



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

Influencia de las cenizas de totora y tuna en las propiedades de la
subrasante del Jr. Amazonas, Huánuco 2023

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

AUTORES:

Aguirre Tarazona, Ronaldirino (orcid.org/0000-0001-8963-6344)
Garmendia Rivera, Kevin Sabamet (orcid.org/0000-0002-0497-6276)

ASESOR:

Mg. Minaya Rosario, Carlos Danilo (orcid.org/0000-0002-0655-523X)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño de Infraestructura Vial

LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:

Desarrollo sostenible y adaptación al cambio climático

LIMA – PERÚ

2023

DEDICATORIA

Esta obra la dedico principalmente a Dios, quien ha sido mi guía. Expreso mi profundo agradecimiento a mi familia, que ha brindado un apoyo incondicional a lo largo de mi trayectoria universitaria, y ha enriquecido mi vida con sus valiosos consejos.

Este trabajo está dedicado en primer lugar a Dios, a mi padre y a mi madre que siempre han estado dando su apoyo incondicional y también a todas las personas que me apoyaron para lograr.

AGRADECIMIENTO

En primer lugar, expresamos nuestro agradecimiento a Dios por habernos permitido culminar esta hermosa etapa de nuestras vidas. Asimismo, agradecemos a nuestros padres por apoyarnos incluso cuando nuestros ánimos decaían, a nuestros novios por brindarnos su amor incondicional y alentarnos a seguir creciendo.

De manera similar, agradecemos a cada docente que nos brindó sus conocimientos a lo largo de la carrera. Apreciamos su paciencia y el papel fundamental que han desempeñado en nuestro desarrollo, tanto profesional como humano. ¡Muchas gracias a todos!



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo, MINAYA ROSARIO CARLOS DANILO, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA NORTE, asesor de Tesis titulada: "Influencia de las cenizas de totora y tuna en las propiedades de la subrasante del Jr. Amazonas, Huánuco 2023", cuyos autores son GARMENDIA RIVERA KEVIN SABAMET, AGUIRRE TARAZONA RONALDINNO, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 19.00%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

He revisado dicho reporte y concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la Tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

En tal sentido, asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

LIMA, 01 de Diciembre del 2023

Apellidos y Nombres del Asesor:	Firma
MINAYA ROSARIO CARLOS DANILO DNI: 06249794 ORCID: 0000-0002-0655-523X	Firmado electrónicamente por: CMINAYARO el 01- 12-2023 09:25:50

Código documento Trilce: TRI - 0675580



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

Declaratoria de Originalidad de los Autores

Nosotros, GARMENDIA RIVERA KEVIN SABAMET, AGUIRRE TARAZONA RONALDINNO estudiantes de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA NORTE, declaramos bajo juramento que todos los datos e información que acompañan la Tesis titulada: "Influencia de las cenizas de totora y tuna en las propiedades de la subrasante del Jr. Amazonas, Huánuco 2023", es de nuestra autoría, por lo tanto, declaramos que la Tesis:

1. No ha sido plagiada ni total, ni parcialmente.
2. Hemos mencionado todas las fuentes empleadas, identificando correctamente toda cita textual o de paráfrasis proveniente de otras fuentes.
3. No ha sido publicada, ni presentada anteriormente para la obtención de otro grado académico o título profesional.
4. Los datos presentados en los resultados no han sido falseados, ni duplicados, ni copiados.

En tal sentido asumimos la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de la información aportada, por lo cual nos sometemos a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

Nombres y Apellidos	Firma
KEVIN SABAMET GARMENDIA RIVERA DNI: 73457253 ORCID: 0000-0002-0497-6276	Firmado electrónicamente por: KGARMENDIA el 01-12-2023 19:18:02
RONALDINNO AGUIRRE TARAZONA DNI: 71002935 ORCID: 0000-0001-8963-6344	Firmado electrónicamente por: AAGUIRRETA el 01-12-2023 21:08:14

Código documento Trilce: TRI - 0675583



ÍNDICE DE CONTENIDOS

Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento.....	iii
Declaratoria de Autenticidad del Asesor	iv
Declaratoria de Originalidad del Autor / Autores	v
Índice de contenidos.....	vi
Índice de tablas.....	vii
Índice de figuras.....	viii
Resumen.....	ix
Abstract.....	x
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO.....	5
III. METODOLOGÍA.....	16
3.1. Tipo y Diseño de Investigación.....	16
3.2. Variables y operacionalización.....	17
3.3. Población, Muestra y Muestreo.....	19
3.4. Técnicas e Instrumentos de recolección de datos.....	22
3.5. Procedimientos.....	24
3.6. Métodos de Análisis de datos.....	25
3.7. Aspectos Éticos.....	25
IV. RESULTADOS.....	26
V. DISCUSIÓN.....	42
VI. CONCLUSIONES.....	46
VII. RECOMENDACIONES.....	48
REFERENCIAS.....	
ANEXOS.....	

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Numero de Calicatas para exploracion de suelos.....	20
Tabla 2. Numero de ensayos CBR.....	20
Tabla 3. Muestra (ceniza de totora) y Ensayos	21
Tabla 4. Muestra (ceniza de tuna) y Ensayos.....	21
Tabla 5. Ensayos de laboratorio.....	22
Tabla 6. Resultados de los ensayos en laboratorio de la muestra natural	31
Tabla 7. Ensayo de Atterberg con la incorporación de ceniza de totora	34
Tabla 8. Ensayo de Atterberg con la incorporación de ceniza de tuna	35
Tabla 9. Óptimo Contenido de Humedad (OCH) y Máxima Densidad Seca (MDS) con la incorporación de Ceniza de totora	37
Tabla 10. Óptimo Contenido de Humedad (OCH) y Máxima Densidad Seca (MDS) con la incorporación de Ceniza de tuna.	38
Tabla 11 Ensayo de California Bearing Ratio (CBR) con la incorporación de ceniza de totora.....	40
Tabla 12. Ensayo de California Bearing Ratio (CBR) con la incorporación de ceniza de tuna.....	41

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Procedimiento de obtencion de muestra	24
Figura 2. Mapa del Perú.....	26
Figura 3. Mapa de la Región de Huánuco	26
Figura 4. Mapa de la Provincia de Marañon	26
Figura 5. Mapa de Distrito	26
Figura 6. Identificación del Jr. Amazonas Huacrachuco	51
Figura 7. Calicata N ^a 1	24
Figura 8. Calicata N ^a 2	26
Figura 9. Calicata N ^a 3	26
Figura 10. Análisis Granulométrico por tamizado de la calicata-1.	28
Figura 11 Análisis Granulométrico por tamizado de la calicata-2.	29
Figura 12. Análisis Granulométrico por tamizado de la calicata-3.	30
Figura 13. <i>Gráfico de límite de consistencia de la muestra patrón</i>	31
Figura 14. Gráfico de límite de consistencia de la muestra patrón.	31
Figura 15. Gráfico de Máxima Densidad Seca de la muestra patrón.....	32
Figura 16. Gráfico de California Bearing Ratio (CBR) de la muestra patrón	32
Figura 17. Ensayo Límite granulométrico	33
Figura 18. Ensayo de Atterber	33
Figura 19. Grafico del Ensayo de Atterberg con la incorporación de ceniza de totora.....	34
Figura 20. Gráfico del Ensayo de Atterberg con la incorporación de ceniza de tuna	35
Figura 21. Ensayo de Proctor Modificado.....	36
Figura 22. Ensayo de Proctor Modificado.....	36
Figura 23. Gráfico del optimo contenido de humedad con la incorporación de ceniza de totora.....	36
Figura 24. Grafico del optimo contenido de humedad con la incorporación de ceniza de totora.	37
Figura 25. <i>Gráfico del optimo contenido de humedad con la incorporación de ceniza de tuna</i>	38
Figura 26. Gráfico de la máxima densidad seca con la incorporación de ceniza de tuna.....	38

Figura 27. Ensayo de CBR.....	39
Figura 28. Ensayo de CBR.....	39
Figura 29. Gráfico del Ensayo de CBR con la incorporación de ceniza de totora	40
Figura 30. Gráfico del Ensayo de CBR con la incorporación de ceniza de tuna	40

RESUMEN

Esta investigación tuvo como objetivo evaluar la influencia de las cenizas de totora y tuna en las propiedades de la subrasante del Jr. Amazonas, Huánuco en 2023. La metodología adoptada fue experimental (cuasi) con un enfoque cuantitativo y nivel explicativo. Los ensayos realizados incluyeron granulometría, límites de consistencia IP, Proctor modificado y CBR. Al incorporar ceniza de totora en porcentajes de 6.5%, 11.5%, y 16.5%, y tuna en 7.5%, 11.5%, y 15.5%, se observaron cambios significativos. En cuanto al límite de consistencia (IP), se optimizó del 8% al 4% con ceniza de totora y del 8% al 3% con ceniza de tuna. En el Proctor Modificado, la MDS se incrementó de 1.822 gr/cm³ a 1.885 gr/cm³ con ceniza de totora y a 1.859 gr/cm³ con ceniza de tuna. Respecto al CBR, se observó un aumento del 8.6% a 28.3% con ceniza de totora y a 29.6% con ceniza de tuna. En conclusión, la incorporación de ceniza de totora y tuna resultó en mejoras significativas en las propiedades de la subrasante del Jr. Amazonas, Huánuco en 2023.

Palabras clave: ceniza, totora, tuna, Influencia, subrasante.

ABSTRACT

This research aimed to evaluate the influence of reed and prickly pear ash on the properties of the subgrade of Jr. Amazonas, Huánuco in 2023. The methodology adopted was experimental (quasi) with a quantitative approach and explanatory level. The tests carried out included granulometry, IP consistency limits, modified Proctor and CBR. When incorporating reed ash in percentages of 6.5%, 11.5%, and 16.5%, and prickly pear ash in 7.5%, 11.5%, and 15.5%, significant changes were observed. Regarding the consistency limit (IP), it was optimized from 8% to 4% with cattail ash and from 8% to 3% with prickly pear ash. In the Modified Proctor, the MDS increased from 1,822 gr/cm³ to 1,885 gr/cm³ with cattail ash and to 1,859 gr/cm³ with prickly pear ash. Regarding the CBR, an increase was observed from 8.6% to 28.3% with cattail ash and 29.6% with prickly pear ash. In conclusion, the incorporation of reed and prickly pear ash resulted in significant improvements in the subgrade properties of Jr. Amazonas, Huánuco in 2023.

Keywords: ash, cattail, prickly pear, Influence, subgrade

I. INTRODUCCIÓN.

La subrasante es una parte primordial de la estructura del pavimento, ya que es la capa en la que se apoya la estructura, es quien se encarga de recibir la carga generada por el tránsito y de distribuirla. No todas las subrasantes presentan una calidad óptima de capacidad portante, lo cual es un problema, teniendo un mayor espesor en las capas que se encuentran por encima ya sea la sub base como la base. Se alcanzará aumentar la tolerancia de carga inicial que soporte la subrasante mediante adición de cenizas, de tal manera reduciendo los espesores de las mismas, lo cual también favorecerá el costo y el tiempo por el kilómetro de su diseño y ejecución. Alrededor del mundo, se han venido implementando diferentes técnicas para fortalecer los suelos buscando la optimización en calidad y capacidad del mismo para soportar cargas y resistir la deformación o la erosión en diferentes estados como Ecuador, Guatemala, Colombia y en otros distintos países; los cuales implementaron factores de utilización de plantas de sus zonas de estudio, por motivos sociales ambientales y económicos, con la finalidad de elevar el soporte y el tiempo de duración de adaptabilidad. Como factor resaltante, las irregularidades que se encuentren en la estructura de las vías, fueron corregidas en un tiempo más favorable, debido a que estas generaban molestia en los transeúntes, inestabilidades en el terreno, percances al volante, llegando a ocasionar daños de grandes magnitudes. Estos se redujeron de manera periódica añadiendo ceniza de cascarilla de arroz, cenizas de carbón y de cáscara de café; evitando defectos en la construcción.

En el ámbito nacional, es primordial contar con vías de acceso que favorezcan la unión de los pueblos, costos de transporte y los tiempos de desplazamiento, por tal motivo las vías deben estar en un estado favorable y así garantizar el transporte seguro y eficaz. Bajo la influencia de diversos factores, se ha incrementado el deterioro de los pavimentos o caminos los cuales fueron causados por procedimientos constructivos inadecuados, mala compactación del suelo y por factores de la misma naturaleza, lo cual es suficiente evidencia para la evaluación del mejoramiento de las propiedades de la subrasante, con la incorporación de materiales que brinde una mejora. En los últimos tiempos, se han dado innovaciones de mejora con la incorporación de diversos materiales, aditivos o

agregados, una de las que predomina es el mejoramiento con la adición de ceniza de Cabuya, como resultado sus propiedades influyen positivamente incrementando la duración y resistencia de la subrasante. En los distintos sitios, sectores del ámbito nacional como Ayacucho, Puno, Junín distintas calidades de suelo centro de investigación, mediante la inclusión de diferentes tipos de cenizas de plantas tales como de cabuya, de totora y de la capa exterior del coco, donde en muchas ocasiones es un terreno inestable, pobre, arcillosos el cual carece de propiedades que favorecen para su utilización de manera directa, por dicho motivo se realizó la incorporación de agregados para una correcta estabilización físico- mecánico proporcionando condiciones convenientes.

Los problemas cada vez más se han venido suscitando con el transcurrir del tiempo debido a la mala gestión de los recursos, los cuales se destinaban como desecho en distintos lugares no adecuados, por tal motivo se dio la viabilidad de utilizar dichos productos como adicional, dándole un uso favorable, incorporando en porcentajes en la subrasante de los pavimentos y caminos generando un mejoramiento de suelos, con lo cual se obtiene beneficios favorables tanto económicas y sociales.

El distrito de Huacrachuco pertenece a la provincia de Marañón el cual es territorio del departamento de Huánuco, con una altitud de 2920 msnm cuenta con una población de 15275 según el censo del 2017. Por lo general, se presenta caída de lluvias de octubre a marzo; donde en general son fuertes, en cambio en los demás meses del año suelen ser leves e irregulares. El Jr. Amazonas es una de las vías alternas el cual presenta una pavimentación en deterioro y en algunos tramos no presenta pavimentación generando molestia y disconformidad de los conductores y la población. De acorde al tipo de terreno de la zona, se puede apreciar que Huacrachuco presenta un sustrato blando, sus calles se encuentran a nivel de terreno natural y otras con pavimento de concreto en mal estado, debido al incremento de tránsito y las fuertes precipitaciones ocasionan baches, anegamientos, grietas y hundimientos. De tal manera se plantea la alternativa de incorporar las cenizas de totora y tuna en ciertas cantidades de tal manera determinar la influencia en el mejoramiento de la subrasante de Jr. Amazonas, Huánuco 2023.

Formulación del Problema, en cantidad considerable las calles de Huacrachuco se encuentran en terreno natural con un material blando. La vía del Jr. Amazonas viene siendo utilizada por los pobladores por necesidad, aun estando en estados no favorables y no presentar las condiciones adecuadas, debido a una mala compactación del suelo; ante tal exigencia de uso y para la mejora de la subrasante se planteó incorporar el material de ceniza de totora y tuna los cuales logren disminuir el límite de consistencia (IP), disminuir el Proctor modificado y por consiguiente incrementar el CBR.

Por dicha razón en la presente investigación planteamos como Problema general: ¿De qué manera las cenizas de totora y tuna influyen en las propiedades de la subrasante del Jr. Amazonas, Huánuco 2023? Los problemas específicos de la presente investigación son: ¿Cuánto influyen las cenizas de totora y tuna en el límite de consistencia (IP) de la subrasante del Jr. Amazonas, Huánuco 2023? ¿Cuánto influyen las cenizas de totora y tuna en el Proctor modificado de la subrasante del Jr. Amazonas, Huánuco 2023? ¿Cuánto influyen las cenizas de totora y tuna en el ensayo de CBR de la subrasante del Jr. Amazonas, Huánuco 2023?

Justificación del Problema, el motivo principal que motivó esta investigación, es dar solución a la inestabilidad de pavimentos o senderos ya que se encuentran en condiciones desfavorables, los cuales son de uso primordial ya que dan paso a vehículos de uso particular hasta camiones de gran envergadura. Incorporando la ceniza de totora y ceniza de tuna por lo cual determinar su influencia en la subrasante del Jr. Amazonas, Huánuco. De tal manera evitando deterioros en las unidades, facilitar la transitabilidad fluida y prever que los vehículos se desvíen por otra ruta no asignada, generando congestión y molestia de los conductores y pobladores. Justificación teórica, en este estudio, se propone emplear la ceniza de totora en proporciones de 6.5%, 11.5% y 16.5% y la ceniza de tuna en proporciones de 7.5%, 11.5% y 15.5% con respecto al peso del material, con la finalidad de ver de qué manera influyen en la subrasante, las cenizas de totora y tuna en suelos blandos del Jr. Amazonas, Huánuco 2023.

Justificación social, los habitantes de la zona del distrito de Huacrachuco y pueblos aledaños serán los que se verán beneficiados, al tener una vía de buena calidad,

libre de baches, hundimientos, fallas. Manteniendo el paso vehicular de manera fluida y evitando disconformidades, molestias al volante, también favoreciendo la vida útil de la vía y el comercio. Justificación económica, se busca ahorrar costos de construcción al adicionar productos naturales de la zona de estudio, como la ceniza de totora y ceniza de tuna ya que son plantas en abundancia y de esta manera evitando la necesidad de comprar aditivos químicos los cuales son más costosos. Justificación ambiental, al aprovechar la ceniza de totora y ceniza de tuna brindará un beneficio al medio ambiente ya que, al ser un producto de valor agregado natural, da una solución de mejorar a la subrasante siendo un producto orgánico no contaminante

Objetivo General: Evaluar la influencia de las cenizas de totora y tuna en las propiedades de la subrasante del Jr. Amazonas, Huánuco 2023. Los objetivos específicos de esta investigación son: determinar la influencia de las cenizas de totora y tuna en el límite de consistencia (IP) de la subrasante del Jr. Amazonas, Huánuco 2023. Determinar la influencia de las cenizas de totora y tuna en el Proctor modificado de la subrasante del Jr. Amazonas, Huánuco 2023. Determinar la influencia de las cenizas de totora y tuna en la CBR de la subrasante del Jr. Amazonas, Huánuco 2023

Hipótesis General: La incorporación de la ceniza de totora en porcentajes de 6.5%, 11.5% y 16.5% y ceniza de tuna en porcentaje de 7.5%, 11.5% y 15.5%, mejora las propiedades de la subrasante del Jr. Amazonas, Huánuco 2023. Las hipótesis específicas de la presente investigación son: La incorporación de las cenizas de totora y tuna disminuye el límite de consistencia (IP) en las propiedades de la subrasante del Jr. Amazonas, Huánuco 2023. La incorporación de las cenizas de totora y tuna disminuye el Proctor modificado en las propiedades de la subrasante del Jr. Amazonas, Huánuco 2023. La incorporación de las cenizas de totora y tuna incrementa el CBR en las propiedades de la subrasante del Jr. Amazonas, Huánuco 2023.

II. MARCO TEÓRICO

En el ámbito nacional disponemos: Según, Pérez (2021), su objetivo tuvo como finalidad general estimar la adición de ceniza de cabuya en las propiedades de la subrasante; para ello, realizaron diversos tipos de ensayos como granulometría, límites de Proctor modificado, CBR y Atterberg, tuvo como plan de exploración experimental (cuasi), centrado en el análisis numérico y explicativo, el centro de estudio fueron 3 calicatas con una profundidad 1.5m, los resultados obtenidos al agregar ceniza de cabuya en porcentajes de 10%, 12% y 15%, mostraron una disminución en los límites de consistencia, logrando incrementar el Índice de Plasticidad del 21.08% al 7.33% con la mayor dosificación. Asimismo, se pudo reducir el Contenido de Humedad adecuado con una mínima proporción de estabilizante, de un 19.8% a un 14.01%, obteniendo un Máximo Densidad Seca de 1.47 gr/cm³ a 1.77 Gr/Cm³ y para el CBR, se observó una mejora del 4.90% a 64.00% y de un 6.70% a 94.70% al utilizar la mayor incorporación de los estabilizantes. Como resultado final, la adición del material cenizo de cabuya en la subrasante de la vía investigada tubo considerablemente mejoras en el IP, Contenido de Humedad adecuado y el CBR.¹

Según, Chayña (2022), se propuso como finalidad, estudiar la incorporación de cenizas de totora para incrementar la calidad del terreno perteneciente a la subrasante en una vía, utilizando proporciones de 4%, 8%, 12% y 16%, con la finalidad de garantizar positivamente su incorporación tanto en lo mecánico como físico de la mencionada capa anteriormente, para la determinación de la granulometría se hicieron distintos ensayos mediante la cual logrando clasificar el suelo, el porcentaje de agua en el sitio de estudio, la variación del estado del suelo, la mejora de capacidad de soporte y al contenido de humedad optimo y CBR, el diseño del estudio fue cuasi experimental, de carácter cuantitativo, nivel explicativo y tipo aplicada, sus muestras fueron 03 calicatas establecidos en tramo de estudio, los resultados dieron adecuados resultados con la adición del 16% de ceniza de totora el cual se dio una mejora en sus propiedades, aumentando la capacidad portante.²

De conformidad a, Guzmán y Rodríguez (2021), su finalidad fue: analizar la incorporación de la ceniza de cubierta de coco para mejorar la subrasante correspondiente a una trocha carrozable, tipo de investigación aplicada, la

población estuvo compuesta por calicatas de profundidad 1.5m que se realizó en el tramo de estudio, con muestra de las calicatas cada 1.5km como mínimo, el muestreo se dio mediante los ensayos realizados, como resultado se obtuvo una mejoría en la máxima densidad seca y respecto, se garantizó mejorías en el sustrato definiendo como nivel que se define como un suelo bueno y como resultado dio que si se puede mejorar con la incorporación de ceniza de la materia prima de coco al 2% en la subrasante, donde se apreció las mejoras tanto en las propiedades mecánicas como físicas de la zona estudio.³

De conformidad a, Pérez S. (2023), En su investigación tuvo como razón principal Evaluar la incorporación de ceniza de cabuya con la finalidad de mejorar las características de la carretera Muyurina – Quinoa, Ayacucho - 2021; de tal manera realizando los ensayos correspondientes y necesarios. El cual empleo una metodología: Teniendo un diseño experimental (cuasi), La investigación se llevó a cabo utilizando un enfoque cuantitativo y se clasificó como nivel explicativo. Los resultados obtenidos se basaron en los objetivos establecidos al introducir diferentes porcentajes de ceniza de cabuya (10%, 12%, 15%). El principal objetivo consistía en evaluar el efecto de los aditivos en la reducción del (límite de consistencia), Optimo contenido de Humedad, CBR. En los diferentes ensayos realizados con la adición de diferentes porcentajes mostraron resultados óptimos el cual dio un resultado factible el IP del 21.08% al 7.33% con la incorporación mayor. Conclusión, la aplicación de ceniza de cabuya en la subrasante de la carretera mostro resultados favorables en los diferentes ensayos propuestos (IP, OCH – DMS y el CBR).⁴

De conformidad a, Choquecota A. (2023), En su investigación “Influencia de la incorporación de ceniza de Totora y Habas en las propiedades físico-mecánicas de la subrasante, en la carretera PE-3ST Platería, Puno 2022” tiene como propósito principal analizar, analizar el impacto de la inclusión de los polímeros (cenizas de totora y habas) en las características y propiedades del material de estudio, adicionando porcentajes para mejorar las con la finalidad de mejorar, mediante la influencia en el (IP), (DMS) y (CBR). La investigación fue: Explicativo de tipo: practica con un enfoque: cuantitativo de diseño: experimental riguroso, se realizaron cuatro calicatas como población en las cuales se dio la adición de los polímeros, la técnica utilizada fue la observación directa, de tal manera obteniendo

los datos requeridos para él, se obtuvieron utilizando fichas de observación acordes a las evaluaciones y ensayos, adquiridos fueron aceptables cumpliendo con los propósitos requeridos en conclusión que con la incorporación de ceniza de totora – habas en un porcentaje de (25%) tuvo los resultados requeridos y aceptables según la MTC (manual de carreteras).⁵

A nivel Internacional tenemos: De acuerdo con, Laguna y Chacón (2020), se tuvo como objetivo principal en su investigación, comparar la resistencia en un suelo blando considerando diferentes factores mecánicos mediante un análisis, su enfoque se centra en el uso de residuos agroindustriales, específicamente la cascara arroz y la cascara de café, usados como mejoradores del suelo, como de medio para lograrlo, evaluaron el efecto de porcentajes progresivos de 4% - 10% de cascarilla de café (CCC) y 12% de cascarilla de arroz (CCA) en forma de ceniza como estabilizadores de suelos finos utilizados en pavimentos y subrasantes. La investigación fue descriptiva y comparativa, basada en ensayos de laboratorio previos que siguieron las normas técnicas del INVIAS-2013. Los resultados obtenidos demostraron mejoras significativas en propiedades como estabilidad, durabilidad, resistencia y plasticidad. Además, se evaluaron los beneficios económicos, ambientales e innovadores que estos residuos pueden aportar a la ingeniería civil y a la sociedad en general.⁶

Según, Cañar (2017), el objetivo de su investigación fue estabilizar dos tipos de suelo con diferentes características utilizando la ceniza de carbón como aditivo, el estudio se centró en evaluar el CBR y la capacidad de corte, a través de pruebas de tal manera determinando la capacidad portante (CBR) de los sustratos estudiados, con la finalidad de lo ya mencionado se llevó a cabo el ensayo de compactación modificada o prueba de ventilador, que proporcionaron los niveles de densidad máxima seca y humedad adecuado, posteriormente, se realizó la prueba CBR utilizando diferentes combinaciones de ceniza de carbón en proporciones del 20%, 23% y 25%. Para evaluar el soporte a corte, para este caso se utilizó el ensayo de compresión en arcilla no confinada, la comparación se centró en la evaluación de propiedades como plasticidad, resistencia CBR, humedad y resistencia al corte, tanto en los suelos por separado como en las diferentes combinaciones con ceniza de carbón, de tal manera se analizó a detalle los pro y contras del uso del material

mencionado anteriormente con la finalidad de una mejoría en el suelo y la aplicación como subgradiente.⁷

De acuerdo con, Barragán y Cuervo (2019), La finalidad del estudio fue: el análisis de los componentes físico mecánicos vinculados con la capacidad de soporte de un suelo arenoso-arcilloso al incorporar ceniza de cascarilla de arroz (CCA) en un 1%, en comparación con el suelo patrón, con la finalidad de encontrar una alternativa de mejora a la baja resistencia que a menudo se presentan en suelos blandos utilizados para soportar estructuras de pavimento. Se demostró que al adicionar el 1% de CCA se tiene un efecto positivo en la resistencia del suelo arcilloso - arenoso, lo que dio una incrementación del 19% en su capacidad portante en comparación con de la muestra patrón, sin embargo, no se logró lo esperado en el cambio volumétrico del suelo, ya que se obtuvo un aumento promedio del 0.09% en la expansión en comparación con la muestra natural cuando se modificó con ceniza establecida.⁸

En otros idiomas tenemos: Según, Nikusi (2021) se enfocó en investigar cómo las cenizas de estiércol de vaca y la cal pueden ser utilizadas como aditivos para estabilizar suelos expansivos, el suelo utilizado en el estudio era arcilloso y tenía alta plasticidad y potencial de expansión, Se utilizaron diferentes porcentajes de ceniza de estiércol de vaca (0%, 6%, 10%, 14%, 20%, y 25% en peso seco del suelo), y cal (0%, 5%, 7%, y 9%), para tratar el suelo y se evaluó la eficacia del tratamiento mediante pruebas de laboratorio. Los resultados mostraron que los suelos tratados con ceniza de estiércol de vaca tenían una mayor resistencia, menor potencial de expansión y menor límite de Atterberg en comparación con los suelos no tratados. La mezcla de ceniza y cal incremento favorablemente la resistencia a la carga y al corte, y redujo el potencial de expansión.⁹

Con base en, Ndagijimana (2021), tuvo como objetivo: estudiar el resultado uso del cascara de huevo en forma de polvo y el efecto de la membrana proteica, los resultados mostraron del límite líquido y el índice plástico disminuyeron para diferentes tamaños de partícula, pero no hubo diferencias significativas entre los distintos tamaños, en máxima densidad seca, así como en el sustancia adecuado de porcentaje humedad, sin embargo, la capacidad de soporte de compresión no confinada fue considerablemente diferente en cada tamaño de partícula empleado, de tal manera se estableció que un tamaño de partícula del polvo de cáscara de

huevo inferior a 150 μm y superior a 88 μm era requerida para ser un buen estabilizador con un aprovechamiento del 3% en el nivel adecuado. Además, se encontró que la membrana proteica reducía la capacidad estabilizadora del polvillo de cáscara de huevo cuando su contenido en el suelo era menor al 4%, las respuestas adquiridas se utilizaron los análisis numéricos, y el modelo de terraplén dio una mejora en la sub-base cuando se estabilizó con polvo de cáscara de huevo.¹⁰

De acuerdo con, Dhasán (2017), se tuvo como objetivo la verificación el momento de actuar de un suelo colapsable arenoso fino mediante pruebas de consolidación simples cuando se ponían bajo carga de compresión de 200 kPa y un grado de compactación similar a las condiciones de campo (80%), de tal manera se hicieron pruebas con mezclas que contenían un reemplazo de RHA del 2%, 4%, 6%, 8%, 10%, 12% y 14% en masa, los ensayos realizados al suelo tuvieron un incremento adecuado de la humedad y una reducción máxima de la densidad seca, los resultados de las pruebas de rayos X y microscopía revelaron que el RHA llenaba los vacíos en el suelo, de tal manera disminuyendo el colapso en las pruebas edométricas. Las combinaciones que incluían un reemplazo del 10%, 12% y 14% de RHA mostraron una mejoría en sus características, la utilización de RHA tuvo una reducción efectiva del potencial de colapso, con buenos resultados a partir de una sustitución del 10% en masa, de tal manera reduciendo los costos de estabilización tradicionales, teniendo como conclusión que los resultados indicaron una disposición adecuada para estos residuos.¹¹

A nivel de Artículos tenemos: De conformidad con, Kumar (2019), su propósito fue analizar a la subrasante a nivel de estabilización de material arcillosa cuando se mezcla aleatoriamente con fibras de coco (CF) y cenizas volantes (FA), donde se realizaron pruebas de CF y FA combinados aleatoriamente, expresadas en porcentaje sobre peso seco del suelo y los porcentajes de CF y FA utilizados en la presente investigación son 1%, 1,5% y 2% y 0%, 5%, 10%, 20% y 30% secuencialmente, de tal manera, los resultados mostraron que la subrasante arcillosa determinada con FA incremento el CBR, además, se encontró que una mezcla aleatoria de 1% de CF y 20% de FA resultó en una mejora del CBR de la subrasante, siendo 1,5 veces mayor que la subrasante de arcilla tratada solo con

20% de FA. En conclusión, se determinó que la mezcla de 20% FA + 1% CF es la que produce la mayor mejora en la subrasante en términos de CBR.¹²

Según, Hidalgo, Saavedra, Fernández y Duran (2020), como finalidad tuvieron analizar la estabilidad del terreno usado como subrasante, con la adición de materiales disponibles en la zona de estudio, utilizando el cenizo de la cubierta del arroz y el material cenizo de bagazo de caña de azúcar, los cuales se incorporaron a la muestra patrón en reemplazo de peso en porcentajes de 5%, 7.5% y 10%, con la incorporar, se logra disminuir el hinchamiento e incrementando la máxima densidad seca, en el cual el CBR aumenta y consecuentemente disminuyendo de acuerdo a la incorporación de los productos antes mencionados, lo cual establece un tope en CBR y capacidad de expansión. Se obtuvo respuestas adecuadas de CBR el cual fue 33,75% con la combinación de sustitución al 5%.¹³

Como afirma, Ojeda, Mendoza y Baltazar (2018), el propósito de su estudio consistió en analizar cómo la ceniza del residuo de caña de azúcar (CBCA) puede mejorar al sustrato (en sus propiedades) granular arenoso al sustituir parcialmente el Cemento Portland Compuesto (CPC). Por lo cual se realizaron diversas pruebas como ensayos del AASHTO (densificación) estándar, CBR y solides a la compresión, comparando la reacción del suelo con mezclas que contenían diferentes porcentajes de cemento portland como control, y sustituyendo parcialmente el material polímero de caña de azúcar en 0%, 25%, 50% y 100% en relación al peso de la materia de estudio en estado seco. Como conclusión lo obtenido demostraron mejoras significativas de las diferentes propiedades (cbr, compactación, resistencia a la compresión), en el suelo al añadir CBCA, lo que permitió reducir el consumo de CPC en un 25%.¹⁴

De acuerdo a, Ormeño, Rivas, Duran y Soto (2020), tuvieron como principal propósito verificar el impacto la cascarilla de arroz como material cenizo (RHA) en la compactación de la capa de subrasante de un pavimento, donde se utilizó material arcilloso de resistencias no adecuadas, mencionado producto es producto toxico, desecho nocivo y contaminante; por dicha razón es establecido como una alternativa económica y ecológica, de los ensayos realizados se obtuvieron resultado con los cuales se comprobó que el CBR incrementa de 4.30% a 20,70%, mediante la adición de una dosis de 20% RHA, consiguiendo su valor adecuado para ser considerado de calidad la subrasante, de esta forma, es posible asegurar

que la adición de RHA incrementa la Propiedades geotécnicas del suelo favorablemente. ¹⁵

Definición de la subrasante, según el MTC (2014), “La subrasante es una parte esencial en la estructura del pavimento. Está compuesto por el terreno natural y se sitúa como la capa superior del terraplén. Su función principal es soportar las cargas ejercidas de la estructura del pavimento. Estos suelos pueden ser seleccionados de acuerdo con las condiciones necesarias para su compactación, de manera que puedan formar un cuerpo estable y en óptimas condiciones.” (p. 20).¹⁶ Según afirma el Ministerio de Economía y Finanzas (2015), “La subrasante es la superficie final de la carretera, se obtiene mediante excavación de terreno, tanto en corte como en relleno. Es en esta superficie donde se coloca el pavimento. La subrasante desempeña un papel fundamental, ya que actúa como la base directa sobre la cual se construye el pavimento. Es parte principal del conglomerado de la carretera, que se empieza desde terreno un regular nivelado o explanado hasta el pavimento.” (p. 12).¹⁷

Según Montejo (2002), “La calidad de la capa de subrasante es un factor determinante en el cálculo del espesor de un pavimento, sea flexible o en casos rígidos. Para evaluar la capa, se utiliza el CBR, también la resistencia a la falla tangencial sujeto a las cargas del tráfico, por lo tanto, el CBR es un indicador clave para encontrar la calidad de la capa de subrasante y, por lo tanto, la capacidad de carga del pavimento [...]” (p. 9).¹⁸

Es una capa muy importante del pavimento, ya que es la superficie final a nivel de movimiento de tierra (compactado), es donde se va apoyar la estructura del pavimento o afirmado, de la calidad de esta capa dependerán el espesor del pavimento

Propiedades de la subrasante, la subrasante es primordial ya que es la capa que soporta la carga del tránsito y de misma estructura por dicha razón debe cumplir con ciertos parámetros para lo cual se deben realizar ensayos como, el LC (IP), e. Proctor modificado y la capacidad de soporte (CBR).

La ceniza de totora. Definición de totora, Según Hidalgo (2007), “la planta de totora es una especie vegetal que se desarrolla en el agua, como en los pantanos, lagunas, crecen hasta un tamaño de 3.5 metros de largo y con un grosor de hasta 2.5 centímetros, presenta un acelerado crecimiento y se puede recoger, cortar en

medio año y tiende a recuperarse en un tiempo récord, es muy ligera ya que presenta poros y es un material aislador” (p.16).¹⁹

La ceniza de totora se adquiere mediante la quema de la misma planta ya mencionada en estado árido, la cual nos ayudara a mejorar las diferentes propiedades ya sean mecánicas o físicas de la subrasante de nuestra zona de estudio.

La ceniza de tuna. Definición de tuna, “de conformidad con Mendoza (2014), la tuna es una planta que crece en el libre campo sin necesidad de la intervención del hombre, como también se le puede cultivar dicha práctica se ha realizado desde tiempos muy antiguos mencionada planta ha servido diversas formar como medicina, comida y forrajera, etc.[...]” (p. 16).²⁰

La ceniza de tuna se adquiere por la quema de la planta en su totalidad el cual debe estar seco lo único que no es incinerado es el fruto, dicha ceniza nos ayudara a mejorar las propiedades ya sean mecánicas o físicas de la subrasante en nuestra zona de estudio

De conformidad a Cadillo (2021) [...], las cenizas son de mucha importancia ya que ayudan mejorar las propiedades del suelo, más en un suelo limo arcilloso con la finalidad de emplearlo como sub rasante (p.60).²¹

Propiedades Físicas: Análisis granulométrico

Propiedades Físicas: Análisis granulométrico. Según Ilik y Calabar (2018), En un laboratorio, se lleva a cabo un análisis del tamaño de grano siguiendo las normativas actuales y utilizando una variedad de tamices. Si la muestra contiene partículas finas, se realizan pruebas adicionales para establecer los límites de Atterberg. Esta práctica estándar en ingeniería civil tiene como objetivo determinar en cómo se distribuyen por tamaños de partícula en un material granuloso. Este proceso junto a los del Límite de Atterberg, permiten clasificar los tipos de suelos. Esta clasificación es esencial para definir, visualizar y comprender el comportamiento y las características del suelo bajo estudio, organizándolo en grupos específicos según su tamaño de grano. (p.1).²²

Métodos de análisis granulométrico. Ministerio de Transporte y Comunicaciones (2016), Calcular numéricamente la disposición de tamaños de partículas en el suelo. Este procedimiento explica la técnica para calcular qué porcentaje del suelo logra atravesar los diferentes tamices usados en el análisis, llegando al último de

Nº 200. Este enfoque no incluye pautas de seguridad. Es tarea del usuario definir las reglas relacionadas con la seguridad y salud, además de determinar las responsabilidades asociadas con el uso e interpretación de este método. (p. 15).²³

Límites de consistencia IP. O'Kelly (2021), la maleabilidad de los sustratos de grano pequeños se calcula mediante los valores del límite líquido (LL) y el límite plástico (PL). Estos valores son cruciales en campos de ingeniería civil y geotécnica, así como en agricultura, cerámica y la fabricación de ladrillos. Los procedimientos originales para establecer estos límites de consistencia fueron desarrollados por Atterberg y luego estandarizados por Terzaghi y Casagrande para su aplicación en proyectos de ingeniería civil. (p. 59).²⁴

Límite Líquido. Como manifiesta O'Kelly (2021), el punto en el cual un suelo de grano fino ya no actúa como líquido se determina a través del contenido de agua necesario para cerrar una ranura específica de una pasta de suelo. Este valor se define la cantidad de agua para lo cual se necesitan 25 impactos. De tal manera lograr esta medición, se necesita una copa que contiene una pasta de suelo saturada, que se le realizó una ranura. Esta copa se deja caer repetidamente desde una distancia de 10 mm sobre una superficie. (p. 59).²⁵

Límite plástico. De conformidad con Daryati, Widiyanti, Septiandini, Ramadhan, Sambowo y Purnomo (2019), Inicialmente sugerido por Atterberg, indica un cambio auténtico y visible en el actuar del sustrato; es decir, el contenido de agua en el punto donde ocurre la transición de plástico a frágil, el cual se observa al extender el suelo sobre una placa de vidrio con hilos del sustrato a diferentes niveles de humedad a ambos lados. (p. 5734).²⁶

Humedad Natural Según Márquez (2019), “se destaca que la humedad es una de propiedad importante del suelo, por lo que su resistencia depende en gran medida de este factor. Además, es fundamental mencionar que la humedad del suelo permite realizar comparaciones con la humedad más favorable determinada mediante el ensayo Próctor. En caso de que la humedad natural sea menor que la óptima, el proceso que se llevará a cabo será una compactación normal, mientras que, si es mayor, será necesario aumentar la energía de compactación.” (p.29)²⁷

Densidad máxima seca

Según Quispe y Sañac (2019), “se hace alusión al nivel de densidad máxima que el suelo puede lograr después de ser compactado hasta su nivel óptimo de

humedad. Esta densidad máxima se determina mediante el ensayo de Próctor modificado.” (p. 68)²⁸

Propiedades mecánicas:

Resistencia a la compresión.

Según Márquez (2019), “se refiere al valor de resistencia del suelo, también conocido como capacidad portante de la subrasante. Este valor indica la fuerza que la subrasante puede soportar sin experimentar asentamientos. Se utiliza el ensayo de CBR (Índice de Resistencia California) para determinar este valor, el cual representa las cargas máximas permisibles.” (p. 57) ²⁹

Grado de expansión de suelo

Según Quispe y Sañac (2019), “se indica que la expansión y contracción del suelo es una propiedad mecánica que se evalúa al construir una estructura sobre él, ya sea un edificio o un pavimento, debido a que puede afectar negativamente dicha estructura. Es importante destacar que, en las construcciones, el suelo tiende a hincharse cuando se incrementa su contenido de agua y a contraerse cuando disminuye, el valor de esta propiedad, expresado en porcentaje, se obtiene mediante el ensayo de CBR.” (p. 84) ³⁰

Ensayo límite de consistencia (IP), “Se menciona que el índice de plasticidad (IP) está asociado a la resta numérica entre el LL y el LP de un suelo. Esta disparidad dependerá de la cantidad y tipo de arcillas presentes en el suelo, pero en términos generales, el IP solamente se asocia con la arcilla existente en cierta cantidad en el suelo”. ³¹ (Villalás, 2004, p. 78).

Esto quiere decir que la plasticidad de un suelo está determinada su contenido de arcilla, lo que significa que la plasticidad del suelo aumenta significativamente o disminuye proporcionalmente en función de la cantidad de arcilla presente.

Ensayo e. Proctor modificado, “se menciona la existencia de un ensayo de Próctor modificado, esto posibilita definir el nivel adecuado de humedad presente., bajo condiciones parecidas, se obtendrá la máxima densidad de varias muestras compactadas con diferentes contenidos de humedad. Estos valores aceleran la construcción de la gráfica de Próctor, con la cual se obtiene una densidad constante para cada contenido de agua en la muestra”. ³² (Terrones, 2019, p. 36).

Esto quiere decir que el ensayo es un método para obtener experimentalmente la cantidad óptima de humedad en una muestra de suelo, el cual está relacionado con

la densidad. Consiste compactar el suelo en un molde cilíndrico de dimensiones específicas utilizando la capacidad conocida de agua y golpes de un martillo. Luego se realiza un gráfico entre la densidad seca en función de la cantidad de humedad, lo que permite establecer la curva de compactación.

Ensayo del CBR, “es una probatura que indica la resistencia de un suelo al esfuerzo cortante en condiciones específicas de humedad y densidad. Se calcula dividiendo la carga unitaria requerida para poder introducir una especie de pistón en el suelo por la carga anteriormente mencionada para introducir el mismo artefacto al mismo nivel en una muestra estándar de piedra partida. Esta medida se realiza para evaluar el (CBR) de un suelo y su valor para ser usados como material en la construcción de carreteras y otros tipos de pavimentos”.³³ (Montejo, 2002, p. 64).

Es decir, se usa para saber la capacidad de soporte en los suelos compactados. En esencia, involucra comprimir un suelo en moldes predefinidos, sumergirlos en agua y aplicar energía al suelo.

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y Diseño de investigación

De acuerdo a, Martínez (2020), es esencial para la creación coherente de un producto específico, que se obtendrá a través de etapas secuenciales que se ajustan al tiempo disponible, con el fin de establecer metas y objetivos (p. 37)³⁴

3.1.1 Tipo de Investigación: El actual proyecto de investigación es de naturaleza aplicada, ya que se puso en práctica las experiencias y sabidurías ya vividas sobre la optimización de la subrasante adicionando la ceniza de totora y ceniza de tuna. Se basó en antecedentes de casos similares para decidir una compactación adecuada para la base de la carretera, considerando diferentes cantidades adheridas de ceniza. Los datos recopilados en el entorno de laboratorio se utilizaron para buscar la reducción del límite de consistencia IP, Próctor modificado e incremento la capacidad portante (CBR).

3.1.2 Diseño de investigación:

De conformidad con, Suarez, Sáenz y Mero (2016), brinda al investigador los lineamientos lógicos a seguir, los cuales son esenciales para el desarrollo de las diferentes capacidades, con lo cual se asimila conceptos y teorías que permitirán profundizar en la esencia de los fenómenos mediante métodos investigativos, con la finalidad del enriquecimiento del conocimiento (p. 74)³⁵

Por dicha razón, el proyecto es evaluado como cuasi experimental, ya que fueron objetos de manipulación de manera intencional las proporciones de ceniza y totora (6.5%, 11.5% y 16.5%) en la subrasante, con la finalidad de examinar el impacto en las propiedades físico-mecánicas de la subrasante. Asimismo, se clasifica como cuasi experimental, ya que el tipo de suelo para la investigación fue previamente definido (Arcilla de baja plasticidad con arena CL) por los tesisistas. Se llevaron a cabo cuatro ensayos, que incluyen una muestra estándar y tres muestras con ceniza de totora en N+6.5%, N+11.5% y N+16.5% del peso de la muestra. Estas dosis fueron elegidas basándonos en investigaciones anteriores de diversos investigadores

(tesis: Ccallo 5% - 6% y Chayña 12% - 16%) realizados con estabilizadores en subrasante. Además, se realizó la misma metodología con la ceniza de tuna (7.5%, 11.5% y 15.5%) en la subrasante, teniendo como propósito de evaluar su efecto en las propiedades físico-mecánicas. También se clasifica como cuasi experimental, ya que la característica del suelo ha sido definida previamente como suelo (Arcilla de baja plasticidad con arena CL) por el investigador. Se llevaron a cabo cuatro ensayos, que incluyen una muestra estándar y tres muestras con ceniza de tuna en N+7.5%, N+11.5% y N+15.5% del peso de la muestra. Estas dosis fueron escogidas según varias investigaciones anteriores de diversas fuentes investigadores (tesis: Cadillo 6% - 8% y Pérez 12% - 15%) llevados a cabo con estabilizadores en subrasantes.

3.2. Variable y Operacionalización.

Variable Independiente 1: Ceniza de totora

Definición conceptual: (Matriz) Según Ccallo (2022), la totora es una planta acuática, de varas redondeadas y esponjosas, para la obtención de la ceniza se recolecta con un tiempo mínimo de 6 meses de maduración, se deja secar en la intemperie para luego ser calcinado, de tal manera obteniendo el producto final natural (p. 89)³⁶.

Definición operacional: (Matriz) Las cantidades de ceniza de totora en los porcentajes de 6.5%, 11.5% y 16.5% con respecto al peso del material se utilizarán en las tres combinaciones siguientes. El propósito de esto es reducir el límite de consistencia IP, realizar el ensayo Próctor modificado y aumentar el CBR de la subrasante. Antes de esto, se llevaron a cabo 3 calicatas para definir la categoría de los suelos y llevar a cabo los ensayos mencionados.

Indicadores: 6.5%, 11.5% y 16.5% Ceniza de totora, con respecto al peso de muestra (Subrasantes)

Escala de Medición: Razón

Variable Independiente 2: Ceniza de tuna

Definición conceptual: (Matriz) De acuerdo a Cadillo (2021), la tuna pertenece a la familia de los cactus, para la obtener la ceniza se siguen procesos como la recolección, el secado y la calcinación en horno de tal manera obteniendo la ceniza el cual servirá como estabilizador natura (p. 19)³⁷

Definición operacional: (Matriz) Los porcentajes de 7.5%, 11.5% y 15.5% de ceniza de tuna con respecto al peso del material se utilizarán en las tres combinaciones siguientes. El objetivo es reducir el límite de consistencia IP, realizar el ensayo Próctor modificado e incrementar el CBR de la subrasante. Como primer paso, se llevarán a cabo 3 calicatas para determinar la categoría del sustrato y realizar los ensayos mencionados.

Indicadores: 7.5%, 11.5% y 15.5% Ceniza de tuna, con respecto al peso de la muestra (Subrasantes)

Escala de Medición: Razón

Variable Dependiente: propiedades de la Subrasante

Definición conceptual: (Matriz) Según Quispe (2020) las propiedades tanto físicas como mecánicas son elementos que conforman a la estructura (subrasante) a las cuales se les puede mejorar considerablemente de tal manera consiguiendo mayores beneficios favorables (p. 4)³⁸

Definición operacional: (Matriz) Se llevarán a cabo pruebas en la subrasante utilizando ceniza de totora, lo cual tendrá un impacto en las propiedades físicas y mecánicas que destacan su excelencia. En este estudio se realizarán ensayos del límite de consistencia IP en las cuatro integraciones preestablecidas (N, N+6.5%, N+11.5% y N+16.5%), con el fin de evaluar el grado de disminución de la humedad en las muestras. Además, se realizarán ensayos de Proctor Modificado y del CBR en las mismas cuatro integraciones (N, N+6.5%, N+11.5% y N+16.5%). Antes de esto, se realizarán tres calicatas para examinar la granulometría y la clasificación de los suelos. Para los casos mencionados, la calidad será evaluada mediante análisis de laboratorio.

Variable Dependiente V1: propiedades de la subrasante

Indicadores: Límite de consistencia IP (%), Proctor Modificado (%), CBR (Kg/cm²)

Escala de medición: Razón.

Definición operacional: (Matriz) Se llevarán a cabo pruebas en la subrasante utilizando ceniza de tuna, lo cual tendrá un impacto en las propiedades físicas y mecánicas que resaltan su excelencia. En la presente investigación se realizarán ensayos del límite de consistencia IP para las cuatro integraciones preestablecidas (N, N+7.5%, N+11.5% y N+15.5%), con el objetivo de evaluar el grado de disminución de la humedad en las muestras. Además, se realizarán ensayos de Proctor Modificado y del CBR en las mismas cuatro integraciones (N, N+7.5%, N+11.5% y N+15.5%). Previamente, se llevarán a cabo tres calicatas para examinar la granulometría y la clasificación de los suelos. En todas las muestras, la calidad se evaluará de acuerdo al análisis de laboratorio.

Variable Dependiente V1: propiedades de la subrasante

Indicadores: Límite de consistencia IP (%), Proctor Modificado (%), CBR (Kg/cm²)

Escala de medición: Razón.

3.3. Población, Muestra y muestreo

3.3.1 Población: Según Sánchez, Reyes y Mejía (2018), es un grupo compuesto por elementos los cuales comparten ciertas características comunes que pertenecen a una zona de interés y son sujetos de análisis en la hipótesis de investigación, dentro del ámbito estudiado. (p. 102).³⁹

Cabe enfatizar que, el nivel de vía de la actual investigación es de segunda categoría, con un IMDA entre los 2000-401 vehículos por día para una vía de doble carril. La población estará comprendida por un tramo mínimo de los 3 Km existentes de subrasante, incluyendo todas las calicatas de una profundidad de 1.5m y todos sus ensayos físicos-mecánicos de límite de consistencia IP, Proctor modificado y CBR que

resulten de las múltiples integraciones con la ceniza de totora y ceniza de tuna, utilizados en los próximos 3 diseños adicionales restantes.

3.3.2 Muestra, De conformidad con Sánchez, Reyes y Mejía, (2018) Un conjunto de casos seleccionados de un grupo de elementos extraídos de un conjunto más grande mediante una técnica de selección específica, ya sea al azar o basada en criterios específicos (p.167).⁴⁰

Mejoramiento de Subrasante

De acuerdo a la Tabla N° 01, Ubicado en el Anexo N° 05, Cabe enfatizar que la categoría de la carretera considerada en este estudio es de nivel dos (02), con un IMDA entre los 2000-401 vehículos por día para una vía de dos carriles, de acuerdo al Manual de Carreteras – Sección de Suelos y Pavimentos, Estableciendo la excavación de tres (03) calicatas por cada kilómetro a una profundidad no menor de 1.5 metros desde el nivel de la base de la carretera.

Según el tipo de vía investigado y conforme a la Tabla N° 2: Ubicado en el anexo N° 05, se puede apreciar el Número de Ensayos de CBR del Manual de Carreteras – Sección de Suelos y Pavimentos, establece realizar un (01) Ensayo CBR por cada 1.5 km como mínimo.

Por lo cual, indican tomar por 1 km (3 calicatas), del cual se quedará con la calicata más desfavorable; y se deberá tener en 1.5 Km (un 1 CBR mínimo) proyectando, por lo tanto: la muestra será 1 Km de la subrasante del Jr. Amazonas, donde se realizarán 4 CBR cumpliéndose lo mínimo de 1 Próctor por 1.5 Km; para esto, se realizará la Clasificación de Suelos, donde se prioriza las Arcillas, y adquiriendo suficiente cantidad para poder hacer una Muestra de cuatro (04) Ensayos de Consistencia IP, (04) Próctor Modificados y (04) CBR definiendo las propiedades físico – mecánicas de la subrasante, de acuerdo a las medidas ya indicadas (N, N+6.5%, N+11.5% y N+16.5%) y (N, N+7.5%, N+11.5% y N+15.5%).

Tabla. 03 Muestra (ceniza de totora) y Ensayos.

Muestras	Límite de Consistencia IP	Proctor Modificado	CBR
N	1	1	1
N+6.5%CTT	1	1	1
N+11.5%CTT	1	1	1
N+16.5%CTT	1	1	1
TOTAL	4	4	4

Fuente: Elaboracion propia

La Muestra es de 1 km de subrasante, donde se realizarán 4 Limite de consistencia IP, 4 Próctor modificados y 4 CBR.

Tabla. 04 Muestra (ceniza de tuna) y Ensayos.

Muestras	Límite de Consistencia IP	Proctor Modificado	CBR
N	1	1	1
N+6.5%CTN	1	1	1
N+11.5%CTN	1	1	1
N+16.5%CTN	1	1	1
TOTAL	4	4	4

Fuente: Elaboracion propia

La Muestra es de 1 km de subrasante, donde se realizarán 4 Limite de consistencia IP, 4 Próctor modificados y 4 CBR.

3.3.3 Muestreo. Según Sánchez, Reyes y Mejía, (2018), es el método por el cual se ejecutan una serie de acciones para examinar la distribución de determinadas características en una muestra tomada de una población, con el propósito de realizar conclusiones o generalizaciones sobre toda la población. (p.93)³⁹

La modalidad de muestreo se relaciona con la estrategia elección utilizada, lo que implica que el muestreo es no probabilístico. En este caso, la selección no se basa en una fórmula estadística, sino en los criterios de elección establecidos por el investigador, teniendo en cuenta el tipo de carretera y la conveniencia de la investigación según el manual de carreteras. Esto implica que las decisiones sobre la muestra son tomadas por el interesado.

3.3.4 Unidad de Análisis, son las partes de la población que comparten una característica específica y que son seleccionados para formar parte de

la muestra. Para esta investigación estarán conformadas por los 04 Ensayos de Limite de consistencia IP (%), 04 Ensayos del Próctor modificado (%), 04 Ensayos de CBR (kg/cm²), en las cuales se han adicionado la ceniza de totora en porcentajes de (N, N+6.5%, N+11.5% y N+16.5%) Y ceniza de tuna en porcentaje de (N, N+7.5%, N+11.5% y N+15.5%).

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

Como especifica, Sánchez, Reyes y Mejía (2018) “son herramientas utilizadas para obtener información en un estudio, y pueden ser directos o indirectos. Los instrumentos directos incluyen las entrevistas y las observaciones, mientras que los instrumentos indirectos incluyen los cuestionarios, escalas, inventarios y pruebas. Estos instrumentos se utilizan para recopilar datos relevantes y útiles para la investigación” (p. 78)³⁸

Por dicha razón, para recolectar datos, se utilizó el método de observación, que permitió identificar posibles soluciones a las problemáticas y poner a prueba las hipótesis establecidas. Además, se emplearán fuentes de datos utilizadas como fundamentos teóricos para cada variable, y se utilizarán fichas bibliográficas como recurso. Por último, se aplicará la técnica de cuasi experimentación. Simultáneamente, se aplicarán las regulaciones establecidas por el Ministerio de Transportes: Límite de Consistencia IP (ASTM – D4318), Proctor Modificado (ASTM - D1557) y CBR (ASTM - D1883, UNE – 103502)

Instrumentos de recolección de datos, de acuerdo a Sánchez, Reyes y Mejía (2018) “las herramientas utilizadas para recopilar información en un estudio, lo cual puede ser en forma de guías, manuales, aparatos, pruebas, cuestionarios o tests, con la finalidad obtener datos precisos y relevantes para la investigación, de acuerdo a los objetivos específicos de la investigación y el tipo de información que se requiera recopilar”. (p. 78)³⁹

Teniendo en cuenta la tabla N° 05 el cual se encuentra ubicado en el anexo 05, por lo cual, para llevar a cabo la investigación actual, se llevarán a cabo una serie de pruebas con la finalidad de obtener los logros esperados. En este sentido, se hace referencia a lo siguiente:

- Observación
- Ficha de recolecta de datos (3 expertos)
- Fichas de Resultados de laboratorio (certificados)
- Ensayos

La recolección de datos se realizó utilizando instrumentos y técnicas de análisis de mecánica del sustrato (suelo), teniendo en cuenta los indicadores pertinentes (N, 6.5%, 11.5%, 16.5%) y (N, 7.5%, 11.5% 15.5%).

Confiabilidad, de conformidad con, Sánchez, Reyes y Mejía (2018), “la confiabilidad se refiere a la firmeza, consistencia y exactitud de los instrumentos, datos y técnicas utilizados en la investigación. Es un aspecto importante para minimizar el error y se evalúa en términos de la capacidad del instrumento para generar resultados consistentes en condiciones similares. Existen tres métodos comunes para estimar la confiabilidad: el método de mitades, el test-retest y el método de instrumentos paralelos. La confiabilidad es fundamental para asegurar resultados precisos y confiables en la investigación”. (p. 35)⁴¹

Para nuestra investigación con respecto a la confiabilidad, nos referimos a la aplicación repetida de las pruebas estudiadas arrojaron resultados parecidos o similares entre ellos, ya sean por edades o por proporciones (N, 6.5%, 11.5% y 16.5%) y (N, 7.5%, 11.5% y 15.5%), brindando la confianza de los resultados obtenidos, por la buena elección del Laboratorio certificado, que tiene Equipos calibrados dentro de un tiempo de 6 meses, por contar con un técnico Calificado y el respaldo de un Ingeniero civil colegiado.

Validez. Según, Sánchez, Reyes y Mejía (2018), “se refiere al nivel en el que un método o técnica es eficaz para cuantificar de manera precisa lo que se supone que debe medir. Se trata de asegurarse de que los resultados adquiridos a través de la utilización de este instrumento sean una medida fiel de lo que realmente se pretende medir”. (p.124).⁴¹

Para nuestra Investigación, la validez se establece a través de un proceso de validación realizado por tres profesionales o conocedores en el sector de

la construcción o vial. Estos expertos tendrán el compromiso de examinar y autorizar el contenido del instrumento empleado. (N, 6.5%, 11.5%, 16.5%) y (N, 7.5%, 11.5% 15.5%) a utilizar en la presente investigación. Todo esto, estará sujeto de conformidad a llas normas del ASTM y NTP son utilizadas y aplicadas de acuerdo a su designación específica para todos los tipo de pruebas.

3.5. Procedimientos, Las muestras de suelo fueron extraídas in situ mediante la apertura de calcatas, con una profundidad mínima de 1.5 metros desde el nivel de la subrasante. Estas muestras serán transportadas al laboratorio correspondiente (suelos) junto con la evidencia (muestra natural N), así como sus combinaciones (N, 6.5%, 11.5%, 16.5%) y (N, 7.5%, 11.5%, 15.5%). Posteriormente, se someterán a los ensayos de límite de consistencia IP, Próctor Modificado y CBR, siguiendo las normas ASTM y NTP, con el objetivo de determinar la opción que brinde los mejores resultados. Se considerarán tanto la cantidad de pruebas como el número de excavaciones realizadas para obtener muestras de las capas significativas, las cuales fueron posteriormente analizadas en el laboratorio.

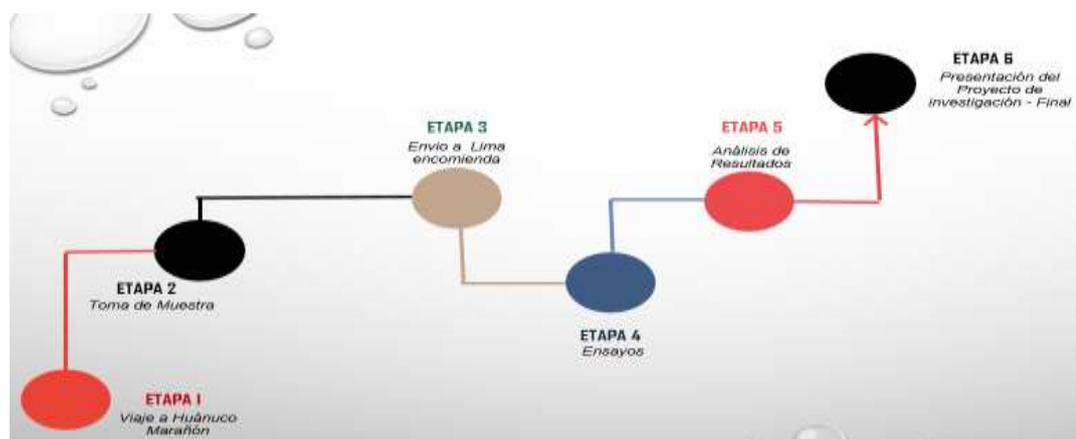


Fig. 01 Procedimiento de obtencion de muestra

Fuente: *Elaboracion propia*

3.6. Método de Análisis de datos, Según, Sánchez, Reyes y Mejía (2018), “el análisis constituye una fase de la etapa de investigación en el cual se estructura la información recopilada con el fin de ser examinada en detalle y de manera analítica. En esta fase, se realiza la descripción, caracterización e

interpretación de la información. El análisis puede ser cualitativo, cuantitativo o una combinación de ambos enfoques". (p.17)⁴²

Para la elección de los datos estos se llevaron a cabo a través de la visualización en el mismo sitio de estudios (calicatas), lo cual nos permitirá visualizar cada una de las pruebas de la subrasante realizado en el laboratorio y de tal manera anotando los datos pertinentes, de tal manera comprobando con los objetivos y las hipótesis.

3.7. Aspectos éticos.

Como alumnos de Ingeniería Civil, hemos llevado a cabo este proyecto de investigación con absoluta transparencia, integridad y consideración. Nos aseguramos de que no hemos copiado ninguna sección de las tesis de otros escritores. y hemos citado adecuadamente sus contribuciones según la Norma ISO-690-2010. Además, hemos seguido las normas, estándares e instrumentos empleados en el proyecto de investigación con respeto y conformidad, proporcionando las resoluciones correspondientes. Al término de todo, evaluaremos el grado de similitud en porcentaje de nuestros resultados con la herramienta web Turnitin

IV. RESULTADOS

Nombre de la tesis:

Influencia de las cenizas de totora y tuna en las propiedades de la subrasante del Jr. Amazonas, Huánuco 2023

Ubicación:

Departamento : Huánuco

Provincia : Marañón

Distrito : Huacrachuco

Ubicación : Jr. Amazonas - Huacrachuco



Fig. 02 Mapa del Perú.
Fuente: Google Search.



Fig. 03 Mapa de la Región de Huánuco
Fuente: Google Search.



Fig. 04: Mapa de la Provincia de M..
Fuente: Google Search.



Fig. 05 Mapa del Distrito
Fuente: Google Search.

Localización:



Fig. 06 Identificación del Jr. Amazonas Huacrachuco

Fuente: Google Earth Pro.

El lugar de interés de estudio fue el Jr. Amazonas - Huacrachuco, el cual es una de las vías muy concurridas del distrito, en el cual se excavó las calicatas necesarias (3) siguiendo un orden de las progresivas:

Descripción: Calicata -1:

Progresiva: 00 + 020 km
Profundidad: 1.50 m
Dimensiones: 1.00 x 1.20 m
Lado de vía: Izquierda



Fig. 07 Calicata N^a 1.

Fuente: Elaboración propia.

Descripción: Calicata -2:

Progresiva: 1 + 020 km
Profundidad: 1.50 m
Dimensiones 1.00 x 1.20 m
Lado de vía: Derecha



Fig. 08: Calicata N^a 2.

Fuente: Elaboración propia.

Descripción: Calicata -3:

Progresiva: 00 + 020 km

Profundidad: 1.50 m

Dimensiones: 1.00 x 1.20 m

Lado de vía: Izquierda



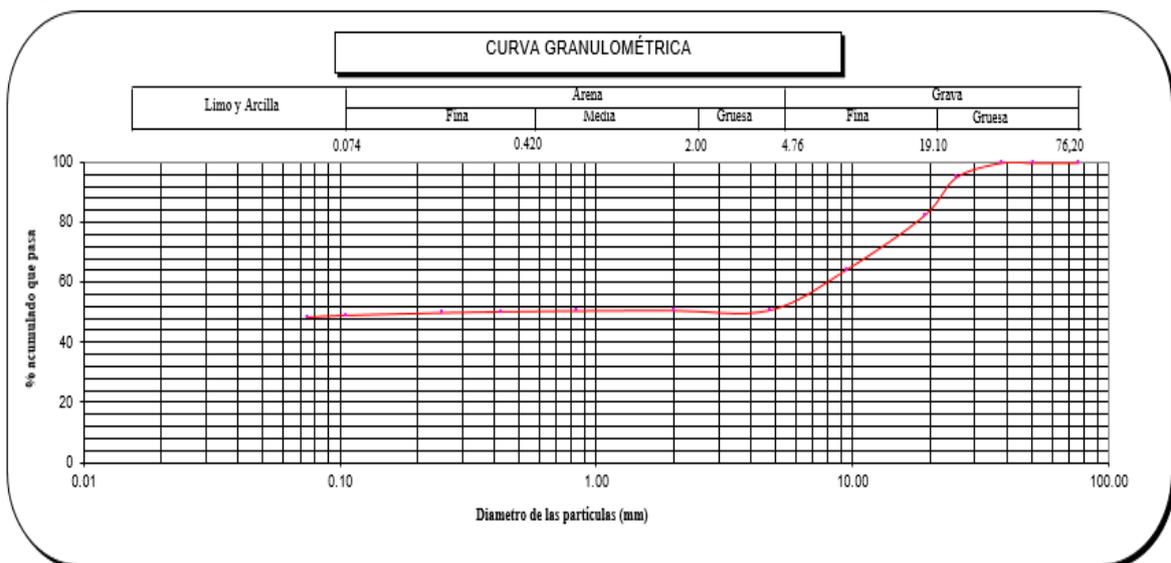
Fig. 09: Calicata N^o 3.

Fuente: Elaboración propia.

Trabajo de Laboratorio

Se llevaron a cabo un total de tres excavaciones en diferentes puntos, ya que el Manual de Carreteras establece que en carreteras de bajo tráfico se debe realizar una excavación cada kilómetro. Por lo tanto, se realizaron tres pruebas de granulometría con la finalidad de adquirir el suelo más problemático y así poder realizar los ensayos necesarios para mejorar el terreno con las cenizas (biopolímeros) correspondientes.

Fig. 10: Análisis Granulométrico por tamizado de la calicata-1.

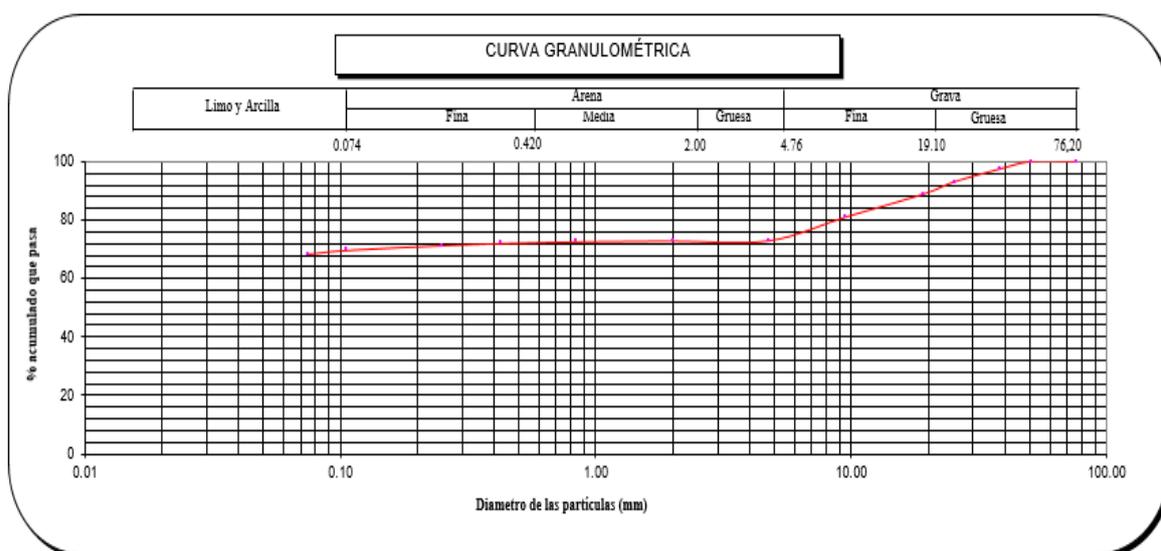


Fuente: Elaboración propia.

Interpretación. A partir del análisis granulométrico realizado mediante tamizado, se puede observar que, en la muestra extraída de la primera excavación, un 48.6 % pasó a través de la malla N° 200, indicando la presencia de una cantidad significativa de partículas finas. Además, un 2.3 % del material atravesó el tamiz N° 4, siendo clasificado como arenoso, y un 49.1 % consiste en grava.

Según el sustrato adquirida de la calicata ubicada en el km 00 + 020 del Jr. Amazonas Huacrachuco – Huánuco se evidenció de acuerdo con la clasificación SUCS en el entorno de laboratorio (JC GEOTECNIA LABORATORIO SAC) que el material es grava limosa arcillosa (GC-GM) y conforme la clasificación AASHTOO pertenece al grupo A-4 (3).

Fig. 11: Análisis Granulométrico por tamizado de la calicata-2.

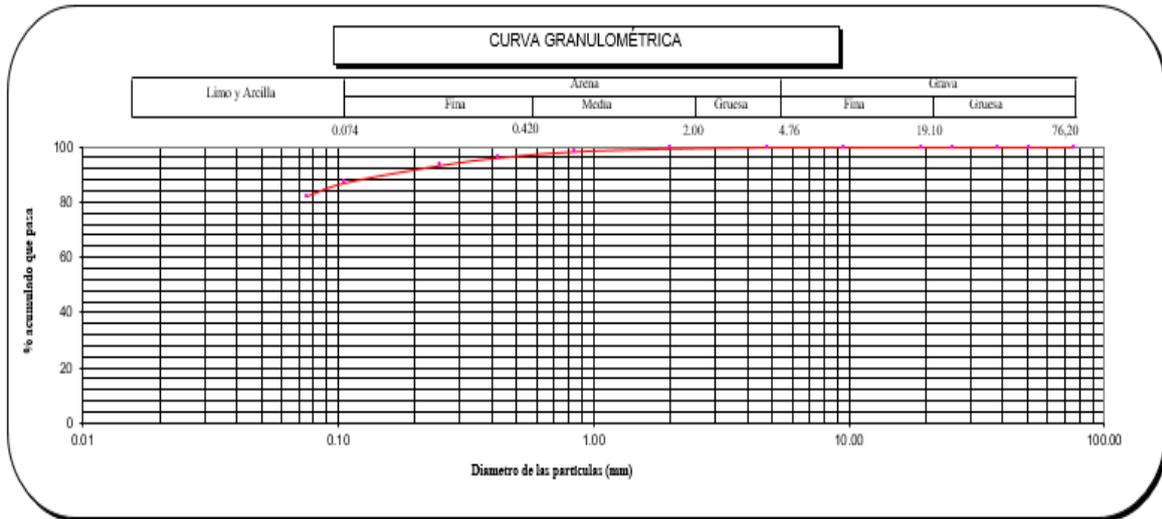


Fuente: Elaboración propia.

Interpretación. Según el análisis granulométrico llevado a cabo mediante tamizado, se puede notar que la muestra obtenida de la segunda excavación logró atravesar el 68.6 % de la malla N° 200, indicando que se trata de una muestra con una cantidad mínima de partículas finas, un 4.6 % de la muestra paso el tamiz N° 4 el cual fue un material arenoso y como final un 26.8 % de grava.

Según el material adquirido de la calicata de la progresiva km 1 + 020 del Jr. Amazonas Huacrachuco – Huánuco se pudo demostrar de acuerdo a la clasificación SUCS en el laboratorio (JC GEOTECNIA LABORATORIO SAC) que el material es una ARCILLA LIMO GRAVOSO DE BAJA CAPACIDAD DE PLASTICIDAD CON ARENA (CL-ML) y de conformidad a la clasificación AASHTOO pertenece al grupo A-4- (7).

Fig. 12: Análisis Granulométrico por tamizado de la calicata-3.



Fuente: Elaboración propia.

Interpretación. A través del análisis granulométrico realizado por tamizado, se observa que la muestra obtenida de la tercera excavación atravesó el 82.1 % de la malla N° 200, lo que indica un contenido más elevado de partículas finas. No se detectó ningún material que pasara a través del tamiz N° 4, y finalmente, el 17.9 % restante corresponde a grava.

De acuerdo al sustrato adquirido en el km 2 + 020 del Jr. Amazonas Huacrachuco – Huánuco se pudo evidenciar de acuerdo a la clasificación SUCS en el laboratorio (JC GEOTECNIA LABORATORIO SAC) que el material es una ARCILLA BAJA PLASTICIDAD CON ARENA (CL) conforme a la clasificación AASHTOO pertenece al grupo A-4 - (5).

EN CONCLUSIÓN, la tercera muestra es el más desfavorable, es el terreno menos favorable, por lo tanto, las muestras fueron trasladadas al laboratorio para llevar a cabo los ensayos previamente propuestos de Proctor Modificado, Limite de Atterberg y CBR, el cual fue considerado el suelo patrón.



Fig. 13: Grafico de límite de consistencia de la muestra patrón.

Fuente: Elaboración propia.

Interpretación. - Teniendo en cuenta la tabla N° 06 el cual se encuentra ubicado en el anexo 05, Se aprecia que el sustrato patrón de la calicata N°03 tiene 16.2% de contenido de humedad, un Límite Líquido de 29%, Limite Plástico 21% y un Índice de plasticidad de 8%, debido a la cantidad de humedad y filtración de agua en el sitio de estudio, por lo que constantemente está húmedo.

Se llega a apreciar que el suelo es arcilloso de baja plasticidad con arena, esto se corrobora en el ensayo hecho, al contener una alta cantidad de humedad; es por dicha razón al contar con un horno a una temperatura de 110 +/- 5°C nuestra un cambio de magnitud considerable.



Fig. 14: Gráfico de límite de consistencia de la muestra patrón.

Fuente: Elaboración propia.

Interpretación. - Teniendo en cuenta la tabla N° 06 el cual se encuentra ubicado en el anexo 05, Se llevó a cabo el ensayo de próctor modificado de la muestra patrón, teniendo como consecuencia de 16.2% de contenido de humedad.



Fig. 15: Gráfico de Máxima Densidad Seca de la muestra patrón.

Fuente: Elaboración propia.

Interpretación. - Teniendo en cuenta la tabla N° 06 el cual se encuentra ubicado en el anexo 05, Se llevó a cabo el ensayo de próctor modificado del sustrato patrón, en el cual se adquirido tuvo consecuencia un 1.822 gr/cm³ de máxima densidad seca.

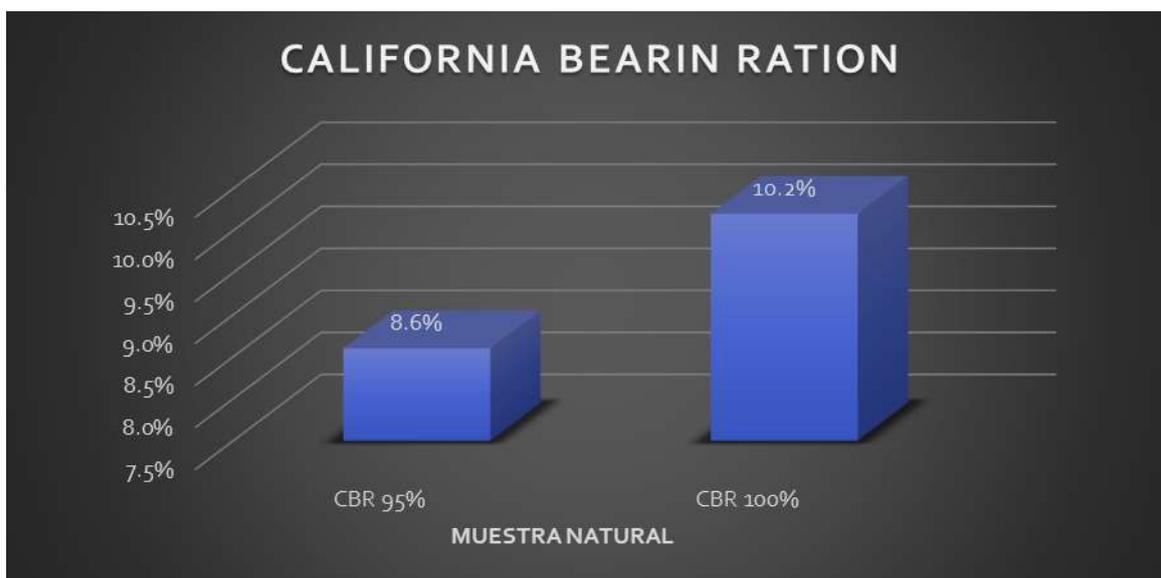


Fig. 16: Gráfico de California Bearing Ratio (CBR) de la muestra patrón. **Fuente:** Elaboración propia.

Interpretación. - Teniendo en cuenta la tabla N° 06 el cual se encuentra ubicado en el anexo 05, En el ensayo de California Bearing Ratio (CBR), se utilizó como base una muestra de suelo con una densidad de 1.882 g/cm³ y un contenido de humedad del 8.6%. Posteriormente, se saturó la muestra y se midió su capacidad de carga o resistencia mediante una penetración de 0.1". Los resultados indicaron un CBR del 95% de 8.6% y un CBR del 100% de 10.2%.

Esto nos indica que el suelo perteneciente a la muestra patrón no es óptimo para emplearlo en la subrasante.

Objetivo 1:

Evaluar la aplicación de la ceniza de totora en un 6.5%, 11.5%, 16.5% y ceniza de tuna en un 7.5%, 11.5%, 15.5% para determinar el límite de consistencia de los suelos arcillosos en la subrasante del Jr. Amazonas, Huánuco, 2023

Reseña Ensayo de Límite de Consistencia

La prueba de límite de consistencia se utiliza para evaluar las características de plasticidad de un suelo. Se realiza para determinar los límites de Atterberg, que son el límite líquido, límite plástico y límite de contracción. Se utiliza una muestra de suelo que se mezcla con agua hasta obtener una pasta uniforme. Se moldea la pasta en diferentes formas y se somete a manipulaciones para lograr encontrar los límites de Atterberg. Estos límites indican la capacidad del sustrato para deformarse sin romperse. a) Suelos Natural (SN), b) SN + 6.5%CTT c) SN + 11.5%CTT d) SN + 16.5%CTT y e) Suelos Natural (SN), f) SN + 7.5%CTN g) SN + 11%CTN h) SN + 15.5%CTN.



Fig. 17: Ensayo Límite de granulométrico

Fuente: Elaboración propia



Fig. 18: Ensayo de Atterber

Fuente: Elaboración propia



Fig. 19: Gráfico del Ensayo de Atterberg con la incorporación de ceniza de totora
Fuente: Elaboración propia.

Interpretación: Teniendo en cuenta la tabla N° 07 el cual se encuentra ubicado en el anexo 05, Los ensayos de Limite de consistencia con la incorporación de diferentes cantidades (%) de ceniza de totora mostró efectos adecuados para un suelo CL (ARCILLA DE BAJA PLASTICIDAD CON ARENA) ya que se disminuyó el Índice de plasticidad (IP) de la muestra patrón. Teniendo en un inicio como resultado que el IP de la calicata N° 03 fue un 8 %, pero, al añadir una cantidad superior de Ceniza de totora se da una disminución en el IP de la muestra patrón, del mismo modo al adicionar 6.5% de ceniza de totora disminuyo el Índice de plasticidad de un 8% a un 4%, mostrando mejoras en las propiedades mecánicas del suelo de tipo CL.

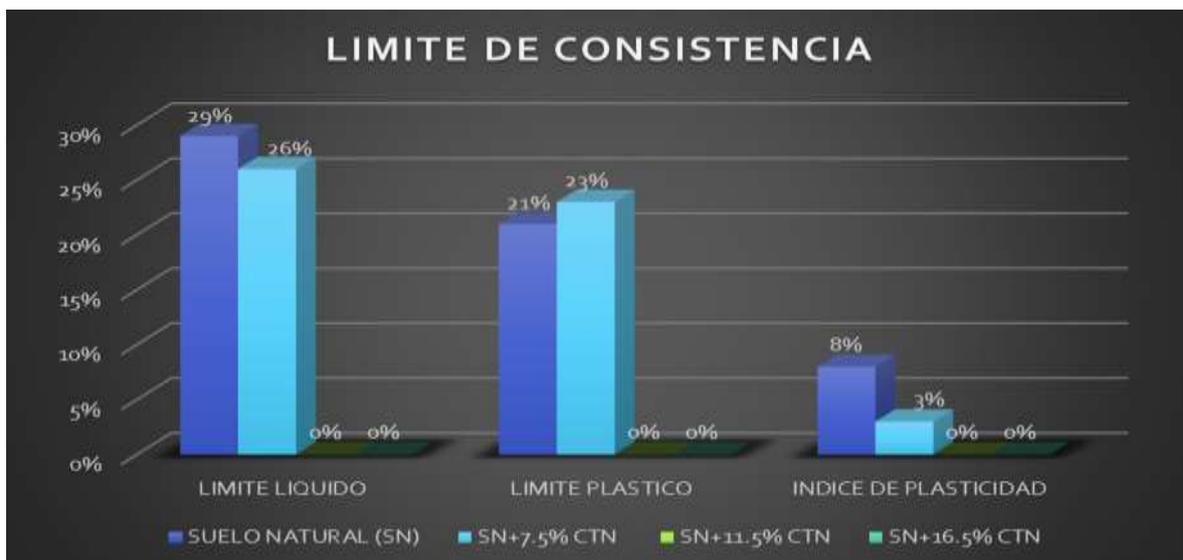


Fig. 20: Gráfico del Ensayo de Atterberg con la incorporación de ceniza de tuna
Fuente: Elaboración propia.

Interpretación: Teniendo en cuenta la tabla N° 08 el cual se encuentra ubicado en el anexo 05, Los ensayos de Límite de consistencia al incorporar diferentes cantidades (%) de ceniza de tuna mostro efectos adecuados para un suelo CL (ARCILLA DE BAJA PLASTICIDAD CON ARENA) ya que se disminuyó el Índice de plasticidad (IP) de la muestra patrón. Teniendo resultado en un inicio que el IP de la calicata N° 03 fue un 8 %, pero, al adicionar una cantidad superior de Ceniza de tuna se da una disminución del IP de la muestra patrón, ya que al adicionar un 7.5% de ceniza de tuna redujo considerablemente el Índice de plasticidad de un 8% a un 3%, mostrando mejoras en las propiedades mecánicas del suelo de tipo CL. **Objetivo 2:**

Evaluar la aplicación de la ceniza de totora en un 6.5%, 11.5%, 16.5% y ceniza de tuna en un 7.5%, 11.5%, 15.5% para determinar el proctor modificado de los suelos arcillosos en la subrasante del Jr. Amazonas, Huánuco, 2023.

Reseña 2: Proctor modificado

El ensayo de Proctor modificado evalúa la compactación de un suelo. Se mezcla una muestra con diferentes contenidos de humedad y se aplica compactación en estratos. Se registra la masa y volumen de la muestra compactada. Se define la densidad seca máxima y el contenido óptimo de humedad. Estos valores indican la máxima compacidad y nivel de humedad para una buena compactación a) Suelos

Natural (SN), b) SN + 6.5%CTT c) SN + 11.5%CTT d) SN + 16.5%CTT y e) Suelos Natural (SN), f) SN + 7.5%CTN g) SN + 11%CTN h) SN + 15.5%CTN.



Fig. 21: Ensayo de Proctor Modificado

Fig. 22: Ensayo de Proctor Modificado

Fuente: Elaboración propia

Fuente: Elaboración propia

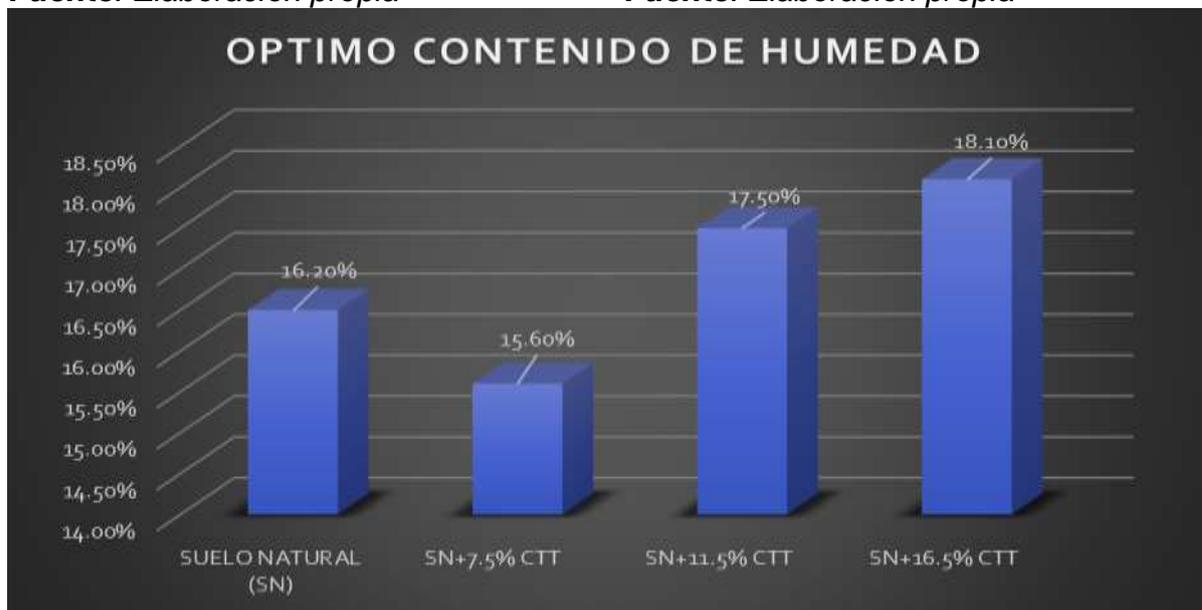


Fig. 23: Gráfico del optimo contenido de humedad con la incorporación de ceniza de totora

Fuente: Elaboración propia.

Interpretación. Teniendo en cuenta la tabla N° 09 el cual se encuentra ubicado en el anexo 05, La cantidad óptima de humedad disminuye a medida que se añade ceniza de totora, estableciendo una relación inversa; es decir, más sea la adición del polímero, será menos el nivel óptimo contenido de humedad, por ejemplo, al adicionar un 6.5% la muestra patrón se disminuyó el Optimo CH de 16.6 % - 15.6%.

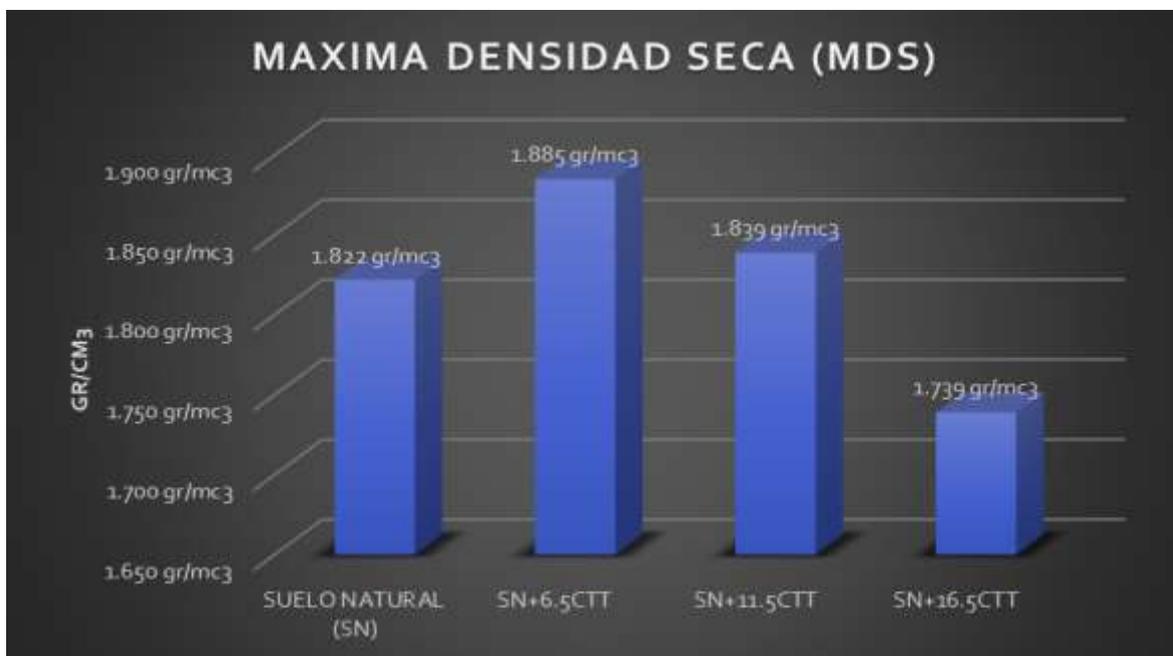


Fig. 24: Grafico del optimo contenido de humedad con la incorporación de ceniza de totora.

Fuente: Elaboración propia.

Interpretación. Teniendo en cuenta la tabla N° 09 el cual se encuentra ubicado en el anexo 05, La relación inversa entre la Máxima Densidad Seca y la adición de ceniza de totora significa que, a mayor cantidad de ceniza de totora, menor es el valor de la Máxima Densidad Seca. En el caso de la muestra estándar con 1.822 g/cm³ de Máxima Densidad Seca y un 16.20% de Contenido Óptimo de Humedad, al incorporar un 6.5% y 11.5 de ceniza de totora se obtuvo un incremento con relación a la muestra estándar, alcanzando una Máxima Densidad Seca de 1.885 g/cm³, 1.839 g/cm³.



Fig. 25: Gráfico del óptimo contenido de humedad con la incorporación de ceniza de tuna.

Fuente: Elaboración propia.

Interpretación. Teniendo en cuenta la tabla N° 10 el cual se encuentra ubicado en el anexo 05, El Contenido Óptimo de Humedad con la adición de ceniza de tuna; tiende a aumentar, el Contenido Óptimo de Humedad tiende a aumentar. Por ejemplo, al incorporar un 7.5%, el Contenido Óptimo de Humedad de la muestra estándar aumentó de 16.2 % a 17.1%.



Fig. 26: Gráfico de la máxima densidad seca con la incorporación de ceniza de tuna.

Fuente: Elaboración propia.

Interpretación. Teniendo en cuenta la tabla N° 10 el cual se encuentra ubicado en el anexo 05, La relación entre la Máxima Densidad Seca y la adición de ceniza de tuna es proporcional; es decir, a medida que aumenta la cantidad de ceniza de tuna, también se incrementa el valor de la Máxima Densidad Seca. Por ejemplo, al agregar un 6.5% y 11.5% de ceniza de tuna, se obtuvo un resultado óptimo al suelo patrón (muestra natural con 1.822 g/cm³), incrementándose 1.859 g/cm³ y 1.824 gr/cm³

Objetivo 3:

Evaluar la aplicación de la ceniza de totora en un 6.5%, 11.5%, 16.5% y ceniza de tuna en un 7.5%, 11.5%, 15.5% para determinar el CBR de los suelos arcillosos en la subrasante del Jr. Amazonas, Huánuco, 2023.

Reseña 3: RESISTENCIA DE SUELOS (CBR)

La prueba de CBR evalúa la capacidad de sustentación de un suelo frente a cargas aplicadas. Emplea un pistón para penetrar en una muestra de suelo compactada, registrando la carga requerida. Los resultados se expresan como un porcentaje que refleja la resistencia relativa del suelo, donde un valor elevado indica una mayor capacidad de soporte y resistencia.

Evidencias 3 (Ensayo de Resistencia de los Suelos (CBR))



Fig. 27: Ensayo de CBR

Fuente: Elaboración propia



Fig. 28: Ensayo de CBR

Fuente: Elaboración propia

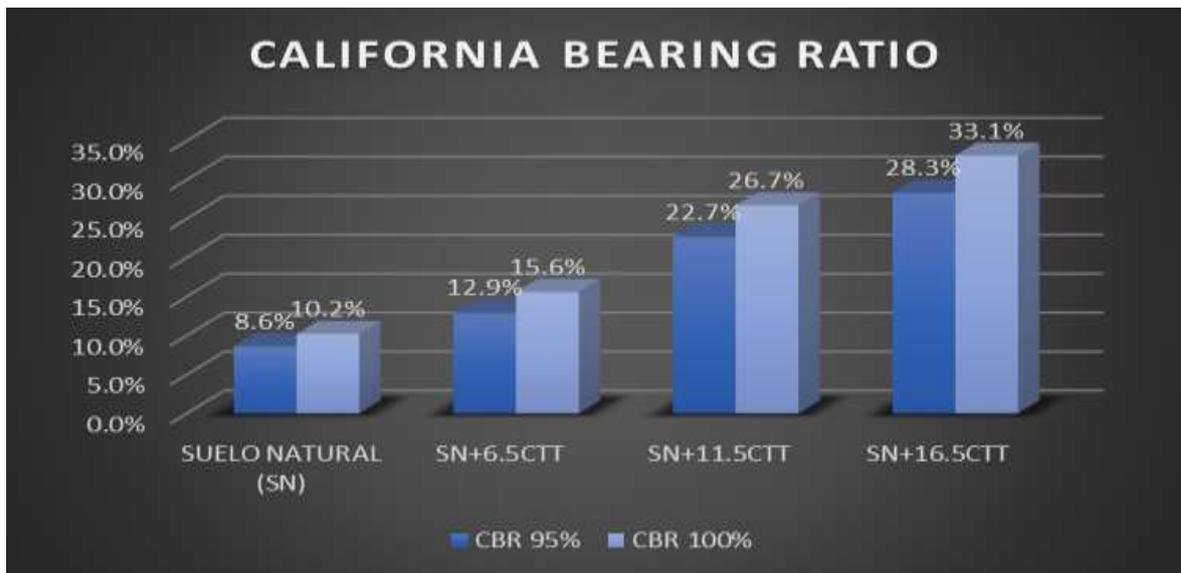


Fig. 29: Gráfico del Ensayo de CBR con la incorporación de ceniza de totora

Fuente: Elaboración propia

Interpretación. Teniendo en cuenta la tabla N° 11 el cual se encuentra ubicado en el anexo 05, Durante la realización del ensayo de CBR, se evidenció el impacto positivo significativo de la ceniza de totora en el suelo arcilloso, donde el porcentaje de CBR guarda una relación directa con la cantidad del polímero. Inicialmente, al tener un 95%, se observaron valores del 8.6% y 28.3%. Del mismo modo, con una concentración del 100%, se registraron porcentajes al inicio de 10.20% y al final de 33.10%, indicando que el material resulta altamente efectivo para mejorar una subrasante de suelo arcilloso.

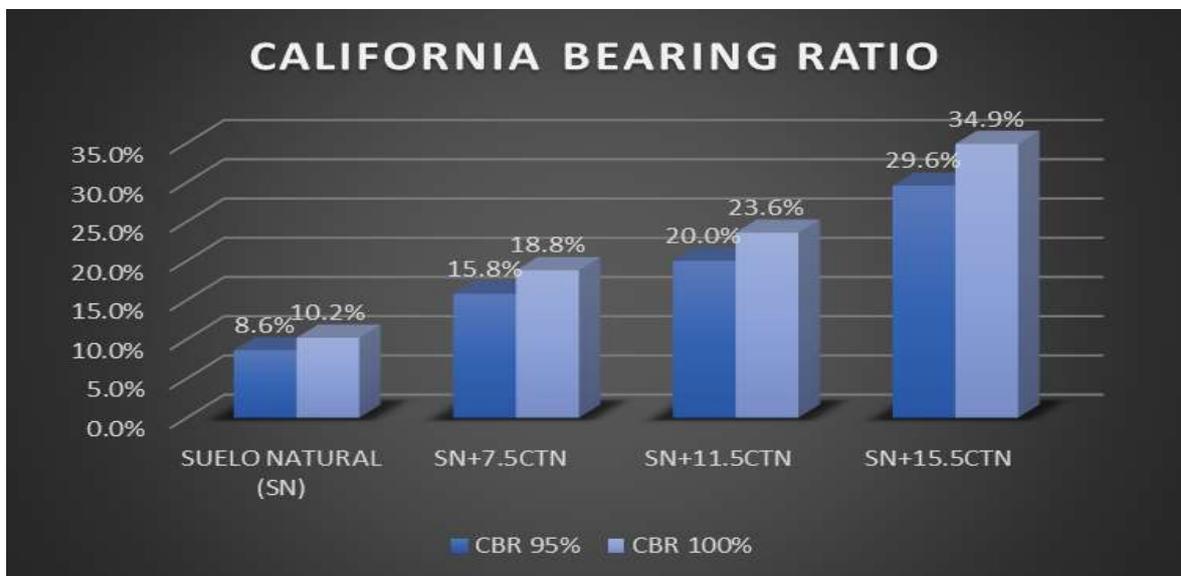


Fig. 30: Gráfico del Ensayo de CBR con la incorporación de ceniza de tuna

Fuente: Elaboración propia.

Interpretación. Teniendo en cuenta la tabla N° 12 el cual se encuentra ubicado en el anexo 05, Según los ensayos de CBR realizados, se confirmó el notable efecto positivo de la ceniza de tuna en el suelo arcilloso, donde el porcentaje de CBR guarda una relación directa con la cantidad del polímero. Con una concentración del 95%, se registró un valor inicial en el suelo natural de 8.6%, que culminó en un 29.6%. De manera similar, con una concentración del 100%, se obtuvo un porcentaje inicial de 10.20%, que al concluir alcanzó un 34.90%, indicando que el material es de excelente calidad para mejorar una subrasante de suelo arcilloso.

V. DISCUSIÓN

Objetivo 1: Evaluar la aplicación de la ceniza de totora en un 6.5%, 11.5%, 16.5% y ceniza de tuna en un 7.5%, 11.5%, 15.5% para determinar el límite de consistencia de los suelos arcillosos en la subrasante del Jr. Amazonas, Huánuco, 2023.

CENIZA DE TOTORA

Antecedente: Chayña R. (2018) en su investigación adiciona porcentajes 4%, 8%, 12% y 16% de ceniza de totora de manera directa al suelo patron, reduciendo el IP de un 15% de los resultados adquiridos de Limite de Atterberg mostrando un Limite Liquido que va desde el 33% hasta 35%, Limite plastico de un 20% hasta un 21%. El mas predominate fue la adicon del 16% de ceniza de totora el cual disminuyo el IP.

Resultados: Al comenzar la investigación y de acuerdo a la clasificación de suelos, se determino la clasificado como suelo arcilloso, al adicionar de manera progresiva la ceniza de totora en porcentajes de (6.5%, 11.5% y 16.5%) se logro disminuir el indici de plasticidad (IP) el cual teniendo un inicial de 8% (muestra patron) se redujo a un 4%, correspondiente al 6.5% de CTT y en el 11.5% mostrando un resultado (NP) de la misma manera para el porcentaje de 16.5% (NP)

Comparación: De acuerdo a los antecedentes presentados, en el caso la ceniza de totora, reducen el IP de los suelos arcillosos; esto se evidencia en nuestra investigación, a mayor dosificacion de ceniza de totora en el terreno natural, disminuye el IP, siendo parecido al antecedente.

CENIZA DE TUNA

Antecedente: Cadillo I. (2021) en su investigación adiciona porcentajes (4%, 6% y 8%) de ceniza de tuna al suelo patron, reduciendo el Indici de plasticidad de un 16.21% de los resultados obtenidos de Limite de Atterberg mostrando un Limite Liquido de 35.20%, Limite plastico de un 18.99%. El mas predominante fue la adicon del 8% de ceniza de tuna el cual disminuyo el IP hasta el 14.2%.

Resultados: Al comenzar la investigación y de acuerdo a la clasificación de suelos, se determino la clasificado como suelo arcilloso, al adicionar de manera progresiva la ceniza de totora en porcentajes de (7.5%, 11.5% y 15.5%) se logro disminuir el indici de plasticidad (IP) el cual teniendo un inicial de 8% (muestra patron) se redujo

a un 3%, correspondiente al 7.5% de CTN y en el 11.5% mostrando un resultado (NP) de la misma manera para el porcentaje de 16.5% (NP)

Comparación: Según los antecedentes presentados, la ceniza de tuna reduce el IP en los suelos arcillosos; esta tendencia se observa en nuestro estudio al incrementar la cantidad de ceniza de tuna en el suelo natural, disminuye el IP, siendo parecido al antecedente.

Después de analizar las dos cenizas se recomienda utilizar de manera independiente, ya que en ambos casos son muy buenos reduciendo el Índice de Plasticidad IP, también se recomienda utilizar porcentajes con respecto a la ceniza de totora en un rango de 6.5% y 11.5% de la misma manera para la ceniza de tuna utilizar la ceniza en porcentajes en un rango de 7.5% y 11.5%.

Objetivo 2: Evaluar la aplicación de la ceniza de totora en un 6.5%, 11.5%, 16.5% y ceniza de tuna en un 7.5%, 11.5%, 15.5% para determinar el proctor modificado de los suelos arcillosos en la subrasante del Jr. Amazonas, Huánuco, 2023.

Antecedente: Choquecota A. (2018) en su investigación agregó porcentajes (5%, 10%, 15%, 20% y 25%) de ceniza de totora, la muestra patrón mostró un Óptimo Contenido de Humedad de 17.2% y Densidad Máxima Seca de 1.675 gr/cm³ con la incorporación de los porcentajes disminuyó el OCH de manera progresiva y incrementó la DMS.

Resultados: en la presente investigación, se aprecia una mejora progresiva del Óptimo Contenido de Humedad el cual tuvo un 16.2% y densidad máxima seca 1.822 gr/cm³ de acuerdo a la muestra natural, el cual con la adición del 6.5% de ceniza de totora disminuyó a un 15.6% de (OCH) y aumentó a un 1.885 gr/cm³ de (DMS).

Comparación: con el uso Los resultados obtenidos de las cenizas de totora fueron comparables al observar la disminución del Óptimo Contenido de Humedad y el aumento de la Densidad Máxima Seca, siendo similares al antecedente.

TUNA

Antecedente: Perez S. (2018) en su investigación agregó porcentajes (10%, 12%, y 15%) de ceniza de cabuya, la muestra patrón mostró un Óptimo Contenido de Humedad de 19.81% y Densidad Máxima Seca de 1.47 gr/cm³ con la incorporación

de los porcentajes de 10% disminuyó el OCH a un 15% y incremento la DMS a un 1.77gr/cm³.

Resultados: En la actual investigación, se aprecia el Óptimo Contenido de Humedad que fue de un 16.2% y densidad máxima seca 1.822 gr/cm³ con respecto a la muestra original, el cual con adiciones de los porcentajes de 7.5%, 11.5%, y 15.5 de ceniza de tuna aumentaron el Óptimo Contenido de Humedad de manera progresiva 17.10%, 18.80% y 18.30%; por otro lado la Densidad Máxima Seca aumento en los dos primeros porcentajes 1.859 gr/cm³, 1.824 gr/cm³ y en el tercer caso disminuyó a un 1.749 gr/cm³.

Comparación: con el polímero (cenizas de tuna) se obtuvieron resultados similares ya que se incremento Óptimo Contenido de Humedad y incremento la Densidad Máxima Seca en ciertos porcentajes y luego disminuir, siendo diferente al antecedente.

Después de analizar las dos cenizas se recomienda utilizar la ceniza de totora ya que fue el que más influyó llegando a un total 1.885gr/cm³ de densidad máxima seca, de la misma manera también se recomienda utilizar ceniza de tuna ya que también mejora la densidad máxima seca.

Objetivo 3: Evaluar la aplicación de la ceniza de totora en un 6.5%, 11.5%, 16.5% y ceniza de tuna en un 7.5%, 11.5%, 15.5% para determinar el CBR de los suelos arcillosos en la subrasante del Jr. Amazonas, Huánuco, 2023.

CENIZA DE TOTORA

Antecedente: Chayña (2022) en su investigación agregó diversos porcentajes (4%, 8%, 12% y 16%) de ceniza de totora directamente al suelo, los cuales cambiaban desde 5.3% a 14.6% en 95% y desde 7.2% a 18.1% en 100%

Resultados: según los ensayos de CBR realizados sin agregar la ceniza de totora, su resultado fue 8.6% al 95% y 10.2% al 100% y en la medida que se adicionó la ceniza de totora en **6.5%** (12.9% al 95% y 15.2% al 100%), **11.5%** (22.7% al 95% y 26.7% al 100%) y **16.5%** (28.3% al 95% y 33.1% al 100%) resultados que aumentaron progresivamente el valor del CBR.

Comparación: Utilizando las cenizas de totora de investigaciones previas, se lograron resultados positivos, ya que en todo momento se aumentó el porcentaje de CBR. En el actual estudio, se obtuvieron los resultados deseados al aumentar gradualmente la cantidad de ceniza de totora, lo que condujo a un incremento

progresivo en los resultados del CBR, siendo similares a los encontrados en el estudio anterior.

CENIZA DE TUNA

Antecedente: Cadillo (2021) en su investigación adiciono diversas cantidades (4%, 6%, 8%) de ceniza de tuna directamente al suelo, obteniendo con uno de ellos el incremento del ensayo de CBR, los cuales cambiaron desde 5.5% a 10.3% en 95% y 5.9% a 14.04% en 100%

Resultados: Al realizarse los ensayos de CBR sin ceniza de tuna, su resultado fue de 8.6% al 95% y 10.2% al 100% y de acuerdo a la adiciono la ceniza de tuna en **7.5%** (15.8% al 95% y 18.8% al 100%), **11.5%** (20% al 95% y 23.6% al 100%) y **15.5%** (29.6% al 95% y 34.9% al 100%), siendo el que mejor incrementó el CBR fue el de **15.5%** que lo hizo llegar hasta un 34.9% (adecuado: Resultado más ventajoso).

Comparación: Usando las cenizas de tuna de los estudios previos, se lograron resultados positivos al aumentar el índice CBR en la prueba de compresión. En esta investigación actual, se evidencia que resistencia deseada incrementó a medida que se incorporó mayor cantidad de ceniza de tuna, alcanzando su punto óptimo., que fue similar al hallado en el estudio anterior.

Después de analizar las dos cenizas se recomienda utilizar ambos de manera independiente ya que al adicionarse a la muestra patrón mejoran el CBR.

VI. CONCLUSIONES

Evaluar la influencia de las cenizas de totora y tuna en las propiedades de la subrasante del Jr. Amazonas, Huánuco 2023

Objetivo General, se analizó la mejora de la estabilidad en la subrasante en el Jr. Amazonas, Huánuco, utilizando cenizas de totora y tuna en un suelo arcilloso de baja plasticidad con presencia de arena (CL). Esta acción tuvo como resultado la mejora de las características de la subrasante. Durante la evaluación de propiedades físicas y mecánicas, se observaron los siguientes efectos: 1) Reducción del Índice de Plasticidad (IP), 2) Disminución del Contenido Óptimo de Humedad y aumento de la Densidad Máxima Seca (Proctor Modificado), 3) Incremento de la capacidad de carga del terreno (CBR).

1) Límite de consistencia IP Totora y Tuna

IP Natural = 8%, CTT 6.5% (IP= 4 %), 11.5% (IP= NP) y 16.5% (IP= NP).

IP Natural = 8%, CTN 7.5% (IP= 3 %), 11.5% (IP= NP) y 15.5% (IP= NP).

Objetivo Específico 1, Se determinó que la muestra patrón tenía una clasificación de arcilla de baja plasticidad con arena (CL) según SUCS. Con la introducción de ceniza de totora, se logró disminuir el IP del 8% al 4%, asociado con la adición del 6.5% en otros casos, mostrando un IP no plástico similar. De manera análoga, al incorporar ceniza de tuna, se redujo el IP del 8% al 3% en comparación con el 7.5%, y también se presentó un IP no plástico en los demás casos. Se concluye que la inclusión de ceniza de totora y ceniza de tuna tiene un efecto de reducción en el Índice de Plasticidad (IP).

Proctor Modificado

Natural OCH=16.6%, CTT 6.5% (ch=15.6%), 11.5% (ch=17.5%) y 16.5% (ch=18.1%); CTN 7.5% (ch=17.1%), 11.5% (ch=18.8%) y 15.5% (ch=18.3%),

Objetivo Específico 2, Se introdujo la relación entre el porcentaje de ceniza de totora y el ensayo de Proctor Modificado, evidenciando que con la adición del 6.5%, se produce una reducción significativa del contenido de humedad (de 16.6% a 15.6%), en marcado contraste con los dos últimos porcentajes, los cuales incrementaron dicho contenido. Asimismo, en cuanto a la Densidad Máxima Seca, se observó un aumento de 1.822 g/cm³ a 1.885 g/cm³; así, se concluye que la influencia de la ceniza de totora es positiva solo con el 6.5% de ceniza de totos.

En cambio, no se estableció una relación entre la ceniza de tuna y el ensayo de Proctor Modificado en la subrasante, ya que se registró un aumento en el contenido de humedad en todos los porcentajes adicionados (7.5%, 11.5%, 15.5%). De manera similar, la Densidad Máxima Seca también aumentó de manera progresiva. En consecuencia, se concluyó que no hay una dependencia establecida entre la ceniza de tuna y el ensayo de Proctor Modificado en la subrasante; por el contrario, se observó un aumento en el contenido de humedad y la densidad máxima seca en los porcentajes adicionados.

CBR

Al 95% Natural CBR=8.6%, CTT 6.5% (ch=12.9%), 11.5% (ch=22.7%) y 16.5% (ch=28.3%);_CTN 7.5% (ch=15.8%), 11.5% (ch=20.0%) y 15.5% (ch=29.6%),
Al 100% Natural CBR=10.2%, CTT 6.5% (ch=15.2%), 11.5% (ch=26.7%) y 16.5% (ch=33.1%);_CTN 7.5% (ch=18.8%), 11.5% (ch=23.6%) y 15.5% (ch=34.9%),

Objetivo Específico 3, fue establecida la correlación entre la ceniza de totora y el ensayo de CBR, debido a que hubo un aumento del 19.7% al 28.30% desde la muestra natural hasta el 95%, y un incremento del 22.9% al pasar del 10.2% de la muestra patrón al 100%, al incorporar un 16.5% de ceniza de totora. Por lo que, se verifica que la presencia de ceniza de totora tiene un impacto positivo en la subrasante según los porcentajes sugeridos en relación al CBR.

De manera similar, se estableció la relación entre la ceniza de tuna y el ensayo de CBR, registrando un aumento del 21% desde el 8.60% en el terreno natural hasta el 29.60% correspondiente al 95%, así como un incremento del 22.9% desde el 10.2% de la muestra natural hasta el 34.90% correspondiente al 100%, al añadir un 15.5% de ceniza de tuna. En consecuencia, se ratifica que la influencia de la ceniza de tuna tiene un impacto positivo en la subrasante según los porcentajes sugeridos en relación al CBR.

VII. RECOMENDACIONES

Límite de consistencia

IP Natural = 8%, CTT 6.5% (IP= 4 %), 11.5% (IP= NP) y 16.5% (IP= NP).

IP Natural = 8%, CTN 7.5% (IP= 3 %), 11.5% (IP= NP) y 15.5% (IP= NP).

Objetivo Específico 1, En este estudio, al seleccionar porcentajes de ceniza de totora dentro de un intervalo de 6.5% - 16.5%, se observó una disminución del IP únicamente con la incorporación del 6.5% de ceniza de totora en comparación con la condición original. Por lo tanto, se recomienda utilizar la ceniza de totora hasta un máximo del 6.5%, lo cual generará una reducción del IP hasta un 4%, y no se aconseja emplear más del 11.5% de ceniza de totora para reducir el IP en la subrasante. Del mismo modo, al seleccionar porcentajes de ceniza de tuna en un rango de 7.5% a 15.5%, se observó una reducción del IP solo con la adición del 7.5% de ceniza de tuna. Por lo tanto, se recomienda utilizar la ceniza de tuna hasta un máximo del 7.5%, lo cual generará una disminución hasta un 3% de IP, y no emplear más del 11.5% de ceniza de tuna para reducir el IP en la subrasante.

Proctor Modificado

Natural OCH=16.6%, CTT 6.5% (ch=15.6%), 11.5% (ch=17.5%) y 16.5% (ch=18.1%); CTN 7.5% (ch=17.1%), 11.5% (ch=18.8%) y 15.5% (ch=18.3%),

Objetivo Específico 2, En la investigación actual, al seleccionar porcentajes de ceniza de totora dentro de un rango de (6.5% - 16.5%), se observó disminución en el contenido de humedad únicamente con la inclusión del 6.5% de ceniza de totora en comparación con la condición original. Por lo tanto, se recomienda utilizar la ceniza de totora solo hasta un 6.5%, lo cual generará una reducción hasta un 15.6% del Óptimo Contenido de Humedad (OCH), y no emplear más del 11.5% de ceniza de totora para reducir el OCH en la subrasante. Del mismo modo, al seleccionar porcentajes de ceniza de tuna en un rango de (7.5% - 15.5%), no se observó una reducción del OCH con la adición de ceniza de tuna. Por lo tanto, se recomienda no emplear la ceniza de tuna a partir del 7.5%, ya que no producirá una reducción del Óptimo Contenido de Humedad en la subrasante.

CBR

Al 95% Natural CBR=8.6%, CTT 6.5% (ch=12.9%), 11.5% (ch=22.7%) y 16.5% (ch=28.3%); CTN 7.5% (ch=15.8%), 11.5% (ch=20.0%) y 15.5% (ch=29.6%),

Al 100% Natural CBR=10.2%, CTT 6.5% (ch=15.2%), 11.5% (ch=26.7%) y 16.5% (ch=33.1%); CTN 7.5% (ch=18.8%), 11.5% (ch=23.6%) y 15.5% (ch=34.9%),

Objetivo Específico 4, En la investigación actual, al seleccionar porcentajes de ceniza de totora en un rango de 6.5% - 16.5%, se observó un aumento en el CBR en comparación con la condición original. Sin embargo, al incrementar hasta un 16.5%, se logró un aumento óptimo del CBR, alcanzando un 28.3%. Por lo tanto, se recomienda utilizar la ceniza de totora hasta un 16.5%, lo cual generará el máximo CBR de 28.3%. De manera similar, en este estudio, al seleccionar porcentajes de ceniza de tuna en un rango entre 7.5% - 15.5%, se registró un aumento en el porcentaje de CBR en todos los casos. Para futuras investigaciones, se recomienda aumentar las cantidades de ceniza de tuna más allá del 15.5%, con el objetivo de determinar el valor óptimo que maximice el CBR y supere el valor esperado.

REFERENCIAS

1. Pérez, Sholan. Aplicación de ceniza de cabuya y extracto de aloe vera en la subrasante de la carretera Muyurina – Quinua, Ayacucho - 2021. Tesis (Ingeniera Civil). Lima: Universidad Cesar Vallejo, 2021. Disponible en <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/85099>
2. Chayña, Rene. Análisis del uso de ceniza de totora en la estabilización de la subrasante en la trocha carrozable Ccota-Quipata, Puno, 2022. Tesis (Ingeniero Civil). Lima: Universidad Cesar Vallejo, 2022. Disponible en <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/104462>
3. Guzman, Iris. y Rodriguez Manuel. Mejoramiento de la subrasante empleando la ceniza de cáscara de coco en el distrito de Perené, Junín 2021. Tesis (Ingeniero Civil). Lima: Universidad Cesar Vallejo, 2021. Disponible en <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/73296>.
4. Perez, Sholang. Aplicación de ceniza de cabuya y extracto de aloe vera en la subrasante de la carretera Muyurina – Quinua, Ayacucho - 2021. Tesis (Ingeniera Civil). Lima: Universidad Cesar Vallejo, 2021. Disponible en <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/85099> .
5. Choquecota, Angel. Influencia de la incorporación de ceniza de Totora y Habas en las propiedades físico-mecánicas de la subrasante, en la carretera PE-3ST Platería, Puno 2022. Tesis (Ingeniero Civil). Lima: Universidad Cesar Vallejo, 2021. Disponible en <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/110877>
6. LAGUNA Peñaloza, Oscar y CHACÓN Charcas, José. Análisis comparativo del comportamiento a la resistencia de un suelo fino con adición de ceniza de cascarilla de arroz y ceniza de cascarilla de café. Colombia, Universidad Piloto De Colombia Sección Alto Magdalena, 2020. Recuperado de: <http://repository.unipiloto.edu.co/bitstream/handle/20.500.12277/9352/Monografia%20Laguna%20O.%20Chacon%20M.%202020II%20%283%29%20%281%29.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
7. CAÑAR Tiviano, Edwin Santiago. Análisis comparativo de la resistencia al corte y estabilización de suelos arenosos finos y arcillosos combinadas con ceniza de carbón. Ecuador, Universidad Técnica De Ambato, 2017. Recuperado de:

[https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/25266/1/Tesis%201115 %20-%20Ca%20c3%b1ar%20Tiviano%20Edwin%20Santiago.pdf](https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/25266/1/Tesis%201115%20-%20Ca%20c3%b1ar%20Tiviano%20Edwin%20Santiago.pdf)

- 8.** BARRAGÁN Garzón, Camilo y CUERVO Camacho, Harold. Análisis del comportamiento físico mecánico de la adición de ceniza de cascarilla de arroz de la variedad blanco a un suelo areno-arcilloso. Colombia, Universidad Piloto De Colombia Sección Alto Magdalena, 2019. Recuperado de: <http://repository.unipiloto.edu.co/bitstream/handle/20.500.12277/6488/AN%C3%81LISIS%20DEL%20COMPORTAMIENTO%20FISICO-29MECANICO%20DE%20LA%20ADICI%C3%93N%20DE%20CENIZA%20DE%20CASCARILLA%20DE%20ARROZ%20DE%20VARIEDAD%20BLANCO%20A%20UN%20SUELO%20ARENO%20ARCILLOSO%2010-10-2019.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- 9.** NIKUZE, Estabilización de subrasante expansiva con estiércol de vaca, ceniza y cal. Tesis (Magister en Ciencias). Kigali: Universidad de ruanda 2021. Disponible en <http://hdl.handle.net/123456789/1717>.
- 10.** NDAGIJIMANA, Jacques. Estabilización de suelos lateríticos con polvo de cáscara de huevo. Tesis (Magister en Ciencias en Ing. Civil) Kigali: Universidad de ruanda 2021. Disponible en <http://hdl.handle.net/123456789/1405>.
- 11.** Dhasan. evaluación del comportamiento colapsable de un suelo arenoso fino mediante pruebas de consolidación simples (Magister en Ing. Civil) Kigali: Universidad de ruanda 2017. Disponible en <http://hdl.handle.net/123456789/1402>.
- 12.** Kodicherla, SPK, Nandyala, DK Influencia de las fibras de coco mezcladas aleatoriamente y las cenizas volantes en la estabilización de la subrasante arcillosa. Geoingeniería 10 , 3 (2019). Recuperado de: <https://doi.org/10.1186/s40703-019-0099-1>.
- 13.** Hidalgo F, Saavedra J, Fernandez C, Duran G (2020). Estabilización de suelo arcilloso para subrasante utilizando ceniza de cascarilla de arroz (RHA) y ceniza de bagazo de caña de azúcar (SCBA): Obtenido de <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1757-899X/758/1/012041>.
- 14.** Ojeda O, Mendoza J, Baltazar M (2018). Influencia de la inclusión de ceniza de bagazo de caña de azúcar sobre la compactación, CBR y resistencia a la compresión simple de un material granular tipo subrasante [en línea]: Disponible en <https://revistaalcompat.org/index.php/RA/article/view/2821>.

15. Ormeño E, Rivas N, Duran G, Soto M. (2020) Estabilización de una subrasante compuesta por arcilla de baja plasticidad con ceniza de cáscara de arroz. Disponible en <http://hdl.handle.net/20.500.12404/18221> 30.
16. MINISTERIO DE TRANSPORTE Y COMUNICACION. Manual de carreteras suelos geología, geotecnia y pavimentos; R.D. N^a 10, Lima, 2014, pp. 20.
17. MINISTERIO DE ECONOMÍA Y FINANZAS. Pautas metodológicas para el desarrollo de alternativas de pavimentos en la formulación y evaluación social de proyectos de inversión pública de carreteras. Lima, 2015, pp. 48.
18. Montejo Alfonso. INGENIERIA DE CARRETERAS. 2^a. ed. Stella: Universidad Católica de Colombia, 2002. 9 pp. ISBN: 958-96036-2-9
19. MÁRQUEZ Martínez, Diana Karolina. Mejoramiento de la estabilización en la subrasante de suelos arcillosos usando plásticos reciclados PET en el distrito La 53 Encantada, Provincia de Morropón – Piura 2019. Tesis (Título de Ingeniero Civil). Piura, Perú, Universidad Nacional de Piura, Facultad de Ingeniería, 2019. 29 p.
20. QUISPE Serrano, Esperanza y SAÑAC Vilca, Magaly. Influencia de la incorporación de plástico reciclado triturado – PET en el mejoramiento del suelo a nivel de sub rasante en la prolongación de la Av. Micaela Bastidas, Tamburco - Abancay, 2018. Tesis (Título de Ingeniero Civil). Abancay, Perú, Universidad Tecnológica de los Andes, Facultad de Ingeniería, 2019. 68 p.
21. MÁRQUEZ Martínez, Diana Karolina. Mejoramiento de la estabilización en la subrasante de suelos arcillosos usando plásticos reciclados PET en el distrito La 53 Encantada, Provincia de Morropón – Piura 2019. Tesis (Título de Ingeniero Civil). Piura, Perú, Universidad Nacional de Piura, Facultad de Ingeniería, 2019. 57 p.
22. QUISPE Serrano, Esperanza y SAÑAC Vilca, Magaly. Influencia de la incorporación de plástico reciclado triturado – PET en el mejoramiento del suelo a nivel de sub rasante en la prolongación de la Av. Micaela Bastidas, Tamburco - Abancay, 2018. Tesis (Título de Ingeniero Civil). Abancay, Perú, Universidad Tecnológica de los Andes, Facultad de Ingeniería, 2019. 84 p.
23. Villalaz, C. Mecánica de suelos y cimentaciones. 5a ed. México: Limusa, 2004, pp. 78 31.
24. TERRONES CRUZ, Andrea Thatiana. Estabilización de suelos arcillosos adicionando cenizas de bagazo de caña para el mejoramiento de subrasante en el sector Barraza, Trujillo–2018. 2019.

- 25.** Montejo Alfonso. INGENIERIA DE CARRETERAS. 2ª. ed. Stella: Universidad Catolica de Colombia, 2002. 64 pp. ISBN: 958-96036-2-9.
- 26.** Fernandez Idalgo, Juan. Aprovechamiento de la Totora como Material de Construcción. Tesis (Arquitecto). Cuenca: Universidad de Cuenca Facultad de Arquitectura, 2007.16 pp.
- 27.** Mendoza Soto, Mercedes. Caracterizacion bromatologica, Microbiologica y sensorial del nectar de tuna (Opuntia ficus Indica) Edulcorado con stevia (Stevia Rebaudiana Bertoni). Tesis (Ingeniero Agroindustrial). Huancavelica: Universidad Nacional de Huancavelica, 2014. 16 pp.
- 28.** Cadillo Salvador, Ignacia. Estabilización de subrasante con adición de ceniza de tuna, carretera: Tinco – Ataquero, Carhuaz, Ancash – 2021. Tesis (Ingeniera Civil). Lima: Universidad Cesar Vallejo, Ingenieria Civil,2021. 60 pp.
- 29.** Martinez, Ana. DISEÑO DE INVESTIGACIÓN. PRINCIPIOS TEÓRICO METODOLÓGICOS Y PRÁCTICOS PARA SU CONCRECIÓN [en línea]. Colombia: Universidad Nacional de Córdoba, 2013 [Fecha de consulta: 15 de junio de 2023]. Disponible en <https://revistas.unc.edu.ar/index.php/anuario/article/view/12664/13040> ISSN 1852 – 6446.
- 30.** Suarez, Saenz y Mero. Elementos esenciales del diseño de la investigación. Sus características [en línea]. Ecuador: Ciencias sociales y políticas, 2016 [Fecha de consulta: 15 de junio de 2023]. Disponible en <https://dominiodelasciencias.com/ojs/index.php/es/article/view/294> ISSN 2477 – 8818
- 31.** Ccallo, Fermin. Evaluación de propiedades físico mecánicas de subrasante con adición de ceniza de stipa Ichu y totora en Av. Ejército, Puno - 2022. Tesis (Ingeniero Civil). Callao: Universidad Cesar Vallejo, 2022. 89 pp.
- 32.** Cadillo Salvador, Ignacia. Estabilización de subrasante con adición de ceniza de tuna, carretera: Tinco – Ataquero, Carhuaz, Ancash – 2021. Tesis 32 (Ingeniera Civil). Lima: Universidad Cesar Vallejo, Ingenieria Civil,2021. 19 pp.
- 33.** Quispe Chuquillanqui, Waldir. Estabilización de subrasante de vias en suelos expansivos con cloruro de sodio - Avenida Jacinto Ibarra, distrito de Chilca - Huancayo 2020. Trabajo de Investigacion (Bachiller en Ingenieria Civil). Huancayo: Universidad Continental, Ingenieria Civil, 2020. 4 pp.

- 34.** Sanchez, Hugo, Reyes, Carlos y Mejia Katia. Manual de términos en investigación científica, tecnológica y humanística. (I) 1ª ed. Lima: Universidad Ricardo Plama,2020. 102 pp. ISBN N° 978-612-47351-4-1.
- 35.** Sanchez, Hugo, Reyes, Carlos y Mejia Katia. Manual de términos en investigación científica, tecnológica y humanística. (I) 1ª ed. Lima: Universidad Ricardo Plama,2020. 167 pp. ISBN N° 978-612-47351-4-1.
- 36.** Sanchez, Hugo, Reyes, Carlos y Mejia Katia. Manual de términos en investigación científica, tecnológica y humanística. (I) 1ª ed. Lima: Universidad Ricardo Plama,2020. 93 pp. ISBN N° 978-612-47351-4-1.
- 37.** Sanchez, Hugo, Reyes, Carlos y Mejia Katia. Manual de términos en investigación científica, tecnológica y humanística. (I) 1ª ed. Lima: Universidad Ricardo Plama,2020. 78 pp. ISBN N° 978-612-47351-4-1.
- 38.** Sanchez, Hugo, Reyes, Carlos y Mejia Katia. Manual de términos en investigación científica, tecnológica y humanística. (I) 1ª ed. Lima: Universidad Ricardo Plama,2020. 78 pp. ISBN N° 978-612-47351-4-1.
- 39.** Sanchez, Hugo, Reyes, Carlos y Mejia Katia. Manual de términos en investigación científica, tecnológica y humanística. (I) 1ª ed. Lima: Universidad Ricardo Plama,2020. 35 pp. ISBN N° 978-612-47351-4-1.
- 40.** Sanchez, Hugo, Reyes, Carlos y Mejia Katia. Manual de términos en investigación científica, tecnológica y humanística. (I) 1ª ed. Lima: Universidad Ricardo Plama,2020. 124 pp. 33 ISBN N° 978-612-47351-4-1.
- 41.** Sanchez, Hugo, Reyes, Carlos y Mejia Katia. Manual de términos en investigación científica, tecnológica y humanística. (I) 1ª ed. Lima: Universidad Ricardo Plama,2020. 17 pp. ISBN N° 978-612-47351-4-1

ANEXOS

ANEXO 1: Matriz de Operacionalizacion de Variable

TITULO: Influencia de las cenizas de totora y tuna en las propiedades de la subrasante del Jr. Amazonas, Huánuco 2023					
VARIABLES	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA
INDEPENDIENTE				0%	
CENIZA DE TOTORA	Según Ccallo (2022). La totora es una planta acuática, de varas redondeadas y esponjosas, para la obtención de la ceniza se recolecta con un tiempo mínimo de 6 meses de maduración, se deja secar en la intemperie para luego ser calcinado, de tal manera obteniendo el producto final natural (p. 89)	La ceniza de totora se adicionará en forma proporcional a la muestra patron en las dosificaciones del 6.5%, 11.5% y 16.5% respecto al peso de la muestra, empleándose para ello 04 combinaciones siguientes: N, N+6.5%CT, N+11.5%CT y N+16.5%CT; con el objetivo de mejorar las Propiedades Fisica - Mecanicas de la subrasante	DOSIFICACIÓN Adicionar Por peso de Muestra	6.5%	RAZON
				11.5%	
				16.5%	
CENIZA DE TUNA	De acuerdo a Cadillo (2021), la tuna es una planta perteneciente a la familia de los cactus, para la obtención de la ceniza se siguen varios procesos como la recolección, el secado y la calcinación en horno de tal manera obteniendo la ceniza el cual servirá como estabilizador natura (p. 19)	La ceniza de tuna se adicionará en forma proporcional a la muestra patron en las dosificaciones del 7.5%, 11.5% y 15.5% respecto al peso de la muestra, empleándose para ello 04 combinaciones siguientes: N N+7.5%CT, N+11.5%CT y N+15.5%CT; con el objetivo de mejorar las Propiedades Fisica - Mecanicas de la subrasante.	DOSIFICACIÓN Adicionar Por peso de Muestra	7.5%	RAZON
				11.5%	
				15.5%	
DEPENDIENTE					
PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE	Según Quispe (2020) las propiedades tanto físicas como mecánicas son elementos que conforman a la estructura (subrasante) a las cuales se les puede mejorar considerablemente de tal manera consiguiendo mayores beneficios favorables (p. 4)	Las muestras obtenidas han sido combinados con la ceniza de totora y ceniza de tuna, para que puedan influir en las propiedades mecánicas de la subrasante, para todos estos casos se medirá su calidad mediante ensayos de laboratorio con el fin de disminuir el Limite de consistencia IP de la subrasante, Disminuir el Proctor Modificado e incrementar el CBR de la subrasante. Finalmente los resultados obtenidos serán procesados en formatos y fichas técnicas bajo la NTP.	PROPIEDADES MECANICAS	límite de consistencia (IP) %	RAZON
				Proctor modificado %	RAZON
				CBR (Kg/cm2)	RAZON

ANEXO 2: Matriz de Consistencia

TITULO:Influencia de las cenizas de totora y tuna en las propiedades de la subrasante del Jr. Amazonas, Huánuco 2023							
PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPOTESIS	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTOS	METODOLOGIA
P. General	O. General	H. General	INDEPENDIENTE				
¿De qué manera las cenizas de totora y tuna influyen en las propiedades de la subrasante del Jr. Amazonas, Huánuco 2023?	Evaluar la influencia de las cenizas de totora y tuna en las propiedades de la subrasante del Jr. Amazonas, Huánuco 2023.	La incorporación de la ceniza de totora en porcentajes de 6.5%, 11.5% y 16.5% y ceniza de tuna en porcentaje de 7.5%, 11.5% y 15.5%, mejora las propiedades de la subrasante del Jr. Amazonas, Huánuco 2023.	Ceniza de Totora	Adicionar	6.5%	Ficha Recolección de Datos Anexo 4-A	Método: Científico Tipo de Investigación: Tipo Aplicada Nivel de Investigación: EXPLICATIVA (Causa Efecto) Diseño de Investigación: Experimental (Cuasi) Enfoque: Cuantitativo Población: Un tramo de los 3 Km existentes de subrasante Muestra: 4 Limite de Consistencia 4 Proctor modificado 4 CBR Muestreo: No Probabilístico Técnica: Observación Directa Instrumentos de la investigación: Ficha Recolección de Datos Ficha Resultados de Laboratorio Según NTP - ASTM
				Reemplazar	11.5%	Ficha Recolección de Datos Anexo 4-A	
				Por Peso de la Muestra	16.5%	Ficha Recolección de Datos Anexo 4-A	
			Ceniza de Tuna	Adicionar	7.5%	Ficha Recolección de Datos Anexo 4-A	
				Reemplazar	11.5%	Ficha Recolección de Datos Anexo 4-A	
				Por Peso de la Muestra	15.5%	Ficha Recolección de Datos Anexo 4-A	
P. Especifico	O. Especifico	H. Especifico	DEPENDIENTE				
¿Cuánto influyen las cenizas de totora y tuna en el Índice de plasticidad de la subrasante en la Jr. Amazonas, Huanuco 2023?	Determinar la influencia de las cenizas de totora y tuna en el índice de plasticidad de la subrasante en el Jr. Amazonas, Huanuco 2023	La incorporación de las cenizas de totora y tuna disminuyen el índice de plasticidad en las propiedades físicas de la subrasante en el Jr. Amazonas, Huanuco 2023	PROPIEDADES DE La Subrasante	PROPIEDADES FÍSICAS	Índice de Plasticidad (%)	Ficha Resultado de Laboratorio Según NTP 399.129 Anexo 4-B	
¿Cuánto influyen las cenizas de totora y tuna en el Proctor modificado de la subrasante en la Jr. Amazonas, Huanuco 2023?	Determinar la influencia de las cenizas de totora y tuna en el proctor modificado de la subrasante en el Jr. Amazonas, Huanuco 2023	La incorporación de las cenizas de totora y tuna disminuyen el proctor modificado en las propiedades físicas de la subrasante en el Jr. Amazonas, Huanuco 2023			Proctor Modificado (%)	Ficha Resultado de Laboratorio según ASTM D-1883 Anexo 4-C	
¿Cuánto influyen las cenizas de totora y tuna en el CBR de la subrasante en la Jr. Amazonas, Huanuco 2023?	Determinar la influencia de las cenizas de totora y tuna en el CBR de la subrasante en el Jr. Amazonas, Huanuco 2023	La incorporación de las cenizas de totora y tuna incrementa el CBR en las propiedades físicas de la subrasante en el Jr. Amazonas, Huanuco 2023		PROPIEDADES MECANICAS	CBR (Kg/cm2)	Ficha Resultado de Laboratorio Según NTP 339.153 Anexo 4-D	

ANEXO 3: Instrumento de recolección de datos



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Ficha de recolección de datos: Ceniza de Cáscara de totora y Ceniza de tuna

"Influencia de las cenizas de totora y tuna en las propiedades de la subrasante del Jr. Amazonas, Huánuco 2023"

Parte A: Datos generales

Tesista 01: Aguirre Tarazona Ronaldinno

Tesista 02: Garmendia Rivera Kevin Sabamet

Fecha: Lima, DICIEMBRE 2023

Parte B: Ceniza de Cáscara de totora

6.5%	OK
11.5%	OK
16.5%	OK

Tesis: Ccallo, F (2022) Ceniza de Totora: 4%, 5%, 6%

Tesis: Chayña, R (2022) Ceniza de Totora: 8%, 12%, 16%

Parte C: Ceniza de tuna

7.5%	OK
11.5%	OK
15.5%	OK

Tesis: Cadillo, L (2021) Ceniza de Tuna: 4%, 6%, 8%

Tesis: Pérez, S (2021) Ceniza de Cabuya: 10%, 12%, 15%

VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO

Apellidos: Chacón Carrera

Nombres: Edgar Jhonson

Título: Ing. Civil

Grado: **Bachiller**

N° Reg. CIP: 248855

Firma:


EDGAR JHONSON CHACÓN CARRERA
CIP N° 248855
SUPERVISOR DE OBRA

Apellidos: Reynaldo Herrera

Nombres: Juan Willam

Título: Ing. Civil

Grado: **Bachiller**

N° Reg. CIP: 305103

Firma:


JUAN WILLAM REYNALDO HERRERA
Ing. Civil CIP N° 305103

Apellidos: Taquío Ramírez

Nombres: Luz Yuliza

Título: Ing. Civil

Grado: **Bachiller**

N° Reg. CIP: 287376

Firma:


LUZ YULIZA TAQUIO RAMIREZ
Ingeniera Civil
CIP N° 287673

ANEXO 4: Ficha de Resultado de Laboratorio

- Granulometria.



Cel.: 916 333 983 / 922 381 804
 jcgeotecniaLaboratorio@gmail.com
 informes@jc-geotecnia.com
 Asociación Villa Gloria Mz D Lt 2
 Carabaylo - Lima

www.jc-geotecnia.com

LABORATORIO DE SUELOS	INFORME	Código	IF-TS-L2M-PW
	ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO CE 0.10 PAVIMENTOS URBANOS 2016	Versión	01
		Fecha	03-01-2022
		Página	1 de 9

DATOS GENERALES	
Indicador	Aquino Tarazona Ronaldino - Carrasilla Rivera Kevin Gabriel
Universidad	Universidad Cesar Vallejo - Lima Norte
Especialidad	Ingeniería Civil
Tema de tesis	Influencia de las curvas de torsión y torsión en las propiedades de la subbase del Jr. Amazonas, Huancayo 2022
Ubicación	Huancayo - 2022
Fecha de emisión	29/10/2022

DATOS DE LA MUESTRA							
Muestra	C 3 - M2	Material					
Muestra	Muestra		Pasa (g)	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% que pasa	CARACTERIZACIÓN DEL SUELO
	1"	Abertura (mm)					
1"	76.200	0	0.0	0.0	100.0	Limbo líquido (LL)	25.0
2"	58.200	0	0.0	0.0	100.0	Limbo Plástica (LP)	21.0
1.1/2"	18.100	0	0.0	0.0	100.0	Índice Plástica (IP)	8.0
1"	25.400	0	0.0	0.0	100.0	Clasificación (S.U.C.S.) ASTM D2487	CL
3/4"	19.100	0	0.0	0.0	100.0	Clasificación (AASHTO) ASTM D2922	A-4
3/8"	9.500	0	0.0	0.0	100.0	Análisis de Grupo	5
NP 4	4.768	0	0.0	0.0	100.0	% Grava	0.0
NP 20	2.000	2.8	0.1	0.1	99.9	% Arena	17.9
NP 20	0.848	6.9	1.1	1.6	98.5	% < NP 200	82.1
NP 40	0.425	14.4	3.2	3.8	96.2	Descripción de Muestra: Arena de baja plasticidad con arena	
NP 60	0.250	17.6	3.8	4.4	95.6		
NP 100	0.150	40.6	6.3	11.9	88.1		
NP 200	0.075	52.8	7.0	17.9	82.1		
< 200	NTC 1.187	524.7	81.1	100.0	11.0		



Referencias:
 ASTM D 153-03 Standard Test Method for sieve analysis of fine and coarse aggregate
 ASTM D 154-03 Standard Test Method for liquid limit, plastic limit and plasticity index of soils
 ASTM D 2487-03 Standard Classification of Soils for Engineering Purposes (Unified Soil Classification System)
 ASTM D 2922-03 Standard Test Method for AASHTO Classification of Soils (Standard and Alternative Methods)
 ASTM D 5007-03 Standard Test Method for Classification of Soils (Aggregate Classification) Highway Construction Purposes
 ASTM D 5008-03 Standard Test Method for Classification of Soils (Highway Construction Purposes)

Elaborado por: 	Revisado por: 	Aprobado por:
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad JC GEOTECNIA LABORATORIO



JC GEOTECNIA LABORATORIO SAC
SUELOS-CONCRETO-ASfalto

Cel.: 916 333 983 / 922 381 804
jcgeotecnialaboratorio@gmail.com
Informes@jc-geotecnia.com
Asociación Villa Gloria Mz D Lt 2
Carabaylo - Lima

www.jc-geotecnia.com

LABORATORIO DE SUELOS	INFORME	Código	IF-TS-LISM-PI
	ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO CE 0.10 PAVIMENTOS URBANOS 2016	Versión	01
		Fecha	03-01-2022
		Página	1 de 6

DATOS GENERALES	
Instituto	Agencia Tarazona Romáñones - Gerencia Rivera Kinjo Solares
Universidad	Universidad Cesar Vallejo - Lima Norte
Especialidad	Ingeniería Civil
Tema de tesis	Influencia de las corizas de toba y luna en las propiedades de la subrasante del J. Anasimón, Huancayo 2023
Universidad	Huancayo - 2023
Fecha de emisión	20/10/2022

DATOS DE LA MUESTRA								
Muestra	C3 - M3 ESTADA DE TOBIRA 4.20							
ESTADO DE LA MUESTRA (CONDICIONES DE ALMACENAMIENTO) (Muestra No. 1)	Malla		Peso (g)	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% que pasa	CARACTERIZACIÓN DEL SUELO	
	Nº	Alteza (mm)					Unidad Liquidita (U _L)	Unidad Plástica (U _P)
	1"	25.390	0	0.0	0.0	100.0	Unidad Liquidita (U _L)	25.0
	2"	50.800	0	0.0	0.0	100.0	Unidad Plástica (U _P)	22.0
	1.175"	38.100	0	0.0	0.0	100.0	Índice Plástico (IP)	4.0
	1"	25.400	0	0.0	0.0	100.0	Clasificación (S.U.C.S.) ASTM-D2487	MU
	3/4"	19.400	0	0.0	0.0	100.0	Clasificación (AASHTO) ASTM-D3282	A-4
	3/8"	9.500	0	0.0	0.0	100.0	Índice de Grupos	0-0
	NP 4	4.750	0	0.0	0.0	100.0	% Gravas	0.0
	NP 10	2.000	2.9	0.4	0.4	99.6	% Arena	17.4
	NP 20	0.850	8.3	1.1	1.5	98.5	% < NP 200	82.4
	NP 40	0.425	14.8	1.1	1.7	98.3	Descripción de Muestra: Lima de baja plasticidad con arena	
	NP 60	0.250	17.8	2.8	3.5	97.2		
NP 100	0.150	40.5	6.2	11.7	88.3			
NP 200	0.075	82.8	4.9	11.8	88.4			
< 200	400 0.075	106.3	82.4	100.0	0.0			

Unidad Liquidita (U _L)	NP 200 129	25
Unidad Plástica (U _P)	NP 200 129	22
Índice Plástico (IP)	NP 200 129	4
Clasificación (S.U.C.S.) ASTM-D2487		MU
Clasificación (AASHTO) ASTM-D3282		-
Índice de Grupos		25
Nombre de grupo	Lima de baja plasticidad con arena	



Referencias:

- 1. Manual de ensayos estándares para suelos para ingeniería civil, 10ª edición, ASTM.
- 2. ASTM D 2922-19 Standard Test Method for Liquid Limit, Plasticity Index and Shrinkage Limit of Soils.
- 3. ASTM D 2922-19 Standard Test Method for Liquid Limit, Plasticity Index and Shrinkage Limit of Soils.
- 4. ASTM D 2922-19 Standard Test Method for Liquid Limit, Plasticity Index and Shrinkage Limit of Soils.
- 5. ASTM D 2922-19 Standard Test Method for Liquid Limit, Plasticity Index and Shrinkage Limit of Soils.
- 6. ASTM D 2922-19 Standard Test Method for Liquid Limit, Plasticity Index and Shrinkage Limit of Soils.

Elaborado por: Jefe de Laboratorio	Revisado por: ABEL MARCELO PASQUEL INGENIERO CIVIL, CIP N° 221456 JC GEOTECNIA LABORATORIO S.A.C. Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Aprobado por: CONTROL DE CALIDAD JC GEOTECNIA LABORATORIO S.A.C. Control de Calidad JC GEOTECNIA LABORATORIO
---	--	---

LABORATORIO DE SUELOS	INFORME	Código	IF-19-LJ58-PN
	ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO CE 0.10 PAVIMENTOS URBANOS 2016	Versión	01
		Fecha	03-01-2022
		Página	1 de 6

DATOS GENERALES	
Municipio: Aguirre Tarazona Ronaldino - Gerencia Regional de Barridos Universidad: Universidad César Vallejo - Lima Norte Especialidad: Ingeniería Civil Tema de tesis: Influencia de los cambios de forma y área en las propiedades de la subbase del J. Amazonas, Huancayo 2021 Universidad: Huancayo - 2022 Fecha de emisión: 26/10/2022	

DATOS DE LA MUESTRA						
Muestra	C 8 - M1	Carretera de Tura 7.3%				
MUESTRA						
Ø"	Abertura (mm)	Peso (g)	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% que pasa	CLASIFICACIÓN DEL SUELO
3"	76.200	0	0.0	0.0	100.0	Limosa ligada (LL)
2"	50.800	0	0.0	0.0	100.0	Limosa Plástica (LP)
1 1/2"	38.100	0	0.0	0.0	100.0	Limosa Plástica (LP)
1"	25.400	0	0.0	0.0	100.0	Clasificación (S.U.C.S.) ASTM-D1587
3/4"	19.000	0	0.0	0.0	100.0	Clasificación (AASHTO) ASTM-D1363
3/8"	9.500	0	0.0	0.0	100.0	Índice de Grupo
NP 4	4.750	0	0.0	0.0	100.0	% Grava
NP 10	2.000	35.5	3.6	3.6	96.4	% Arena
NP 20	0.840	44.0	4.4	8.0	91.6	% < NP 200
NP 40	0.425	13.3	1.3	1.7	98.3	
NP 60	0.250	13.3	1.3	1.7	98.3	
NP 100	0.150	25.3	2.5	4.2	95.8	
NP 200	0.075	7.3	0.7	1.1	98.9	
v=200	MTC 1.101	346.4	35.2	35.2	64.8	

Límite Líquido (LL)	NP 398.129	76
Límite Plástico (LP)	NP 339.128	28
Índice Plástico (IP)	NP 359.129	48
Clasificación (S.U.C.S.) ASTM-D1587		ML
Clasificación (AASHTO) ASTM-D1363		-
Índice de Grupo		2



Referencias:

- ASTM D 422-03 Standard Test Method for Fine-Grained Soils by Sieve Analysis
- ASTM D 1587-03 Standard Test Method for Liquid Limit, Plasticity Index, and Shrinkage Value of Soils
- ASTM D 1363-03 Standard Test Method for Classification of Soils by Plasticity
- ASTM D 1363-03 Standard Test Method for Classification of Soils by Plasticity
- ASTM D 1363-03 Standard Test Method for Classification of Soils by Plasticity
- ASTM D 1363-03 Standard Test Method for Classification of Soils by Plasticity

Elaborado por: Jefe de Laboratorio	Revisado por: ABEL MARCELO PASCOEL INGENIERO CIVIL - CIP N° 221456 JC GEOTECNIA LABORATORIO S.A.C. Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Aprobado por: CONTROL DE CALIDAD JC GEOTECNIA LABORATORIO S.A.C. Control de Calidad JC GEOTECNIA LABORATORIO
---	---	---

- Límite de Consistencia

LABORATORIO DE SUELOS	INFORME			Código	IF-TS-LJSM-PW	
	CONTENIDO DE HUMEDAD DE UN SUELO CE 0.10 PAVIMENTOS URBANOS 2016			Versión	01	
				Fecha	03-01-2022	
				Página	2 de 6	
DATOS GENERALES						
Solicitante	: Aguirre Tarazona Ronaldino - Garmendia Rivera Kevin Sabamet					
Universidad	: Universidad Cesar Vallejo - Lima Norte					
Especialidad	: Ingeniería Civil					
Tema de tesis	: Influencia de las cenizas de totora y tuna en las propiedades de la subrasante del Jr. Amazonas, Huanuco 2023					
Ubicación	: Huanuco - 2023					
Fecha de emisión	: 26/10/2023					
DATOS DE LA MUESTRA						
Muestra	: C3 - M1		Natural			
Muestra N°		1	2	3	4	5
Peso tara	(g)	52.0	53.0	51.6		
Peso tara + muestra húmeda	(g)	420.0	354.2	341.2		
Peso tara + muestra seca	(g)	391.2	330.2	318.2		
Peso de agua	(g)	28.8	24.0	23.0		
Peso de suelo seco	(g)	339.2	277.2	266.6		
Contenido de Humedad	(%)	8.5	8.7	8.6		
PROMEDIO	(%)	8.6				

Referencia: NTP 539.127

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
 JEFE DE LABORATORIO UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO DEPARTAMENTO DE ENSAYOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS	 ABEL MARCELO PASQUEL INGENIERO CIVIL - CIP N° 221456 JC GEOTECNIA LABORATORIO S.A.C.	 CONTROL DE CALIDAD JC GEOTECNIA LABORATORIO S.A.C.
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad JC GEOTECNIA LABORATORIO

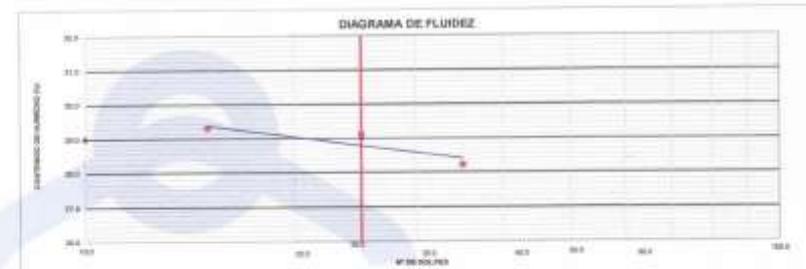
LABORATORIO DE SUELOS	INFORME	Código	IF-TS-LJSM-PW
	LÍMITES DE ATTERBERG	Versión	01
	CE 0.10 PAVIMENTOS URBANOS 2016	Fecha	03-01-2022
		Página	3 de 6

DATOS GENERALES	
Solicitante	: Aguirre Tarazona Ronaldino - Garmentia Rivera Kevin Sebastian
Universidad	: Universidad Cesar Vallejo - Lima Norte
Especialidad	: Ingeniería Civil
Tema de tesis	: Influencia de las cenizas de totera y tufa en las propiedades de la subrasante del Jr. Amazonas, Huanuco 2023
Lugar de tesis	: Huanuco - 2023
Fecha de emisión	: 25/10/2023

DATOS DE LA MUESTRA	
Muestra	: C3 - M3 Natural

LÍMITE LÍQUIDO (NTP 339.129)				
W _L TARRO		C - 1	C - 1	C - 1
TARRO + SUELO HÚMEDO	87	52.14	51.66	52.14
TARRO + SUELO SECO	87	46.80	46.20	46.74
AGUA	87	5.29	5.40	5.40
PIESO DEL TARRO	87	28.10	27.45	28.12
PIESO DEL SUELO SECO	87	16.75	16.75	16.42
% DE HUMEDAD		28.23	28.18	28.32
W _L DE HÓLDES		25	25	25

LÍMITE PLÁSTICO (NTP 339.129)				
W _P TARRO		A - 52	A - 13	
TARRO + SUELO HÚMEDO	87	20.62	20.74	
TARRO + SUELO SECO	87	19.50	19.70	
AGUA	87	1.12	1.04	
PIESO DEL TARRO	87	14.25	14.56	
PIESO DEL SUELO SECO	87	9.29	9.34	
% DE HUMEDAD		21.93	20.23	



CONSTANTES RESULT DE LA MUESTRA			Observaciones
LÍMITE LÍQUIDO	W _L	28.23	La muestra fue preparada por el laboratorio.
LÍMITE PLÁSTICO	W _P	21.93	Proceso elabrado el material por la malla N° 40.
Índice de plasticidad	PI	6.30	Proceso realizado mediante el "MÉTODO DE MULTIPUNTO".

Referencia: ASTM D 4398-03 Standard test methods for liquid limit, plastic limit, and plasticity index of soils.

Elaborado por:  ABEL MARCELO PASQUEL INGENIERO CIVIL - CIP N° 221456 JC GEOTECNIA LABORATORIO S.A.C. Jefe de Laboratorio	Revisado por:  ABEL MARCELO PASQUEL INGENIERO CIVIL - CIP N° 221456 JC GEOTECNIA LABORATORIO S.A.C. Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Aprobado por:  CONTROL DE CALIDAD JC GEOTECNIA LABORATORIO S.A.C. Control de Calidad JC GEOTECNIA LABORATORIO
--	---	--



JC GEOTECNIA LABORATORIO SAC
SOLUCIONES TECNOLÓGICAS

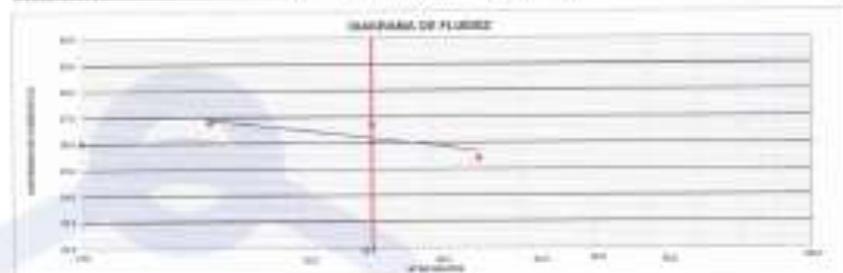
Cel.: 916 333 983 / 922 361 804
jcgeotecnia@laboratorio@gmail.com
informes@jc-geotecnia.com
Asociación Villa Gloria Mz D Lt 2
Carabaylla - Lima

www.jc-geotecnia.com

LABORATORIO DE SUELOS	INFORME		Código	# 03-L104-16
	LÍMITES DE ATERRERA CS D10 PAVIMENTOS URBANOS 2016		Versión	01
			Fecha	03-01-2023
			Página	3 de 6
DATOS GENERALES				
Ubicación	Agua de Tarma Huancabamba - Cercado de Tarma, Huancabamba			
Universidad	Universidad César Vallejo - Lima Norte			
Responsable	Ingeniería Civil			
Tipo de obra	Sustitución de los centros de balsa y tubo en las propiedades de la subestación del Sr. Alejandro Huancabamba			
Observaciones	Huancabamba - 2023			
Fecha de emisión	20/03/2023			
DATOS DE LA MUESTRA				
Muestra	CS-01	CENSA DE TOTALES L10		

LÍMITES LIQUIDO (LL) EN %				
CS-01	25.00	31.00	31.00	31.00
CS-02	25.00	31.00	31.00	31.00
CS-03	25.00	31.00	31.00	31.00
CS-04	25.00	31.00	31.00	31.00
CS-05	25.00	31.00	31.00	31.00
CS-06	25.00	31.00	31.00	31.00
CS-07	25.00	31.00	31.00	31.00
CS-08	25.00	31.00	31.00	31.00
CS-09	25.00	31.00	31.00	31.00
CS-10	25.00	31.00	31.00	31.00

LÍMITES PLÁSTICO (PL) EN %				
CS-01	15.00	15.00	15.00	15.00
CS-02	15.00	15.00	15.00	15.00
CS-03	15.00	15.00	15.00	15.00
CS-04	15.00	15.00	15.00	15.00
CS-05	15.00	15.00	15.00	15.00
CS-06	15.00	15.00	15.00	15.00
CS-07	15.00	15.00	15.00	15.00
CS-08	15.00	15.00	15.00	15.00
CS-09	15.00	15.00	15.00	15.00
CS-10	15.00	15.00	15.00	15.00



CONDICIONES DE LA MUESTRA		OBSERVACIONES	
Estado de la muestra	CS-01	Condición de la muestra adecuada para el ensayo	
Estado de la muestra	CS-02	Condición de la muestra adecuada para el ensayo	
Estado de la muestra	CS-03	Condición de la muestra adecuada para el ensayo	

Profesional responsable	Revisado por:	Aprobado por:



JC GEOTECNIA LABORATORIO SAC
LABORATORIO DE GEOTECNIA

Cel.: 916 333 983 / 922 381 804
 jcgeotecnialaboratorio@gmail.com
 informes@jc-geotecnia.com
 Asociación Villa Gloria Mz D Lt 2
 Carabayillo - Lima

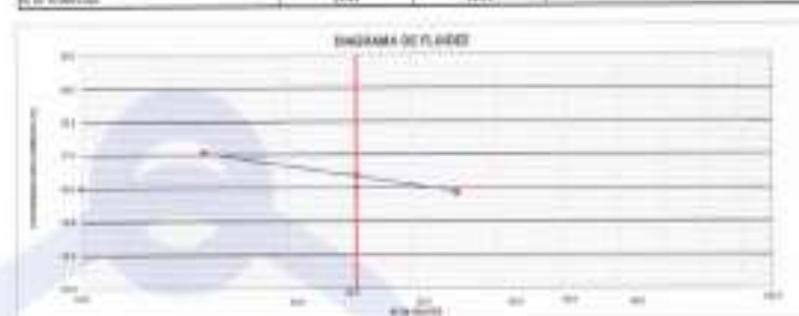
www.jc-geotecnia.com

LABORATORIO DE SUELOS	INFORME	Código	# 78 L289 PM
	LÍMITES DE ATTERBERG DE O.L.D. PAVIMENTOS URBANOS 2014	Versión	01
		Fecha	00-01-2022
		Página	3 de 6

DATOS GENERALES	
Subsistema	Agencia Ejecutora: Peruvianos - Constructora Elvira Ríos Salazar
Universidad	Universidad César Vallejo - Lima Norte
Responsable	Ingeniería Civil
Tema de tesis	Intervención de las cisternas de tierra a tierra en 44 propiedades de la subcalle del J. Adorno, Huancayo 2022
Alumno	Hernando - 2022
Título de tesis	202200020
DATOS DE LA MUESTRA	
Nombre	CS - M2 - Datos de Fase 1.04

LÍMITE Líquido (Wp) (%)				
Wp (líquido)	1.1	1.1	1.1	1.1
Gravel + Sand + Fines (%)	47	44.14	42.40	41.20
Gravel + Sand (%)	47	41.29	39.28	37.20
Fines (%)	47	6.85	3.12	3.98
Wp (líquido) (%)	47	27.55	23.31	19.31
Wp (líquido) (%)	47	18.45	18.88	18.38
Wp (líquido) (%)	47	18.26	18.44	17.28
Wp (líquido) (%)	47	17	16	15

LÍMITE PLÁSTICO (Wp) (%)				
Wp (plástico)	1.38	1.38	1.38	1.38
Gravel + Sand + Fines (%)	47	41.52	39.51	38.31
Gravel + Sand (%)	47	39.35	37.31	36.11
Fines (%)	47	1.17	1.17	1.17
Wp (plástico) (%)	47	14.33	14.36	14.36
Wp (plástico) (%)	47	1.17	1.17	1.17
Wp (plástico) (%)	47	14.44	14.78	14.78



CONDICIONES DE MUESTREO		OBSERVACIONES	
Wp (líquido)	47	26.2	Incremento de humedad con el tiempo
Wp (plástico)	47	13.8	Incremento de humedad con el tiempo
Wp (líquido) (%)	47	14.4	Incremento de humedad con el tiempo

Nota: Este informe es válido para el uso que se indica en el título de la tesis.

 Jefe de Laboratorio	Revisado por:  ABEL MARCELO PASQUEL INGENIERO CIVIL, OP N° 721488 JC GEOTECNIA LABORATORIO S.A.C. Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Aprobado por:  CONTROL DE CALIDAD JC GEOTECNIA LABORATORIO S.A.C. Jefe de Oficina de Control de Calidad
--	--	--

- Proctor Modificado



Cel.: 916 333 983 / 922 381 804
 jcgeotecnialaboratorio@gmail.com
 informes@jc-geotecnia.com
 Asociación Villa Gloria Mz D Lt 2
 Carabaylo - Lima

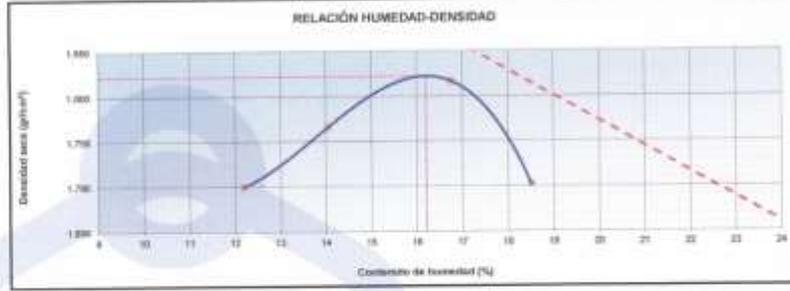
www.jc-geotecnia.com

LABORATORIO DE SUELOS	INFORME	Código	IF-TS-LJSM-PN
	COMPACTACIÓN DE SUELOS (PROCTOR MODIFICADO)	Versión	01
	CE 0.10 PAVIMENTOS URBANOS 2016	Fecha	03-01-2022
		Página	4 de 6

DATOS GENERALES	
Deliberante	: Aguirre Tarazona Ronaldino - Garmendia Rivera Kevin Sebastian
Universidad	: Universidad Cesar Vallejo - Lima Norte
Especialidad	: Ingeniería Civil
Título de tesis	: Influencia de las cenizas de totora y tuya en las propiedades de la subrasante del Jr. Amazonas, Huanuco 2023
Ubicación	: Huanuco - 2023
Fecha de emisión	: 28/10/2023

DATOS DE LA MUESTRA	
Muestra	: C3 - MC Natural BUCS - CL ASHTO: A-4 (5)
Método	: A

COMPACTACIÓN					
Peso suelo + molde	g	5662.00	5762.00	5862.00	5765.00
Peso molde	g	3882.00	3882.00	3882.00	3882.00
Peso suelo húmedo compactado	g	1780.00	1880.00	1980.00	1883.00
Volumen del molde	cm ³	933.40	933.40	933.40	933.40
Peso volumétrico húmedo	g/cm ³	1.91	2.01	2.12	2.02
Peso del suelo húmedo+tara	g	365.20	315.20	325.30	326.30
Peso del suelo seco + tara	g	326.30	280.30	263.20	280.30
Tara	g	25.00	32.00	32.20	32.00
Peso de agua	g	25.90	34.90	42.10	46.00
Peso del suelo seco	g	294.30	248.30	271.10	248.30
Contenido de agua	%	8.29	14.06	16.77	18.53
Peso volumétrico seco	g/cm ³	1.706	1.706	1.817	1.702
Gravedad Específica (g/cm ³)		2.436	Densidad máxima (g/cm ³)		1.832
			Humedad óptima (%)		16.2



Referencia: ASTM D 1557-02 Standard test methods for laboratory compaction characteristics of soil
 using modified effort - 14000 ft-lbf (19120 J) of energy

Observaciones:
 - Método AASHTO
 - Peso Anular
 - Fuente de EBT
 - Método de Densidad Específica MFC 1.205 y MFC 2.206

Elaborado por: Sede del Laboratorio	Revisado por: ABEL MARCELO PASQUEL INGENIERO CIVIL, CIP N° 221456 JC GEOTECNIA LABORATORIO S.A.C. Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Aprobado por: CONTROL DE CALIDAD JC GEOTECNIA LABORATORIO S.A.C. Control de Calidad JC GEOTECNIA LABORATORIO
--	--	---



JC GEOTECNIA LABORATORIO SAC
SEMPER CONCRETANDO AVANZOS

Cel.: 916 333 883 / 922 381 804
 jcgeotecniaLaboratorio@gmail.com
 informes@jc-geotecnia.com
 Asociación Villa Gloria Mz D Lt 2
 Carabayillo - Lima

www.jc-geotecnia.com

LABORATORIO DE SUELOS	INFORME	Código	#-TS-LAB-PS
	COMPACTACIÓN DE SUELOS (PROCTOR MODIFICADO)	Versión	01
	CE 0.10 PAVIMENTOS URBANOS 2010	Fecha	03-01-2022
		Página	4 de 6

DATOS GENERALES	
Ubicación	Av. Agustina Rosales - Comunidad Rivera Valle - Tarma
Institución	Universidad César Vallejo - Lima Norte
Especialidad	Ingeniería Civil
Tema de tesis	Influencia de las curvas de tereza y Luv en las propiedades de la subbase del J, Asociados, Huancayo 2022
Proyecto	Huancayo - 2022
Fecha de emisión	28/10/2022

DATOS DE LA MUESTRA	
Muestra	C2 - M5
	CEMOSA DE TERREZA 6.5%
	9.05 - M5 ANITTS: 4.4 (2)
Etiqueta	A

COMPACTACIÓN					
Peso seco (100%)	g	5732.00	5843.20	5851.00	5862.20
Peso húmedo	g	5802.00	5907.20	5915.00	5926.20
Peso agua (terreza compactada)	g	670.00	1064.00	1064.00	1064.00
Volumen del molde	cm ³	933.40	933.40	933.40	933.40
Peso sólido (terreza)	g	1.00	2.19	2.35	2.52
Peso del agua (terreza)	g	338.00	338.00	345.38	350.20
Peso del agua (terreza + arena)	g	270.00	288.80	300.38	305.20
Tarea	g	25.00	22.30	22.35	21.80
Peso de agua	g	28.00	30.80	32.35	33.00
Peso del agua (terreza)	g	170.00	205.00	210.00	215.20
Contenido de agua	%	11.94	15.19	15.88	17.68
Peso volumétrico (terreza)	g/cm ³	0.780	1.845	1.889	1.800
Gravidad Específica (terreza)		2.650	Densidad máxima (g/cm ³) Humedad óptima (%)		1.800
					13.8



Referencia: ASTM D 1557-10 Standard Test Method for Liquid Limit, Plastic Limit, and Shrinkage Limit of Soils
Soils and Rocks - 2000 - 9000 - 10 - 1000 - 1000

Observaciones:
 Estado del equipo:
 Fecha de emisión:
 Fecha de recepción:
 Nombre del responsable:

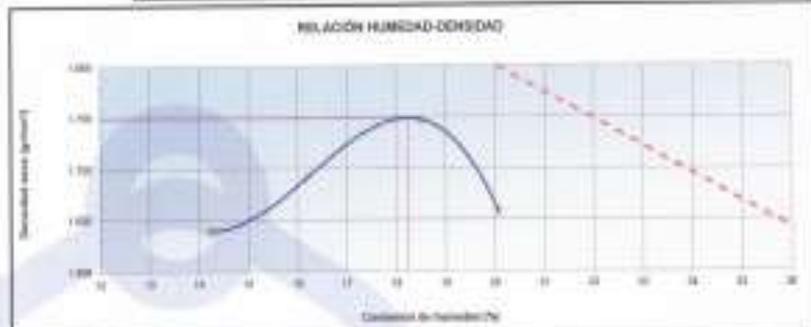
 Jefe de Laboratorio	 Abel Marcelo Pasquel INGENIERO CIVIL - ISP N° 221450 JC GEOTECNIA LABORATORIO S.A.C. <small>Ingeniero de Suelos y Pavimentos</small>	 CONTROL DE CALIDAD JC GEOTECNIA LABORATORIO S.A.C. <small>Control de Calidad JC GEOTECNIA LABORATORIO</small>
--------------------------------	--	--

LABORATORIO DE SUELOS	INFORME		Código	IF-75-L-008-PW
	COMPACTACION DE SUELOS (PROCTOR MODIFICADO)		Versión	01
	CE 0.10 PAVIMENTOS URBANOS 2018		Fecha	03-01-2022
			Página	6 de 6

DATOS GENERALES	
Ubicación	Aguirre Tarazona Rosales - Camarillo Rivera Nivia Sabandía
Universidad	Universidad César Vallejo - Lima Norte
Especialidad	Ingeniería Civil
Título de tesis	Influencia de las variaciones de laboratorio y campo en las propiedades de la subbase (M. J. Anwar, Huancayo 2021)
Alumno	Huancayo - 2021
Fecha de emisión	20/10/2022

DATOS DE LA MUESTRA	
Muestra	CE - M1 Tipo de Tera (L-94) SUELO: ML AASHTO: A-4 (U)
Interno	A

COMPACTACIÓN					
Peso húmedo (g)	27	66.90	273.80	692.24	1741.00
Peso sólido (g)	27	49.61	182.10	461.30	1162.00
Peso agua (g)	27	17.29	91.70	230.94	579.00
Volúmenes del molde (cm ³)		932.40	932.40	932.40	932.40
Peso volumétrico húmedo (g/cm ³)	27	1.27	1.30	1.07	1.87
Peso del agua volumétrica (g/cm ³)	27	18.12	18.12	18.12	18.12
Peso del suelo seco (g/cm ³)	27	1.09	1.09	1.09	1.09
Tara	27	31.80	31.80	31.80	31.80
Plata de agua	27	31.80	31.80	31.80	31.80
Peso del molde seco (g)	27	222.10	222.10	222.10	222.10
Contenido de agua (%)	27	15.23	15.19	15.53	15.28
Peso volumétrico seco (g/cm ³)	27	1.039	1.031	1.047	1.048
Densidad Específica (g/cm ³)		2.658			2.65
Densidad máxima (g/cm ³)					1.740
Humedad óptima (%)					16.5



Referencia:
 - ASTM D 1557 Método de ensayo de laboratorio para determinar densidad y humedad de suelos.
 - ASTM D 1557 - 19A Método de ensayo de laboratorio para determinar densidad y humedad de suelos.

Observaciones:
 - Método de ensayo:
 - Descripción:
 - Fecha de ensayo:
 - Ubicación de la muestra:

Elaborado por:  Jefe de Laboratorio	Revisado por:  ABEL MARCELO PASQUEL INGENIERO CIVIL - CP N° 221435 JC GEOTECNIA LABORATORIO S.A.C. Ingeniero en Suelos y Pavimentos	Aprobado por:  CONTROL DE CALIDAD JC GEOTECNIA LABORATORIO S.A.C. Oficina de Calidad JC GEOTECNIA LABORATORIO
--	--	--

- CBR



Cel.: 916 333 983 / 922 381 804
 jcgeotecnialaboratorio@gmail.com
 informes@jc-geotecnia.com
 Asociación Villa Gloria Mz D Lt 2
 Carabayllo - Lima

www.jc-geotecnia.com

LABORATORIO DE SUELOS	INFORME		Código	IF-TS-LJSM-PW
	CBR DE SUELOS (LABORATORIO) CE 0.10 PAVIMENTOS URBANOS 2016		Versión	01
			Fecha	03-01-2023
			Página	5 de 6

DATOS GENERALES	
Realizado por:	: Aquilino Tarazona Ronaldino - Giannanda Rivera Kevin Saboniel
Universidad:	: Universidad Cesar Vallejo - Lima Norte
Especialidad:	: Ingeniería Civil
Tema de tesis:	: Influencia de las variaciones de temperatura y humedad en las propiedades de la subrasante del Jr. Amazonas, Huancayo 2023
Laboratorio:	: Huancayo - 2023
Fecha de emisión:	: 2/11/2023

DATOS DE LA MUESTRA	
Muestra:	: C 3 - M3 Natural
	: BUCS - CL AASHTO - A-4 (3)

COMPACTACIÓN						
Molde Nº	3	4	5	6	7	8
Capas Nº	3	5	5	5	5	5
Grapas por capa Nº	55	20	20	20	20	20
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso de molde + suelo húmedo (g)	12810.00	12956.00	11702.00	11945.00	11326.00	11326.00
Peso de molde (g)	8304.00	8304.00	7538.00	7538.00	7175.00	7175.00
Peso del suelo húmedo (g)	4506.00	4652.00	4164.00	4407.00	4151.00	4151.00
Volumen del molde (cm³)	2033.30	2033.30	2079.53	2079.53	2079.53	2079.53
Densidad húmeda (g/cm³)	2.218	2.289	2.002	2.119	1.996	1.993
Peso suelo húmedo + tara (g)	365.30	362.30	326.30	334.30	353.60	375.30
Peso suelo seco + tara (g)	318.60	312.30	285.30	275.30	310.00	318.30
Peso de tara (g)	35.00	32.00	35.00	32.00	35.00	35.00
Peso de agua (g)	46.70	50.00	41.00	40.00	43.60	57.00
Peso del suelo seco (g)	283.60	260.30	250.30	243.30	275.00	283.30
Contenido de humedad (%)	16.5	19.2	16.4	16.4	15.6	19.8
DENSIDAD SECA (g/cm³)	1.818	1.878	1.723	1.744	1.621	1.859

EXPANSIÓN							
FECHA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION	DIAL	EXPANSION	DIAL	EXPANSION
		mm	%	mm	%	mm	%
28/10/2023	0	8.320	0.000	0.0	0.0	7.860	0.000
29/10/2023	24	8.780	0.460	0.4	0.3	8.520	0.860
30/10/2023	48	9.320	1.000	0.5	1.0	8.750	0.880
31/10/2023	72	9.680	1.360	1.2	1.4	9.560	1.200

PENETRACIÓN												
PENETRACIÓN mm	CARGA STAND. kg/cm²	MOLDE Nº 1			MOLDE Nº 2			MOLDE Nº 3			MOLDE Nº 4	
		Presión kg/cm²	CARGA kg	CORRECCION %	Presión kg/cm²	CARGA kg	CORRECCION %	Presión kg/cm²	CARGA kg	CORRECCION %	Presión kg/cm²	CORRECCION %
0.000		0	0		0		0		0		0	
0.635		0.6	22.3		0.5	19.3		0.4	8.5			
1.270		1.1	22.3		1.0	18.6		0.8	15.5			
1.905		2.1	41.2		1.8	24.3		1.5	26.6			
2.540	70.25	3.4	66.2		2.8	55.2		2.4	46.0			
3.180		5.9	134.5		4.9	95.4		4.1	79.5			
3.810		8.2	158.8		6.8	182.2		5.7	130.1			
5.080	305.28	10.1	204.8		8.8	179.5		7.3	142.1			
7.620		14.1	274.8		11.8	228.6		9.8	190.5			
10.160												
12.700												

Referencia:

- ASTM D 1585 (Standard Test Method for CBR (California Bearing Ratio) of Laboratory Compacted Soils)
- ASTM D 1557 (Standard Test Method for Laboratory Compaction Characteristics of Soil Using Modified Effort)
- Norma INACOL (2198-08-2012)
- Método de Fierro (CBR 2000) (kgf/cm²), método de medida 10
- Método de penetración medida de impacto (normal) (mm) de 45.75 mm
- Carga de Carga "T" - C.A. ACCIDENTES
- Subrasante de Subrasante y Pavimentos (Sección 100.01) (mm de espesor) y masa total de 4.50 kg

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad JC GEOTECNIA LABORATORIO S.A.C.



JC GEOTECNIA LABORATORIO SAC
SUELOS-CONCRETO-ASFALTO

Cel.: 916 333 983 / 922 381 804
jcgeotecnialaboratorio@gmail.com
informes@jc-geotecnia.com
Asociación Villa Gloria Mz D Lt 2
Carabaylo - Lima

www.jc-geotecnia.com

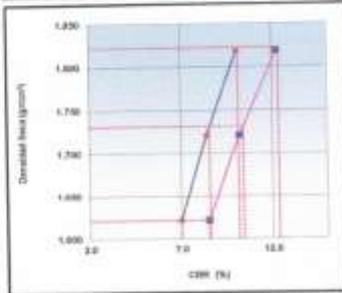
LABORATORIO DE SUELOS	INFORME	Código	IF-TS-LJBM-PN
	CBR DE SUELOS (LABORATORIO) CE 0.10 PAVIMENTOS URBANOS 2016	Versión	01
		Fecha	03-01-2022
		Página	6 de 6

DATOS GENERALES

Solicitante : Aguirre Tarazona Ronaldino - Garmentia Rivera Kevin Sabernet
Institución : Universidad Cesar Vallejo - Lima Norte
Especialidad : Ingeniería Civil
Tema de tesis : Influencia de las cenizas de totora y luna en las propiedades de la subbase del Jr. Amazonas, Huancayo 2023
Utilización : Huancayo - 2023
Fecha de emisión : 2/11/2023

DATOS DE LA MUESTRA

Muestra : C 3 - M1 Natural SUCS : CL AASHTO : A-6 (S)

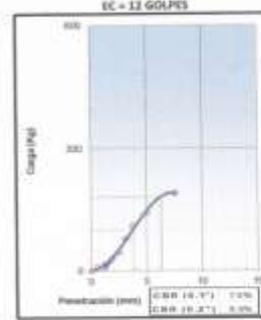
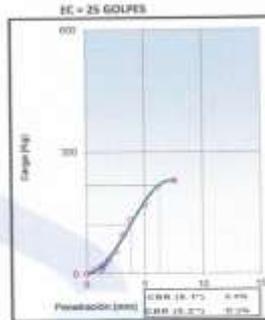
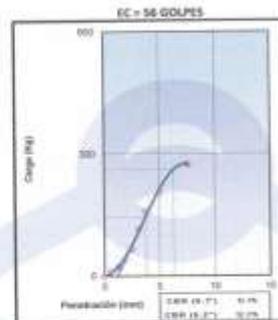


MÉTODO DE COMPACTACIÓN : ASTM D1557
MÁXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³) : 1.822
ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%) : 10.2
95% MÁXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³) : 1.731

C.B.R. al 100% de M.D.S. (%)	0.1*	10.2	0.2*	12.4
C.B.R. al 95% de M.D.S. (%)	0.1*	8.6	0.2*	10.4

RESULTADOS (0.2")
Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. = 12.4 (%)
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. = 10.4 (%)

RESULTADOS (0.1")
Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. = 10.2 (%)
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. = 8.6 (%)



Referencia:

- ASTM D 1557-05 Standard test method for CBR (California Bearing Ratio) of laboratory-compacted soils
- ASTM D 1557-02 Standard test method for laboratory compaction characteristics of soil using modified effort. Issue 10/02/02 (2100 kg effort)
- Módulo de Elasticidad (E) de arena: 1000 kg/cm², módulo de resorte: 10
- Procedimiento normalizado de ensayo de penetración de 45.75 mm
- Código de Carga Tipo "T": S.05.0020010.70
- Substrato de Soportación y Penetración: Dos placas circulares de 150.0 mm de diámetro y masa total de 4.25 kg

Elaborado por: ABEL MARCELO PASQUEL INGENIERO CIVIL - CIP N° 221456 JC GEOTECNIA LABORATORIO S.A.C.	Revisado por: CONTROL DE CALIDAD JC GEOTECNIA LABORATORIO S.A.C.	Aprobado por: CONTROL DE CALIDAD JC GEOTECNIA LABORATORIO S.A.C.
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad JC GEOTECNIA LABORATORIO



JC GEOTECNIA LABORATORIO SAC
UNIVERSIDAD NACIONAL DEL VALLE

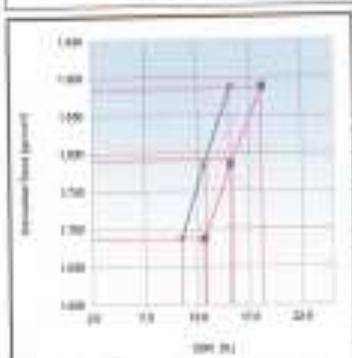
Cel.: 916 333 983 / 922 381 804
 jgeotecniaLaboratorio@gmail.com
 informes@jc-geotecnia.com
 Asociación Villa Gloria Mz D Lt 2
 Carabayillo - Lima

www.jc-geotecnia.com

LABORATORIO DE SUELOS	INFORME	Código	#-75-LBM-FH
	CER DE SUELOS (LABORATORIO) CE 0.10 PAVIMENTOS URBANOS 2016	Versión	01
		Fecha	10-01-2022
		Página	8 de 8

DATOS GENERALES	
Estado:	Agencia Ejecutora Municipal - Gobierno Regional Valle del Sabana
Institución:	Universidad César Vallejo - Lima Norte
Especialidad:	Ingeniería Civil
Título de tesis:	Elaboración de los planos de obra y todo en las propiedades de la carretera del J. Ancahuasi, Huancayo 2021
Edición:	10/01/2022
Fecha de prueba:	21/10/2021

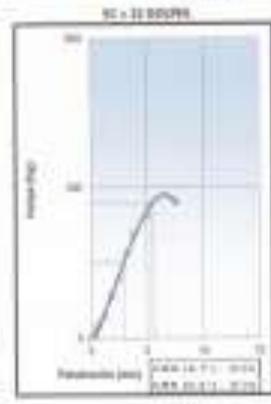
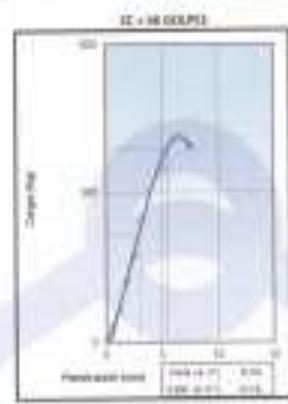
DATOS DE LA MUESTRA		
Muestra	03 - M3	SECC - M3
	CONCRETO TOTAL 0.20	ASAPTO 0.011



MÁXIMA DE COMPRESIÓN	= 3078 (22.7)
MÁXIMA DESENGRANADO (kg/cm²)	= 1.800
DEFORMACIÓN MÁXIMA DESENGRANADO (%)	= 13.6
DEFORMACIÓN MÁXIMA DESENGRANADO (mm)	= 2.70

C.S.R. a 10% de M.O.S. (N)	0.1%	13.2	0.27	13.3
C.S.R. a 20% de M.O.S. (N)	0.1%	12.9	0.27	13.3

RESISTENCIA (N)	
Valor de C.S.R. a 20% de M.O.S.	= 12.9 (N)
Valor de C.S.R. a 10% de M.O.S.	= 13.2 (N)
RESISTENCIA (2.7)	
Valor de C.S.R. a 10% de M.O.S.	= 12.2 (N)
Valor de C.S.R. a 20% de M.O.S.	= 12.9 (N)



Referencia:

- 4014 E (2002) Prueba de carga en bloques de concreto en compresión (ASTM C 109).
- 4014 E (2002) Prueba de carga en bloques de concreto en compresión (ASTM C 109) - versión en español.
- Norma Chilena NCh 1000 (2004) Prueba de carga en bloques de concreto.
- Manual de prueba por tensión de concreto (ASTM C 490).
- Código de Práctica N° 117-1-1993/2017
- Norma Chilena NCh 1000 (2004) Prueba de carga en bloques de concreto.

Elaborado por: 	Revisado por: 	Aprobado por:
Jefe del Laboratorio	Ingeniero del Suave y Perforante	Control de Calidad
	JC GEOTECNIA LABORATORIO S.A.C.	JC GEOTECNIA LABORATORIO S.A.C.



JC GEOTECNIA LABORATORIO SAC
SOLUCIONES EN CONCRETO ARMADO

Cel.: 916 333 983 / 922 381 804
 jcgeotecnialaboratorio@gmail.com
 informes@jc-geotecnia.com
 Asociación Villa Gloria Mz D Lt 2
 Carabayillo - Lima

www.jc-geotecnia.com

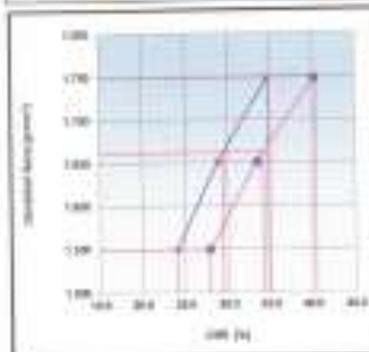
LABORATORIO DE SUELOS	INFORME	Código	P-15-L-056-FH
	CBE DE SUELOS (LABORATORIO) CE 0.10 PAVIMENTOS URBANOS 2010	Versión	01
		Fecha	03-01-2023
		Página	6 de 6

DATOS GENERALES

Institución	Asesor: Tarazona Perdomo - Universidad Rivers Home National
Universidad	Universidad César Vallejo - Lima Norte
Especialidad	Ingeniería Civil
Título del trabajo	Elaboración de los resultados de ensayos y tests en las propiedades de la subcapa del 2° Anclamiento, Huachipa 2023
Ubicación	Huachipa - 2023
Fecha de emisión	03/01/2023

CONDICIONES DE LA PRUEBA

Módulo	1.2 - M1	Centro de Tests	25.5%	Temperatura	20°C
				Aplicación	4.4 (3)

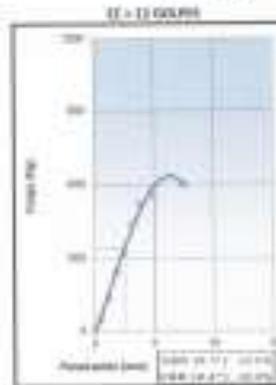
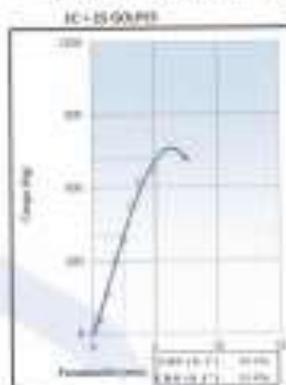
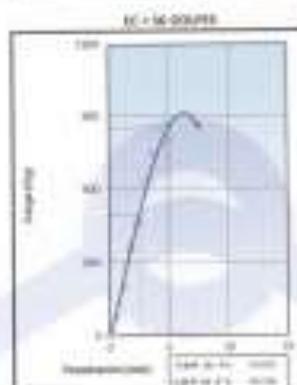


METODO DE COMPACTACION	STRAISS
WATER REDUCTION (%)	1.1%
OPTIMUM WATER CONTENT (%)	25.5
95% MAXIMUM DRY DENSITY (%)	1.981

C.B.E. al 100% de M.C.S. (%)	9.2	19.0	9.2	90.0
C.B.E. al 95% de M.C.S. (%)	9.2	19.0	9.2	88.0

RESULTADOS (E.T.)
 Valor de C.B.E. al 100% de la M.C.S. = 88.0 (9)
 Valor de C.B.E. al 95% de la M.C.S. = 88.0 (9)

RESULTADOS (E.T.)
 Valor de C.B.E. al 100% de la M.C.S. = 88.0 (9)
 Valor de C.B.E. al 95% de la M.C.S. = 88.0 (9)



Referencias:

- 1. American Society of Civil Engineers (ASCE), "Standard Test Method for Compaction of Soil in the Field", ASTM D1556 (2010 Reapproved).
- 2. American Society of Civil Engineers (ASCE), "Standard Test Method for Liquid Limit, Plasticity Index, and Shrinkage of Soil", ASTM D4002 (2010 Reapproved).
- 3. American Society of Civil Engineers (ASCE), "Standard Test Method for Maximum Dry Density and Optimum Water Content of Soil", ASTM D1557 (2010 Reapproved).
- 4. American Society of Civil Engineers (ASCE), "Standard Test Method for Direct Shear Test of Soil", ASTM D2457 (2010 Reapproved).
- 5. American Society of Civil Engineers (ASCE), "Standard Test Method for Unconfined Compressive Strength of Soil", ASTM D2454 (2010 Reapproved).

 Jefe de Laboratorio	Firmado por:  ABEL MARCELO PASQUEL INGENIERO CIVIL - CPA N° 271456 JC GEOTECNIA LABORATORIO S.A.C. Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Aprobado por:  CONTROL DE CALIDAD JC GEOTECNIA LABORATORIO S.A.C. Centro de Tests de GEOTECNIA LABORATORIO
--	---	--



JC GEOTECNIA LABORATORIO SAC
INTEGRANDO CONOCIMIENTO Y CALIDAD

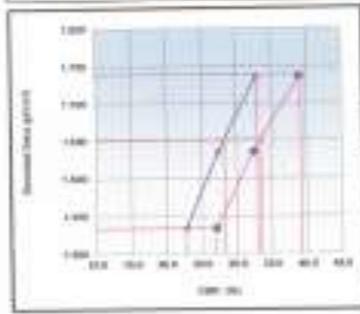
Cel.: 916 333 983 / 922 381 804
 jcgeotecnia@laboratorio@gmail.com
 informes@jc-geotecnia.com
 Asociación Villa Gloria Mz D Lt 2
 Carabayllo - Lima

www.jc-geotecnia.com

LABORATORIO DE SUELOS	INFORME	Código	# 03-LISM-PS
		CBR DE SUELOS (LABORATORIO) CE 6.10 PAVIMENTOS URBANOS 2018	Version
		Fecha	03-01-2023
		Página	8 de 8

DATOS GENERALES	
Encargado	Agustín Tarazona Rosado/Val - Gerente/Ingeniero Kevin Sabido
Universidad	Universidad César Vallejo - Lima Norte
Encargado	Ingeniero CDR
Tipo de obra	Elaboración de los niveles de obra y control de los procedimientos de la subestructura del A. Anicaco, Harem 7031
Ubicación	Huancayo - 2023
Fecha de emisión	27/11/2023

DATOS DE LA MUESTRA		SOL. 96 ASTM A-4(2)
Nombre	C-3 - M1	
	Cantón de Tarma (C-3)	

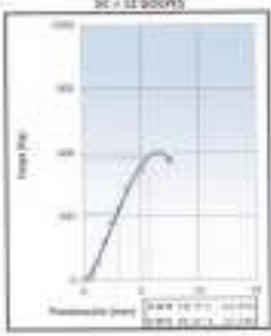
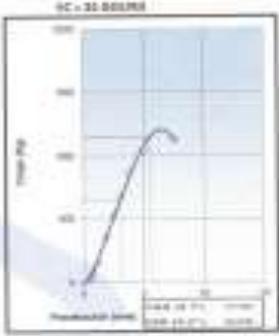
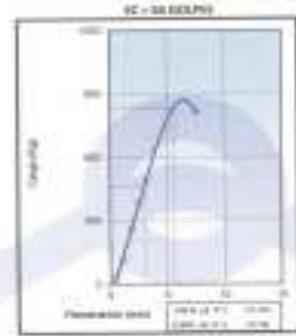


MÉTODO DE COMPACTACIÓN: ASTM D1557
 MÁXIMA DENSIDAD (g/cm³): 1.793
 HUMEDAD ÓPTIMA (%): 18.1
 MÁX. MÁXIMA DENSIDAD (g/cm³): 1.812

C.S.R. a 20% de M.S.S. (%)	8.7	25.1	8.7	25.1
C.S.R. a 70% de M.S.S. (%)	8.7	25.1 <td>8.7</td> <td>25.1</td>	8.7	25.1

RESULTADOS (N^o 1):
 Valor de C.B.R. a 20% de la M.S.S. = 25.1 (%)
 Valor de C.B.R. a 70% de la M.S.S. = 25.1 (%)

RESULTADOS (N^o 2):
 Valor de C.B.R. a 20% de la M.S.S. = 25.1 (%)
 Valor de C.B.R. a 70% de la M.S.S. = 25.1 (%)



Notas:
 1) Este informe fue elaborado en conformidad con los procedimientos vigentes en el laboratorio.
 2) Este informe fue elaborado en conformidad con los procedimientos vigentes en el laboratorio.
 3) Este informe fue elaborado en conformidad con los procedimientos vigentes en el laboratorio.
 4) Este informe fue elaborado en conformidad con los procedimientos vigentes en el laboratorio.
 5) Este informe fue elaborado en conformidad con los procedimientos vigentes en el laboratorio.

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
	ABEL MARCELO PASQUEL INGENIERO CIVIL - CIP N° 221458 JC GEOTECNIA LABORATORIO S.A.C. <small>Ingeniería de Suelos y Pavimentación</small>	CONTROL DE CALIDAD JC GEOTECNIA LABORATORIO S.A.C. <small>Gerente de Calidad JC GEOTECNIA LABORATORIO S.A.C.</small>



JC GEOTECNIA LABORATORIO SAC
 INTELIGENCIA EN GEOTECNIA

Cel.: 916 333 983 / 922 381 804
 jcgeotecniaLaboratorio@gmail.com
 informes@jc-geotecnia.com
 Asociación Villa Gloria Mz D Lt 2
 Carabaylo - Lima

www.jc-geotecnia.com

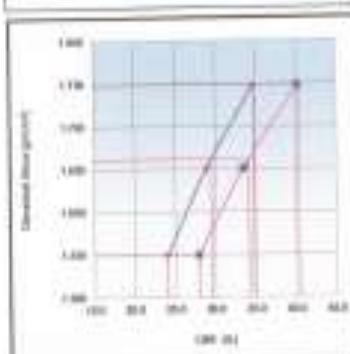
LABORATORIO DE SUELOS	INFORME	Código	9-19-LJ06-P6
	CER DE SUELOS (LABORATORIO) CE.0.50 PAVIMENTOS URBANOS 2016	Versión	01
		Fecha	03-01-2022
		Página	8 de 8

DATOS GENERALES

Ubicación	Ayudín Tardoneo Residencial - Garmena Plaza Héroes Sabarot
Institución	Universidad César Vallejo - Lima Norte
Especialidad	Ingeniería Civil
Tema de tesis	Influencia de las variaciones de arena y limo en las propiedades de los subgrupos del Z. Graneros, Huancayo 2022
Alumno	Huancayo - 2022
Fecha de emisión	03/01/2022

DATOS DE LA MUESTRA

Nombre	C3 - M1	Cuadro de Tare 15-18	Unid. / ML AAATFO: 9-4 (B)
--------	---------	----------------------	-------------------------------

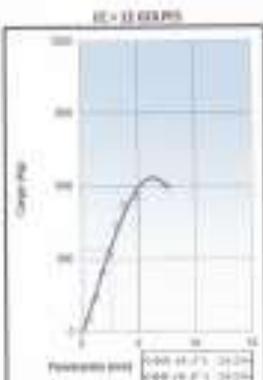
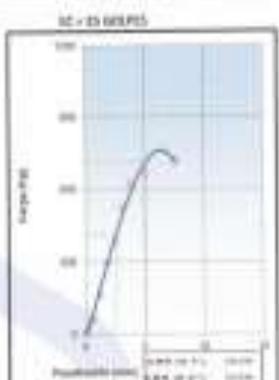
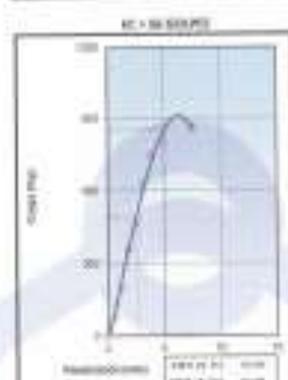


METODO DE LIQUIDACION	ASTM D2437
WETTING AGENT (WGA) (g/ml)	1.100
GRANULOMETRIA DE PASADO (M)	10.1
GRANULOMETRIA DE PASADO (U)	1.000

C.A.R. al 100% de M.D.S. (L)	6.1%	10.0%	10.1%
C.A.R. al 75% de M.D.S. (L)	6.1%	10.0%	16.1%

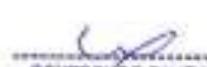
WETTING AGENT (WGA)	
Valor de C.A.R. al 100% de M.D.S.	= 10.1 (L)
Valor de C.A.R. al 75% de M.D.S.	= 16.1 (L)

WETTING AGENT (WGA)	
Valor de C.A.R. al 100% de M.D.S.	= 10.2 (U)
Valor de C.A.R. al 75% de M.D.S.	= 16.2 (U)



Observaciones:

- Se utilizó el método estándar de compactación (ASTM D1556) para la determinación de la humedad óptima y el contenido de humedad máximo.
- Se utilizó el método estándar de compactación (ASTM D1556) para la determinación de la humedad óptima y el contenido de humedad máximo.
- Se utilizó el método estándar de compactación (ASTM D1556) para la determinación de la humedad óptima y el contenido de humedad máximo.
- Se utilizó el método estándar de compactación (ASTM D1556) para la determinación de la humedad óptima y el contenido de humedad máximo.
- Se utilizó el método estándar de compactación (ASTM D1556) para la determinación de la humedad óptima y el contenido de humedad máximo.
- Se utilizó el método estándar de compactación (ASTM D1556) para la determinación de la humedad óptima y el contenido de humedad máximo.

 Elaborado por: Jefe de Laboratorio	Revisado por:  ABEL MARCELO PASQUEL INGENIERO CIVIL - CPN - ZH58 JC GEOTECNIA LABORATORIO S.A.C. Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Aprobado por:  CONTROL DE CALIDAD JC GEOTECNIA LABORATORIO S.A.C. Control de Calidad JC GEOTECNIA LABORATORIO
--	--	--

CERTIFICADOS DE CALIBRACIÓN

- Calibración de Balanza.



LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR
EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN
INACAL - DA CON REGISTRO N° LC 018



CERTIFICADO DE CALIBRACION

TC - 17200 - 2023

PROFORMA 5348 Fecha de emisión: 2023- 01- 03
SOLICITANTE INGEPAV INGENIEROS S.A.C.
Dirección CAL.21 MZA.Z LOTE. 34 URB. COOP PIP -LIMA - SAN MARTIN DE PORRES

INSTRUMENTO DE MEDICIÓN: BALANZA
Tipo ELECTRÓNICA
Marca OHAUS
Modelo TAJ 602
N° de Serie B309084467
Capacidad Máxima 600 g
Resolución 0,01 g
División de Verificación 0,1g
Clase de Exactitud II
Procedencia CHINA
N° de Parte No indica
Identificación No indica
Ubicación LABORATORIO
Variación de AT local 10°C
Fecha de calibración 2023 - 21 - 02

TEST & CONTROL S.A.C. es un Laboratorio de Calibración y Certificación de equipos de medición basados a la Norma

Técnica Peruana ISO/IEC 17025.

TEST & CONTROL S.A.C. brinda los servicios de calibración de instrumentos de medición con los más altos estándares de calidad, garantizando la satisfacción de nuestros clientes.

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los Patrones Nacionales o Internacionales, de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI)

LUGAR DE CALIBRACIÓN
Instalaciones de INGEPAV INGENIEROS S.A.C.

Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones se le recomienda al usuario recalibrar instrumentos a intervalos apropiados.

MÉTODO O CALIBRACIÓN

La Calibración se realizó por comparación directa entre los indicadores de lectura de la balanza y las cargas aplicadas mediante pesa patrones según procedimiento PC-011 "Procedimiento para la Calibración de balanzas de funcionamiento No Automático Clase I y II" Cuarto Edición Abril 2010. SNM - INDECOPI.

Los resultados son válidos solamente para el ítem sometido a calibración, no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

TEST & CONTROL S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que puedan ocurrir después de su calibración debido a la mala manipulación de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en el presente documento.

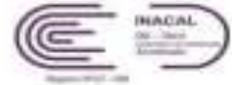
El presente documento carece de valor sin firma y sello.



- Calibración de Balanza



LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR
EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN
INACAL - DA CON REGISTRO N° LC - 016



CERTIFICADO DE CALIBRACION

TC - 18271 - 2023

PROFORMA : 56371 Fecha de emisión : 2023-03-28

SOLICITANTE : INGEPAV INGENIEROS S.A.C.
Dirección : CAL 21 NZA, Z. LOTE. 34 URS. COOPHP LIMA - LIMA - SAN MARTIN DE PORRES

INSTRUMENTO DE MEDICIÓN : BALANZA
 Tipo : ELECTRÓNICA
 Marca : OHAUS
 Modelo : R31930
 N° de Serie : 8335450118
 Capacidad Máxima : 30000 g
 Resolución : 1 g
 División de Verificación : 10 g
 Clase de Exactitud : E1
 Capacidad Mínima : 200 g
 Procedencia : CHINA
 Identificación : No indica
 Ubicación : LABORATORIO
 Variación de AT Local : 10 °C
 Fecha de Calibración : 2023-03-15

TEST & CONTROL S.A.C. es un Laboratorio de Calibración y Certificación de equipos de medición basado a la Norma Técnica Peruana ISO/IEC 17025.

TEST & CONTROL S.A.C. brinda los servicios de calibración de instrumentos de medición con los más altos estándares de calidad, garantizando la satisfacción de nuestros clientes.

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

LUGAR DE CALIBRACIÓN
Instalaciones de INGEPAV INGENIEROS S.A.C.

Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones se le recomienda al usuario recalibrar sus instrumentos a intervalos apropiados.

MÉTODO DE CALIBRACIÓN
La calibración se realizó por comparación directa entre las indicaciones de lectura de la balanza y las cargas aplicadas mediante pesas patrón según procedimiento PC-001 "Procedimiento para la Calibración de Instrumentos de Pesaje de Funcionamiento No Automático Clase III y IIII". Primera Edición - Mayo 2019. DM - INACAL.

Los resultados son válidos solamente para el ítem sometido a calibración, no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

TEST & CONTROL S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que puedan ocurrir después de su calibración debido a la mala manipulación de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en el presente documento.

El presente documento carece de valor sin firma y sello.

Lic. Nicolás Ramos Paucar
Gerente Técnico
CFF: 9318



TRAZABILIDAD

Trazabilidad	Patrón de Trabajo	Certificado de Calibración
Patrones de Referencia de TEST & CONTROL	Juego de Pesas 100 mg a 1 kg Clase de Exactitud M2	TC-5069-2020 Mayo 2022
Patrones de Referencia de TEST & CONTROL	Juego de Pesas 2 kg Clase de Exactitud M2	TC-5071-2020 Mayo 2022
Patrones de Referencia de TEST & CONTROL	Juego de Pesas 5 kg Clase de Exactitud M2	TC-5072-2020 Mayo 2022
Patrones de Referencia de TEST & CONTROL	Juego de Pesas 10 kg Clase de Exactitud M2	TC-5073-2020 Mayo 2022
Patrones de Referencia de TEST & CONTROL	Juego de Pesas 20 kg Clase de Exactitud M2	TC-5075-2020 Mayo 2022

RESULTADOS DE MEDICIÓN

INSPECCION VISUAL

Ajuste de Carr	Tiene	Escala	No Tiene
Oscilación Líbre	Tiene	Cursor	No Tiene
Plataforma	Tiene	Nivelación	Tiene
Sistema de Traba	No Tiene		

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

Magnitud	Inicial	Final
Temperatura	22,7 °C	22,9 °C
Humedad Relativa	69 %	68 %

Medición N°	Carga (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)	Medición N°	Carga (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)
1	15000	14 999	0,8	-1,3	1	30000	30 000	0,7	-0,2
2		14 999	0,8	-1,3	2		30 000	0,7	-0,2
3		15 000	0,9	-0,4	3		30 000	0,7	-0,2
4		14 999	0,8	-1,3	4		30 000	0,6	-0,1
5		14 999	0,7	-1,2	5		30 001	0,9	0,6
6		15 000	0,9	-0,4	6		29 999	0,4	-0,9
7		14 999	0,6	-1,1	7		30 000	0,7	-0,2
8		15 000	0,8	-0,3	8		29 999	0,4	-0,9
9		14 999	0,7	-1,2	9		29 999	0,4	-0,9
10		14 999	0,8	-1,3	10		30 001	0,9	0,6
Emax - Emin (g)				1,3	Emax - Emin (g)				1,5
e.m.p. ± (g)				20	e.m.p. ± (g)				30



ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

Magnitud	Inicial	Final
Temperatura	22,9 °C	23,0 °C
Humedad Relativa	67 %	67 %

N°	Determinación de Eo				Determinación del Error Corregido Ec					e.m.p. ± (g)
	Carga (g)	i (g)	ΔL (g)	E (g)	Carga (g)	i (g)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)	
1	100	100	0,6	-0,1	10000	10 000	0,8	-0,3	-0,2	20
2		100	0,5	0,0		9 999	0,4	-0,9	-0,9	
3		100	0,8	-0,3		9 999	0,4	-0,9	-0,6	
4		100	0,6	-0,1		9 999	0,8	-1,3	-1,2	
5		100	0,7	-0,2		9 999	0,6	-1,1	-0,9	

ENSAYO DE PESAJE

Magnitud	Inicial	Final
Temperatura	22,9 °C	23,0 °C
Humedad Relativa	67 %	67 %

Carga (g)	Carga Creciente				Carga Decreciente				e.m.p. ± (g)
	i (g)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)	i (g)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)	
100,0	100	0,6	-0,1						
200,0	200	0,6	-0,1	0,0	200	0,7	-0,2	-0,1	10
500,0	500	0,6	-0,3	-0,2	500	0,7	-0,2	-0,1	10
1 000,0	1 000	0,7	-0,2	-0,1	1 000	0,6	-0,1	0,0	10
2 000,0	2 000	0,7	-0,2	-0,1	2 000	0,6	-0,1	0,0	10
5 000,0	5 000	0,6	-0,1	0,0	5 000	0,7	-0,2	-0,1	10
10 000,3	10 000	0,6	-0,4	-0,3	10 000	0,7	-0,5	-0,4	20
15 000,3	14 999	0,5	-1,3	-1,2	15 000	0,7	-0,5	-0,4	20
20 000,6	20 000	0,6	-0,9	-0,8	20 000	0,6	-0,7	-0,6	20
25 000,6	25 000	0,7	-0,6	-0,7	25 000	0,7	-0,6	-0,7	30
30 000,9	30 000	0,7	-1,1	-1,0	30 000	0,7	-1,1	-1,0	30

Donde:

i : Indicación de la balanza
e.m.p. : Error máximo permitido

ΔL : Carga incrementada
E : Error encontrado

Ec : Error en cero
Ec : Error corregido

LECTURA CORREGIDA E INCERTIDUMBRE DE LA BALANZA

$$\text{Lectura Corregida} = R + 4,26 \times 10^{-6} \times R$$

$$\text{Incertidumbre Expandida} = 2 \times \sqrt{5,25 \times 10^{-7} \text{ kg}^2 + 2,36 \times 10^{-6} \times R^2}$$

R : Lectura, cualquier indicación obtenida después de la calibración (g)

OBSERVACIONES

Con fines de identificación de la calibración se colocó una etiqueta autoadhesiva con el número de certificado. La indicación de la balanza fue de 30 000 g para una carga de valor nominal 30000 g.

INCERTIDUMBRE

La incertidumbre expandida que resulta de multiplicar la incertidumbre típica combinada por el factor de cobertura k=2 que, para una distribución normal, corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente el 95%.

FIN DEL DOCUMENTO



- Copa de Casa grande

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

TC-17260-2023

PROFORMA : 5341A

Fecha de emisión: 2023 - 04 - 05

Página : 1 de 2

SOLICITANTE : INGEPAV INGENIEROS S.A.C.

Dirección : Cal.21 Mza. Z Lote. 34 Urb. Cooppp Lima - Lima - San Martín De Porres

INSTRUMENTO DE MEDICIÓN : COPA CASA GRANDE

Marca : PINZUAR
 Modelo : PS-11
 N° de Serie : 1862
 Procedencia : COLOMBIA
 Identificación : NO INDICA
 Ubicación¹ : LABORATORIO
 Fecha de Calibración : 2023 - 03 - 27

TEST & CONTROL S.A.C. es un Laboratorio de Calibración y Certificación de equipos de medición basado a la Norma Técnica Peruana ISO/IEC 17025.

TEST & CONTROL S.A.C. brinda los servicios de calibración de instrumentos de medición con los más altos estándares de calidad, garantizando la satisfacción de nuestros clientes.

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

LUGAR DE CALIBRACIÓN

Instalaciones de INGEPAV INGENIEROS S.A.C.

MÉTODO DE CALIBRACIÓN

La calibración se realizó por comparación directa utilizando patrones calibrados y trazables al sistema internacional de medida, tomando como referencia la norma MTCE 110 - 2000.

Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones se le recomienda al usuario recalibrar sus instrumentos a intervalos apropiados de acuerdo al uso.

CONDICIONES AMBIENTALES

Magnitud	Inicial	Final
Temperatura	26,2 °C	26,8 °C
Humedad Relativa	40,3 %	41,3 %

Los resultados en el presente documento no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

TEST & CONTROL S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que puedan ocurrir después de su calibración debido a la mala manipulación de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en el presente documento.

El presente documento carece de valor sin firma y sello.



LIC. NICOVÁS RAMOS PAUCAR

Gerente Técnico

CFP: 0316



Jr. Condesa de Lemos N°117
San Miguel, Lima

(01) 262 9536
(51) 988 901 065

informes@testcontrol.com.pe
www.testcontrol.com.pe

TRAZABILIDAD

Patrón de Referencia	Patrón de Trabajo	Certificado de Calibración
Bloque patrón de longitud Grado 0 DM - INACAL	Pie de Rey 0 mm a 300 mm	L-1422-2022

RESULTADOS DE MEDICIÓN

	Descripción		Dimensiones				
			Valor nominal (mm)	Valor medido (mm)	Desviación (mm)	Tolerancia (mm)	Incertidumbre (mm)
Copa	Radio de la copa	A	54,0	54,02	-0,02	0,5	0,05
	Espesor de la copa	B	2,0	2,03	-0,03	0,1	0,05
	Profundidad de la copa	C	27,0	26,80	0,20	0,5	0,05
Base	Copa desde la guía del elevador hasta la base	N	47,0	47,10	-0,10	1,0	0,05
	Espesor	K	50,0	50,46	-0,46	2,0	0,05
	Largo	L	150,0	149,19	0,81	2,0	0,05
	Ancho	M	125,0	125,57	-0,57	2,0	0,05

OBSERVACIONES

Con fines de identificación de la calibración se colocó una etiqueta autoadhesiva con el número de certificado.

(*) Dato proporcionado por el cliente

DECLARACIÓN DE LA INCERTIDUMBRE EXPANDIDA U

La incertidumbre expandida de medida se ha obtenido multiplicando la incertidumbre típica de medición por el factor de cobertura $k=2$ que, para una distribución normal, corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente el 95%.

- Molde Proctor Modificado 6”

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN TC-17255-2023

PROFORMA : 5341A Fecha de emisión : 2023-12-04 Página : 1 de 2

SOLICITANTE : INGEPAV INGENIEROS S.A.C.

Dirección : Cal. 21 Mts. 2 Lote. 34 Urb. Cooppp Lima - Lima - San Martín De Porres

INSTRUMENTO DE MEDICIÓN : MOLDE PROCTOR MODIFICADO 6”

Marca : NO INDICA
Modelo : NO INDICA
N° de Serie : NO INDICA
Identificación : NO INDICA
Procedencia : NO INDICA
Ubicación : LABORATORIO
Fecha de Calibración : 2023-04-04

TEST & CONTROL S.A.C. es un Laboratorio de Calibración y Certificación de equipos de medición basado a la Norma Técnica Peruana ISO/IEC 17025.

TEST & CONTROL S.A.C. brinda los servicios de calibración de instrumentos de medición con los más altos estándares de calidad, garantizando la satisfacción de nuestros clientes.

LUGAR DE CALIBRACIÓN

Instalaciones de INGEPAV INGENIEROS S.A.C.

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

MÉTODO DE CALIBRACIÓN

La calibración se realizó por comparación directa utilizando patrones calibrados y trazables al sistema internacional de medida, tomando como referencia la Norma ASTM D-698.

Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones se le recomienda al usuario recalibrar sus instrumentos a intervalos apropiados de acuerdo al uso.

CONDICIONES AMBIENTALES

MAGNITUD	INICIAL	FINAL
TEMPERATURA	25,6 °C	26,4 °C
HUMEDAD RELATIVA	54 % HR	53 % HR

Los resultados son válidos solamente para el ítem sometido a calibración, no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

TEST & CONTROL S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que puedan ocurrir después de su calibración debido a la mala manipulación de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en el presente documento.

El presente documento carece de valor sin firma y sello.



Lic. Nicolás Ramos Paucar
Gerente Técnico.
CFP :0316



TRAZABILIDAD

Patrón de Referencia	Patrón de Trabajo	Certificado de calibración
Bloques de Longitud Grado 0 METROCAL	Pls de Rey Ø mm a 300 mm	L-1422-2019

RESULTADOS DE MEDICIÓN

MOLDE

	Valor Nominal (mm)	Patrón (mm)	Error (mm)	Incertidumbre (mm)
Diámetro	152,40	152,11	-0,29	0,01
Altura	118,43	118,45	0,02	0,01

COLLAR

	Valor Nominal (mm)	Patrón (mm)	Error (mm)	Incertidumbre (mm)
Diámetro	152,40	152,42	0,02	0,01
Altura	60,33	59,98	-0,35	0,01

PLACA BASE

	Valor Nominal (mm)	Patrón (mm)	Error (mm)	Incertidumbre (mm)
Diámetro	200,00	199,80	-0,20	0,01
Altura	12,70	13,10	0,40	0,01

OBSERVACIONES

Con fines de identificación de la calibración se colocó una etiqueta adhesiva con el número de Certificado.

INCERTIDUMBRE

La incertidumbre expandida de medida se ha obtenido multiplicando la incertidumbre típica de medición por el factor de cobertura $k=2$ que, para una distribución normal, corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente el 95%.

FIN DEL DOCUMENTO



- Prensa CBR



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

TC - 17459 - 2023

PROFORMA : 0031B

Fecha de emisión : 2023 - 03 - 29

Página : 1

SOLICITANTE : INGEPAVINGENIEROS S.A.C.

Dirección : CAL 21 MZA. 2 LOTE 34 URB COOPPI - LIMA - SAN MARTIN DE PORRES

INSTRUMENTO DE MEDICIÓN: PRENSA CBR
 Marca: No aplica
 Modelo: MA - 75
 N° de serie: 156
 Intervalo de indicación: 0 - 5000 Kgf
 Procedencia: METROTEST
 Identificación: Número
 Fecha de Calibración: 2023 - 03 - 31
 Ubicación: LABORATORIO

TEST & CONTROL S.A.C. es un Laboratorio de Calibración y Certificación de equipo de medición basados a la Norma Técnica Peruana E0100 (ISO).

TEST & CONTROL S.A.C. brinda los servicios de calibración de instrumentos de medición con los más altos estándares de calidad garantizando la satisfacción de nuestros clientes.

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los Patrones Nacionales o Internacionales de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

LUGAR DE CALIBRACIÓN

Instalaciones de INGEPAVINGENIEROS S.A.C

Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones se le recomienda al usuario recalibrar sus instrumentos a intervalos apropiados.

MÉTODO DE CALIBRACIÓN

La calibración se realizó por comparación directa utilizando el PIC 623 Procedimiento para la calibración de prensas, celdas y análisis de carga.

Los resultados son válidos solamente para el ítem sometido a calibración, no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

CONDICIONES AMBIENTALES

Magnitud	Inicial	Final
Temperatura	23,1 °C	24,3 °C
Humedad Relativa	50,5 %	47,4 %

TEST & CONTROL S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que puedan ocurrir después de su calibración debido a la mala manipulación de este instrumento, o de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en el presente documento.

El presente documento carece de valor sin firma y sello.

Lt. Alejo Ramos Ponce
Gerente Técnico
CPF: 6316

ANEXO 5: TABLAS

Tabla. 01 Numero de Calicatas para exploracion de suelos.

Tipo de Carretera	Profundidad (m)	Número mínimo de Calicatas	Observación
Autopista: carreteras de IMDA mayor de 6000 veh/día, de calzadas separadas, cada una con dos o más carriles	1.5m respecto al nivel de subrasante del proyecto	-Calzada 2 carriles por sentido 4 calicatas x km x sentido -Calzada 3 carriles por sentido 4 calicatas x km x sentido -Calzada 4 carriles por sentido 6 calicatas x km x sentido	Las calicatas se ubican longitudinalmente y en forma alternada
Carreteras Duales o Multicarril: Carretera de IMDA entre 6000 y 4001 veh/día, de calzadas separadas, cada una con dos o más carriles	1.5m respecto al nivel de subrasante del proyecto	-Calzada 2 carriles por sentido 4 calicatas x km x sentido -Calzada 3 carriles por sentido 4 calicatas x km x sentido -Calzada 4 carriles por sentido 6 calicatas x km x sentido	
Carreteras Duales o Multicarril: Carretera de IMDA entre 4000 y 2001 veh/día, de una calzada de dos carriles.	1.5m respecto al nivel de subrasante del proyecto	· 4 calicatas x km	Las calicatas se ubican longitudinalmente y en forma alternada
Carreteras Duales o Multicarril: Carretera de IMDA entre 2000 y 401 veh/día, de una calzada de dos carriles.	1.5m respecto al nivel de subrasante del proyecto	· 3 calicatas x km	
Carreteras Duales o Multicarril: Carretera de IMDA entre 400 y 201 veh/día, de una calzada de dos carriles.	1.5m respecto al nivel de subrasante del proyecto	· 2 calicatas x km	
Carreteras Duales o Multicarril: Carretera de IMDA ≤ 200 veh/día, de una calzada.	1.5m respecto al nivel de subrasante del proyecto	· 1 calicatas x km	

Fuente: Manual de Carreteras – Sección suelos y Pavimentos

Tabla. 02 Numero de ensayos CBR.

Tipo de Carretera	N° Mr y CBR
Autopista: carreteras de IMDA mayor de 6000 veh/día, de calzadas separadas, cada una con dos o más carriles	<ul style="list-style-type: none"> • Calzada 2 carriles por sentido: 1 Mr cada 3 km x sentido y 1 CBR cada 1 km x sentido • Calzada 3 carriles por sentido: 1 Mr cada 2 km x sentido y 1 CBR cada 1 km x sentido • Calzada 4 carriles por sentido: 1 Mr cada 1 km y 1 CBR cada 1 km x sentido
Carreteras Duales o Multicarril: Carretera de IMDA entre 6000 y 4001 veh/día, de calzadas separadas, cada una con dos o más carriles	<ul style="list-style-type: none"> • Calzada 2 carriles por sentido: 1 Mr cada 3 km x sentido y 1 CBR cada 1 km x sentido • Calzada 3 carriles por sentido: 1 Mr cada 2 km x sentido y 1 CBR cada 1 km x sentido • Calzada 4 carriles por sentido: 1 Mr cada 1 km y 1 CBR cada 1 km x sentido
Carreteras Duales o Multicarril: Carretera de IMDA entre 4000 y 2001 veh/día, de una calzada de dos carriles.	• Cada 1 km se realizara un CBR
Carreteras Duales o Multicarril: Carretera de IMDA entre 2000 y 401 veh/día, de una calzada de dos carriles.	• Cada 1.5 km se realizara un CBR
Carreteras Duales o Multicarril: Carretera de IMDA entre 400 y 201 veh/día, de una calzada de dos carriles.	• Cada 2 km se realizara un CBR
Carreteras Duales o Multicarril: Carretera de IMDA ≤ 200 veh/día, de una calzada.	• Cada 3 km se realizara un CBR

Fuente: Manual de Carreteras – Sección suelos y Pavimentos

Tabla. 05 Ensayos de laboratorio.

	Ensayo	Instrumento
Ensayos	Ensayo de análisis granulométrico	Ficha de Resultados de Laboratorio NTP 339.128
	Ensayo de Clasificación de Suelos	Ficha de Resultados de Laboratorio NTP 339.1348
	Ensayo Límites de Consistencia IP	Ficha de Resultados de Laboratorio NTP D4318
	Ensayo Proctor Modificado	Ficha de Resultados de Laboratorio ASTM D1559
	Ensayo de CBR	Ficha de Resultados de Laboratorio ASTM D1883

Fuente: Elaboración propia

Tabla. 06: Resultados de los ensayos en laboratorio de la muestra natural.

ENSAYOS		CALICATA N°03
CONTENIDO DE HUMEDAD		8.6 %
LÍMITES DE ATTERBERG	Límite líquido	29 %
	Límite plástico	21 %
	Índice de plasticidad	8 %
CLASIFICACIÓN DE SUELOS	SUCS	CL – ARCILLA DE BAJA PLASTICIDAD CON ARENA
	AASHTO	A-4-5
PROCTOR MODIFICADO	Óptimo contenido de Humedad (OCH)	16.2%
	Densidad Máxima Seca (DMS)	1.822 g/cm ³
California Bearing Ratio (CBR)		8.6 %

Fuente: Elaboración propia.

Tabla N° 07: Ensayo de Atterberg con la incorporación de ceniza de totora

	Limite Liquido	Limite Plastico	Indice de Plasticidad
SUELO NATURAL (SN)	29%	21%	8%
SN+6.5%CTT	26%	22%	4%
SN+11.5%CTT	NP	NP	NP
SN+16.5%CTT	NP	NP	NP

Fuente: Elaboración propia.

Tabla N° 08: Ensayo de Atterberg con la incorporación de ceniza de tuna

	Limite Liquido	Limite Plastico	Indice de Plasticidad
SUELO NATURAL (SN)	29%	21%	8%
SN+7.5%CTN	26%	23%	3%
SN+11.5%CTN	NP	NP	NP
SN+15.5%CTN	NP	NP	NP

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 09. Óptimo Contenido de Humedad (OCH) y Máxima Densidad Seca (MDS) con la incorporación de Ceniza de totora.

CALICATA N°03	Óptimo Contenido de Humedad (OCH)	Máxima Densidad Seca (MDS)
SUELO NATURAL (SN)	16.20%	1.822 gr/cm³
SN+6.5%CTT	15.60%	1.885 gr/cm³
SN+11.5%CTT	17.50%	1.839 gr/cm³
SN+16.5% CTT	18.10%	1.739 gr/cm³

Fuente: Elaboración propia

Tabla 10. Óptimo Contenido de Humedad (OCH) y Máxima Densidad Seca (MDS) con la incorporación de Ceniza de tuna.

CALICATA N°03	Óptimo Contenido de Humedad (OCH)	Máxima Densidad Seca (MDS)
SUELO NATURAL (SN)	16.20%	1.822 gr/cm ³
SN+6.5%CTT	17.10%	1.859 gr/cm ³
SN+11.5%CTT	18.80%	1.824 gr/cm ³
SN+16.5% CTT	18.30%	1.749 gr/cm ³

Fuente: Elaboración propia

Tabla 11. Ensayo de California Bearing Ratio (CBR) con la incorporación de ceniza de totora.

CALICATA N°03	California Bearing Ratio (CBR) al 95%	California Bearing Ratio (CBR) al 100%
SUELO NATURAL (SN)	8.60%	10.20%
SN+6.5%CTT	12.90%	15.20%
SN+11.5%CTT	22.70%	26.70%
SN+16.5% CTT	28.30%	33.10%

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 12. Ensayo de California Bearing Ratio (CBR) con la incorporación de ceniza de tuna.

CALICATA N°03	California Bearing Ratio (CBR) al 95%	California Bearing Ratio (CBR) al 100%
SUELO NATURAL (SN)	8.60%	10.20%
SN+7.5%CTN	15.80%	18.80%
SN+11.5%CTN	20.00%	23.60%
SN+15.5% CTN	29.60%	34.90%

Fuente: Elaboración propia.

ANEXO 6: PANEL FOTOGRÁFICO

- Titora



Fuente: Elaboración Propia



Fuente: Elaboración Propia



Fuente: Elaboración Propia

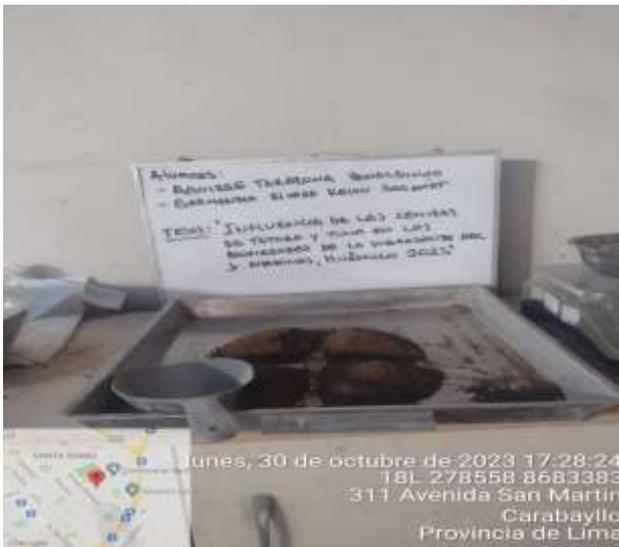
Fuente: Elaboración Propia

Ensayos de Laboratorio



Fuente: Elaboración Propia

Fuente: Elaboración Propia



Fuente: Elaboración Propia

Fuente: Elaboración Propia



Fuente: Elaboración Propia



Fuente: Elaboración Propia



Fuente: Elaboración Propia



Fuente: Elaboración Propia