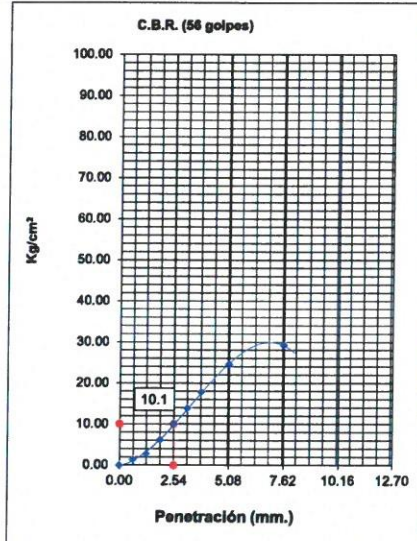


ENSAYO DE LA RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.) MTC E 132

| REGISTRO DE EXCAVACION | |
|------------------------|--|
| PROYECTO : | "INCORPORACION DE CENIZAS DE CAÑA DE AZUCAR EN LA SUBRASANTE DE LA CARRETERA AYMAS BAJA- QUISAPATA, APURÍMAC-2022" |
| UBICACIÓN : | CARRETERA AYMAS BAJA - QUISAPATA |
| DISTRITO : | ABANCAY |
| PROVINCIA : | ABANCAY |
| DEPARTAMENTO: | APURÍMAC |
| SOLICITA : | RENE USTUA GUIADO |

| DATOS DE LA EXCAVACION | |
|------------------------|--|
| CALICATA : | 2 |
| MUESTRA : | SUELO NATURAL + 11 % DE CENIZA DE CAÑA DE AZUCAR |
| FECHA : | MAYO DE 2022 |

| | |
|--|------|
| Máxima Densidad Seca (gr/cm ³) : | 1.97 |
| Óptimo Contenido de Humedad (%) : | 12.6 |

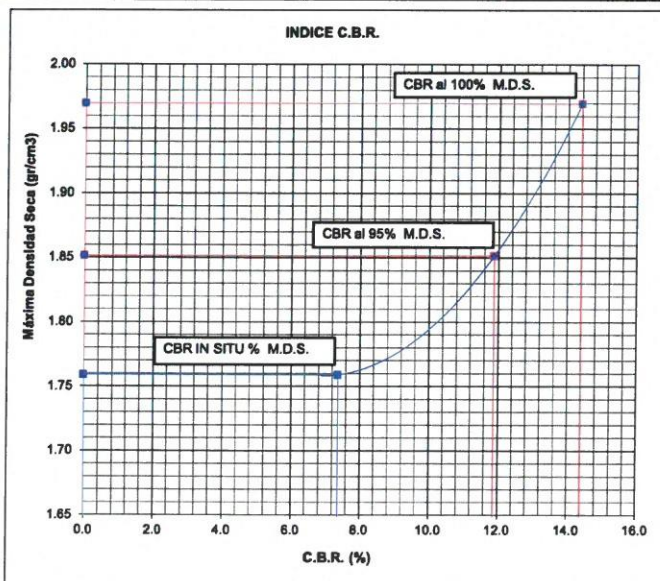


C.B.R. (0.1")-56 GOLPES : 14.4
Densidad Seca (gr/cc) : 1.970

C.B.R. (0.1")-25 GOLPES : 11.9
Densidad Seca (gr/cc) : 1.852

C.B.R. (0.1")-12 GOLPES : 7.4
Densidad Seca (gr/cc) : 1.759

DETERMINACION DE C.B.R.

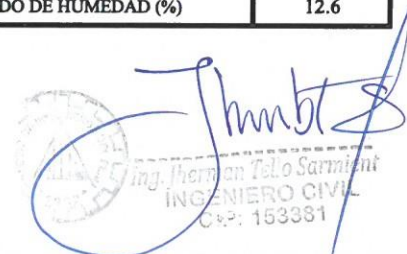


M.D.S. : 1.970

95% DE M.D.S. : 1.852

| | |
|-----------------------------|--------|
| C.B.R. (100% M.D.S.) 0.1" : | 14.4 % |
| C.B.R. (95% M.D.S.) 0.1" : | 11.9 % |

| | |
|---|------------|
| CLASIFICACIÓN (SUCS) | SC |
| CLASIFICACIÓN (AASHTO) | A-6(4) |
| MÉTODO DE COMPACTACIÓN | ASTM D1557 |
| MÁXIMA DENSIDAD SECA (g/cm ³) | 1.97 |
| ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%) | 12.6 |


 Ing. Herman Tello Sarriant
 INGENIERO CIVIL
 C.P.: 153381



ENSAYO DE LA RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.) MTC E 132

REGISTRO DE EXCAVACION

PROYECTO : "INCORPORACIÓN DE CENIZAS DE CAÑA DE AZÚCAR EN LA SUBRASANTE DE LA CARRETERA AYMAS BAJA- QUISAPATA; APURÍMAC-2022"
UBICACIÓN : CARRETERA AYMAS BAJA - QUISAPATA
DISTRITO : ABANCAY
PROVINCIA : ABANCAY
DEPARTAMENTO : APURÍMAC
SOLICITA : RENE USTUA GUIADO

DATOS DE LA EXCAVACION

CALICATA : 2
MUESTRA : SUELO NATURAL + 12 % DE CENIZA DE CAÑA DE AZUCAR
FECHA : MAYO DE 2022

| | |
|--|------|
| Máxima Densidad Seca (gr/cm ³) | 1.98 |
| Optimo Contenido de Humedad (%) | 12.0 |

| | | | | |
|------------------------------------|-------|-------|-------|-------|
| Peso Molde + suelo Húmedo | 10512 | 11096 | 11021 | 10740 |
| Peso del molde | 6386 | 6386 | 6386 | 6386 |
| Peso del suelo Húmedo | 4126 | 4710 | 4635 | 4354 |
| Volumen del molde | 2124 | 2124 | 2124 | 2124 |
| Densidad del suelo húmedo | 1.94 | 2.22 | 2.18 | 2.05 |
| Capsula N° | 1 | 2 | 3 | 4 |
| Peso suelo húmedo + Capsula | 56.60 | 53.89 | 76.04 | 74.41 |
| Peso suelo seco + Capsula | 55.10 | 49.23 | 69.67 | 67.06 |
| Peso del Capsula | 34.13 | 15.94 | 28.60 | 25.60 |
| Peso del agua | 1.50 | 4.66 | 6.37 | 7.35 |
| Peso del suelo seco | 20.97 | 33.29 | 41.07 | 41.46 |
| % de Humedad | 7.15 | 14.00 | 15.51 | 17.73 |
| Densidad del suelo Seco | 1.81 | 1.95 | 1.89 | 1.74 |

| Aplicación de Carga | | | | | | | | |
|---------------------|-------|--------------------------------------|---------|-------------------------------|---------|-------------------------------|---------|-------------------------------|
| Penetración | | Presión Patrón (Kg/cm ²) | MOLDE 1 | | MOLDE 2 | | MOLDE 3 | |
| (Pulg.) | (mm.) | | Dial | Presión (Kg/cm ²) | Dial | Presión (Kg/cm ²) | Dial | Presión (Kg/cm ²) |
| 0.025 | 0.63 | | 45 | 2.3 | 65 | 3.4 | 39 | 2.0 |
| 0.050 | 1.27 | | 96 | 5.0 | 75 | 3.9 | 68 | 3.5 |
| 0.075 | 1.90 | | 149 | 7.7 | 105 | 5.4 | 104 | 5.4 |
| 0.100 | 2.54 | 70 | 234 | 12.1 | 199 | 10.3 | 135 | 7.0 |
| 0.125 | 3.17 | | 303 | 15.7 | 245 | 12.7 | 178 | 9.2 |
| 0.150 | 3.81 | 104 | 353 | 18.2 | 287 | 14.8 | 210 | 10.9 |
| 0.200 | 5.08 | | 393 | 20.3 | 315 | 16.3 | 275 | 14.2 |
| 0.300 | 7.62 | | 521 | 26.9 | 415 | 21.4 | 324 | 16.7 |
| 0.400 | 10.16 | | 568 | 29.4 | 489 | 25.3 | 387 | 20.0 |
| 0.500 | 12.70 | | 696 | 36.0 | 510 | 26.4 | 403 | 20.8 |

| Expansión: | | | |
|---------------|-------------------|-------------|-------------|
| Fecha | Expansión (Pulg.) | | |
| | 1 | 2 | 3 |
| 00-01-00 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 01-01-00 | 0.007 | 0.011 | 0.012 |
| 02-01-00 | 0.022 | 0.023 | 0.024 |
| 03-01-00 | 0.028 | 0.031 | 0.034 |
| 04-01-00 | 0.036 | 0.037 | 0.039 |
| % EXP. | 0.80 | 0.82 | 0.87 |

[Handwritten Signature]

 Ing. Therman Toledo Sarmiento
 INGENIERO CIVIL
 C.P. 153381



ENSAYO DE LA RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.) MTC E 132

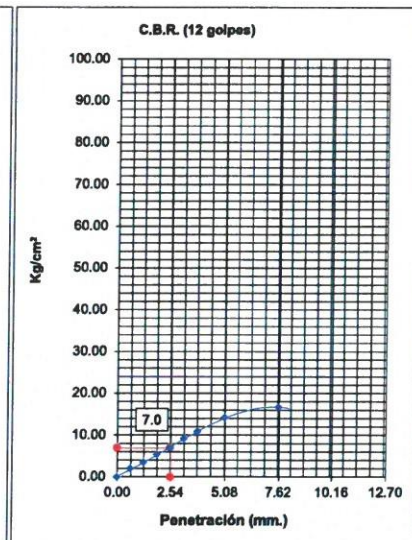
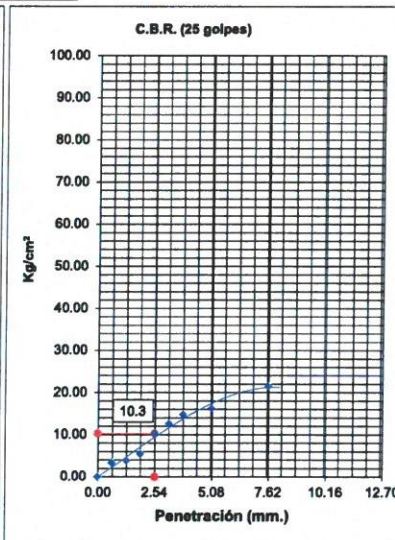
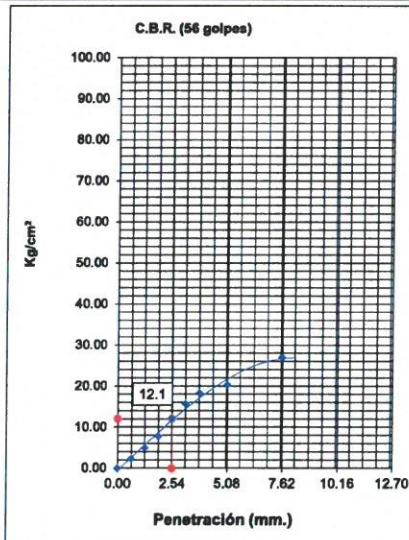
REGISTRO DE EXCAVACION

PROYECTO : "INCORPORACION DE CENIZAS DE CAÑA DE AZUCAR EN LA SUBRASANTE DE LA CARRETERA AYMAS BAJA- QUISAPATA, APURÍMAC-2022"
UBICACIÓN : CARRETERA AYMAS BAJA - QUISAPATA
DISTRITO : ABANCAY
PROVINCIA : ABANCAY
DEPARTAMENTO: APURÍMAC
SOLICITA : RENE USTUA GUIASADO

DATOS DE LA EXCAVACION

CALICATA : 2
MUESTRA : SUELO NATURAL + 12 % DE CENIZA DE CAÑA DE AZUCAR
FECHA : MAYO DE 2022

| | |
|--------------------------------------|------|
| Máxima Densidad Seca (gr/cm^3) : | 1.98 |
| Óptimo Contenido de Humedad (%) : | 12.0 |

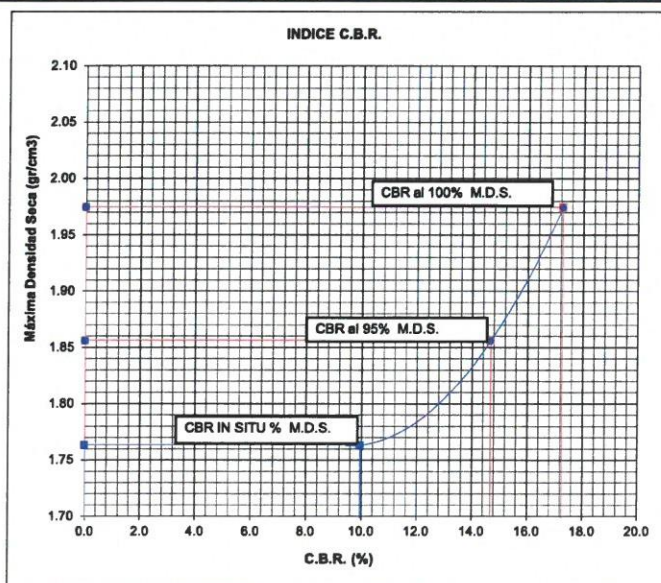


C.B.R. (0.1")-56 GOLPES : 17.3
Densidad Seca (gr/cc) : 1.975

C.B.R. (0.1")-25 GOLPES : 14.7
Densidad Seca (gr/cc) : 1.857

C.B.R. (0.1")-12 GOLPES : 10.0
Densidad Seca (gr/cc) : 1.764

DETERMINACION DE C.B.R.



M.D.S. : 1.975

95% DE M.D.S. : 1.857

| | |
|-----------------------------|--------|
| C.B.R. (100% M.D.S.) 0.1" : | 17.3 % |
| C.B.R. (95% M.D.S.) 0.1" : | 14.7 % |

| | |
|-----------------------------------|------------|
| CLASIFICACIÓN (SUCS) | SC |
| CLASIFICACIÓN (AASHTO) | A-6(4) |
| MÉTODO DE COMPACTACIÓN | ASTM D1557 |
| MÁXIMA DENSIDAD SECA (g/cm^3) | 1.98 |
| ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%) | 12 |

Ing. Jhermy Toño Sarmient
INGENIERO CIVIL
C.P. 153381



ENSAYO DE LA RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.) MTC E 132

REGISTRO DE EXCAVACION

PROYECTO : "INCORPORACIÓN DE CENIZAS DE CAÑA DE AZÚCAR EN LA SUBRASANTE DE LA CARRETERA AYMAS BAJA- QUISAPATA, APURÍMAC-2022"
UBICACIÓN : CARRETERA AYMAS BAJA - QUISAPATA
DISTRITO : ABANCAY
PROVINCIA : ABANCAY
DEPARTAMENTO : APURÍMAC
SOLICITA : RENE USTUA GUISSO

DATOS DE LA EXCAVACION

CALICATA : 5
MUESTRA : SUELO NATURAL
FECHA : MAYO DE 2022

| | |
|--|------|
| Máxima Densidad Seca (gr/cm ³) | 1.91 |
| Óptimo Contenido de Humedad (%) | 9.8 |

| | | | | |
|-----------------------------|-------|-------|-------|-------|
| Peso Molde + suelo Húmedo | 10125 | 10579 | 10780 | 10740 |
| Peso del molde | 6386 | 6386 | 6386 | 6386 |
| Peso del suelo Húmedo | 3739 | 4193 | 4394 | 4354 |
| Volumen del molde | 2124 | 2124 | 2124 | 2124 |
| Densidad del suelo húmedo | 1.76 | 1.97 | 2.07 | 2.05 |
| Capsula N° | 1 | 2 | 3 | 4 |
| Peso suelo húmedo + Capsula | 46.31 | 43.64 | 65.51 | 50.15 |
| Peso suelo seco + Capsula | 45.10 | 42.39 | 62.51 | 47.45 |
| Peso del Capsula | 24.13 | 25.94 | 28.60 | 25.60 |
| Peso del agua | 1.21 | 1.25 | 3.00 | 2.70 |
| Peso del suelo seco | 20.97 | 16.45 | 33.91 | 21.85 |
| % de Humedad | 5.77 | 7.60 | 8.85 | 12.36 |
| Densidad del suelo Seco | 1.66 | 1.83 | 1.90 | 1.82 |

| Penetración | | Presión Patrón (Kg/cm ²) | Aplicación de Carga | | | | | |
|-------------|-------|--------------------------------------|---------------------|-------------------------------|---------|-------------------------------|---------|-------------------------------|
| (Pulg.) | (mm.) | | MOLDE 1 | | MOLDE 2 | | MOLDE 3 | |
| | | | Dial | Presión (Kg/cm ²) | Dial | Presión (Kg/cm ²) | Dial | Presión (Kg/cm ²) |
| 0.025 | 0.63 | | 25 | 1.3 | 17 | 0.9 | 15 | 0.8 |
| 0.050 | 1.27 | | 59 | 3.0 | 33 | 1.7 | 23 | 1.2 |
| 0.075 | 1.90 | | 79 | 4.1 | 54 | 2.8 | 35 | 1.8 |
| 0.100 | 2.54 | 70 | 100 | 5.2 | 79 | 4.1 | 53 | 2.7 |
| 0.125 | 3.17 | | 135 | 7.0 | 105 | 5.4 | 74 | 3.8 |
| 0.150 | 3.81 | 104 | 157 | 8.1 | 131 | 6.8 | 96 | 5.0 |
| 0.200 | 5.08 | | 210 | 10.9 | 162 | 8.4 | 115 | 5.9 |
| 0.300 | 7.62 | | 268 | 13.9 | 216 | 11.2 | 145 | 7.5 |
| 0.400 | 10.16 | | 304 | 15.7 | 266 | 13.7 | 177 | 9.1 |
| 0.500 | 12.70 | | 364 | 18.8 | 310 | 16.0 | 219 | 11.3 |

| Expansión: | | | |
|------------|-------------------|-------|-------|
| Fecha | Expansión (Pulg.) | | |
| | 1 | 2 | 3 |
| 00-01-00 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 01-01-00 | 0.015 | 0.019 | 0.026 |
| 02-01-00 | 0.024 | 0.028 | 0.029 |
| 03-01-00 | 0.035 | 0.038 | 0.038 |
| 04-01-00 | 0.044 | 0.046 | 0.048 |
| % EXP. | 0.98 | 1.02 | 1.07 |

J. Humberto
Ing. Herman Tello Sarmien
INGENIERO CIVIL
Cº: 153381



ENSAYO DE LA RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.) MTC E 132

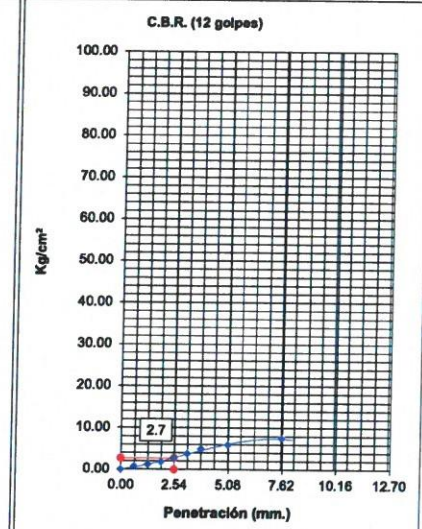
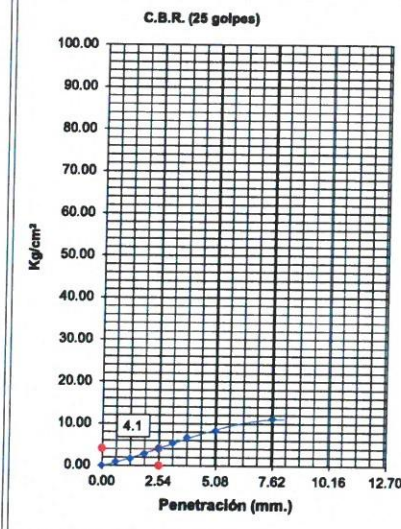
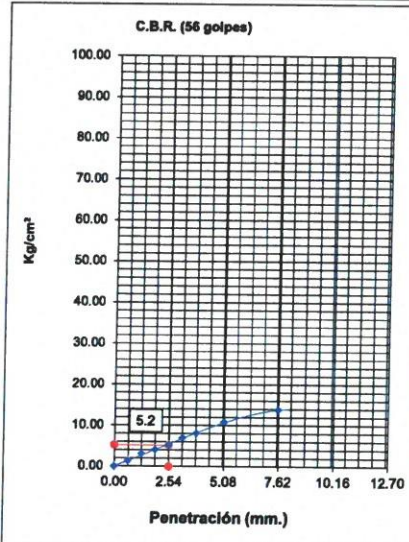
REGISTRO DE EXCAVACION

PROYECTO : "INCORPORACION DE CENIZAS DE CANA DE AZUCAR EN LA SUBRASANTE DE LA CARRETERA AYMAS BAJA- QUISAPATA, APURÍMAC-2022"
UBICACIÓN : CARRETERA AYMAS BAJA - QUISAPATA
DISTRITO : ABANCAY
PROVINCIA : ABANCAY
DEPARTAMENTO: APURÍMAC
SOLICITA : RENE USTUA GUIADO

DATOS DE LA EXCAVACION

CALICATA : 5
MUESTRA : SUELO NATURAL
FECHA : MAYO DE 2022

| | |
|--|------|
| Máxima Densidad Seca (gr/cm ³) : | 1.91 |
| Óptimo Contenido de Humedad (%) : | 9.8 |

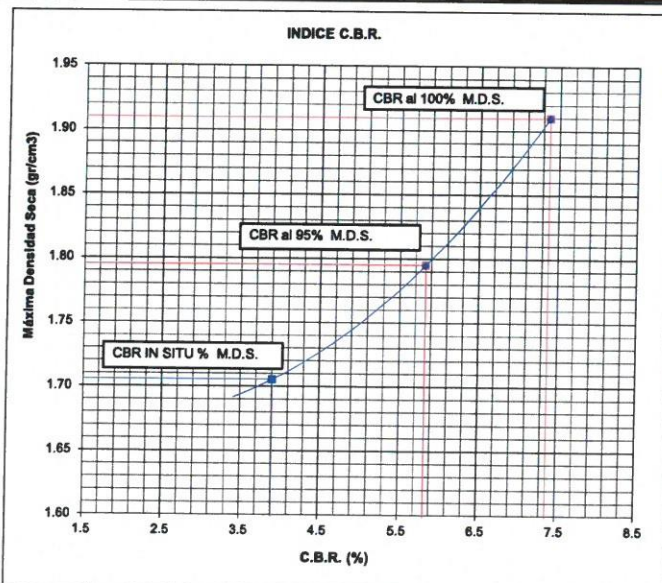


C.B.R. (0.1")-56 GOLPES : 7.4
 Densidad Seca (gr/cc) : 1.910

C.B.R. (0.1")-25 GOLPES : 5.8
 Densidad Seca (gr/cc) : 1.795

C.B.R. (0.1")-12 GOLPES : 3.9
 Densidad Seca (gr/cc) : 1.706

DETERMINACION DE C.B.R.



M.D.S. : 1.910

95% DE M.D.S. : 1.795

| | |
|-----------------------------|-------|
| C.B.R. (100% M.D.S.) 0.1" : | 7.4 % |
| C.B.R. (95% M.D.S.) 0.1" : | 5.8 % |

| | |
|---|------------|
| CLASIFICACIÓN (SUCS) | SC |
| CLASIFICACIÓN (AASHTO) | A-4(0) |
| MÉTODO DE COMPACTACIÓN | ASTM D1557 |
| MÁXIMA DENSIDAD SECA (g/cm ³) | 1.91 |
| ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%) | 9.8 |

[Handwritten Signature]
 Ing. Hermano Sarmiento
 INGENIERO CIVIL
 C.P.: 153381

ENSAYO DE LA RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.) MTC E 132

REGISTRO DE EXCAVACION

PROYECTO : "INCORPORACIÓN DE CENIZAS DE CAÑA DE AZÚCAR EN LA SUBRASANTE DE LA CARRETERA AYMAS BAJA- QUISAPATA, APURÍMAC-2022"
UBICACIÓN : CARRETERA AYMAS BAJA - QUISAPATA
DISTRITO : ABANCAY
PROVINCIA : ABANCAY
DEPARTAMENTO : APURÍMAC
SOLICITA : RENE USTUA GUISADO

DATOS DE LA EXCAVACION

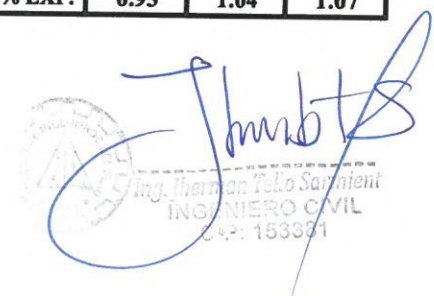
CALICATA : 5
MUESTRA : SUELO NATURAL + 9% DE CENIZA DE CAÑA DE AZUCAR
FECHA : MAYO DE 2022

| | |
|--|------|
| Máxima Densidad Seca (gr/cm ³) | 1.93 |
| Optimo Contenido de Humedad (%) | 10.3 |

| | 10241 | 10613 | 10812 | 10435 |
|-----------------------------|-------|-------|-------|-------|
| Peso Molde + suelo Húmedo | 10241 | 10613 | 10812 | 10435 |
| Peso del molde | 6386 | 6386 | 6386 | 6386 |
| Peso del suelo Húmedo | 3855 | 4227 | 4426 | 4049 |
| Volumen del molde | 2124 | 2124 | 2124 | 2124 |
| Densidad del suelo húmedo | 1.81 | 1.99 | 2.08 | 1.91 |
| Capsula N° | 1 | 2 | 3 | 4 |
| Peso suelo húmedo + Capsula | 56.31 | 53.64 | 55.51 | 50.15 |
| Peso suelo seco + Capsula | 55.10 | 52.39 | 53.53 | 48.21 |
| Peso del Capsula | 34.13 | 35.94 | 38.60 | 35.60 |
| Peso del agua | 1.21 | 1.25 | 1.98 | 1.94 |
| Peso del suelo seco | 20.97 | 16.45 | 14.93 | 12.61 |
| % de Humedad | 5.77 | 7.60 | 13.26 | 15.38 |
| Densidad del suelo Seco | 1.72 | 1.85 | 1.84 | 1.65 |

| Aplicación de Carga | | | | | | | | |
|---------------------|-------|--------------------------------------|---------|-------------------------------|---------|-------------------------------|---------|-------------------------------|
| Penetración | | Presión Patrón (Kg/cm ²) | MOLDE 1 | | MOLDE 2 | | MOLDE 3 | |
| (Pulg.) | (mm.) | | Dial | Presión (Kg/cm ²) | Dial | Presión (Kg/cm ²) | Dial | Presión (Kg/cm ²) |
| 0.025 | 0.63 | | 48 | 2.5 | 34 | 1.8 | 21 | 1.1 |
| 0.050 | 1.27 | | 91 | 4.7 | 78 | 4.0 | 34 | 1.8 |
| 0.075 | 1.90 | | 124 | 6.4 | 98 | 5.1 | 62 | 3.2 |
| 0.100 | 2.54 | 70 | 167 | 8.6 | 123 | 6.4 | 85 | 4.4 |
| 0.125 | 3.17 | | 196 | 10.1 | 159 | 8.2 | 109 | 5.6 |
| 0.150 | 3.81 | 104 | 243 | 12.6 | 197 | 10.2 | 134 | 6.9 |
| 0.200 | 5.08 | | 326 | 16.8 | 253 | 13.1 | 179 | 9.3 |
| 0.300 | 7.62 | | 425 | 22.0 | 347 | 17.9 | 239 | 12.4 |
| 0.400 | 10.16 | | 512 | 26.5 | 410 | 21.2 | 294 | 15.2 |
| 0.500 | 12.70 | | 632 | 32.7 | 478 | 24.7 | 367 | 19.0 |

| Expansión: | | | |
|------------|-------------------|-------|-------|
| Fecha | Expansión (Pulg.) | | |
| | 1 | 2 | 3 |
| 00-01-00 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 01-01-00 | 0.011 | 0.012 | 0.013 |
| 02-01-00 | 0.021 | 0.028 | 0.029 |
| 03-01-00 | 0.029 | 0.036 | 0.039 |
| 04-01-00 | 0.042 | 0.047 | 0.048 |
| % EXP. | 0.93 | 1.04 | 1.07 |


Ing. Herman Tello Sarmient
INGENIERO CIVIL
C.P.: 153331

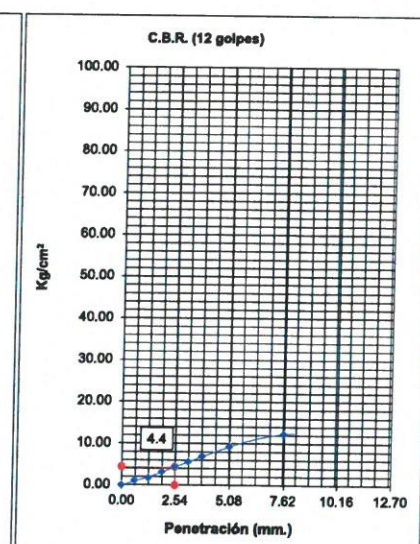
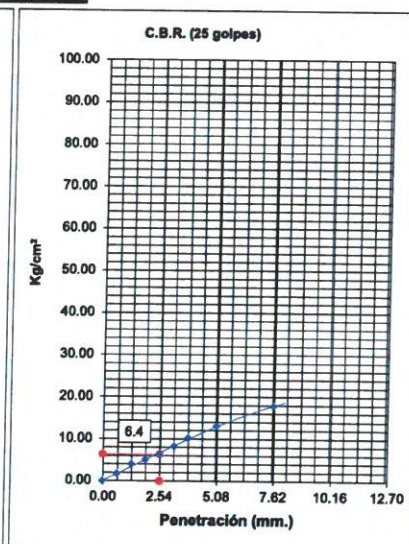
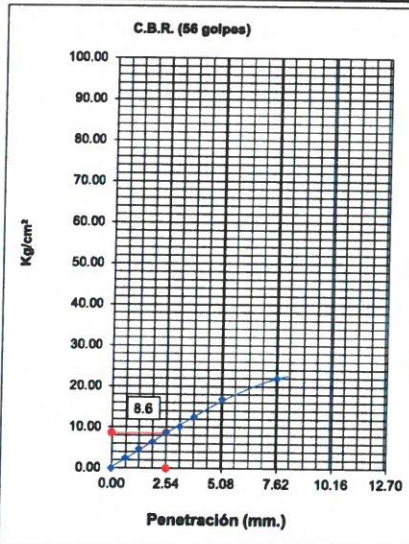


ENSAYO DE LA RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.) MTC E 132

| REGISTRO DE EXCAVACION | |
|------------------------|--|
| PROYECTO : | "INCORPORACION DE CENIZAS DE CAÑA DE AZUCAR EN LA SUBRASANTE DE LA CARRETERA AYMAS BAJA- QUISAPATA, APURÍMAC-2022" |
| UBICACIÓN : | CARRETERA AYMAS BAJA - QUISAPATA |
| DISTRITO : | ABANCAY |
| PROVINCIA : | ABANCAY |
| DEPARTAMENTO: | APURÍMAC |
| SOLICITA : | RENE USTUA GUIADO |

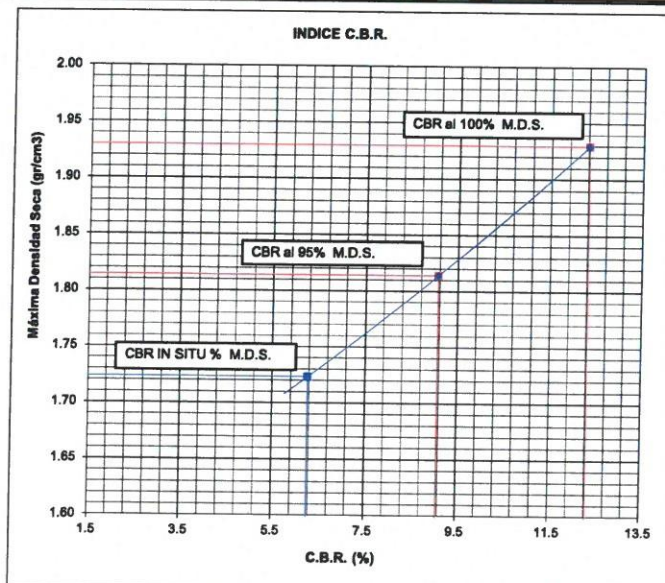
| DATOS DE LA EXCAVACION | |
|------------------------|--|
| CALICATA : | 5 |
| MUESTRA : | SUELO NATURAL + 9% DE CENIZA DE CAÑA DE AZUCAR |
| FECHA : | MAYO DE 2022 |

| | |
|--------------------------------------|------|
| Máxima Densidad Seca (gr/cm^3) : | 1.93 |
| Optimo Contenido de Humedad (%) : | 10.3 |



| | | | | | |
|-----------------------------|-------|-----------------------------|-------|-----------------------------|-------|
| C.B.R. (0.1")-56 GOLPES : | 12.3 | C.B.R. (0.1")-25 GOLPES : | 9.1 | C.B.R. (0.1")-12 GOLPES : | 6.3 |
| Densidad Seca (gr/cc) : | 1.930 | Densidad Seca (gr/cc) : | 1.814 | Densidad Seca (gr/cc) : | 1.723 |

DETERMINACION DE C.B.R.

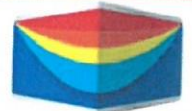


M.D.S. : 1.930
95% DE M.D.S. : 1.814

| | |
|-----------------------------|--------|
| C.B.R. (100% M.D.S.) 0.1" : | 12.3 % |
| C.B.R. (95% M.D.S.) 0.1" : | 9.1 % |

| | |
|-----------------------------------|------------|
| CLASIFICACIÓN (SUCS) | SC |
| CLASIFICACIÓN (AASHTO) | A-4(0) |
| MÉTODO DE COMPACTACIÓN | ASTM D1557 |
| MÁXIMA DENSIDAD SECA (g/cm^3) | 1.93 |
| ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%) | 10.3 |

J. Humberto
Ing. Herman Tello Sarmient
INGENIERO CIVIL
C.P.: 153381



ENSAYO DE LA RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.) MTC E 132

REGISTRO DE EXCAVACION

PROYECTO : "INCORPORACIÓN DE CENIZAS DE CAÑA DE AZÚCAR EN LA SUBRASANTE DE LA CARRETERA AYMAS BAJA- QUISAPATA, APURÍMAC-2022"
UBICACIÓN : CARRETERA AYMAS BAJA - QUISAPATA
DISTRITO : ABANCAY
PROVINCIA : ABANCAY
DEPARTAMENTO : APURÍMAC
SOLICITA : RENE USTUA GUIADO

DATOS DE LA EXCAVACION

CALICATA : 5
MUESTRA : SUELO NATURAL + 10 % DE CENIZA DE CAÑA DE AZUCAR
FECHA : MAYO DE 2022

| | |
|--|------|
| Máxima Densidad Seca (gr/cm ³) | 1.96 |
| Optimo Contenido de Humedad (%) | 10.2 |

| | | | | |
|------------------------------------|-------|-------|-------|-------|
| Peso Molde + suelo Húmedo | 10379 | 10976 | 10862 | 10769 |
| Peso del molde | 6386 | 6386 | 6386 | 6386 |
| Peso del suelo Húmedo | 3993 | 4590 | 4476 | 4383 |
| Volumen del molde | 2124 | 2124 | 2124 | 2124 |
| Densidad del suelo húmedo | 1.88 | 2.16 | 2.11 | 2.06 |
| Capsula N° | 1 | 2 | 3 | 4 |
| Peso suelo húmedo + Capsula | 46.31 | 43.15 | 45.53 | 38.67 |
| Peso suelo seco + Capsula | 45.59 | 42.49 | 44.76 | 38.31 |
| Peso del Capsula | 34.13 | 35.94 | 38.60 | 35.60 |
| Peso del agua | 0.72 | 0.66 | 0.77 | 0.36 |
| Peso del suelo seco | 11.46 | 6.55 | 6.16 | 2.71 |
| % de Humedad | 6.28 | 10.08 | 12.50 | 13.28 |
| Densidad del suelo Seco | 1.77 | 1.96 | 1.87 | 1.82 |

| Aplicación de Carga | | | | | | | | |
|---------------------|-------|--------------------------------------|---------|-------------------------------|---------|-------------------------------|---------|-------------------------------|
| Penetración | | Presión Patrón (Kg/cm ²) | MOLDE 1 | | MOLDE 2 | | MOLDE 3 | |
| (Pulg.) | (mm.) | | Dial | Presión (Kg/cm ²) | Dial | Presión (Kg/cm ²) | Dial | Presión (Kg/cm ²) |
| 0.025 | 0.63 | | 75 | 3.9 | 55 | 2.8 | 35 | 1.8 |
| 0.050 | 1.27 | | 108 | 5.6 | 91 | 4.7 | 55 | 2.8 |
| 0.075 | 1.90 | | 164 | 8.5 | 126 | 6.5 | 74 | 3.8 |
| 0.100 | 2.54 | 70 | 207 | 10.7 | 156 | 8.1 | 106 | 5.5 |
| 0.125 | 3.17 | | 259 | 13.4 | 194 | 10.0 | 149 | 7.7 |
| 0.150 | 3.81 | 104 | 310 | 16.0 | 227 | 11.7 | 179 | 9.3 |
| 0.200 | 5.08 | | 447 | 23.1 | 315 | 16.3 | 224 | 11.6 |
| 0.300 | 7.62 | | 513 | 26.5 | 378 | 19.5 | 274 | 14.2 |
| 0.400 | 10.16 | | 635 | 32.8 | 456 | 23.6 | 317 | 16.4 |
| 0.500 | 12.70 | | 739 | 38.2 | 578 | 29.9 | 369 | 19.1 |

| Expansión: | | | |
|---------------|-------------------|-------------|-------------|
| Fecha | Expansión (Pulg.) | | |
| | 1 | 2 | 3 |
| 00-01-00 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 01-01-00 | 0.015 | 0.015 | 0.014 |
| 02-01-00 | 0.027 | 0.029 | 0.027 |
| 03-01-00 | 0.031 | 0.034 | 0.039 |
| 04-01-00 | 0.039 | 0.039 | 0.041 |
| % EXP. | 0.87 | 0.87 | 0.91 |

[Handwritten signature]
 Ing. Thermo Toledo Sarmiento
 INGENIERO CIVIL
 CIP: 153381

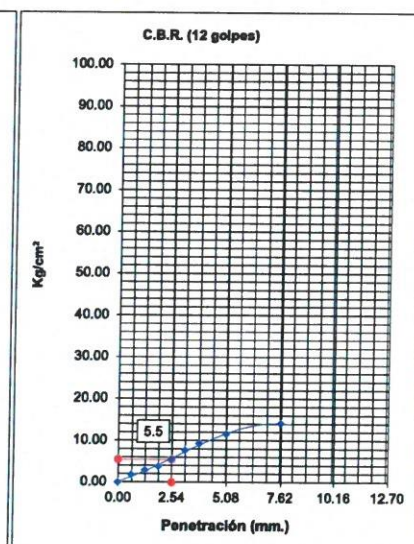
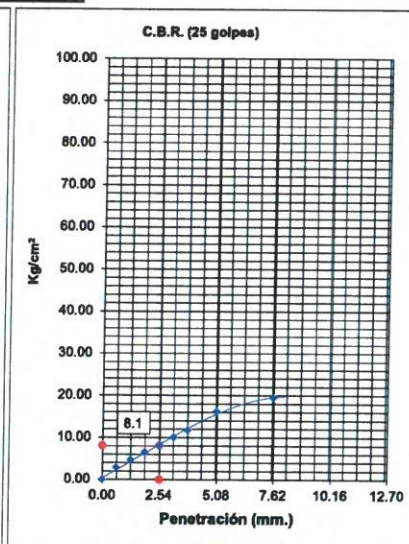
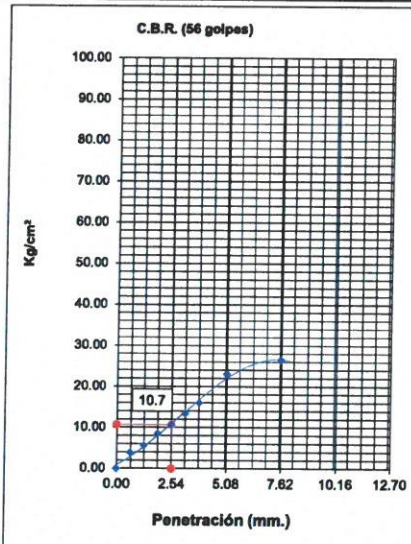


ENSAYO DE LA RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.) MTC E 132

| REGISTRO DE EXCAVACION | |
|------------------------|--|
| PROYECTO : | "INCORPORACION DE CENIZAS DE CAÑA DE AZUCAR EN LA SUBRASANTE DE LA CARRETERA AYMAS BAJA- QUISAPATA, APURÍMAC-2022" |
| UBICACIÓN : | CARRETERA AYMAS BAJA - QUISAPATA |
| DISTRITO : | ABANCAY |
| PROVINCIA : | ABANCAY |
| DEPARTAMENTO: | APURÍMAC |
| SOLICITA : | RENE USTUA GUIADO |

| DATOS DE LA EXCAVACION | |
|------------------------|--|
| CALICATA : | 5 |
| MUESTRA : | SUELO NATURAL + 10 % DE CENIZA DE CAÑA DE AZUCAR |
| FECHA : | MAYO DE 2022 |

| | |
|--|------|
| Máxima Densidad Seca (gr/cm ³) : | 1.96 |
| Óptimo Contenido de Humedad (%) : | 10.2 |

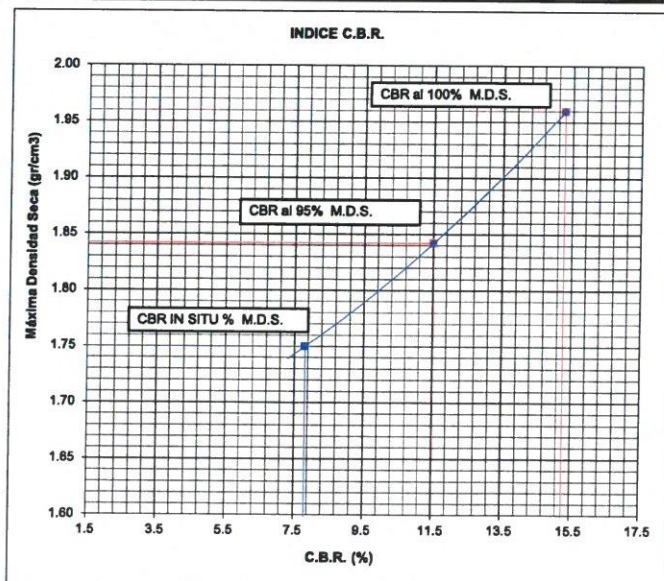


C.B.R. (0.1")-56 GOLPES : 15.3
Densidad Seca (gr/cc) : 1.960

C.B.R. (0.1")-25 GOLPES : 11.5
Densidad Seca (gr/cc) : 1.842

C.B.R. (0.1")-12 GOLPES : 7.8
Densidad Seca (gr/cc) : 1.750

DETERMINACION DE C.B.R.

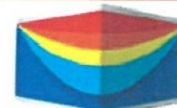


M.D.S. : 1.960
95% DE M.D.S. : 1.842

| | |
|-----------------------------|--------|
| C.B.R. (100% M.D.S.) 0.1" : | 15.3 % |
| C.B.R. (95% M.D.S.) 0.1" : | 11.5 % |

| | |
|---|------------|
| CLASIFICACIÓN (SUCS) | SC |
| CLASIFICACIÓN (AASHTO) | A-4(0) |
| MÉTODO DE COMPACTACIÓN | ASTM D1557 |
| MÁXIMA DENSIDAD SECA (g/cm ³) | 1.96 |
| ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%) | 10.2 |

Ing. Hermano M. Narváez
INGENIERO CIVIL
C.R.: 153381



ENSAYO DE LA RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)

MTC E 132

REGISTRO DE EXCAVACION

PROYECTO : "INCORPORACIÓN DE CENIZAS DE CAÑA DE AZÚCAR EN LA SUBRASANTE DE LA CARRETERA AYMAS BAJA- QUISAPATA, APURÍMAC-2022"
UBICACIÓN : CARRETERA AYMAS BAJA - QUISAPATA
DISTRITO : ABANCAY
PROVINCIA : ABANCAY
DEPARTAMENTO : APURÍMAC
SOLICITA : RENE USTUA GUIADO

DATOS DE LA EXCAVACION

CALICATA : 5
MUESTRA : SUELO NATURAL + 11 % DE CENIZA DE CAÑA DE AZUCAR
FECHA : MAYO DE 2022

| | |
|--|------|
| Máxima Densidad Seca (gr/cm ³) | 1.98 |
| Optimo Contenido de Humedad (%) | 10.0 |

| | | | | |
|------------------------------------|-------|-------|-------|-------|
| Peso Molde + suelo Húmedo | 10789 | 10963 | 10974 | 10493 |
| Peso del molde | 6386 | 6386 | 6386 | 6386 |
| Peso del suelo Húmedo | 4403 | 4577 | 4588 | 4107 |
| Volumen del molde | 2124 | 2124 | 2124 | 2124 |
| Densidad del suelo húmedo | 2.07 | 2.15 | 2.16 | 1.93 |
| Capsula N° | 1 | 2 | 3 | 4 |
| Peso suelo húmedo + Capsula | 66.31 | 63.15 | 65.53 | 68.67 |
| Peso suelo seco + Capsula | 64.63 | 61.64 | 63.75 | 65.85 |
| Peso del Capsula | 44.13 | 45.94 | 48.60 | 45.60 |
| Peso del agua | 1.68 | 1.51 | 1.78 | 2.82 |
| Peso del suelo seco | 20.50 | 15.70 | 15.15 | 20.25 |
| % de Humedad | 8.20 | 9.62 | 11.75 | 13.93 |
| Densidad del suelo Seco | 1.92 | 1.97 | 1.93 | 1.70 |

| Aplicación de Carga | | | | | | | | |
|---------------------|-------|--------------------------------------|---------|-------------------------------|---------|-------------------------------|---------|-------------------------------|
| Penetración | | Presión Patrón (Kg/cm ²) | MOLDE 1 | | MOLDE 2 | | MOLDE 3 | |
| (Pulg.) | (mm.) | | Dial | Presión (Kg/cm ²) | Dial | Presión (Kg/cm ²) | Dial | Presión (Kg/cm ²) |
| 0.025 | 0.63 | | 89 | 4.6 | 45 | 2.3 | 27 | 1.4 |
| 0.050 | 1.27 | | 129 | 6.7 | 98 | 5.1 | 68 | 3.5 |
| 0.075 | 1.90 | | 196 | 10.1 | 139 | 7.2 | 79 | 4.1 |
| 0.100 | 2.54 | 70 | 231 | 11.9 | 175 | 9.0 | 127 | 6.6 |
| 0.125 | 3.17 | | 284 | 14.7 | 214 | 11.1 | 161 | 8.3 |
| 0.150 | 3.81 | 104 | 352 | 18.2 | 259 | 13.4 | 186 | 9.6 |
| 0.200 | 5.08 | | 479 | 24.8 | 324 | 16.7 | 246 | 12.7 |
| 0.300 | 7.62 | | 534 | 27.6 | 398 | 20.6 | 286 | 14.8 |
| 0.400 | 10.16 | | 659 | 34.1 | 478 | 24.7 | 331 | 17.1 |
| 0.500 | 12.70 | | 797 | 41.2 | 599 | 31.0 | 394 | 20.4 |

| Expansión: | | | |
|---------------|-------------------|-------------|-------------|
| Fecha | Expansión (Pulg.) | | |
| | 1 | 2 | 3 |
| 00-01-00 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 01-01-00 | 0.010 | 0.010 | 0.015 |
| 02-01-00 | 0.019 | 0.021 | 0.024 |
| 03-01-00 | 0.024 | 0.025 | 0.031 |
| 04-01-00 | 0.038 | 0.040 | 0.041 |
| % EXP. | 0.84 | 0.89 | 0.91 |

Jmbts
 Ing. Thomson Tello Sarmient
 INGENIERO CIVIL
 C.P.: 153381

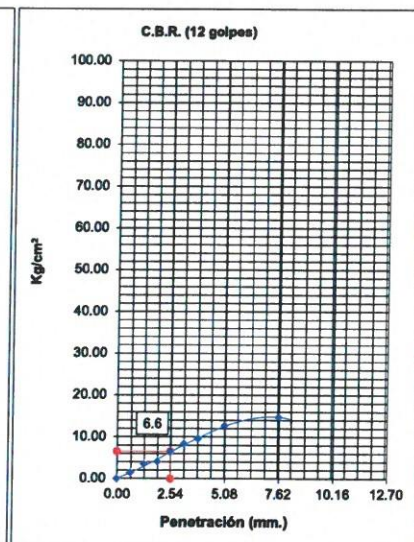
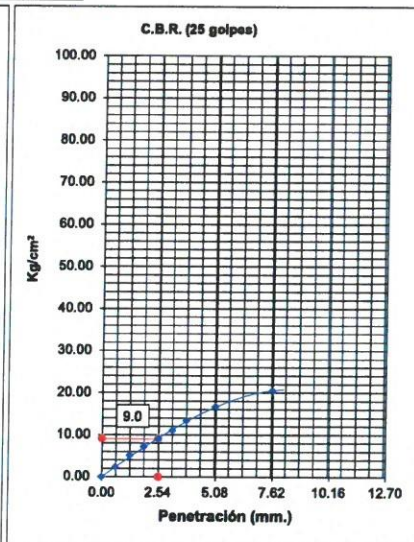
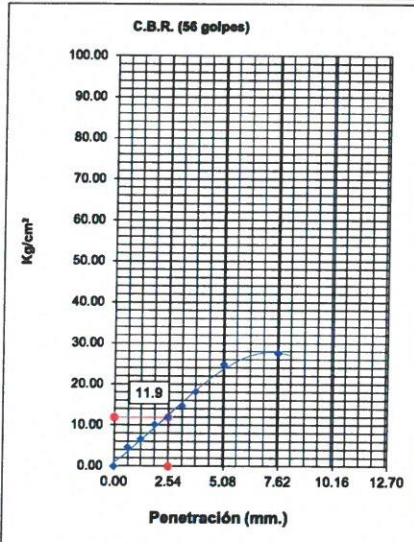


ENSAYO DE LA RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.) MTC E 132

| REGISTRO DE EXCAVACION | |
|------------------------|--|
| PROYECTO : | "INCORPORACION DE CENIZAS DE CANA DE AZUCAR EN LA SUBRASANTE DE LA CARRETERA AYMAS BAJA- QUISAPATA, APURÍMAC-2022" |
| UBICACIÓN : | CARRETERA AYMAS BAJA - QUISAPATA |
| DISTRITO : | ABANCAY |
| PROVINCIA : | ABANCAY |
| DEPARTAMENTO: | APURÍMAC |
| SOLICITA : | RENE USTUA GUIADO |

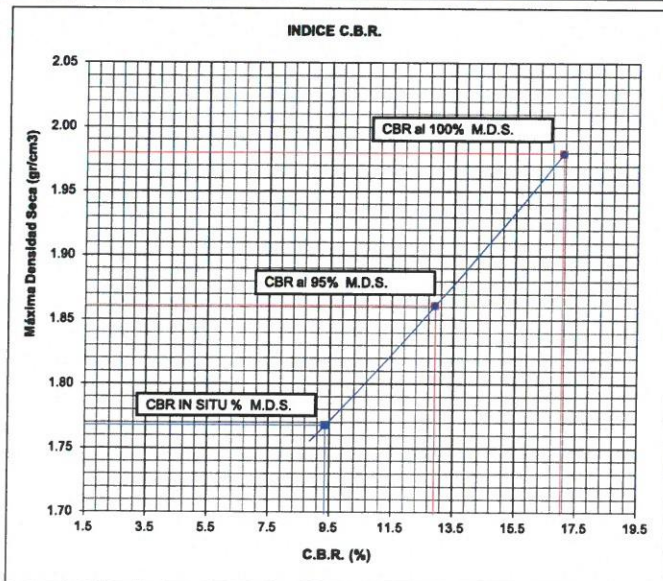
| DATOS DE LA EXCAVACION | |
|------------------------|--|
| CALICATA : | 5 |
| MUESTRA : | SUELO NATURAL + 11 % DE CENIZA DE CAÑA DE AZUCAR |
| FECHA : | MAYO DE 2022 |

| | |
|--|------|
| Máxima Densidad Seca (gr/cm ³) : | 1.98 |
| Óptimo Contenido de Humedad (%) : | 10.0 |



| | | | | | |
|---------------------------|-------|---------------------------|-------|---------------------------|-------|
| C.B.R. (0.1")-56 GOLPES : | 17.1 | C.B.R. (0.1")-25 GOLPES : | 12.9 | C.B.R. (0.1")-12 GOLPES : | 9.4 |
| Densidad Seca (gr/cc) : | 1.980 | Densidad Seca (gr/cc) : | 1.861 | Densidad Seca (gr/cc) : | 1.768 |

DETERMINACION DE C.B.R.



M.D.S. : 1.980
95% DE M.D.S. : 1.861

| | |
|-----------------------------|--------|
| C.B.R. (100% M.D.S.) 0.1" : | 17.1 % |
| C.B.R. (95% M.D.S.) 0.1" : | 12.9 % |

| | |
|---|------------|
| CLASIFICACIÓN (SUCS) | SC |
| CLASIFICACIÓN (AASHTO) | A-4(0) |
| MÉTODO DE COMPACTACIÓN | ASTM D1557 |
| MÁXIMA DENSIDAD SECA (g/cm ³) | 1.98 |
| ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%) | 10 |

Thubts
Ing. Thormen Tello Sarmient
INGENIERO CIVIL
C.P.: 153381



ENSAYO DE LA RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.) MTC E 132

REGISTRO DE EXCAVACION

PROYECTO : "INCORPORACIÓN DE CENIZAS DE CAÑA DE AZÚCAR EN LA SUBRASANTE DE LA CARRETERA AYMAS BAJA- QUISAPATA, APURÍMAC-2022"
UBICACIÓN : CARRETERA AYMAS BAJA - QUISAPATA
DISTRITO : ABANCAY
PROVINCIA : ABANCAY
DEPARTAMENTO : APURÍMAC
SOLICITA : RENE USTUA GUIADO

DATOS DE LA EXCAVACION

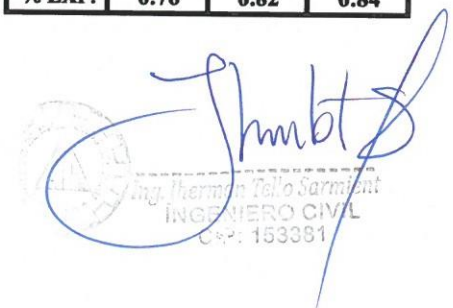
CALICATA : 5
MUESTRA : SUELO NATURAL + 12 % DE CENIZA DE CAÑA DE AZUCAR
FECHA : MAYO DE 2022

| | |
|--|------|
| Máxima Densidad Seca (gr/cm ³) | 2.02 |
| Óptimo Contenido de Humedad (%) | 10.5 |

| | | | | |
|-----------------------------|-------|-------|-------|-------|
| Peso Molde + suelo Húmedo | 10564 | 11023 | 11185 | 10985 |
| Peso del molde | 6386 | 6386 | 6386 | 6386 |
| Peso del suelo Húmedo | 4178 | 4637 | 4799 | 4599 |
| Volumen del molde | 2124 | 2124 | 2124 | 2124 |
| Densidad del suelo húmedo | 1.97 | 2.18 | 2.26 | 2.17 |
| Capsula N° | 1 | 2 | 3 | 4 |
| Peso suelo húmedo + Capsula | 76.21 | 73.16 | 75.43 | 79.12 |
| Peso suelo seco + Capsula | 74.49 | 70.41 | 70.85 | 72.10 |
| Peso del Capsula | 31.13 | 38.94 | 34.51 | 33.14 |
| Peso del agua | 1.72 | 2.75 | 4.58 | 7.02 |
| Peso del suelo seco | 43.36 | 31.47 | 36.34 | 38.96 |
| % de Humedad | 3.97 | 8.74 | 12.60 | 18.02 |
| Densidad del suelo Seco | 1.89 | 2.01 | 2.01 | 1.83 |

| Aplicación de Carga | | | | | | | | |
|---------------------|-------|--------------------------------------|---------|-------------------------------|---------|-------------------------------|---------|-------------------------------|
| Penetración | | Presión Patrón (Kg/cm ²) | MOLDE 1 | | MOLDE 2 | | MOLDE 3 | |
| (Pulg.) | (mm.) | | Dial | Presión (Kg/cm ²) | Dial | Presión (Kg/cm ²) | Dial | Presión (Kg/cm ²) |
| 0.025 | 0.63 | | 94 | 4.9 | 65 | 3.4 | 45 | 2.3 |
| 0.050 | 1.27 | | 152 | 7.9 | 109 | 5.6 | 94 | 4.9 |
| 0.075 | 1.90 | | 207 | 10.7 | 159 | 8.2 | 121 | 6.3 |
| 0.100 | 2.54 | 70 | 254 | 13.1 | 191 | 9.9 | 140 | 7.2 |
| 0.125 | 3.17 | | 297 | 15.3 | 236 | 12.2 | 185 | 9.6 |
| 0.150 | 3.81 | 104 | 367 | 19.0 | 286 | 14.8 | 213 | 11.0 |
| 0.200 | 5.08 | | 496 | 25.6 | 354 | 18.3 | 285 | 14.7 |
| 0.300 | 7.62 | | 578 | 29.9 | 421 | 21.8 | 310 | 16.0 |
| 0.400 | 10.16 | | 697 | 36.0 | 537 | 27.8 | 375 | 19.4 |
| 0.500 | 12.70 | | 731 | 37.8 | 613 | 31.7 | 445 | 23.0 |

| Expansión: | | | |
|------------|-------------------|-------|-------|
| Fecha | Expansión (Pulg.) | | |
| | 1 | 2 | 3 |
| 00-01-00 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 01-01-00 | 0.006 | 0.007 | 0.008 |
| 02-01-00 | 0.015 | 0.023 | 0.026 |
| 03-01-00 | 0.028 | 0.031 | 0.034 |
| 04-01-00 | 0.034 | 0.037 | 0.038 |
| % EXP. | 0.76 | 0.82 | 0.84 |


Ing. Herman Tello Sarmiento
INGENIERO CIVIL
C.P.: 153381



ENSAYO DE LA RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.) MTC E 132

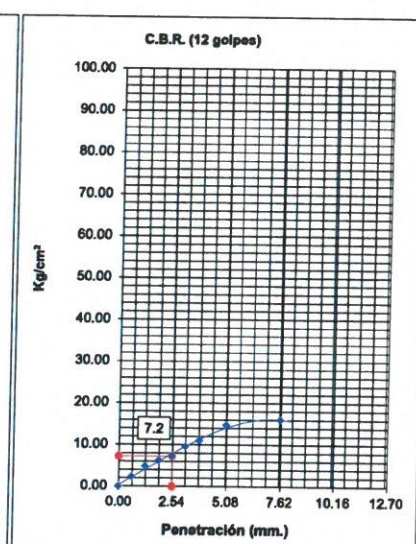
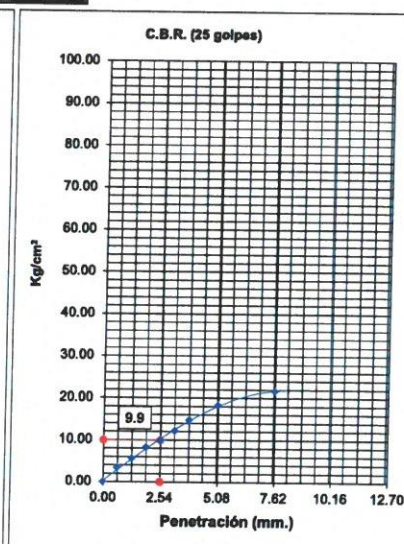
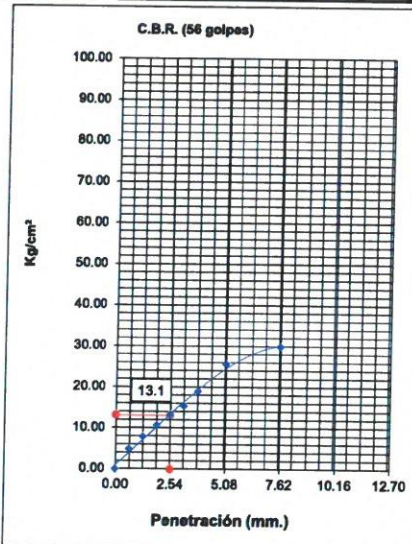
REGISTRO DE EXCAVACION

PROYECTO : "INCORPORACIÓN DE CENIZAS DE CAÑA DE AZÚCAR EN LA SUBRASANTE DE LA CARRETERA AYMAS BAJA- QUISAPATA, APURÍMAC-2022"
UBICACIÓN : CARRETERA AYMAS BAJA - QUISAPATA
DISTRITO : ABANCAY
PROVINCIA : ABANCAY
DEPARTAMENTO: APURÍMAC
SOLICITA : RENE USTUA GUIADO

DATOS DE LA EXCAVACION

CALICATA : 5
MUESTRA : SUELO NATURAL + 12 % DE CENIZA DE CAÑA DE AZÚCAR
FECHA : MAYO DE 2022

| | |
|--|------|
| Máxima Densidad Seca (gr/cm ³) : | 2.02 |
| Óptimo Contenido de Humedad (%) : | 10.5 |

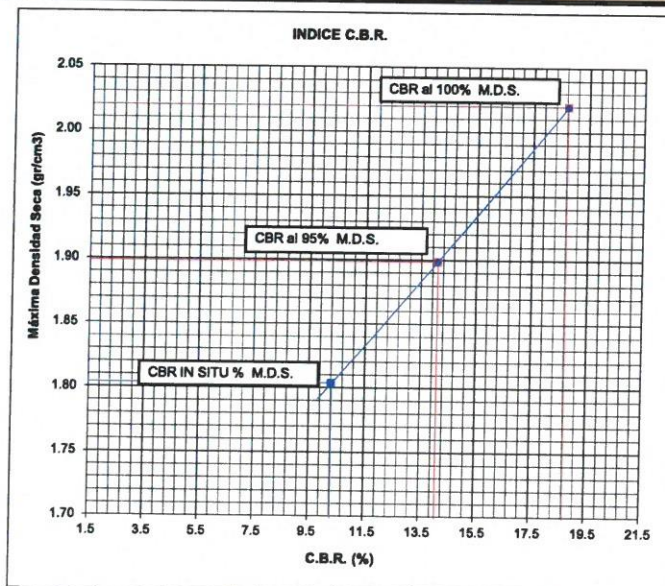


C.B.R. (0.1")-56 GOLPES : 18.8
 Densidad Seca (gr/cc) : 2.020

C.B.R. (0.1")-25 GOLPES : 14.1
 Densidad Seca (gr/cc) : 1.899

C.B.R. (0.1")-12 GOLPES : 10.3
 Densidad Seca (gr/cc) : 1.804

DETERMINACION DE C.B.R.



M.D.S. : 2.020
 95% DE M.D.S. : 1.899

| | |
|-----------------------------|--------|
| C.B.R. (100% M.D.S.) 0.1" : | 18.8 % |
| C.B.R. (95% M.D.S.) 0.1" : | 14.1 % |

| | |
|---|------------|
| CLASIFICACIÓN (SUCS) | SC |
| CLASIFICACIÓN (AASHTO) | A-4(0) |
| MÉTODO DE COMPACTACIÓN | ASTM D1557 |
| MÁXIMA DENSIDAD SECA (g/cm ³) | 2.02 |
| ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%) | 10.5 |

Ing. Hermano Tello Sarmiento
 INGENIERO CIVIL
 C.P.: 153381

Anexo 4: Certificados de Calibración

PERUTEST S.A.C.
EQUIPOS E INSTRUMENTOS
EQUIPO CALIBRADO
CERTIFICADO : **PT-LF-040-2022**
SERIE/CODIGO : **1117**
FECHA : **2022-01-22**
ventas@perutest.com.pe
Teléfono: 913028621 - 913028623 - 913028624

PERUTEST S.A.C.

CALIBRACIÓN, MANTENIMIENTO Y VENTAS DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO

SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FÍSICA - QUÍMICA

RUC N° 20602182721

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LF - 040 - 2022

Área de Metrología
Laboratorio de Fuerza

Página 1 de 3

| | |
|-------------------------|---|
| 1. Expediente | 0502-2022 |
| 2. Solicitante | JHERMAN BILL TELLO SARMIENTO |
| 3. Dirección | JR. CHALLHUANCA NRO. 118 (MDIA CDRA BAJADA AL COLISEO) APURIMAC - ABANCAY - ABANCAY |
| 4. Equipo | PRENSA DE ENSAYO CBR |
| Capacidad | 5000 kgf |
| Marca | PERUTEST |
| Modelo | PT-CBR |
| Número de Serie | 1117 |
| Procedencia | PERU |
| Identificación | NO INDICA |
| Indicación | DIGITAL |
| Marca | WEIGHING FLOOR SCALE |
| Modelo | NLD-SS LCD |
| Número de Serie | HS201809160 |
| Resolución | 1 kgf |
| Ubicación | NO INDICA |
| 5. Fecha de Calibración | 2022-01-22 |

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

Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.

PERUTEST 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.

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

El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.

Fecha de Emisión

2022-01-22

Jefe del Laboratorio de Metrología

MANUEL ALEJANDRO ALIAGA TORRES

Sello



Principal: Jr. La Madrid Mz. E Lt. 14 Urb. Los Olivos - San Martín de Porres - Lima
Sucursal: Calle Sinchi Roca Nro. 1320 - La Victoria - Chiclayo - Lambayeque
Teléfono: 913028621 - 913028623 - 913028624 Oficina: (511) 764 5730
E-mail : ventas@perutest.com.pe Web: www.perutest.com.pe



PERUTEST S.A.C.
EQUIPOS E INSTRUMENTOS

PERUTEST S.A.C.

CALIBRACIÓN, MANTENIMIENTO Y VENTAS DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO

SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FÍSICA - QUÍMICA

RUC N° 20602182721

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LF - 040 - 2022

Área de Metrología

Laboratorio de Fuerza

Página 2 de 3

6. Método de Calibración

La calibración se realizó por el método de comparación directa utilizando patrones trazables al SI calibrados en las instalaciones del LEDI-PUCP tomado como referencia el método descrito en la norma UNE-EN ISO 7500-1 "Verificación de Máquinas de Ensayo Uniaxiales Estáticos. Parte 1: Máquinas de ensayo de tracción/compresión. Verificación y calibración del sistema de medida de fuerza." - Julio 2006.

7. Lugar de calibración

Laboratorio de Fuerza de PERUTEST S.A.C

Jr. La Madrid Mz. D Lt. 25 Urb. Los Olivos - San Martín De Porres - Lima

8. Condiciones Ambientales

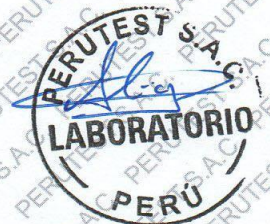
| | Inicial | Final |
|------------------|---------|---------|
| Temperatura | 21.8 °C | 21.8 °C |
| Humedad Relativa | 72 % HR | 72 % HR |

9. Patrones de referencia

| Trazabilidad | Patrón utilizado | Informe de calibración |
|--|--|------------------------|
| Celdas patrones calibradas en PUCP - Laboratorio de estructuras antisísmicas | Celda de Carga Código: PF-002 Capacidad: 10,000 kg.f | INF-LE 092-19 |

10. Observaciones

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación CALIBRADO.
- Durante la realización de cada secuencia de calibración la temperatura del equipo de medida de fuerza permanece estable dentro de un intervalo de $\pm 2,0$ °C.
- El equipo no indica clase sin embargo cumple con el criterio para máquinas de ensayo uniaxiales de clase de 1.0 según la norma UNE-EN ISO 7500-1.



Principal: Jr. La Madrid Mz. E Lt. 14 Urb. Los Olivos - San Martín de Porres - Lima

Sucursal: Calle Sinchi Roca Nro. 1320 - La Victoria - Chiclayo - Lambayeque

Teléfono: 913028621 - 913028623 - 913028624 Oficina: (511) 764 5730

E-mail : ventas@perutest.com.pe Web: www.perutest.com.pe



PERUTEST S.A.C.
EQUIPOS E INSTRUMENTOS

PERUTEST S.A.C.

CALIBRACIÓN, MANTENIMIENTO Y VENTAS DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO

SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FÍSICA - QUÍMICA

RUC N° 20602182721

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

PT - LF - 040 - 2022

Área de Metrología

Laboratorio de Fuerza

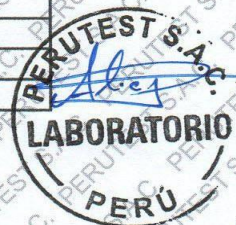
Página 3 de 3

11. Resultados de Medición

| Indicación del Equipo | Indicación de Fuerza (Ascenso) | | | | | |
|-----------------------|--------------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|----------------------|
| | % | F_i (kgf) | F_1 (kgf) | F_2 (kgf) | F_3 (kgf) | $F_{Promedio}$ (kgf) |
| 10 | | 500 | 499.4 | 499.2 | 499.3 | 499.3 |
| 20 | | 1000 | 1000.7 | 1000.6 | 1000.6 | 1000.6 |
| 30 | | 1500 | 1500.3 | 1500.4 | 1500.7 | 1500.4 |
| 40 | | 2000 | 2001.8 | 2002.3 | 2004.8 | 2003.1 |
| 50 | | 2500 | 2500.0 | 2500.0 | 2500.4 | 2500.2 |
| 60 | | 3000 | 2999.4 | 2999.5 | 2999.8 | 2999.6 |
| 70 | | 3500 | 3499.5 | 3499.6 | 3499.7 | 3499.6 |
| 80 | | 4000 | 3999.8 | 3999.9 | 3999.9 | 3999.9 |
| 90 | | 4500 | 4499.9 | 4499.8 | 4500.1 | 4500.0 |
| 100 | | 5000 | 4999.5 | 5000.0 | 5000.4 | 4999.9 |
| Retorno a Cero | | | 0.0 | 0.0 | 0.0 | |

| Indicación del Equipo F_i (kgf) | Errores Encontrados en el Sistema de Medición | | | | Incertidumbre U ($k=2$) (%) |
|--------------------------------------|---|--------------------------|---------------------------|---------------------------------|---------------------------------------|
| | Exactitud a (%) | Repetibilidad b (%) | Reversibilidad v (%) | Resol. Relativa σ (%) | |
| 500 | 0.13 | 0.04 | -0.04 | 0.20 | 0.36 |
| 1000 | -0.06 | 0.01 | 0.01 | 0.10 | 0.34 |
| 1500 | -0.03 | 0.03 | 0.01 | 0.07 | 0.34 |
| 2000 | -0.15 | 0.15 | -0.05 | 0.05 | 0.35 |
| 2500 | -0.01 | 0.02 | -0.02 | 0.04 | 0.34 |
| 3000 | 0.01 | 0.01 | 0.00 | 0.03 | 0.34 |
| 3500 | 0.01 | 0.01 | 0.00 | 0.03 | 0.34 |
| 4000 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.03 | 0.34 |
| 4500 | 0.00 | 0.01 | -0.01 | 0.02 | 0.34 |
| 5000 | 0.00 | 0.02 | 0.01 | 0.02 | 0.34 |

| | |
|---|--------|
| MÁXIMO ERROR RELATIVO DE CERO (f_0) | 0.00 % |
|---|--------|



12. Incertidumbre

La incertidumbre expandida de medición se ha obtenido multiplicando la incertidumbre estándar de la medición por el factor de cobertura $k=2$, el cual corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente 95%.

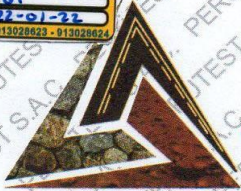
La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de incertidumbre de los factores de influencia en la calibración. La incertidumbre indicada no incluye una estimación de variaciones a largo plazo.

Principal: Jr. La Madrid Mz. E Lt. 14 Urb. Los Olivos - San Martín de Porres - Lima

Sucursal: Calle Sinchi Roca Nro. 1320 - La Victoria - Chiclayo - Lambayeque

Teléfono: 913028621 - 913028623 - 913028624 Oficina: (511) 764 5730

E-mail : ventas@perutest.com.pe Web: www.perutest.com.pe



PERUTEST S.A.C.
EQUIPOS E INSTRUMENTOS

PERUTEST S.A.C.

CALIBRACIÓN, MANTENIMIENTO Y VENTAS DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO
SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FÍSICA - QUÍMICA

RUC N° 20602182721

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LL - 035 - 2022

Área de Metrología
Laboratorio de Longitud

Página 1 de 3

| | |
|--|---|
| 1. Expediente | 0502-2022 |
| 2. Solicitante | JHERMAN BILL TELLO SARMIENTO |
| 3. Dirección | JR. CHALLHUANCA NRO. 118 (MDIA CDRA BAJADA AL COLISEO) APURIMAC - ABANCA Y - ABANCA Y |
| 4. Instrumento de Medición | COMPARADOR CUADRANTE (DIAL) |
| Alcance de indicación | 0 pulg. a 1.00 pulg. |
| División de Escala / Resolución | 0.001 pulg. |
| Marca | INSIZE |
| Modelo | 2307-1 |
| Número de Serie | 4101 |
| Procedencia | NO INDICA |
| Identificación | NO INDICA |
| Tipo de indicación | ANALÓGICO |
| Ubicación | NO INDICA |
| 5. Fecha de Calibración | : 2022-01-22 |
| Fecha de Emisión | 2022-01-22 |

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

Los resultados son validos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.

PERUTEST 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.

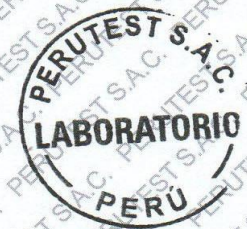
Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.

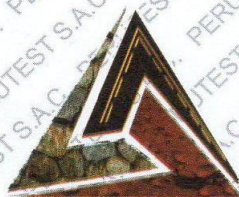
El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.

Jefe del Laboratorio de Metrología

Sello

MANUEL ALEJANDRO ALIAGA TORRES





PERUTEST S.A.C.
EQUIPOS E INSTRUMENTOS

PERUTEST S.A.C.

CALIBRACIÓN, MANTENIMIENTO Y VENTAS DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO

SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FÍSICA - QUÍMICA

RUC N° 20602182721

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

PT - LL - 035 - 2022

Área de Metrología
Laboratorio de Longitud

Página 2 de 3

6. Método de Calibración

La calibración se realizó según el método descrito en el PC-014: "Procedimiento de Calibración de Comparadores de Cuadrante (Usando Bloques)" del SNM-INDECOPI. Segunda Edición.

7. Lugar de calibración

En el laboratorio de Longitud de PERUTEST S.A.C.
Jr. La Madrid Mz. D Lt. 25 Urb. Los Olivos - San Martín De Porres - Lima

8. Condiciones Ambientales

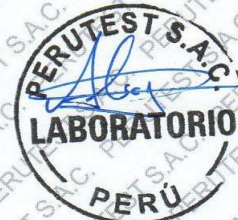
| | Inicial | Final |
|------------------|---------|---------|
| Temperatura | 21.6 °C | 21.4 °C |
| Humedad Relativa | 56% | 56% |

9. Patrones de Referencia

| Trazabilidad | Patrón utilizado | Certificado/Informe de calibración |
|--------------|-------------------------------|------------------------------------|
| INACAL | BLOQUES DE PATRON DE LONGITUD | LLA- 102 - 2020 |
| METROIL | TERMOHIGROMETRO DIGITAL BOECO | T-1131- 2020 |

10. Observaciones

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación **CALIBRADO**.
- (*) Serie grabado en el instrumento.
- El instrumento presenta errores menores a los errores máximos permisibles.



Principal: Jr. La Madrid Mz. E Lt. 14 Urb. Los Olivos - San Martín de Porres - Lima
Sucursal: Calle Sinchi Roca Nro. 1320 - La Victoria - Chiclayo - Lambayeque
Teléfono: 913028621 - 913028623 - 913028624 Oficina: (511) 764 5730
E-mail : ventas@perutest.com.pe Web: www.perutest.com.pe



PERUTEST S.A.C.
EQUIPOS E INSTRUMENTOS

PERUTEST S.A.C.

CALIBRACIÓN, MANTENIMIENTO Y VENTAS DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO
SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FÍSICA - QUÍMICA

RUC N° 20602182721

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LL - 035 - 2022

Area de Metrología
Laboratorio de Longitud

Página 3 de 3

11. Resultados de medición

ALCANCE DEL ERROR DE INDICACIÓN (f_e)

| VALOR PATRÓN | | INDICACIÓN DEL COMPARADOR (pulg.) | ERROR DE INDICACIÓN (pulg.) |
|--------------|---------|--------------------------------------|--------------------------------|
| (mm) | (pulg.) | | |
| 2.0 | 0.0787 | 0.0793 | -0.0006 |
| 4.0 | 0.1575 | 0.1582 | -0.0007 |
| 5.0 | 0.1969 | 0.1974 | -0.0005 |
| 8.0 | 0.3150 | 0.3155 | -0.0005 |
| 12.0 | 0.4724 | 0.4726 | -0.0002 |
| 16.0 | 0.6299 | 0.6301 | -0.0002 |
| 18.0 | 0.7087 | 0.7092 | -0.0005 |
| 20.0 | 0.7874 | 0.7880 | -0.0006 |
| 22.0 | 0.8661 | 0.8667 | -0.0006 |
| 25.0 | 0.9843 | 0.9845 | -0.0002 |

Alcance del error de indicación (f_e): 0.000

Incertidumbre del error de indicación : ± 0.59 mils para ($k=2$)

ALCANCE DEL ERROR DE REPETIBILIDAD (f_w)

| VALOR PATRÓN | | INDICACIÓN DEL COMPARADOR (pulg.) | ERROR DE INDICACIÓN (pulg.) |
|--------------|---------|--------------------------------------|--------------------------------|
| (mm) | (pulg.) | | |
| 4.0 | 0.15748 | 0.1570 | 0.0005 |
| | | 0.1570 | 0.0005 |
| | | 0.1571 | 0.0004 |
| | | 0.1570 | 0.0005 |
| | | 0.1570 | 0.0005 |

Error de Repetibilidad (f_w) : 0.00 mils

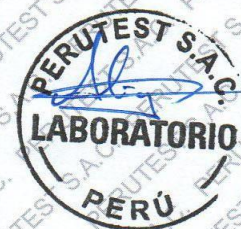
Incertidumbre del error de indicación : ± 0.59 mils para ($k=2$)

Nota 1.- 1 mils es equivalente a 25,4 μm .

12. Incertidumbre

La incertidumbre expandida de medición se ha obtenido multiplicando la incertidumbre estándar de la medición por el factor de cobertura $k=2$, el cual corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente 95%.

La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de incertidumbre de los factores de influencia en la calibración. La incertidumbre indicada no incluye una estimación de variaciones a largo plazo.



Principal: Jr. La Madrid Mz. E Lt. 14 Urb. Los Olivos - San Martín de Porres - Lima

Sucursal: Calle Sinchi Roca Nro. 1320 - La Victoria - Chiclayo - Lambayeque

Teléfono: 913028621 - 913028623 - 913028624 Oficina: (511) 764 5730

E-mail : ventas@perutest.com.pe Web: www.perutest.com.pe



PERUTEST S.A.C

CALIBRACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO

SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FISICA- QUIMICA

RUC N° 20602182721

PERUTEST S.A.C
EQUIPOS E INSTRUMENTOS

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

PT - LM - 011 - 2022

Área de Metrología

Laboratorio de Masas

Página 1 de 4

| | |
|--------------------------|--|
| 1. Expediente | 075-2022 |
| 2. Solicitante | JHERMAN BILL TELLO SARMIENTO |
| 3. Dirección | Jr. Julio C Tello A5 Magisterial Abancay - Abancay |
| 4. Equipo de medición | BALANZA ELECTRÓNICA |
| Capacidad Máxima | 200 g |
| División de escala (d) | 0.01 g |
| Div. de verificación (e) | 0.01 g |
| Clase de exactitud | III |
| Marca | MH-SERIES |
| Modelo | NO INDICA |
| Número de Serie | MH-200 |
| Capacidad mínima | 0.01 g |
| Procedencia | CHINA |
| Identificación | LM-011 |
| 5. Fecha de Calibración | 2022-01-21 |

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

Los resultados son validos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.

PERUTEST 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.

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

El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.

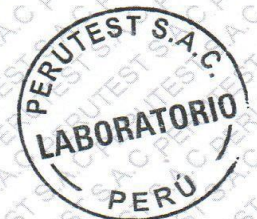
Fecha de Emisión

2022-01-21

Jefe del Laboratorio de Metrología

MANUEL ALEJANDRO ALIAGA TORRES

Sello



Principal: Calle Yahuar Huaca Nro. 215 - Urb. San Agustín II Etapa - Comas - Lima
Sucursal: Calle Sinchi Roca Nro. 1320 - La Victoria - Chiclayo - Lambayeque
Teléfono: 913028621 - 913028623 - 913028624 Oficina: (511) 502 - 2226 / (511) 502 - 2224
E-mail : ventas@perutest.com.pe Web: www.perutest.com.pe

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LM - 011 - 2022

Área de Metrología

Laboratorio de Masas

Página 2 de 4

6. Método de Calibración

La calibración se realizó según el método descrito en el PC-001: "Procedimiento de Calibración de Balanzas de Funcionamiento No Automático Clase III y Clase IIII" del SNM- INACAL

7. Lugar de calibración

Laboratorio de Masa de PERUTEST S.A.C.

Calle Yahuar Huaca 215 Urb. San Agustín II etapa - Comas - Lima - LIMA

8. Condiciones Ambientales

| | Inicial | Final |
|------------------|---------|---------|
| Temperatura | 22.1°C | 22.3 °C |
| Humedad Relativa | 64% | 65% |

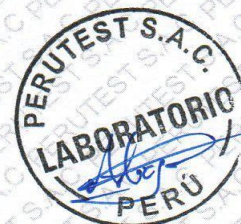
9. Patrones de referencia

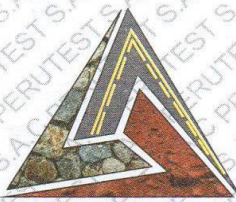
Los resultados de la calibración son trazables a la Unidad de Medida de los Patrones Nacionales de Masa de la Dirección de Metrología - INACAL en concordancia con el Sistema Internacional de Unidades de Medidas (SI) y el Sistema Legal de Unidades del Perú (SLUMP).

| Trazabilidad | Patrón utilizado | Certificado de calibración |
|------------------------|---|----------------------------|
| Patrones de referencia | JUEGO DE PESAS 1 g a 1 kg (Clase de Exactitud: F1) | METROIL M-0842-2018 |

10. Observaciones

- Se adjunta una etiqueta autoadhesiva con la indicación de CALIBRADO.
- (***) Código indicada en una etiqueta adherido al equipo.





PERUTEST S.A.C
EQUIPOS E INSTRUMENTOS

PERUTEST S.A.C

CALIBRACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO

SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FISICA - QUIMICA

RUC N° 20602182721

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

PT - LM - 011 - 2022

Área de Metrología

Laboratorio de Masas

Página 3 de 4

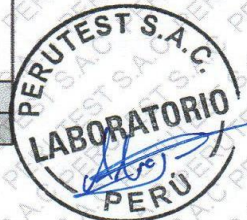
11. Resultados de Medición

INSPECCIÓN VISUAL

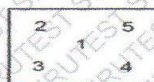
| | | | | | |
|------------------|-------|------------------|----------|--------|----------|
| AJUSTE DE CERO | TIENE | PLATAFORMA | TIENE | ESCALA | NO TIENE |
| OSCILACIÓN LIBRE | TIENE | SISTEMA DE TRABA | NO TIENE | CURSOR | NO TIENE |
| | | NIVELACIÓN | TIENE | | |

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

| Medición N° | Carga L1 = 100 g | | | Carga L2 = 200 g | | |
|-------------------------|------------------|-----------------|--------|-------------------------|-----------------|--------|
| | l (g) | ΔL (mg) | E (mg) | l (g) | ΔL (mg) | E (mg) |
| 1 | 100.00 | 0 | 5 | 200.00 | 0 | 5 |
| 2 | 100.00 | 0 | 5 | 200.01 | 0 | 15 |
| 3 | 100.00 | 0 | 5 | 200.01 | 0 | 15 |
| 4 | 100.00 | 0 | 5 | 200.01 | 0 | 15 |
| 5 | 100.00 | 0 | 5 | 200.00 | 0 | 5 |
| 6 | 99.99 | 0 | -5 | 200.00 | 0 | 5 |
| 7 | 100.00 | 0 | 5 | 200.00 | 0 | 5 |
| 8 | 100.00 | 0 | 5 | 200.00 | 0 | 5 |
| 9 | 99.99 | 0 | -5 | 200.01 | 0 | 15 |
| 10 | 100.00 | 0 | 5 | 200.00 | 0 | 5 |
| Diferencia Máxima | | 10 | | Diferencia Máxima | | 10 |
| Error Máximo Permisible | | 20,000 | | Error Máximo Permisible | | 30,000 |



ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

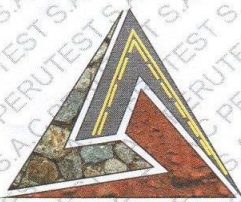


Posición de las cargas

| Temperatura | Inicial | Final |
|-------------|---------|---------|
| | 22.3 °C | 22.5 °C |

| Posición de la Carga | Determinación del Error en Cero Eo | | | | Determinación del Error Corregido Ec | | | | |
|-----------------------|------------------------------------|-------|-----------------|---------|--------------------------------------|-------|-----------------|--------|---------|
| | Carga Mínima* | l (g) | ΔL (mg) | Eo (mg) | Carga L (g) | l (g) | ΔL (mg) | E (mg) | Ec (mg) |
| 1 | | 0.1 | 0 | 5 | | 60.0 | 0 | 5 | 0.000 |
| 2 | | 0.1 | 0 | 5 | | 60.0 | 0 | 5 | 0 |
| 3 | 0.1 | 0.1 | 0 | 5 | 60.0 | 60.0 | 0 | 5 | 0 |
| 4 | | 0.1 | 0 | 5 | | 60.0 | 0 | 5 | 0 |
| 5 | | 0.1 | 0 | 5 | | 60.0 | 0 | 5 | 0 |
| * Valor entre 0 y 10e | | | | | Error máximo permisible | | | | 30,000 |

Principal: Calle Yahuar Huaca Nro. 215 - Urb. San Agustín II Etapa - Comas - Lima
 Sucursal: Calle Sinchi Roca Nro. 1320 - La Victoria - Chiclayo - Lambayeque
 Teléfono: 913028621 - 913028623 - 913028624 Oficina: (511) 502 - 2226 / (511) 502 - 2224
 E-mail: ventas@perutest.com.pe Web: www.perutest.com.pe



PERUTEST S.A.C
EQUIPOS E INSTRUMENTOS

PERUTEST S.A.C

CALIBRACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO

SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FISICA- QUIMICA

RUC N° 20602182721

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

PT - LM - 011 - 2022

Área de Metrología

Laboratorio de Masas

Página 4 de 4

ENSAYO DE PESAJE

| Temperatura | Inicial | Final |
|-------------|---------|---------|
| | 22.6 °C | 22.5 °C |

| Carga L (g) | CRECIENTES | | | | DECRECIENTES | | | | e.m.p ** (± mg) |
|----------------|------------|---------|--------|---------|--------------|---------|--------|---------|--------------------|
| | l (g) | ΔL (mg) | E (mg) | Ec (mg) | l (g) | ΔL (mg) | E (mg) | Ec (mg) | |
| 0.10 | 0.10 | 0 | 5 | | | | | | |
| 0.20 | 0.20 | 0 | 5 | 0 | 0.20 | 0 | 5 | 0 | 10 |
| 1.00 | 1.00 | 0 | 5 | 0 | 1.00 | 0 | 5 | 0 | 10 |
| 10.00 | 10.00 | 0 | 5 | 0 | 10.00 | 0 | 5 | 0 | 20 |
| 40.00 | 40.00 | 0 | 5 | 0 | 40.00 | 0 | 5 | 0 | 20 |
| 80.00 | 80.00 | 0 | 5 | 0 | 80.00 | 0 | 5 | 0 | 20 |
| 100.00 | 100.00 | 0 | 5 | 0 | 100.00 | 0 | 5 | 0 | 20 |
| 120.00 | 120.00 | 0 | 5 | 0 | 120.00 | 0 | 5 | 0 | 20 |
| 150.00 | 150.00 | 0 | 5 | 0 | 150.00 | 0 | 5 | 0 | 20 |
| 180.00 | 180.00 | 0 | 5 | 0 | 180.00 | 0 | 5 | 0 | 30 |
| 200.00 | 200.00 | 0 | 5 | 0 | 200.00 | 0 | 5 | 0 | 20 |

** error máximo permisible

Leyenda: L: Carga aplicada a la balanza.
I: Indicación de la balanza.

ΔL: Carga adicional.
E: Error encontrado

E₀: Error en cero.
E_c: Error corregido.



Incertidumbre expandida de medición

$$U = 2 \times \sqrt{(0.000043 \text{ g}^2 + 0.0000000033 \text{ g}^2)}$$

Lectura corregida

$$R_{\text{CORREGIDA}} = R - 0.0000000 \text{ R}$$

12. Incertidumbre

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura k=2, el cual proporciona un nivel de confianza de aproximadamente 95%.

La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de incertidumbre de los factores de influencia en la calibración. La incertidumbre indicada no incluye una estimación de variaciones a largo plazo.

Fin del documento

Principal: Calle Yahuar Huaca Nro. 215 - Urb. San Agustín II Etapa - Comas - Lima

Sucursal: Calle Sinchi Roca Nro. 1320 - La Victoria - Chiclayo - Lambayeque

Teléfono: 913028621 - 913028623 - 913028624 Oficina: (511) 502 - 2226 / (511) 502 - 2224

E-mail: ventas@perutest.com.pe Web: www.perutest.com.pe



INFORME DE VERIFICACIÓN PT - IV - 006 - 2022

Área de Metrología
Laboratorio de Longitud

Página 1 de 3

- | | |
|----------------------------|--|
| 1. Expediente | 075-2022 |
| 2. Solicitante | JHERMAN BILL TELLO SARMIENTO |
| 3. Dirección | Jr. Julio C Tello A5 Magisterial Abancay - Abancay |
| 4. Instrumento de medición | EQUIPO LÍMITE LÍQUIDO (CAZUELA CASAGRANDE) |
| Marca | PERUTEST |
| Modelo | PT - CC |
| Procedencia | PERÚ |
| Número de Serie | 015 |
| Código de Identificación | NO INDICA |
| Tipo de contador | NO TIENE |
| 5. Fecha de Verificación | 2022-01-21 |

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

Los resultados son validos en el momento de la verificación. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una reevaluación, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.

PERUTEST 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.

Este informe de verificación no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.

El informe de verificación sin firma y sello carece de validez.

Fecha de Emisión

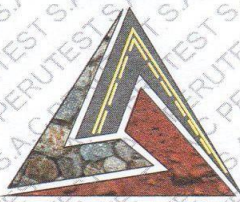
2022-01-21

Jefe del Laboratorio de Metrología

MANUEL ALEJANDRO ALIAGA TORRES

Sello





PERUTEST S.A.C.
EQUIPOS E INSTRUMENTOS

PERUTEST S.A.C

CALIBRACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO

SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FISICA - QUIMICA

RUC N° 20602182721

INFORME DE VERIFICACIÓN

PT - IV - 006 - 2022

Área de Metrología

Laboratorio de Longitud

Página 2 de 3

6. Método de Verificación

La Verificación se realizó tomando las medidas del instrumento, según las especificaciones de la norma internacional ASTM D4318 "Standard Test Methods for Liquid Limit, Plastic Limit and Plastic Index of Soils."

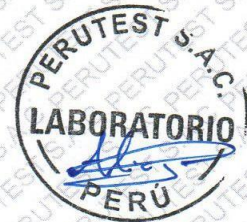
7. Lugar de Verificación

Laboratorio de Longitud de PERUTEST S.A.C.

Jr. La Madrid Mz. E Lote 14 Urb. Los Olivos - San Martín De Porres - Lima

8. Condiciones ambientales

| | Inicial | Final |
|------------------|---------|---------|
| Temperatura | 21.6 °C | 21.6 °C |
| Humedad Relativa | 58 % | 56 % |



9. Patrones de referencia

| Trazabilidad | Patrón utilizado | Certificado de calibración |
|------------------------|---|----------------------------|
| Patrones de referencia | "PIE DE REY DIGITAL de 200 mm MARCA: INSIZE" | METROIL L-0656-2022 |

10. Observaciones

Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación de **VERIFICACIÓN**.

(*) Serie grabado en el instrumento

INFORME DE VERIFICACIÓN PT - IV - 006 - 2022

Área de Metrología
Laboratorio de Longitud

Página 3 de 3

11. Resultados

El equipo cumple con las especificaciones técnicas siguientes:

DIMENSIONES DE LA BASE DE GOMA DURA

| Altura (mm) | Profundidad (mm) | Ancho (mm) |
|-------------|------------------|------------|
| 51.59 | 150.69 | 123.99 |

HERRAMIENTA DE RANURADO

EXTREMO CURVADO

| Espesor (mm) | Borde Cortante (mm) | Ancho (mm) |
|--------------|---------------------|------------|
| 9.99 | 2.05 | 13.49 |

DIMENSIONES DE LA COPA

| Radio de la copa (mm) | Espesor de la copa (mm) | Altura desde la guía del elevador hasta la base (mm) |
|-----------------------|-------------------------|--|
| 55.40 | 2.01 | 47.52 |



Fin del Documento

ANEXO 5 Normativa

| Ítem | Descripción | Año |
|-------------|---|------------|
| 1 | MANUAL DE ESTABILIZACION DE SUELOS TRATADOS CON CAL | 2004 |
| 2 | MANUAL DE ENSAYO DE MATERIALES | 2016 |
| 3 | MANUAL DE CONSTRUCCION PARA MAESTROS DE OBRA | |
| 4 | MANUAL PRACTICO DE MECANICA DE SUELOS | 2012 |
| 5 | MANUAL PARA LA MEDICION DE RESISTIVIDAD DEL SUELO | 2015 |
| 6 | MANUAL DE ESTABILIZACION DE SUELOS CON CAL | 1997 |
| 7 | MANUAL DE ESTABILIZACION DE SUELOS CON CEMENTO O CAL | 2012 |
| 8 | MANUAL DE CARRETERAS SUELOS, GEOLOGIA, GEOTECNIA Y PAVIMENTOS | 2013 |
| 9 | MANUAL DE MECÁNICA DE SUELOS Y CIMENTACIONES | |
| 10 | NORMA CE.010 PAVIMENTOS URBANOS | 2010 |

ANEXO 6 Turnitin

ANEXO 7 Panel Fotográfico





