



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

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

**Estabilización de subrasante aplicando fibra de plátano y  
ceniza de ichu en la carretera José Gálvez, Chanchamayo, 2023**

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

Ingeniero Civil

**AUTORES:**

Fernandez Villegas, Arnold Darwin (orcid.org/0000-0003-0035-1102)  
Villanueva Gamarra, Abelardo Leonardo (orcid.org/0000-0002-6469-4131)

**ASESOR:**

Mg. Pinto Barrantes, Raul Antonio (orcid.org/0000-0002-9573-0182)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Diseño de Infraestructura Vial

**LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:**

Desarrollo económico, empleo y emprendimiento

**LIMA – PERÚ**

**2024**



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

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

### **Declaratoria de Autenticidad del Asesor**

Yo, PINTO BARRANTES RAUL ANTONIO, 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: "Estabilización de subrasante aplicando fibra de plátano y ceniza de ichu en la carretera José Gálvez, Chanchamayo, 2023", cuyos autores son VILLANUEVA GAMARRA ABELARDO LEONARDO, FERNANDEZ VILLEGAS ARNOLD DARWIN, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 17%, 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, 20 de Junio del 2024

<b>Apellidos y Nombres del Asesor:</b>	<b>Firma</b>
PINTO BARRANTES RAUL ANTONIO <b>DNI:</b> 07732471 <b>ORCID:</b> 0000-0002-9573-0182	Firmado electrónicamente por: RPINTOBA el 18-07- 2024 20:54:19

Código documento Trilce: TRI - 0766613



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

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

### **Declaratoria de Originalidad de los Autores**

Nosotros, VILLANUEVA GAMARRA ABELARDO LEONARDO, FERNANDEZ VILLEGAS ARNOLD DARWIN 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: "Estabilización de subrasante aplicando fibra de plátano y ceniza de ichu en la carretera José Gálvez, Chanchamayo, 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.

<b>Nombres y Apellidos</b>	<b>Firma</b>
ARNOLD DARWIN FERNANDEZ VILLEGAS <b>DNI:</b> 72760195 <b>ORCID:</b> 0000-0003-0035-1102	Firmado electrónicamente por: AFERNANDEZVI el 20- 06-2024 20:24:35
ABELARDO LEONARDO VILLANUEVA GAMARRA <b>DNI:</b> 74929307 <b>ORCID:</b> 0000-0002-6469-4131	Firmado electrónicamente por: AVILLANUEVAGA31 el 20-06-2024 20:23:17

Código documento Trilce: TRI - 0766611

## **Dedicatoria**

Dedicamos esta investigación a Dios, quién nos ha brindado el conocimiento requerido para culminar con este proyecto de suma relevancia. También, está dedicado al asesor de la materia, dado que fue la base e inspiración para la creación de este documento. De la misma manera, va dedicado a nuestras familias, quienes nos han brindado amor y apoyo incondicional a lo largo de nuestra trayectoria académica y profesional.

Fernández Villegas, Arnold Darwin

Villanueva Gamarra, Abelardo Leonardo

## **Agradecimiento**

Expresamos nuestro mayor y sincero agradecimiento a Dios, por bendecirnos con salud, fortaleza y sabiduría en las sendas del aprendizaje. Así mismo, mención especial al Mg. Pinto Barrantes Raúl Antonio, por brindarnos las pautas y guía respectiva para el proceso de desarrollo del presente proyecto. Además, un agradecimiento incondicional a nuestras familias por ser la base para alcanzar nuestras aspiraciones. Para culminar, agradecemos a la Universidad César Vallejo por brindarnos la oportunidad de desarrollarnos como profesionales competentes y emprendedores.

Fernández Villegas, Arnold Darwin

Villanueva Gamarra, Abelardo Leonardo

## Índice de contenidos

Declaratoria de autenticidad del asesor .....	ii
Declaratoria de originalidad de los autores .....	iii
Dedicatoria.....	iv
Agradecimiento .....	v
Índice de contenidos .....	vi
Índice de tablas.....	vii
Índice de figuras.....	ix
Resumen .....	xi
Abstract.....	xii
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. METODOLOGÍA.....	19
III. RESULTADOS .....	29
IV. DISCUSIÓN.....	67
V. CONCLUSIONES .....	74
VI. RECOMENDACIONES.....	76
REFERENCIAS .....	
ANEXOS.....	

## Índice de tablas

Tabla 1. <i>Tipos de suelos conforme a sus tamaños</i> .....	10
Tabla 2. <i>Diferencias entre suelos gruesos y suelos finos</i> .....	10
Tabla 3. <i>Masa mínima recomendada de espécimen de prueba húmeda</i> .....	13
Tabla 4. <i>Tamices y Aberturas para análisis granulométrico</i> .....	13
Tabla 5. <i>Número de calicatas y cantidad de muestras por ensayo</i> .....	23
Tabla 6. <i>Muestra para analizar propiedades físicas (fibra de plátano)</i> .....	23
Tabla 7. <i>Muestra para analizar propiedades físicas (ceniza de ichu)</i> .....	23
Tabla 8. <i>Muestra para analizar propiedades mecánicas (fibra de plátano)</i> .....	24
Tabla 9. <i>Muestra para analizar propiedades mecánicas (ceniza de ichu)</i> .....	24
Tabla 10. <i>Técnicas e instrumentos de recolección de datos</i> .....	25
Tabla 11. <i>Contenido de humedad y elongación de la fibra de plátano</i> .....	31
Tabla 12. <i>Contenido de humedad de la ceniza de ichu</i> .....	31
Tabla 13. <i>Resultados del análisis químico de la ceniza de ichu</i> .....	31
Tabla 14. <i>Granulometría del suelo natural (Calicata 1 – M2)</i> .....	32
Tabla 15. <i>Límites de Atterberg (Calicata 1 – M2)</i> .....	33
Tabla 16. <i>Proctor modificado (Calicata 1 – M2)</i> .....	34
Tabla 17. <i>CBR (Calicata 1 – M2)</i> .....	34
Tabla 18. <i>Granulometría del suelo natural (Calicata 2 – M2)</i> .....	36
Tabla 19. <i>Límites de Atterberg (Calicata 2 – M2)</i> .....	37
Tabla 20. <i>Proctor modificado (Calicata 2 – M2)</i> .....	38
Tabla 21. <i>CBR (Calicata 2 – M2)</i> .....	38
Tabla 22. <i>Granulometría del suelo natural (Calicata 3 – M2)</i> .....	40
Tabla 23. <i>Límites de Atterberg (Calicata 3 – M2)</i> .....	41
Tabla 24. <i>Proctor modificado (Calicata 3 – M2)</i> .....	42
Tabla 25. <i>CBR (Calicata 3 – M2)</i> .....	42
Tabla 26. <i>Granulometría combinación suelo natural y fibra de plátano al 3.5%</i> ...	44
Tabla 27. <i>Granulometría combinación suelo natural y fibra de plátano al 4.5%</i> ...	45
Tabla 28. <i>Granulometría combinación suelo natural y fibra de plátano al 5.5%</i> ...	46
Tabla 29. <i>Granulometría combinación suelo natural y ceniza de ichu al 3.5%</i> .....	47
Tabla 30. <i>Granulometría combinación suelo natural y ceniza de ichu al 4.5%</i> .....	48
Tabla 31. <i>Granulometría combinación suelo natural y ceniza de ichu al 5.5%</i> .....	49

Tabla 32. <i>Contenido de humedad (adición de fibra de plátano)</i> .....	50
Tabla 33. <i>Contenido de humedad (adición de ceniza de ichu)</i> .....	51
Tabla 34. <i>Límites de consistencia (adición de fibra de plátano)</i> .....	52
Tabla 35. <i>Límites de consistencia (adición de ceniza de ichu)</i> .....	53
Tabla 36. <i>Peso unitario (adición de fibra de plátano)</i> .....	54
Tabla 37. <i>Peso unitario (adición de ceniza de ichu)</i> .....	55
Tabla 38. <i>Máxima densidad seca (adición fibra de plátano)</i> .....	56
Tabla 39. <i>Humedad óptima (adición fibra de plátano)</i> .....	57
Tabla 40. <i>Máxima densidad seca (adición ceniza de ichu)</i> .....	58
Tabla 41. <i>Humedad óptima (adición ceniza de ichu)</i> .....	59
Tabla 42. <i>Capacidad de carga admisible</i> .....	60
Tabla 43. <i>CBR con la incorporación de fibra de plátano</i> .....	61
Tabla 44. <i>CBR con la incorporación ceniza de ichu</i> .....	62
Tabla 45. <i>Influencia de los materiales de estudio en el contenido de humedad</i> ...	63
Tabla 46. <i>Influencia de los materiales – humedad óptima y máxima densidad</i> ....	64
Tabla 47. <i>Influencia de los materiales en la capacidad de carga</i> .....	65
Tabla 48. <i>Influencia de los materiales en el CBR</i> .....	66

## Índice de figuras

<i>Figura 1.</i> Copa de Casagrande .....	12
<i>Figura 2.</i> Materiales para la prueba de Proctor Modificado .....	14
<i>Figura 3.</i> Materiales empleados para la prueba de CBR .....	15
<i>Figura 4.</i> Proceso de tamizaje de las muestras.....	15
<i>Figura 5.</i> Trazo del recorrido de la muestra y las calicatas.....	22
<i>Figura 6.</i> Flujograma de los procedimientos de la investigación.....	28
<i>Figura 7.</i> Ubicación del distrito de Perené .....	29
<i>Figura 8.</i> Localización del centro poblado José Gálvez .....	29
<i>Figura 9.</i> Curva granulométrica C1 – M2.....	32
<i>Figura 10.</i> Diagrama de fluidez C1 – M2.....	33
<i>Figura 11.</i> Relación humedad vs densidad C1 – M2 .....	34
<i>Figura 12.</i> Gráfica CBR C1 – M2.....	35
<i>Figura 13.</i> Curva granulométrica C2 – M2.....	36
<i>Figura 14.</i> Diagrama de fluidez C2 – M2.....	37
<i>Figura 15.</i> Relación humedad vs densidad C2 – M2 .....	38
<i>Figura 16.</i> Gráfica CBR C2 – M2.....	39
<i>Figura 17.</i> Curva granulométrica C3 – M2.....	40
<i>Figura 18.</i> Diagrama de fluidez C3 – M2.....	41
<i>Figura 19.</i> Relación humedad y densidad C3 – M2.....	42
<i>Figura 20.</i> Gráfica CBR C3 – M2.....	43
<i>Figura 21.</i> Curva granulométrica mezcla fibra de plátano al 3.5%.....	44
<i>Figura 22.</i> Curva granulométrica mezcla fibra de plátano al 4.5%.....	45
<i>Figura 23.</i> Curva granulométrica mezcla fibra de plátano al 5.5%.....	46
<i>Figura 24.</i> Curva granulométrica mezcla ceniza de ichu al 3.5% .....	47
<i>Figura 25.</i> Curva granulométrica mezcla ceniza de ichu al 4.5% .....	48
<i>Figura 26.</i> Curva granulométrica mezcla ceniza de ichu al 5.5% .....	49
<i>Figura 27.</i> Contenido de humedad adicionando la fibra de plátano .....	50
<i>Figura 28.</i> Contenido de humedad adicionando ceniza de ichu .....	51
<i>Figura 29.</i> Límites de consistencia adicionando fibra de plátano.....	52
<i>Figura 30.</i> Límites de consistencia adicionando ceniza de ichu .....	53
<i>Figura 31.</i> Pesos unitarios respecto a las proporciones estudiadas (F.P.) .....	54

<i>Figura 32.</i> Pesos unitarios respecto a las proporciones estudiadas (C.I.) .....	55
<i>Figura 33.</i> Máxima densidad seca (fibra de plátano) .....	56
<i>Figura 34.</i> Humedad óptima (fibra de plátano) .....	57
<i>Figura 35.</i> Máxima densidad seca (ceniza de ichu).....	58
<i>Figura 36.</i> Humedad óptima (ceniza de ichu) .....	59
<i>Figura 37.</i> Valores de capacidad de carga admisible .....	60
<i>Figura 38.</i> CBR adicionando fibra de plátano .....	61
<i>Figura 39.</i> CBR adicionando ceniza de ichu.....	62

## Resumen

En la actualidad, existe una gran deficiencia en la infraestructura vial de las diferentes zonas del país peruano. La carretera José Gálvez, localizada en Chanchamayo no cuenta con una vía adecuadamente óptima para el transporte vehicular. El objetivo de este proyecto fue determinar la influencia de la fibra de plátano (F.P.) y la ceniza de ichu (C.I.) en la estabilización de la subrasante en la carretera José Gálvez. La metodología fue del tipo aplicada, diseño cuasiexperimental y de enfoque cuantitativo. Se realizaron 3 calicatas, al más crítico se adicionaron los adherentes por separado en porcentajes de 3.5%, 4.5% y 5.5%. La población fue toda la carretera José Gálvez, siendo la muestra desde la progresiva 2+080.00 hasta 5+080.00. Se emplearon ensayos de contenido de humedad, granulometría, límite de Atterberg, Proctor modificado y CBR. Los resultados de los ensayos demostraron que el uso de uso de F.P. y C.I. favorecen al comportamiento de la subrasante. Cabe destacar que el óptimo porcentaje para mejorar la estabilización de la subrasante se encuentra dado entre un rango de 4.5% a 4.5% para ambos aditivos. Por ende, la adición de F.P. y C.I. influyen significativamente en la estabilización de la subrasante en la carretera José Gálvez.

**Palabras clave:** fibra de plátano, ceniza de ichu, subrasante, propiedades físicas y propiedades mecánicas.

## **Abstract**

Currently, there is a great deficiency in the road infrastructure in the different areas of the Peruvian country. The José Gálvez highway, located in Chanchamayo, does not have an adequately optimal road for vehicular transportation. The objective of this project was to determine the influence of plantain fiber (P.F.) and ichu ash (I.C.) on the stabilization of the subgrade on the José Gálvez highway. The methodology was of the applied type, quasi-experimental design and quantitative approach. Three test pits were made, to the most critical one the adherents were added separately in percentages of 3.5%, 4.5% and 5.5%. The population was the entire José Gálvez road, being the sample from progressive 2+080.00 to 5+080.00. Moisture content, granulometry, Atterberg limit, modified Proctor and CBR tests were used. The results of the tests showed that the use of F.P. and C.I. favored the performance of the subgrade. It should be noted that the optimum percentage to improve the stabilization of the subgrade is given between a range of 4.5% to 4.5% for both additives. Therefore, the addition of F.P. and C.I. have a significant influence on the stabilization of the subgrade on the José Gálvez highway.

**KEYWORDS:** banana fiber, ichu ash, subgrade, physical properties and mechanical properties.

## I. INTRODUCCIÓN

La relevancia del tema de indagación, tiene como fundamento el aporte al conocimiento sobre el uso de componentes innovadores en la consolidación de subrasantes para infraestructuras viales, tomando como base contribuir al mejoramiento del comportamiento de sus propiedades mecánicas, así como de sus características físicas. Bajo esta premisa, el objetivo de desarrollo sostenible del proyecto es el trabajo decente y crecimiento económico.

A nivel internacional, el diseño respecto a obras viales se concibe a través de la expectativa de proporcionar servicios a lo largo de toda su vida útil. En este contexto, la subrasante desempeña un papel crítico, ya que constituye el cimiento de la infraestructura vial. Los planes y costos asociados al sistema estructural de la carretera se ajustan según el tipo y la calidad de la subrasante. Además, en las regiones como la selva tropical del África subsahariana, las subrasantes a menudo no llegan a cumplir con los mínimos requisitos de resistencia para soportar el tráfico, lo que exige la implementación de procesos de estabilización con la intención de aumentar su capacidad de carga, así como la densidad seca del mismo. Cabe precisar que, la estabilización puede adoptar dos enfoques principales; físicas y mecánicas. El primer enfoque involucra lo que es la incorporación de aditivos comerciales al suelo para modificar sus propiedades técnicas, como son flexibilidad, textura, o para actuar como agente aglutinante que cementa el suelo, mientras que el otro enfoque está basado en la mezcla del suelo con la finalidad de alcanzar las propiedades deseadas (Desmond et al., 2022). Además, el problema de la calidad y la estabilidad de las carreteras es una preocupación común en muchas regiones del mundo. Debido a que los caracteres de las carreteras llegan a influir directamente en la seguridad vial, la eficiencia del transporte, así como la conectividad entre regiones. De igual forma según datos de la Organización Mundial de la Salud (OMS), así como de la Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT), precisaron que al menos una cifra con valor de 1.35 millones de individuos fallecen anualmente por incidentes de tráfico, se tiene en cuenta que la gran parte de este tipo de accidente son a consecuencia del estado en las que se encuentran las carreteras. Así también, a raíz de este factor, se

incrementa la emisión de gases de efectos invernaderos en base a la congestión del tráfico vehicular, dado que tienden a consumir mayor combustible en carreteras deterioradas (Salinas y Villao, 2019).

En el Perú, al igual que en distintas zonas de Latinoamérica, es notable la ausencia de infraestructura vial, destacando la falta de rutas pavimentadas para conectar distintas regiones, dando un total de 141603.00 kilómetros de vías no pavimentadas (Castro, 2020). Geotécnicamente, el Perú se ha caracterizado por tener deficiencias en la mayoría de sus suelos, así como en sus propiedades mecánico-físicas. Los suelos más resaltantes son los arcillosos, así como los suelos con material fino, siendo un problema general, creando variedad de dificultades en las construcciones, ya que este tipo de suelos presentan capacidades bajas de soporte, expansión volumétrica y plasticidades altas. Es así que, el suelo que más abunda en el Perú es el arcilloso, considerándose un tipo de suelo sensible, teniendo como problemas principales las grietas, baja resistividad, propenso a deformaciones, entre otros. Por otro lado, teniendo una visión más amplia, este problema se repite en otros países, no obstante, se puede brindar soluciones a dicha dificultad (Guerra, 2020). Es por ello que, en el contexto peruano, la calidad de las carreteras es un desafío significativo. Datos del Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC), así como el Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI) respaldan esta problemática, dado que, según el MTC, el Perú tiene una extensa red vial que abarca más de 140000 kilómetros, pero gran parte de esta red presenta deficiencias en cuanto a su estado y mantenimiento. Además, el INEI reporta que, en 2020, el 37.4% de las carreteras a nivel nacional se encontraban en estado regular, malo o muy malo. Esto afecta tanto a las carreteras principales como a las secundarias y terciarias (Atoche y Mendoza, 2021).

Al transitar por el distrito de José Gálvez y Puerto Yurinaqui, ubicada en la provincia de Chanchamayo, en la región Junín, se observó la carretera denominada José Gálvez, en la cual se pudo presenciar que la infraestructura vial ubicada a nivel de subrasante, presenta un estado de deterioro evidente. Asimismo, se manifiestan problemas como baches, deslizamientos, hundimientos, etc., los cuales eran fácilmente visibles a lo largo de todo el recorrido de la carretera debido al tipo

de suelo arcilloso que esta presentaba. Por consiguiente, este estudio se centró en la implementación de dos aditivos estabilizantes, fibra de plátano y ceniza de ichu, para la subrasante de dicha vía, dado que la carretera mencionada es la entrada principal hacia uno de los distritos que posee una vasta producción de productos agrícolas en dicho departamento. Cabe denotar que, en el caso específico de Chanchamayo, región que se llega a encontrar ubicado en la selva central del Perú, la problemática se agrava debido a las condiciones climáticas y topográficas, dado que Chanchamayo es una zona donde las precipitaciones pluviales son frecuentes, lo que puede causar erosión y daño a las carreteras. Las vías de esta zona son fundamentales para el transporte de productos agrícolas y el acceso a zonas remotas, por lo que su calidad es esencial para su ámbito económico local, así como las condiciones de vida en relación a los lugareños de la zona.

En el contexto del presente estudio, se plantea como principal problema la siguiente disyuntiva: ¿De qué manera influye la fibra de plátano y la ceniza de ichu en la estabilización de la subrasante en la carretera José Gálvez, Chanchamayo, 2023? Como problemas específicos: ¿En cuánto influyen la fibra de plátano y la ceniza de ichu en las propiedades físicas de la subrasante en la carretera José Gálvez, Chanchamayo? ¿En cuánto influyen la fibra de plátano y la ceniza de Ichu en las propiedades mecánicas de la subrasante en la carretera José Gálvez, Chanchamayo? ¿En cuánto influye la dosificación de fibra de plátano y ceniza de ichu en la estabilización de la subrasante en la carretera José Gálvez, Chanchamayo?

Bajo las premisas mencionadas, se detalla la justificación teórica, la cual está basada teoría que sugiere que al añadir materiales como la fibra de plátano y la ceniza de ichu puede mejorar las características mecánicas de los suelos, aumentando su capacidad de carga, resistencia a la deformación y estabilidad. Existen estudios previos que respaldan esta idea, demostrando que estos materiales pueden actuar como agentes de refuerzo y mejorar la cohesión del suelo. Al contribuir a este cuerpo teórico, esta investigación buscó validar y ampliar estos conocimientos en el contexto específico de la vía José Gálvez en Chanchamayo. Así mismo, la justificación práctica, se enfoca a abordar un dilema

concreto y relevante en el mantenimiento de infraestructuras viales. La implementación de una solución basada en fibra de plátano y ceniza de ichu, teniendo la finalidad de ofrecer beneficios tangibles, como una mayor durabilidad de la carretera, reducción de fisuras y baches, también una menor necesidad de mantenimiento constante. Esto no solo contribuye a poder mejorar la calidad de las carreteras, además también a reducir los costos asociados con su conservación a lo largo del tiempo.

Del mismo modo, como justificación metodológica, este estudio se enfoca en realizar una averiguación experimental en laboratorio con pruebas de campo, con la intención de garantizar una evaluación completa y rigurosa de la técnica de estabilización propuesta. Las pruebas que se han realizado en el laboratorio permitieron comprender mejor cómo interactúan los materiales en un entorno controlado, mientras que los ensayos de campo proporcionaron información sobre la efectividad y aplicabilidad de la solución en condiciones reales de la carretera José Gálvez. Respecto a la justificación económica, desde una perspectiva específica, la investigación busca demostrar que la aplicación de fibra de plátano y ceniza de Ichu en la estabilización de subrasantes puede ser una alternativa rentable a largo plazo. Pues, al reducir la frecuencia y el alcance de las reparaciones y mantenimiento de las carreteras, se esperaría un ahorro significativo en los costos operativos para las autoridades viales y una menor carga económica para los usuarios de la carretera.

Por otra parte, como justificación ambiental, la investigación busca impulsar prácticas más sostenibles en el mantenimiento y construcción de infraestructuras viales. El uso de componentes orgánicos como la fibra de plátano y la ceniza de Ichu puede reducir la huella ecológica del sector de la construcción al disminuir la dependencia de materiales sintéticos y alentar la utilización de recursos renovables y locales. Esto puede contribuir a la conservación de ecosistemas y recursos naturales. Así también, la justificación social de este proyecto, tuvo como finalidad contribuir y optimizar el nivel de vida de los habitantes de Chanchamayo y áreas circundantes al garantizar una red vial más segura, duradera y eficiente. Una carretera mejor preservada, facilitaría el transporte de personas y bienes,

promoviendo el progreso tanto como económico y también social de la región. Además, una infraestructura vial más confiable puede impulsar el turismo y las actividades comerciales locales.

En este proyecto de averiguación se tuvo como principal objetivo: Determinar la influencia de la fibra de plátano y la ceniza de ichu en la estabilización de la subrasante en la carretera José Gálvez, Chanchamayo, 2023. Como objetivos específicos se precisó: Determinar la influencia de la fibra de plátano y la ceniza de ichu en las propiedades físicas de la subrasante en la carretera José Gálvez, Chanchamayo. Determinar la influencia de la fibra de plátano y la ceniza de ichu en lo que respecta a las propiedades mecánicas de la subrasante en la carretera José Gálvez, Chanchamayo. Determinar en cuánto influye la dosificación de fibra de plátano y ceniza de ichu en la estabilización de la subrasante en la carretera José Gálvez, Chanchamayo.

Con el propósito de recolectar datos verídicos e información con respecto a las variables establecidas, se recurrió a recabar investigaciones previas de artículos científicos, revistas indexadas y trabajos de grado para realizar este proyecto de investigación.

Laura (2022), determinó como propósito de investigación evaluar sobre cómo influye la fibra de carrizo en la avenida Independencia, distrito de Ilo, Moquegua, teniendo dosificaciones de 0%, 0.5%, 1%, 1.5% y 2%. La metodología que se llegó a emplear ha sido de tipo aplicada, con un enfoque cuantitativo, y con un diseño experimental. Se realizaron 4 excavaciones de estudio en base a las normas establecidas, con el propósito de estudiar las características tanto como físicas y mecánicas. Se tuvo resultados favorables en cuanto al porcentaje de máxima densidad seca, y también humedad. Con esto se concluyó que aplicando la fibra hecha de carrizo se favorece a la estabilización de la subrasante, partiendo desde la disminución de su máxima densidad seca, su índice de plasticidad y la cifra porcentual máxima del óptimo contenido de humedad, resultando un (CBR) de intervalo de 56.6% al 64% con la fibra de carrizo con cambio de 13%.

Adauto (2022), determinó como finalidad verificar si la fibra de agave influyó positivamente en la estabilización de suelos arcillosos en el anexo de Azapampa. Llevó a cabo un estudio de las características mecánicas y físicas para determinar el estado natural y con las reparticiones porcentuales de 0.5%, 1.0% y 1.5%. Esta investigación ha sido de tipo aplicada, de nivel explicativo y de diseño preexperimental. Este proyecto conllevó a la realización de cuatro calicatas para un previo estudio de especímenes de suelo, donde los resultados señalaron que fibra hecho de agave afecta de forma óptima en el contenido de humedad, contenido de humedad y el valor relativo de soporte, teniendo valores de 18.3% en la C-1 y un excelente contenido de humedad en lo que respecta a la muestra patrón de 17.36%; de tal manera que si se incorpora fibra hecho de agave en proporciones de 0.5%, 1.0% y 1.5% con 5cm de largura, obteniéndose valores como 18.37%, 19.77% y también 20.20%. Concluyendo así que la fibra de agave optimiza las características tanto como mecánicas y físicas en la estabilización de suelos arcillosos.

Ccorimanya (2021), determinó como objetivo estabilizar con fibra de tereftalato de polietileno – PET testado en distintos suelos de Cusco, tales como; San Sebastián de San Miguel, Jerónimo, de Pata, San Jerónimo de Oscollopampa y Santiago de Huancaro para tener un CBR estable en la subrasante para carreteras. Fue un tipo de investigación aplicada, de método cuantitativo y de nivel explicativo, donde los ejemplares de estudio estuvieron basados en los suelos cercanos a la ciudad de Cusco. Sus dosificaciones fueron de 0.25%, 0.5%, 1.0% y 1.5% en peso PET y 0.25 mm, 0.4 mm, 1 mm y 1.3 mm de ancho de las fibras de PET. Para ello, se realizaron diferentes ensayos, empezando por los límites de consistencia; teniendo 40.17% para San Sebastián de San Miguel, 22.88% para Pata de San Jerónimo, 24.52% para Oscollopampa de San Jerónimo y Huancaro de Santiago no presentó. Por otro lado, el Proctor modificado está expresado en su óptimo contenido de humedad y máxima densidad seca para dicha compactación, donde sus resultados salieron favorables.

Sánchez (2021), propuso evaluar la influencia de la fibra de plátano en las características mecánicas de la subrasante en suelos de tipo arcillosos, La Palma, Tumbes. Esta investigación ha sido cuasi experimental y de tipo aplicado. Así

mismo, la población de estudio fue la jurisdicción de Papayal, La Palma, Tumbes. La muestra fue la calle donde está ubicada la carretera del Centro Poblado La Palma y el muestreo ha sido no probabilístico. Los instrumentos empleados fueron fichas técnicas y hojas de ensayos de campo. Los efectos al incorporar la fibra de plátano fueron favorables, respecto al ensayo de CBR al 0.1", añadiendo 0.5% se obtuvo 9.4% y 6.8%, añadiendo 1% se obtuvo 8.2% y 4.5%; y para un 1.5% se obtuvo 7.6% y 3.8%. En conclusión, agregar fibra de plátano a suelos arcillosos es factible, logrando una estabilización adecuada de los suelos naturales.

Almanza y Eros (2022), plantearon mejorar la estabilidad del suelo en una trocha carrozable a nivel de subrasante adicionando cenizas de Ichu con valores porcentuales de 4%, 7% y 10%, Caracoto. La metodología con respecto a esta investigación fue experimental y de tipo aplicado. La población de estudio perteneció a las trochas carrozables del distrito de Caracoto, Puno, la muestra fue la vía denominada como Tomas Pampa que comprende de Caracoto hacia la Urb. Nazareno, y el muestreo fue no probabilístico. Los instrumentos aplicados han sido las fichas de laboratorio y de recolección de datos. Así mismo, la información que se logró obtener para el valor de CBR fueron; debido a la adición de cenizas de Ichu, agregando el 4% se obtuvo las cifras de 15.9%, 14.2% y 13.8%, con la adición de 7%, se obtuvo las cifras porcentuales de 12.2%, 12.6% y 13.8%, finalizando con el agregado de 10%, se mostró valores de 8.3%, 9.9% y 10.9% en los ensayos CBR al 95%. En conclusión, al 95% el CBR ha presentado una influencia positiva cuando se le agrega un 4% de agregado, mientras que en los porcentajes de 7% y 10%, disminuyen progresivamente.

Quijano y Valdivia (2021), determinó estabilizar la trocha carrozable Lomaspata, Coracora, Ayacucho con la ceniza de carbón y tusa de maíz, trabajando con dosificaciones del 15%, 20% y 25%. Esta investigación fue de tipo aplicada, de enfoque cuantitativo, de diseño experimental y de nivel explicativo. Por otro lado, la población ha sido representada por la trocha carrozable Lomaspata del distrito de Coracora y la muestra estuvo representada desde el km 0+00 al km 0+800. Para esta investigación se realizaron diversos ensayos en correspondencia a sus físicas y mecánicas, como su clasificación de suelo y límites de consistencia. Es así que para la C-1 se obtuvo LL de 57%, LP de 25% e IP 32% y para la C-2, un LL 56%, LP 26% e IP 30%. Así mismo, en el experimento de Proctor modificado,

se llegó a obtener la máxima densidad seca, y también el óptimo contenido de humedad, finalmente, en el CBR, se concluyó que se obtuvieron datos favorables en base al aumento de su capacidad.

Mamani et al. (2023), se enfocaron en estabilizar la subrasante de la vía Lago Sagrado, en Puno, con la integración de ceniza de quinua y cal. Esta investigación fue realizada con la metodología aplicada, de diseño experimental y de enfoque cuantitativo. Llevándose a cabo excavaciones de tres calicatas, a fin de estudiar el suelo natural y los distintos aditivos. Para ello se realizaron diferentes experimentos con el propósito de conocer las particularidades tanto como mecánicas y también físicas de la subrasante. Se trabajó con dosificaciones de 5%, 7% y 9% de ceniza de quinua y también con un 5% de cal, el contenido de humedad óptimo en base al suelo de fundación fue de 9.90% y la máxima densidad seca con una cifra de 1.833 g/cm<sup>3</sup>. Se concluyó que, a más incorporación de ceniza de quinua, y también de cal, el contenido de humedad disminuye; mientras que, en la máxima densidad seca, este llega a incrementar cuando mayor sea la adición de las dosificaciones de análisis.

Camacllanqui y Rivera (2021), tuvieron como finalidad incorporar ceniza de madera y fibra de coco en la av. Andrés Avelino Cáceres. Para dicha investigación se utilizó porcentajes de 7%, 13% y 18%. El estudio ha sido de tipo aplicada, con diseño experimental, de enfoque cuantitativo y nivel explicativo. La población llegó a estar basada por el distrito de Huancavelica, región de Huancavelica. Donde posteriormente a ello se procedió a realizar los experimentos de laboratorio correspondientes, tales como lo que es el CBR, también Proctor Modificado, así mismo los límites de Atterberg, granulometría y clasificación de suelo. De este modo, la C-1 tuvo de suelo natural 30% LL, LP 27.47% y 2.53% IP, con la adición de las dosificaciones de estudio, se representó que mientras mayor sea su aplicación se llega al punto de no presentar LP e IP. Así también para la C-2, se mostró 30% de LL, 27.47% de LP y 2.53% de IP. Existió variaciones conforme se fue añadiendo las proporciones de estudio. En cuanto al CBR de ceniza de madera, existió un porcentaje óptimo del 7% y con la incorporación de fibra de coco dio un resultado óptimo del 7% también.

Escobar y reyes (2022), precisaron como finalidad de estudio determinar que tanto influye la cáscara de huevo y ceniza de café en la estabilización de la subrasante. Esta investigación se realizó en Carmelo, Virú, Santa Elena. La metodología fue aplicada y cuasiexperimental. Para esta averiguación se procedió con la excavación de 5 calicatas, con el propósito de estudiar los caracteres mecánicos y físicos del suelo. Se trabajó con diferentes dosificaciones que fueron 4% y 2% para ambos adherentes, obteniéndose así afirmaciones positivas en tanto a los resultados que se obtuvieron. Concluyendo que los adherentes de estudio contribuyen con la estabilización de la subrasante del terreno, dado que se obtuvo las cifras porcentuales de CBR de 41.26% y 42.81% para las proporciones analizadas, lo que demuestra una mejoría en la categoría de la subrasante, mostrándose en un rango excelente.

Salas (2022), propuso como fin mejorar la subrasante con la ceniza de caña de azúcar. Así mismo, esta investigación se realizó en el camino vecinal San Gabriel Abancay, Apurímac. El proyecto aplicó un diseño experimental y de investigación aplicada. Para ello, se llegó a realizar ensayos en base a sus particularidades mecánicas y físicas con el propósito de conocer su originalidad y comportamiento, trabajando así con las dosificaciones del 5%, 10% y 15%. De este modo, los resultados obtenidos demostraron que el adherente influye de manera directa. Es así que en el límite líquido tiende a disminuir, con un valor de 39.08% de suelo natural y con el mayor adherente de 15% disminuye, teniéndose un valor de 31.50%; en el límite plástico se presentó un valor de 22.14% de suelo natural y con el adherente máximo tendió a bajar a 20.50%. Por último, su índice de plasticidad abarcó un 16.94%, con el adherente máximo disminuyó hasta el 110.10%. Por consiguiente, el CBR mostró una proclividad a aumentar a mayor sea la dosificación de los elementos de estudio, a diferencia del suelo en su estado natural.

Se presenta como bases teóricas a los suelos, la cual mediante en términos de ingeniería, es el sedimento suelto, producto alterado de la roca y el terreno que se transporta por gravedad a través de medios como agua, hielo y viento, y puede contener material orgánico (Duque y Escobar, 2016).

Respecto al origen y formación de suelos, los macizos rocosos preexistentes que forman un lecho de roca sirven como base del suelo y son susceptibles a la degradación ambiental causada por la erosión. El suelo se forma después de que la erosión mata las rocas. Dependiendo de las circunstancias, el suelo residual puede estar presente cerca del lecho de roca o transportado a través del agua, el viento o una combinación de estas. Los productos derivados de la erosión sufren más deformaciones durante el transporte y después del proceso de sedimentación. Estas modificaciones finales significan diagénesis, por último, esto conduce a la producción de materiales con durabilidad variable. Puede transformarse en roca real bajo presiones y temperaturas extremas (Espinace y Sanhueza, 2004).

Se tiene la catalogación de los suelos, en la cual, el sistema de tipos de suelo representa brevemente las características generales de los mismos, donde estos pueden variar significativamente sin una descripción detallada. Es la estratificación y asociación de suelos con otros que tienen propiedades hidráulicas, mecánicas y físicas similares (Zapata, 2018).

**Tabla 1.** *Tipos de suelos conforme a sus tamaños*

Tipo	Norma IRAM 10535	MIT	SUCS	ASTM D3282 – 93/97
Gravas	5 a 75	>2	4.75 a 75	2 a 75
Arenas	0.0075 a 5	0.06 a 2	0.075 a 4.75	0.075 a 2
Limos	< 0.075	0.002 a 0.060	< 0.075	< 0.075

Fuente: Geología y Geotecnia (2018)

Los diferentes tipos de suelos están asociados en dos grupos grandes, tales como: suelos finos y suelos gruesos, tal y como se viene a detallar en la tabla 2.

**Tabla 2.** *Diferencias entre suelos finos y suelos gruesos*

Suelos gruesos (>1mm)	Suelos finos (<1mm)
La composición interna es visible a simple vista	La composición interna no es visible a simple vista
Las partículas pueden ser angulares o redondeadas	Las partículas pueden ser laminares, angulares o redondeadas
Sin presencia de minerales arcillosos	Pueden presentar minerales arcillosos
Son no cohesivos	Son cohesivos

El tamaño de los vacíos es mayor, pero el volumen total de vacíos es menor: $e < 0.85$	Permeabilidad: Alta (arenas finas), media a baja (limos), muy baja o nula (Arcillas) $k < 10^{-2}$ cm/s
Al aplicarse una sobrecarga significativa, el asentamiento del suelo es instantáneo	Al aplicarse una sobrecarga significativa, se presentan asentamientos diferidos en el tiempo

Fuente: Geología y Geotecnia (2018)

Referente a los caracteres físicos del suelo, los caracteres físicos de la tierra desempeñan un rol muy crucial al momento de determinar si los humanos pueden utilizarla según sus requerimientos (Sakthivel, 2019). Los factores físicos como la dureza del suelo, la capacidad de carga, así como también la de enraizamiento (aireación), el drenaje, la capacidad para el almacenamiento de agua (plasticidad) así como la capacidad de retención de nutrientes, son todos importantes en la determinación de las condiciones físicas. Los profesionales del uso de la tierra conocen las peculiaridades físicas del suelo y su consecuencia en el incremento de los cultivos y las diferentes actividades humanas (Rucks et al., 2004).

Acerca del peso específico, los terrones se forman cuando las partículas del suelo sólido se disponen en una estructura porosa. A pesar de la ausencia de recuento, la gravedad específica respecto a las partículas del suelo (como la arena) permanecen relativamente estables. Las diatomeas se pueden encontrar en la arcilla con una densidad de 2.5 a 2.9 kg/dm<sup>3</sup>, con un peso promedio de 2.65 kg. Por lo tanto, los cambios en el recuento de partículas del suelo tienen poco impacto tanto en sus peculiaridades mecánicas como físicas del suelo. El valor de densidad solo es relevante para hallar la gravedad específica (peso/volumen) de la unidad de suelo que se está analizando. Se puede determinar los niveles de tensión que experimentará la masa de suelo a una profundidad específica utilizando el método precisado (Venkatesh et al., 2022).

Acorde al tamaño, todos los tipos de suelo tienen diferentes dimensiones de partículas. Es decir, la extensión de las partículas de la parte sólida del suelo es diferente, esto permite un análisis inmediato de la composición del tamaño de las mismas. Es necesario verificar que clasificación de tamaño de partículas está presente en la masa del suelo para así saber si este análisis está relacionado con las propiedades del terreno. Esta información puede ser veraz hasta cierto punto,

especialmente pues el suelo es una materia prima para la realización de nuevos materiales, siendo así empleado como componente en la construcción (Leoni, 2020).

Sobre la rugosidad, a primera vista, esta propiedad sólo es importante si las partículas tienen un tamaño superior al tamiz N° 200. De hecho, su importancia es secundaria, ya que la veta natural suele ser igual de gruesa (Serna et al., 2017). Sin embargo, la arena triturada se puede fabricar de manera especial, por lo que el comportamiento será diferente. La naturaleza se encarga de normalizar la rugosidad de las partículas, de modo que esta propiedad no afecta significativamente el comportamiento del suelo (Castillo, 2016).

El límite de Atterberg, hace alusión a una propiedad exponencial del suelo que determina la plasticidad, siendo así utilizada para identificar y clasificar suelos. Atterberg divide y examina los estados de coherencia, así como tres límites. Los límites de contracciones es el límite normal entre el estado semisólido y sólido, los límites plásticos son los límites entre el estado plástico, así como también el estado semisólido, por consiguiente, el límite líquido se determina de la siguiente manera; límite entre los estados semisólidos y líquidos. El límite de liquidez también se conoce como límite entre el estado tanto como plástico y líquido (Gutiérrez, 2023).



*Figura 1. Copa de Casagrande*

Fuente: Testing Equipment for Construction Materials Catálogo (2008)

Respecto al contenido de humedad, conocido también con el nombre de humedad o contenido de agua, se refiere a la función que relaciona el peso del agua y los pesos de los sólidos de los suelos. Se expresa como porcentaje. Este se determina pesando el suelo en su estado naturalmente seco durante dos etapas después de colocar en el horno la muestra (Zenteno, 2022).

**Tabla 3.** *Masa mínima recomendada de espécimen de prueba húmeda*

Máximo tamaño de partícula (pasa el 100%)	Tamaño de malla estándar	Masa mínima recomendada de espécimen de ensayo húmedo para contenidos de humedad reportados	
		a +- 0.1%	a +- 1%
2 mm o menos	2.00 mm (N° 10)	20 g	20 g *
4.75 mm	4.760 mm (N° 4)	100 g	20 g *
9.5 mm	9.525 mm (3/8")	500 g	50 g
19.0 mm	19.050mm (3/4")	2.5 kg	250 g
37.5 mm	38.1 mm (1 1/2")	10 kg	1 Kg
75.0 mm	76.200 mm (3")	50 kg	5 kg

Fuente: MTC E 132 (2016)

Sobre el análisis granulométrico mediante el tamizado, esto implica pasar las muestras de suelo por una serie de mallas de alambre o tamices, pesar el suelo restante en los tamices y determinar los porcentajes de tierra que pasará a través de cada tamiz. Mediante este proceso se llega a generar una curva con los datos recopilados, la gráfica que se obtiene se denomina curva de distribución granulométrica. Se utiliza para nivelar las propiedades y determinar si es lo suficientemente plana como para formar una buena base para la construcción, además de cumplir con las normas establecidas (Gutiérrez, 2023).

**Tabla 4.** *Tamices y Aberturas para análisis granulométrico*

Tamices	Abertura (mm)
3"	75.000
2"	50.800
1 1/2"	38.100
1"	25.400
3/4"	19.000
3/8"	9.500

N° 4	4.760
N° 10	2.000
N° 20	0.840
N° 40	0.425
N° 60	0.260
N° 140	0.106
N° 200	0.075

Fuente: MTC E 132 (2016)

En relación a la prueba de compactación Proctor Modificado, esta prueba presenta similitudes con el ensayo Proctor convencional, aunque con notables variaciones. En este procedimiento, se modifica el tamaño del molde, teniendo un volumen de tamaño con una cifra de  $2.320 \text{ cm}^3$ , y se emplea una maza más pesada, de aproximadamente 4.535 kg. La característica distintiva es que la maza se suelta desde una mayor altura, lo que resulta en una energía de compactación significativamente superior. Además, en lugar de realizar 3 golpes por capa granular, como en el ensayo normal, ahora se llevan a cabo 5 golpes por capa. Estos ajustes buscan lograr una mayor densidad y compactación del material, lo que puede tener aplicaciones específicas en proyectos de ingeniería civil y construcción (López, 2020).



*Figura 2.* Materiales para la prueba de Proctor Modificado

Fuente: MTC E 115 (2016)

Se tiene también el experimento de valor porcentual de soporte de California (CBR), cuyo propósito de esta prueba es determinar los pesos secos máximos, así como también los contenidos de humedad óptimos del suelo que se está analizando. La

prueba de compactación de laboratorio se trata de la misma manera que la compactación del proyecto y se utiliza un equipo de compactación adecuado. El alcance de este método es para dichos suelos que contienen 30% o un porcentaje menor de componentes en un tamiz de 19 mm (De la cruz et al., 2022).



*Figura 3.* Materiales empleados para la prueba de CBR

Fuente: ELE International. Testing Equipment for Construction Materials Catalogo (2008)

Otro de las evaluaciones es la granulometría, la cual implica pasar las muestras de suelo con la ayuda de un tamiz o una serie de mallas de alambre, pesar el tipo de suelo que queda en cada tamiz y analizar la cifra porcentual de suelo que pasó por los diferentes tamices. La obtenida de los resultados es nombrada curva distribución granulométrica. Se utiliza para nivelar el terreno y determinar si está nivelado adecuadamente con el fin de formar una buena base para un proyecto de construcción, además de cumplir con los códigos y normativas respectivas (Rodríguez, 2019).



*Figura 4.* Proceso de tamizaje de las muestras

Fuente: Fundamento de ingeniería geotécnica. (Rodríguez, 2019)

Respecto a la subrasante, el apoyo respecto a la estructura del pavimento sobre la topografía natural se realiza mediante el fondo de la zanja de cimentación o la capa superior del terraplén, formada por capas de suelo seleccionadas con propiedades aceptables y compactadas capa a capa para formar un cuerpo estable en el mejor de los casos y condiciones. La capacidad de carga en condiciones de funcionamiento, las condiciones de tráfico, así como también las propiedades de los materiales de construcción encolados son las principales variables en el diseño de vías (Yepes, 2023).

Para la estabilización de suelos, esta se llega a producir mezclando materiales de alta calidad con el suelo principal (natural). Luego el suelo se mezcla, nivela y compacta según densidad y espesor hasta alcanzar la altura de subrasante especificada en el proyecto. Se agrega material específico en la cantidad y calidad requerida según los lugares indicados en el informe de suelo para que la mezcla que incluye el suelo y el material adicional, satisfaga los requisitos que se establecieron en la Sección 207 de las Especificaciones Técnicas Generales para la Construcción de Carreteras.

Con relación a la estabilización de suelos por sustitución, solo hay dos casos, en los que el lecho de la carretera debe consistir únicamente en materiales seleccionados; el primero es construir esta capa sobre el suelo en estado natural y el segundo es escarbar previamente y reemplazarla con material.

Según el Instituto de la Construcción y Gerencia (2014), la tierra original debe retirarse o aflojarse, luego insertar material y compactar hasta la densidad definida dentro del cuerpo del terraplén a una profundidad de 15 centímetros. Hecho esto, el suelo soportará la estructura. Seguido, se suministra el material aprobado hasta el espesor especificado en el estudio del proyecto y se rellena hasta el nivel de base y la densidad requeridos. Se debe utilizar técnicas y equipos de compresión adecuados. Una compactación adecuada se efectúa humedeciendo o aireando la tierra removida hasta lograr el nivel óptimo de humedad de compactación deseado. En segunda instancia, la mejora con material completamente nuevo consiste en sustituir completamente la capa de suelo existente según el espesor calculado, y

cuando se alcanza la altura de excavación establecida, el material introducido alcanza el nivel de demanda y se procede a comprimir en capas hasta el nivel requerido.

El procedimiento para determinar espesores alternativos acorde a la capacidad de carga o del valor de resistencia del suelo solo se aplica a cimentaciones defectuosas con  $CBR \geq 3\%$  y  $< 6\%$ , teniendo en cuenta la fórmula  $SN = SNe - SNm$ , se debe tener presente el espesor equivalente  $cm SN/(ai \times mi)$ . De la cual  $ai$  es la cifra o valor de diseño del material de instalación y  $mi$  viene a ser coeficiente de drenaje del material de instalación.

Por otro lado, sobre los suelos estabilizados con cemento, según el Instituto de la Construcción y Gerencia (2014), el material llamado arcilla cementosa se obtiene mezclando minuciosamente suelo totalmente descompuesto con cemento, también con agua, así mismo con otros posibles aditivos, siendo compactados y endurecidos por completo. Esto hace que el suelo sea más duro y resistente. Así mismo, a comparación del concreto, las partículas del suelo no se cubren con una lechada de cemento endurecido, sino que se unen entre sí con precisión. Por tanto, los suelos de cemento tienen resistencia disminuída y módulo de elasticidad que el hormigón disminuido.

En relación a la fibra de plátano, la estabilización se produce añadiendo materiales de alta calidad al suelo principal. Seguido, el suelo se mezcla, nivela y compacta según la densidad y el espesor hasta alcanzar la altura de subrasante especificada en la planificación. El material extraño se aplica en la cantidad y calidad requeridas en los lugares especificados en el informe de suelos para que la mezcla corresponda a los parámetros de verificación correspondientes (Pinos, 2018).

De esta manera, en conformidad a lo detallado con antelación, se precisa como hipótesis general: La fibra de plátano y la ceniza de ichu influyen significativamente en la estabilización de dicha subrasante en la carretera como José Gálvez, Chanchamayo, 2023. La fibra de plátano y la ceniza de ichu influye

significativamente en las propiedades físicas de la subrasante en la carretera José Gálvez, Chanchamayo. La fibra de plátano y la ceniza de ichu influye significativamente en las propiedades netamente mecánicas de la subrasante en la carretera denominada como José Gálvez, en Chanchamayo. La dosificación de fibra de plátano y ceniza de ichu influye de manera positiva en la estabilización de la subrasante en la carretera José Gálvez, Chanchamayo.

## II. METODOLOGÍA

**Tipo, enfoque y diseño de investigación:** Según Arias (2021), la averiguación aplicada se basa en los descubrimientos previos de investigaciones fundamentales que tienen como objetivo abordar desafíos en la sociedad. Por ello, se busca abordar de manera práctica las necesidades de la sociedad con relación al tema a estudiar aplicando conocimientos teóricos anteriores. Por lo antes mencionado el tipo de la investigación tiene el tipo aplicado, a razón que se centra en abordar un dilema específico y relevante, básicamente en la optimización con el fin de poder estabilizar la subrasante a través de la aplicación de materiales innovadores. El propósito es generar conocimiento práctico y aplicable, el cual pueda ser utilizado por profesionales del sector para mejorar la infraestructura vial y garantizar la seguridad de los usuarios.

Para Hernández et al. (2021), los métodos de investigación cuantitativa implican el uso de procesos numéricos. Actualmente, este tipo de enfoque ha agregado distintas alternativas grupales para llegar a recaudar hipótesis confiables y válidas. En relación a eso, la metodología cuantitativa desempeña un papel importante al brindar las técnicas y herramientas para testar las aseveraciones planteadas al comienzo del estudio. De esta manera, la vigente investigación adopta un enfoque cuantitativo por motivo de la naturaleza numérica de los datos, los cuales fueron recopilados y analizados. Este enfoque permitió cuantificar y medir de manera precisa las variables relacionadas con la estabilización de dicha subrasante, usando fibra de plátano y ceniza de ichu en la carretera José Gálvez.

Como precisa Arias (2021), en los diseños cuasiexperimentales, la elección de los participantes a conjuntos o condiciones de estudio, no se puede controlar completamente, y la aleatorización no es completamente posible o apropiada debido a limitaciones éticas, logísticas o prácticas. Por ende, la presente investigación adopta un diseño que vendría a ser cuasi experimental debido a la necesidad de establecer relaciones causales entre la aplicación de fibra de plátano y ceniza de Ichu en la subrasante y los cambios en sus características físicas y de

resistencia. Este diseño permite controlar ciertas variables, realizar comparaciones antes y después de la intervención, y obtener conclusiones sólidas.

**Variabes:** La variable independiente X1, indica la siguiente definición conceptual para la fibra de plátano, conforme a Marmajara (2022), la fibra de plátano es un producto orgánico obtenido a partir de la corteza de la planta de plátano. Es un aditivo empleado para poder mejorar la capacidad de soporte, resistencia a la erosión y durabilidad del suelo. La fibra de plátano se obtiene mediante un proceso de extracción y procesamiento del tallo de la planta de plátano. Las fibras de plátano llegan a ofrecer una alternativa sostenible para los que exploran una opción única y también ecológica.

En cuanto a la definición operacional para la fibra de plátano, estas fibras son creadas mediante un proceso de deshilachamiento de la corteza del tallo de plátano. Primero, se llegan a hervir las tiras de vainas de plátano en solución alcalina para así poder ablandarlas y separarlas. Las fibras llegan a ser ligeras, también muy resistentes y poseen una capacidad de absorción sobre la humedad, por último, estas son tanto como transpirables y flexibles. Lo grandioso de la fibra hecha de plátano es que ésta puede variar en grosor y peso acorde a la parte del tallo de plátano que se llega a utilizar. Esta se aplicó a las muestras de suelo natural en diferentes concentraciones y dosis según las características requeridas. Cabe denotar que, las dimensiones que representan a la variable independiente X1 son: dosificación, con sus indicadores fibra de plátano al 0%, 3.5%, 4.5% y 5.5%; y propiedades físicas, con sus indicadores contenido de humedad y elongación. Se aplicó una escala de razón.

Así mismo, para la variable independiente X2, se presenta la definición conceptual, según Almanza y Eros (2022), la ceniza de Ichu conocido comúnmente como blanca paja, llega a pertenecer a la linaje de las gramíneas, también son hierbas cespitosas con unos tallos de entre 400mm a 800mm de altitud, unas vainas florales glabras, las láminas filiformes poseen entre 0.03 cm a 0.05cm de diámetro, añadiendo la presencia de unos largos pelos respecto a la parte superior, por consiguiente, tiene un ciclo perenne, también con brotación que se visualiza en la

etapa de primavera e invierno, esta espécimen se localiza en gran cantidad en zonas como Bolivia, México, Argentina y Perú.

En relación a la definición operacional para la ceniza de Ichu, lo primero que se realizó para obtener de ceniza de ichu fue recolectar el ichu en zonas aledañas a la ubicación de estudio, posteriormente se calcinó el material a una temperatura aproximada de 85°C, por consiguiente, luego esperar a que baje su temperatura, y sea tamizado por el tamiz N°4. Se tomó en cuenta cada porcentaje (3.50%, 4.50% y 5.50%) de adición que se hizo uso en la subrasante.

Respecto a la variable independiente X2, tuvo como dimensiones: dosificación, conteniendo a sus indicadores ceniza de ichu al 0%, 3.5%, 4.5% y 5.5%; propiedades físicas, con su indicador contenido de humedad; y propiedades químicas, con su indicador análisis químico. Todos los indicadores fueron medidos por razón.

Por otro lado, la variable dependiente (Y), estabilización de subrasante, presenta como definición conceptual, según Abanto y Limay (2020), la estabilización de una subrasante es un proceso en el ámbito de la construcción, así como también en ingeniería civil, implica la mejora de la capa de suelo que se encuentra ubicada debajo de la base de la carretera u otra estructura similar. Este proceso se llega a realizar mediante la incorporación de componentes estabilizadores, como cal, cemento u otros aditivos químicos, con la finalidad de aumentar la resistencia y la capacidad portante de las subrasantes. La estabilización de subrasantes busca prevenir el asentamiento excesivo y la deformación de la estructura, lo que resulta en una base sólida y duradera para la construcción de proyectos viales.

Así también, la definición operacional, la estabilización de la subrasante de la vía José Gálvez se llegó a procesar mediante la realización de tres calicatas, con el fin de extraer muestras para desarrollar ensayos de laboratorio, tanto en el suelo base como con la agregación de fibra de plátano y ceniza de ichu según las dosificaciones propuestas en la investigación. Se analizó caracteres físicos como mecánicos de cada una de las combinaciones de suelo.

Para la variable dependiente Y, se emplearon las siguientes dimensiones: propiedades físicas, siendo sus indicadores, también análisis granulométrico, así mismo contenido de humedad, los límites de Atterberg y peso unitario; y

propiedades mecánicas, con sus indicadores, Proctor Modificado, corte directo y CBR. Se aplicó la escala de medición que vendría a ser de razón.

**Población y muestra:** Para Hernández et al. (2021), la población hace referencia a un conjunto completo de participantes o individuos que tienen características específicas y son interesantes para el estudio o la investigación. Esta población puede ser finita o infinita y suele ser definida de manera precisa para delimitar el alcance de la averiguación. Para el caso del presente proyecto, la población fue la carretera José Gálvez, localizada en Chanchamayo.

Por otro lado, según Hernández et al. (2021), la muestra hace alusión a un subconjunto representativo de la población seleccionada para el estudio en lugar de analizar a cada miembro los integrantes de la población. Esta muestra se elige estratégicamente para asegurar que sea representativa de la población con respecto a la variable de interés, permitiendo que los resultados que se obtuvieron de la muestra se generalicen a la población más grande.

Para la presente investigación, la muestra fueron 3 puntos específicos en toda la longitud de la carretera denominada como José Gálvez, ubicada en Chanchamayo. Es decir, se efectuó el desarrollo de 3 calicatas localizadas a cada 1 km conforme se detalla en el cuadro 4.1 número de calicatas para la exploración de suelos del Manual de Carreteras. Las progresivas están dadas desde el 2+080.00 km hasta 5+080.00 km a lo largo de la carretera José Gálvez.

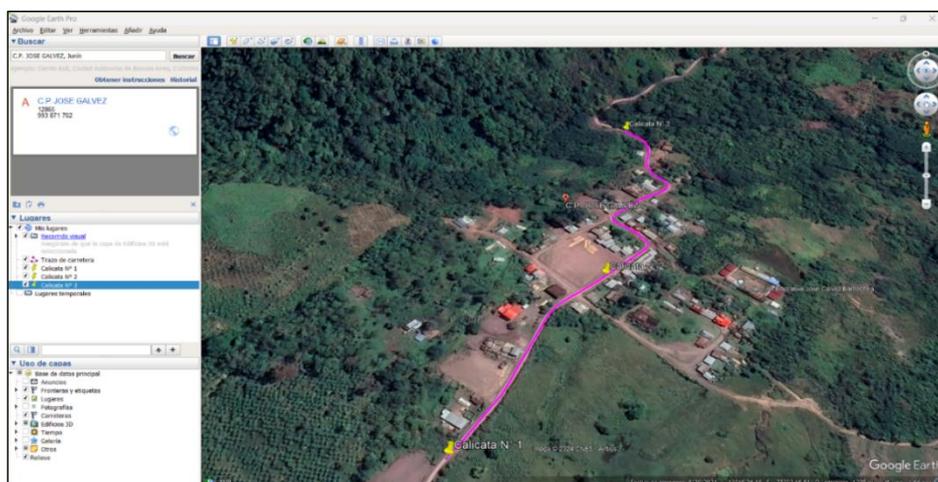


Figura 5. Trazo del recorrido de la muestra y las calicatas

Fuente: Google Earth Pro (2024)

Adicionalmente, se presenta la muestra respectiva de los ensayos que se realizaron, para así poder estudiar las características tanto físicas como mecánicas del suelo con la incorporación de los materiales investigados.

**Tabla 5.** *Número de calicatas y cantidad de muestras por ensayo*

Ensayos	Calicatas		
	1	2	3
Granulometría	2	2	2
Contenido de humedad	2	2	2
Límites de Atterberg	2	2	2
Total	18		

Fuente: Elaboración propia (2024)

**Tabla 6.** *Muestra para analizar propiedades físicas (fibra de plátano)*

Ensayos	Muestra (dosificaciones)			
	Suelo natural (SN)	SN + 3.5%	SN + 4.5%	SN + 5.5%
Granulometría	1	1	1	1
Contenido de humedad	3	3	3	3
Límites de Atterberg	1	1	1	1
Peso unitario	4	4	4	4
Total	36			

Fuente: Elaboración propia (2024)

**Tabla 7.** *Muestra para analizar propiedades físicas (ceniza de ichu)*

Ensayos	Muestra (dosificaciones)			
	Suelo natural (SN)	SN + 3.5%	SN + 4.5%	SN + 5.5%
Granulometría	1	1	1	1
Contenido de humedad	3	3	3	3
Límites de Atterberg	1	1	1	1
Peso unitario	4	4	4	4
Total	36			

Fuente: Elaboración propia (2024)

**Tabla 8.** *Muestra para analizar propiedades mecánicas (fibra de plátano)*

Ensayos	Muestra (dosificaciones)			
	Suelo natural (SN)	SN + 3.5%	SN + 4.5%	SN + 5.5%
Proctor Modificado	4	4	4	4
Corte directo	3	3	3	3
CBR	3	3	3	3
Total	40			

Fuente: Elaboración propia (2024)

**Tabla 9.** *Muestra para analizar propiedades mecánicas (ceniza de ichu)*

Ensayos	Muestra (dosificaciones)			
	Suelo natural (SN)	SN + 3.5%	SN + 4.5%	SN + 5.5%
Proctor Modificado	4	4	4	4
Corte directo	3	3	3	3
CBR	3	3	3	3
Total	40			

Fuente: Elaboración propia (2024)

Cabe recalcar que el tipo de muestreo que se llegó a aplicar fue no probabilístico. El muestreo no probabilístico por conveniencia no utiliza la ley del azar, ya que se selección con criterio en base a la población, por lo que se utilizaron normas nacionales como internacionales y respaldadas en base al criterio de un especialista, con el fin de determinar resultados representativos y generalizables de la población de estudio.

En relación a la unidad de análisis, Hernández et al. (2021), señala que es la entidad o elemento respecto a la cual se recolectan y analizan los datos en una investigación. Esta unidad puede ser tanto como un individuo, un grupo, una organización, un evento, un objeto o cualquier otro elemento que sea objeto de estudio y que permita obtener información relevante para responder a los dilemas de investigación. La unidad de análisis para este estudio sobre la estabilización de la subrasante con fibra de plátano y ceniza de ichu en la carretera José Gálvez, Chanchamayo, estuvo centrada en las secciones específicas de la carretera donde se llevó a cabo la estabilización.

**Técnicas e instrumentos de recolección de datos:** De acuerdo a Hernández et al. (2021), las técnicas e instrumentos de recolección de datos hacen alusión a los a las herramientas y métodos utilizados con el fin de recopilar un conjunto de datos en un estudio específico. Estas técnicas pueden variar dependiendo de la naturaleza del estudio y los tipos de datos que se deseen obtener. Por lo antes mencionado, se emplearon la técnica de observación directa y experimental, implicando verificar sus propiedades y características de los componentes de estudio en su entorno real, a su vez también incluyendo su configuración inicial. En relación a los instrumentos utilizados, se emplearon fichas para recolección de información, así como también de los resultados que se obtuvieron de laboratorio, así como también, normas técnicas como herramientas para desarrollar las evaluaciones de todas pruebas.

**Tabla 10.** *Técnicas e instrumentos de recolección de datos*

Descripción	Técnicas	Instrumentos
Dosificación de fibra de plátano 0%, 3.5%, 4.5% y 5.5%	Observación directa	Ficha de recolección de datos
Contenido de humedad de la fibra de plátano	Observación experimental	Ficha de resultados de laboratorio
Elongación de la fibra de plátano	Observación experimental	Ficha de resultados de laboratorio
Dosificación de ceniza de ichu 0%, 3.5%, 4.5% y 5.5%	Observación directa	Ficha de recolección de datos
Contenido de humedad de la ceniza de ichu	Observación experimental	Ficha de resultados de laboratorio
Análisis químico de la ceniza de ichu	Observación experimental	Ficha de resultados de laboratorio
Análisis granulométrico de suelos por tamizado	Observación experimental	Ficha de resultados de laboratorio
Contenido de humedad	Observación experimental	Ficha de resultados de laboratorio
Límites de Atterberg	Observación experimental	Ficha de resultados de laboratorio
Peso unitario	Observación experimental	Ficha de resultados de laboratorio
Proctor modificado	Observación experimental	Ficha de resultados de laboratorio
Corte directo (consolidado drenado)	Observación experimental	Ficha de resultados de laboratorio
CBR	Observación experimental	Ficha de resultados de laboratorio

Fuente: Elaboración propia (2024)

Por otro lado, según Hernández et al. (2021), la validez de los instrumentos se refiere al nivel en el que un instrumento llega a medir a la variable de forma efectiva. En relación a esto, se puede afirmar que los instrumentos que se utilizaron en el desarrollo del trabajo que se propuso, estudio de suelos, así como también el software de análisis correspondiente, gozan de una validez directa. Así mismo, estas herramientas son fabricadas por empresas que son reconocidas y cuentan con una amplia verificación y pruebas de calidad. Además, es importante destacar que son ampliamente utilizados en la práctica de lo que es la ingeniería civil, lo que respalda su validez interna en el contexto de la investigación. Cabe precisar que se realizó una observación de juicio por expertos mediante el cual se evaluó la investigación con diversos criterios de aceptación, es así que por medio de los tres expertos se logró una validez total de la investigación para ser ejecutada.

Así también, para Hernández et al. (2021), la confiabilidad en un instrumento de medición implica que, al utilizarlo repetidamente en la misma muestra, debería generar resultados consistentes y similares en cada ocasión. La confiabilidad de este estudio está confirmada por los certificados de calibración de equipos de laboratorio utilizados en cada una de las pruebas, los cuales han sido recomendados y realizados por profesionales en el ámbito acorde con los estándares requeridos.

El procedimiento para llevar a cabo este proyecto, se detalla líneas abajo.

Paso 1: Preparación de muestras, se recolectaron muestras representativas de la subrasante de las secciones de la carretera de estudio. Se dividieron las muestras en submuestras para aplicar las dosificaciones de estabilización.

Paso 2: Análisis granulométrico de suelos por tamizado, se llegó a realizar un análisis granulométrico para analizar las distribuciones de tamaños de componentes en los especímenes de suelo sin estabilizar, así como estabilizado con las diferentes dosificaciones. Este análisis proporcionó información sobre la composición de los especímenes y cómo cambia con la estabilización.

Paso 3: Contenido de Humedad, se midió el contenido de humedad respecto a las muestras para evaluar el grado de saturación, así como también condiciones de humedad antes y después de la estabilización.

Paso 4: Límites de Atterberg, determinaron los límites tanto como líquido y plástico con el fin de evaluar la plasticidad de los suelos antes y después de la estabilización.

Paso 5: Gravedad específica de sólidos, se llegó a calcular la gravedad específica de los sólidos respecto de los especímenes para entender las características físicas de los mismos.

Paso 6: Compactación de suelos en laboratorio, las muestras se sometieron a un ensayo de compactación en laboratorio haciendo uso de una energía modificada (Proctor modificado) para evaluar la densidad, así como también el peso unitario de las muestras estabilizadas con las diferentes dosificaciones.

Paso 7: Corte directo (consolidado drenado), se realizaron experimentos de corte directo en las muestras estabilizadas para evaluar el aguante respecto al corte estando en unas cualidades consolidadas y también drenadas.

Paso 8: Módulo resiliente de suelos de la subrasante, se determinó el módulo resiliente de las muestras estabilizadas, lo que proporcionó información sobre su comportamiento ante cargas repetidas.

Paso 9: Resistencia al corte mediante compresión triaxial (CBR %), llevó a cabo ensayos de resistencias al corte mediante compresiones triaxiales para evaluar el California Bearing Ratio (CBR %) de las muestras estabilizadas, lo que es crucial para comprender su capacidad de carga. Estos procedimientos experimentales proporcionaron datos significativos para evaluar la efectividad de la estabilización de la subrasante con diferentes dosificaciones de fibra de plátano y ceniza de Ichu en términos de capacidad portante, resistencia y durabilidad. Los resultados de estos ensayos permitieron una comparación detallada de los efectos de las dosificaciones respecto a las propiedades de la subrasante, así como también su comportamiento en lo que respecta a bajo diferentes condiciones de carga.

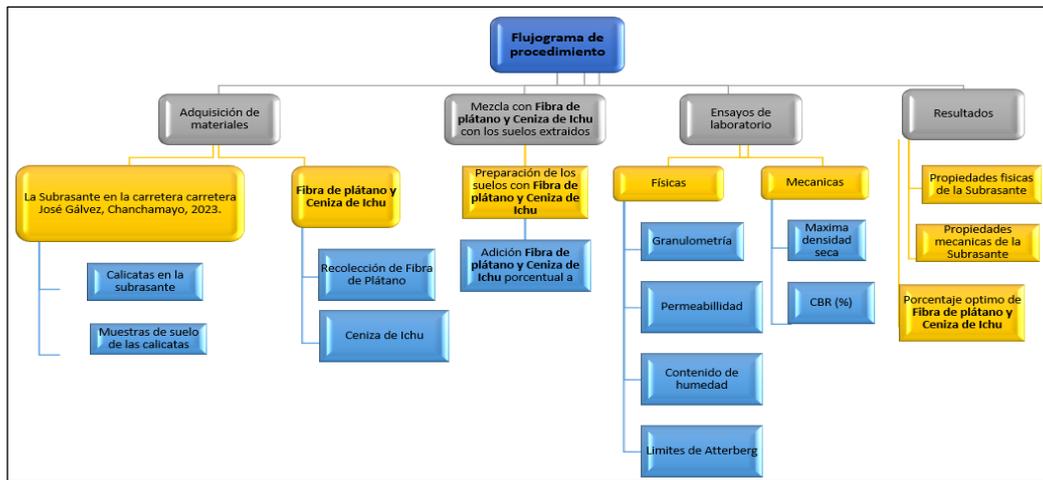


Figura 6. Flujograma de los procedimientos de la investigación

Fuente: Elaboración propia (2023)

**Métodos de análisis de datos:** Para Hernández et al. (2021), los métodos para el análisis de datos abarcan una variedad de técnicas estadísticas y cualitativas utilizadas para examinar, interpretar y determinar conclusiones a partir de los datos recolectados en una investigación. Estos métodos incluyen análisis descriptivo para resumir los datos y análisis inferencial para realizar inferencias sobre una población más amplia. En este estudio, los resultados se lograron a través de pruebas de laboratorio, dicha información fue presentada mediante figuras y tablas por medio de la estadística descriptiva. Por otra parte, con el propósito de interpretar los hallazgos de forma clara y objetiva se aplicó la estadística inferencial para establecer conclusiones generales con respecto a la población de análisis.

**Aspectos éticos:** Hernández et al. (2021), señala que los aspectos éticos en la investigación aluden a los criterios, así como también a las normas que guían el comportamiento ético de los investigadores durante todo el proceso investigativo. Para la presente investigación, el responsable del laboratorio se encuentra habilitado para poder garantizar la veracidad de los resultados, sin editar ningún valor previa su evaluación posterior, así como también su cálculo. De igual forma, se respetó la autoría de los diferentes autores citados. Así mismo, se trabajó con el estilo de citado ISO 690 y 690-2 adaptado por la UCV para toda redacción y cumplimiento del anti plagio bajo el software Turnitin.

### III. RESULTADOS

#### Descripción de la zona de estudio

##### Ubicación política

Esta presente averiguación tuvo lugar en el centro poblado José Gálvez, distrito de Perené, Provincia de Chanchamayo, Región Junín.



*Figura 7.* Ubicación del distrito de Perené

Fuente: Google imágenes (2024)



*Figura 8.* Localización del centro poblado José Gálvez

Fuente: Google imágenes (2024)

##### Ubicación del proyecto

El proyecto de averiguación tiene localización en el centro poblado José Gálvez, Chanchamayo.

##### Límites

- Norte : Centro Poblado Bella Vista.
- Sur : Centro Poblado Canan Carapairo.
- Este : Centro Poblado Inkariado.
- Oeste : Anexo Alto Chincarmas.

**Ubicación geográfica:** El centro poblado denominado José Gálvez, localizado en la región Junín, Chanchamayo, distrito de Perené posee como coordenadas geográficas: Desde su Latitud Sur con  $10^{\circ} 46' 29''$  y su Longitud Oeste con  $75^{\circ} 03'$

30.4", contando con un área aproximada de 1224 km<sup>2</sup>, y ubicado a una altitud de 980 m.s.n.m. La carretera que se beneficiará cubre un tramo de 20 km, que va desde el área poblada denominado como Puerto Yurinaki hasta el área poblada nombrada como José Gálvez.

### **Clima**

La provincia de Chanchamayo, ubicada en la Amazonía peruana, posee un clima tropical, es decir, cálido, húmedo y lluvioso. Se llega a presentar una temperatura promedio anual en la provincia es de 18°, logrando llegar hasta los 30°. Durante el invierno, entre enero y marzo, la temperatura baja a 15°.

### **Trabajos preliminares**

#### **Obtención de fibra de plátano**

Conforme a esta investigación, para la recolección de este material primo, se recurrió a la zona de estudio ubicada en Chanchamayo, La Merced, donde se conversó con algunos habitantes de la zona quienes tenían chacras con plantas de plátano. Mediante un acuerdo, se procedió a la recolección de los tallos de la planta en mención para posteriormente obtener la fibra mediante un proceso de deshilachamiento manual. Finalmente se llega a realizar el secado de dichas fibras.

#### **Obtención de la ceniza de Ichu**

Este material fue adquirido en la misma zona de estudio. Se ubicaron diversos puntos aledaños y/o estratégicos de la localidad. La recolección del ichu se realizó en diversos sacos, con el fin de ser llevados a un laboratorio, para posteriormente ser colocados en el horno a altas temperaturas y así finalmente obtener la ceniza de ichu.

#### **Realización de calicatas**

Se realizó una cantidad de tres calicatas, de las cuales sus dimensiones llegaron a ser de 1.00 m x 1.00 m x 1.50 m en la vía José Gálvez. Este proceso se realizó con el objetivo de llevar a cabo los diversos ensayos determinados para el estudio, tomando como base mejorar la subrasante añadiendo los aditivos correspondientes de la averiguación (fibra de plátano y ceniza de ichu).

## Propiedades físicas de la fibra de plátano

### Contenido de humedad y elongación

**Tabla 11.** *Contenido de humedad y elongación de la fibra de plátano*

Características	Composición promedio
Contenido de humedad	9.86%
Elongación	Alta

Fuente: Elaboración propia (2024)

Respecto a la fibra de plátano, en la tabla se denota un contenido de humedad de 9.86% y una elongación de categoría alta.

## Propiedades físicas de la ceniza de ichu

### Contenido de humedad

**Tabla 12.** *Contenido de humedad de la ceniza de ichu*

Características	Composición promedio (%)
Contenido de humedad	57.7

Fuente: Elaboración propia (2024)

En relación a la ceniza de ichu se obtuvo un contenido de humedad de 57.7%.

## Propiedades químicas de la ceniza de ichu

### Análisis químico

**Tabla 13.** *Resultados del análisis químico de la ceniza de ichu*

Características	Composición promedio (%)
Celulosa	45.9
Lignina	18.2
Pentosanos	5.5
Ceras, grasas, resinas	6.7

Fuente: Elaboración propia (2024)

En dicha tabla se detalla la composición química de la ceniza de ichu, donde se obtuvo un contenido de 45.9% de celulosa, 18.2% de lignina, 5.5% de pentosanos y 6.7% de ceras, grasas y resinas.

## Resultados por objetivos

**Objetivo específico 1:** Determinar la influencia de la fibra de plátano y la ceniza de ichu en las propiedades físicas de la subrasante en la carretera José Gálvez, Chanchamayo.

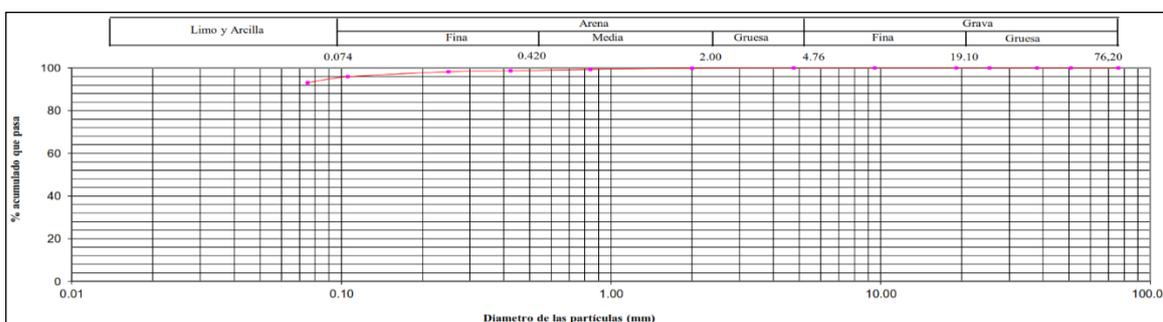
## Propiedades calicata N° 1 muestra 2

### Análisis granulométrico

**Tabla 14.** Granulometría del suelo natural (Calicata 1 – M2)

Mallas	Peso (gr)	% Retenido parcial	%Retenido acumulado	%Pasa
3"	0.0	0.0	0.0	100.0
2"	0.0	0.0	0.0	100.0
1 1/2"	0.0	0.0	0.0	100.0
1"	0.0	0.0	0.0	100.0
3/4"	0.0	0.0	0.0	100.0
3/8"	0.0	0.0	0.0	100.0
N° 4	0.0	0.0	0.0	100.0
N° 10	1.5	0.1	0.1	99.9
N° 20	8.7	0.6	0.7	99.3
N° 40	8.7	0.6	1.3	98.7
N° 60	7.3	0.5	1.8	98.2
N° 140	33.4	2.3	4.1	95.9
N° 200	40.6	2.8	6.9	93.1
< 200	1350.0	93.1	100.0	0.0

Fuente: Elaboración propia (2024)



**Figura 9.** Curva granulométrica C1 – M2

Fuente: Elaboración propia (2024)

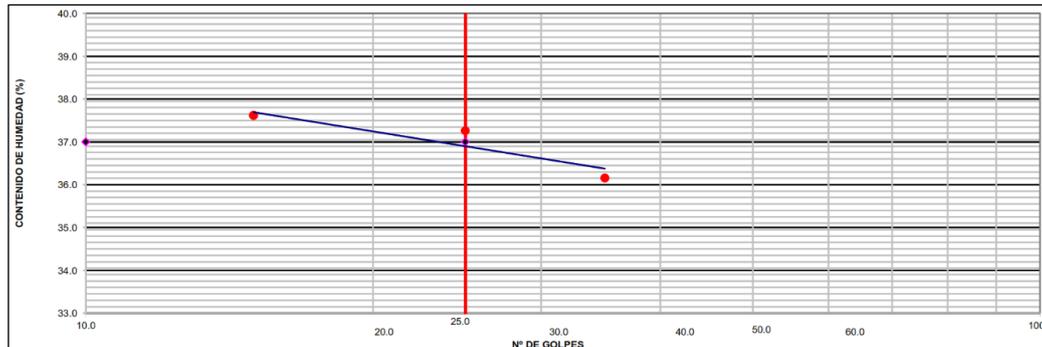
En coherencia al contenido de la tabla 14 y figura 9, se visualiza la información de datos recopilados sobre la granulometría de la muestra 2 respecto a la calicata 1. En la curva granulométrica se muestra que el porcentaje de material grueso fue de 0.0%, de arena 6.9% y de finos 93.1%. Así también, respecto a la clasificación de suelos por medio del método SUCS (ASTM-D2487) es CL, y mediante el método AASHTO (ASTM-D3282) es A-6. De este modo, se precisó que el espécimen de suelo tiene arcilla que contiene plasticidad baja. Cabe precisar que el índice de grupo fue 14, por lo que el terreno es un suelo de subrasante inadecuado.

### Límites de Atterberg

**Tabla 15. Límites de Atterberg (Calicata 1 – M2)**

Límites de Atterberg	Valores (%)
Límite líquido	36.9
Límite plástico	23.0
Índice de plasticidad	13.9
Contenido humedad	10.8

Fuente: Elaboración propia (2024)



*Figura 10. Diagrama de fluidez C1 – M2*

Fuente: Elaboración propia (2024)

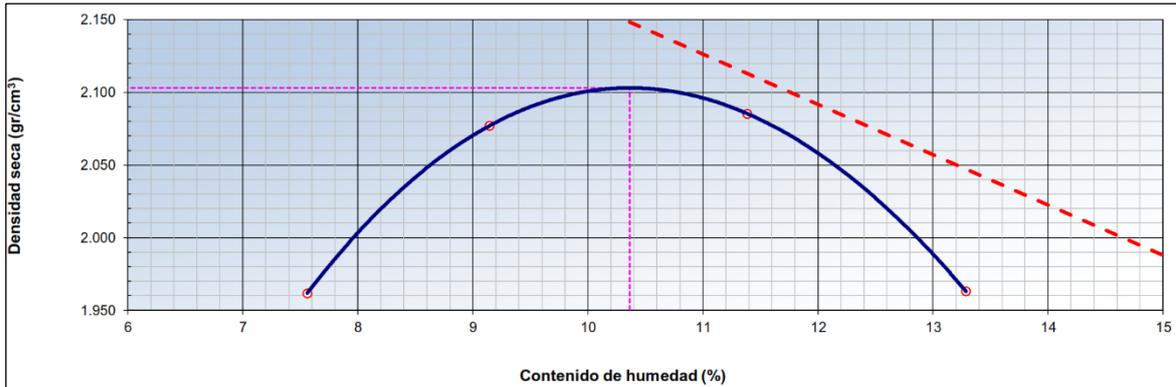
Referente a la tabla 15 y figura 10, se detalla los valores de los límites de Atterberg que se llegaron a obtener para muestra de análisis. Se obtuvo como límite líquido 36.9%, así como también el límite plástico 23.0% e índice de plasticidad con valor de 13.9%. Además, se determinó como contenido de humedad un valor de 10.8%. De tal forma, es necesario indicar que la muestra revela una plasticidad media, siendo representada como un suelo arcilloso.

## Proctor modificado (compactación de suelos)

**Tabla 16.** Proctor modificado (Calicata 1 – M2)

Parámetros	Valores
Gravedad específica (gr/cm <sup>3</sup> )	2.53
Densidad máxima (gr/cm <sup>3</sup> )	2.10
Humedad óptima (%)	10.4

Fuente: Elaboración propia (2024)



**Figura 11.** Relación humedad vs densidad C1 – M2

Fuente: Elaboración propia (2024)

En lo que respecta a la tabla 16 y figura 11, se puede visualizar los datos correspondientes a la gravedad específica, con una cifra de 2.53 gr/cm<sup>3</sup>; la humedad óptima con valor de 10.4%, así como también una máxima densidad seca de 2.10 gr/cm<sup>3</sup>. Esta información constata la mayor densidad que se pudo lograr alcanzar en la muestra de suelo, siendo compactada a la humedad óptima.

## Análisis de CBR

**Tabla 17.** CBR (Calicata 1 – M2)

Parámetros	Valores (%)	
	0.1" Penetración	0.2" Penetración
CBR (100%)	5.6	7.0
CBR (95%)	4.6	5.8

Fuente: Elaboración propia (2024)

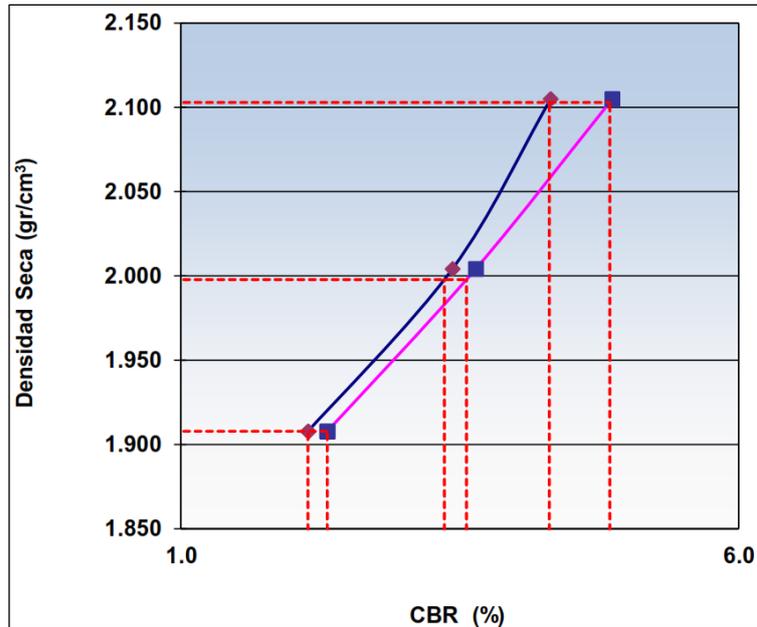


Figura 12. Gráfica CBR C1 – M2  
 Fuente: Elaboración propia (2024)

En cuanto a la tabla 17 y figura 12, se denota los datos que se llegaron a obtener en la prueba de CBR del espécimen de análisis. Se observó que el CBR al 100% con una penetración de 1" alcanzó un valor de 5.6%, y al 95% mostró una cifra de 4.6%. Por otra parte, el CBR al 100% con una penetración de 2" logró alcanzar un valor de 7%, y al 95% mostró una cifra de 5.8%. De esta manera, en conformidad a la información que se llegó a obtener, se determina que el CBR de la muestra se encuentra en una categoría de subrasante insuficiente, dado que se localiza en el rango de  $CBR \geq 3$  a  $CBR < 6\%$ , tal y como se estipula en el cuadro 4.11 categorías de subrasante del Manual de Carreteras.

## Propiedades calicata N° 2 muestra 2

### Análisis granulométrico

Tabla 18. Granulometría del suelo natural (Calicata 2 – M2)

Mallas	Peso (gr)	% Retenido parcial	%Retenido acumulado	%Pasa
3"	0.0	0.0	0.0	100.0
2"	0.0	0.0	0.0	100.0
1 1/2"	0.0	0.0	0.0	100.0
1"	0.0	0.0	0.0	100.0
3/4"	0.0	0.0	0.0	100.0
3/8"	0.0	0.0	0.0	100.0
N° 4	0.0	0.0	0.0	100.0
N° 10	1.5	0.1	0.1	99.9
N° 20	8.7	0.6	0.7	99.3
N° 40	8.7	0.6	1.3	98.7
N° 60	7.3	0.5	1.8	98.2
N° 140	33.4	2.3	4.1	95.9
N° 200	40.6	2.8	6.9	93.1
< 200	1350.0	93.1	100.0	0.0

Fuente: Elaboración propia (2024)

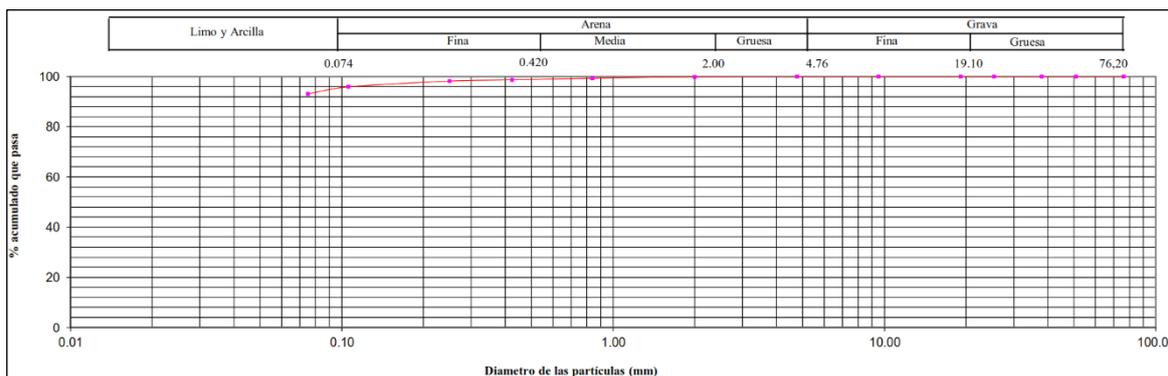


Figura 13. Curva granulométrica C2 – M2

Fuente: Elaboración propia (2024)

En la tabla 18 y figura 13, se muestran los datos sobre la granulometría en relación a la muestra 2 respecto a la calicata 2. En la gráfica de granulometría se aprecia que el porcentaje de material grueso fue de 0.0%, de arena 6.9% y de finos 93.1%. Así también, respecto a la clasificación de suelos por medio del método SUCS

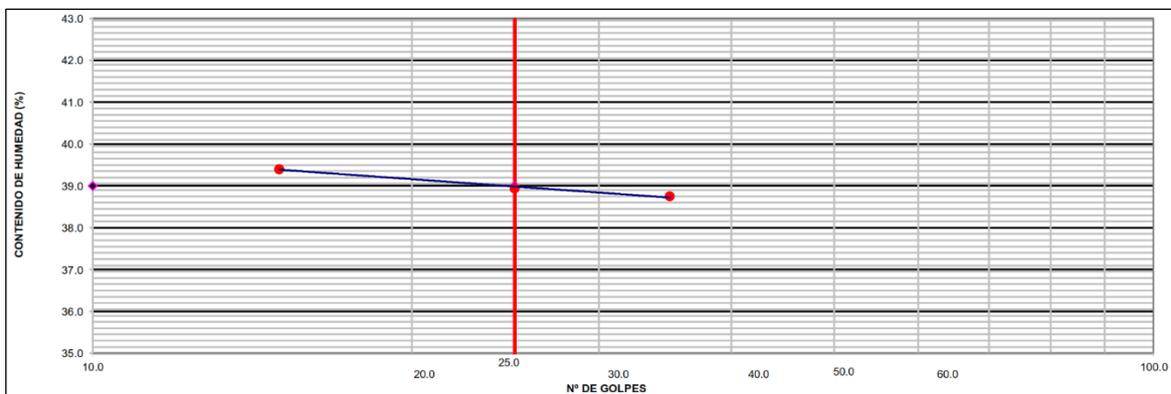
(ASTM-D2487) es CL, y mediante el método AASHTO (ASTM-D3282) es A-6. De este modo, se precisó que el espécimen de suelo es una arcilla de plasticidad baja. Cabe precisar que el índice de grupo fue 16, por lo que el terreno es un suelo de subrasante inadecuado.

### Límites de Atterberg

**Tabla 19.** Límites de Atterberg (Calicata 2 – M2)

Límites de Atterberg	Valores (%)
Límite líquido	39.0
Límite plástico	23.0
Índice de plasticidad	16.0
Contenido de humedad	12.9

Fuente: Elaboración propia (2024)



*Figura 14.* Diagrama de fluidez C2 – M2

Fuente: Elaboración propia (2024)

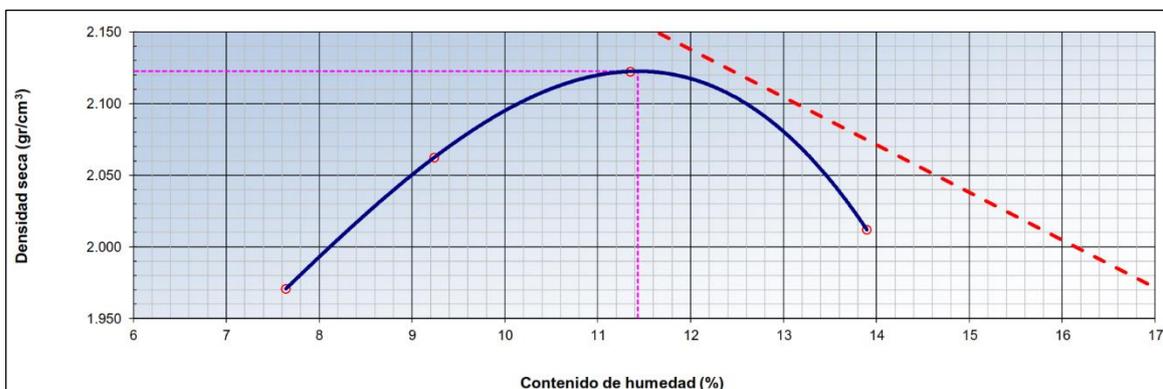
En la tabla 19 y figura 14, detallan los valores de sus límites de Atterberg que llegaron a obtener para la muestra de análisis. Se obtuvo como límite líquido 39.0%, límite plástico 23.0% e índice de plasticidad de 16.0%. Además, se determinó como contenido de humedad un valor de 10.6%. De tal forma, se llega a precisar que la muestra presenta una plasticidad media, caracterizada como un suelo arcilloso.

## Proctor modificado (compactación de suelos)

**Tabla 20.** Proctor modificado (Calicata 2 – M2)

Parámetros	Valores
Gravedad específica (gr/cm <sup>3</sup> )	2.53
Densidad máxima (gr/cm <sup>3</sup> )	2.12
Humedad óptima (%)	11.4

Fuente: Elaboración propia (2024)



*Figura 15.* Relación humedad vs densidad C2 – M2

Fuente: Elaboración propia (2024)

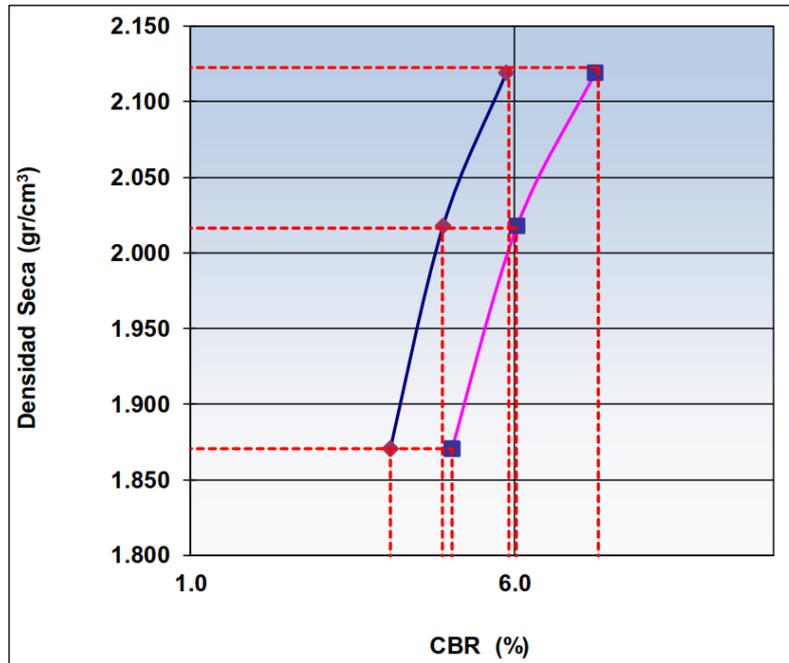
En coherencia a la tabla 20 y figura 15, se muestra los datos correspondientes a la gravedad específica, con una cifra de 2.53 gr/cm<sup>3</sup>; una humedad óptima de 11.4%; y máxima densidad seca con una cifra de 2.12 gr/cm<sup>3</sup>. Esta información constata la mayor densidad que se pudo obtener en la muestra de suelo siendo compactada a la humedad óptima.

## Análisis de CBR

**Tabla 21.** CBR (Calicata 2 – M2)

Parámetros	Valores (%)	
	0.1" Penetración	0.2" Penetración
CBR (100%)	5.9	7.3
CBR (95%)	4.9	6.0

Fuente: Elaboración propia (2024)



*Figura 16. Gráfica CBR C2 – M2*  
 Fuente: Elaboración propia (2024)

Acorde a la tabla 21 y figura 16, se precisa la información obtenida en la prueba de CBR de la muestra de análisis. Se llegó a determinar que el CBR al 100% con una penetración de 1" alcanzó un valor de 5.9%, y al 95% mostró una cifra de 4.9%. Por otra parte, el CBR al 100% con una penetración de 2" logró alcanzar un valor de 7.3%, y al 95% mostró una cifra de 6.0%. De este modo, en coherencia a los datos obtenidos, se determina que el CBR de la muestra se encuentra en una categoría de subrasante insuficiente, dado que se localiza en el rango de  $CBR \geq 3$  a  $CBR < 6\%$ , tal y como se estipula en el cuadro 4.11 categorías de subrasante del Manual de Carreteras.

## Propiedades calicata N° 3 muestra 2

### Análisis granulométrico

Tabla 22. Granulometría del suelo natural (Calicata 3 – M2)

Mallas	Peso (gr)	% Retenido parcial	%Retenido acumulado	%Pasa
3"	0.0	0.0	0.0	100.0
2"	0.0	0.0	0.0	100.0
1 1/2"	0.0	0.0	0.0	100.0
1"	0.0	0.0	0.0	100.0
3/4"	0.0	0.0	0.0	100.0
3/8"	40.0	3.1	3.1	96.9
N° 4	106.0	8.4	11.5	88.5
N° 10	111.3	8.8	20.3	79.7
N° 20	86.0	6.8	27.1	72.9
N° 40	53.1	4.2	31.3	68.7
N° 60	51.9	4.1	35.4	64.6
N° 140	93.6	7.4	42.8	57.2
N° 200	35.4	2.8	45.6	54.4
< 200	688.2	54.4	100.00	0.0

Fuente: Elaboración propia (2024)

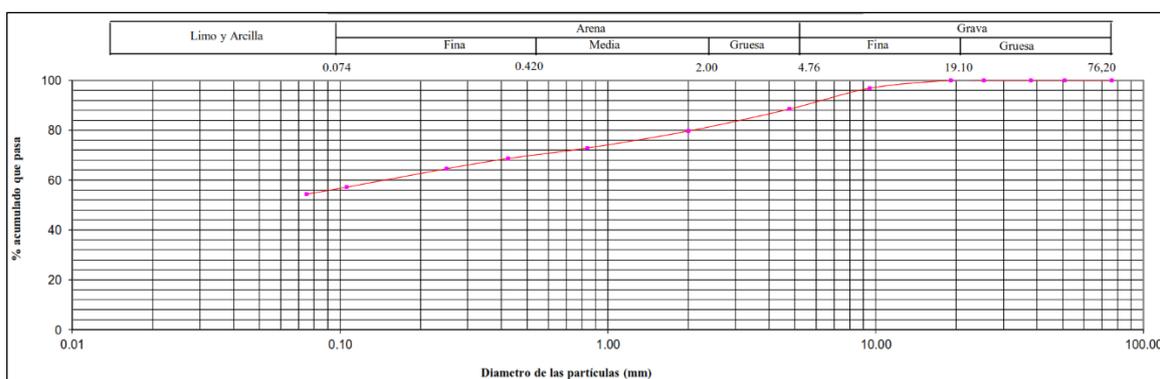


Figura 17. Curva granulométrica C3 – M2

Fuente: Elaboración propia (2024)

En correspondencia con la tabla 22 y figura 17, se observa la información de los datos recopilados sobre la granulometría de la muestra 2 en lo que respecta a la calicata 1. En la curva granulométrica se muestra que el porcentaje de material

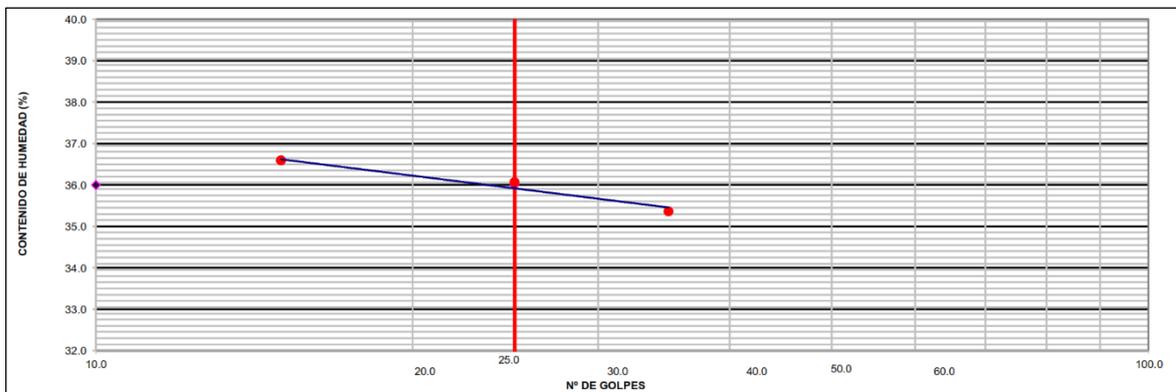
grueso fue de 11.5%, de arena 34.1% y de finos 54.4%. Así mismo, respecto a la clasificación de suelos por medio del método SUCS (ASTM-D2487) es CL, y mediante el método AASHTO (ASTM-D3282) es A-6. De este modo, se detalló que el espécimen de suelo es una arcilla arenosa de plasticidad baja. Cabe denotar que el índice de grupo fue 5, por lo que el terreno es un suelo de subrasante insuficiente.

### Límites de Atterberg

**Tabla 23.** Límites de Atterberg (Calicata 3 – M2)

Límites de Atterberg	Valores (%)
Límite líquido	36.0
Límite plástico	22.0
Índice de plasticidad	14.0
Contenido de humedad	10.3

Fuente: Elaboración propia (2024)



*Figura 18.* Diagrama de fluidez C3 – M2

Fuente: Elaboración propia (2024)

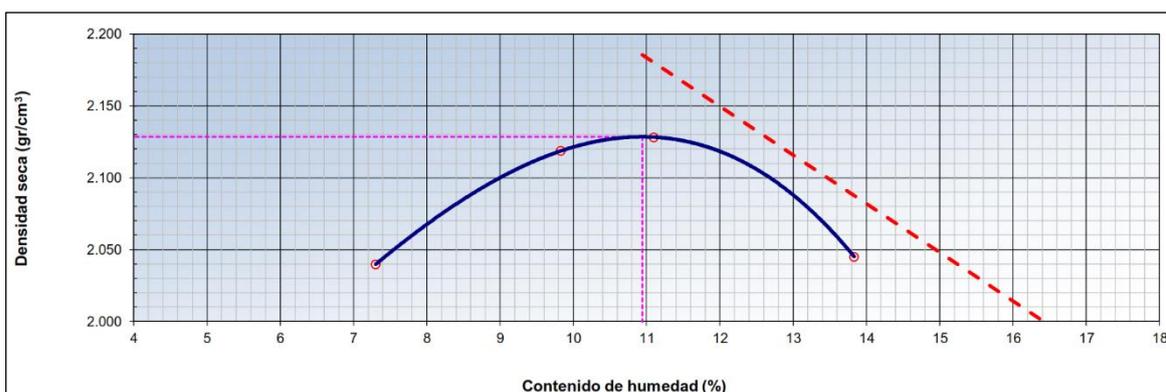
En lo que respecta a la tabla 23 y figura 18, se visualiza las cifras de los límites de Atterberg conseguidos para la muestra de análisis. Se llega a determinar como límite líquido 36.0%, límite plástico con valor de 22.0% e índice de plasticidad de 14.0%. Así también, se precisó como contenido de humedad un valor de 28.6%. De tal manera, se establece que la muestra presenta una plasticidad media, siendo representada como un suelo arcilloso.

## Proctor modificado (compactación de suelos)

**Tabla 24.** Proctor modificado (Calicata 3 – M2)

Parámetros	Valores
Gravedad específica (gr/cm <sup>3</sup> )	2.53
Densidad máxima (gr/cm <sup>3</sup> )	2.13
Humedad óptima (%)	10.9

Fuente: Elaboración propia (2024)



*Figura 19.* Relación humedad y densidad C3 – M2

Fuente: Elaboración propia (2024)

En coherencia a la tabla 24 y figura 19, se puede denotar los datos correspondientes a la gravedad específica, mostrando una cifra de 2.53 gr/cm<sup>3</sup>; humedad óptima, una cifra de 10.9%; y máxima densidad seca de 2.13 gr/cm<sup>3</sup>. Estos datos constatan la mayor densidad que se pudo alcanzar en la muestra de suelo siendo compactada a la humedad óptima.

## Análisis de CBR

**Tabla 25.** CBR (Calicata 3 – M2)

Parámetros	Valores (%)	
	0.1" Penetración	0.2" Penetración
CBR (100%)	5.5	7.3
CBR (95%)	4.9	6.0

Fuente: Elaboración propia (2024)

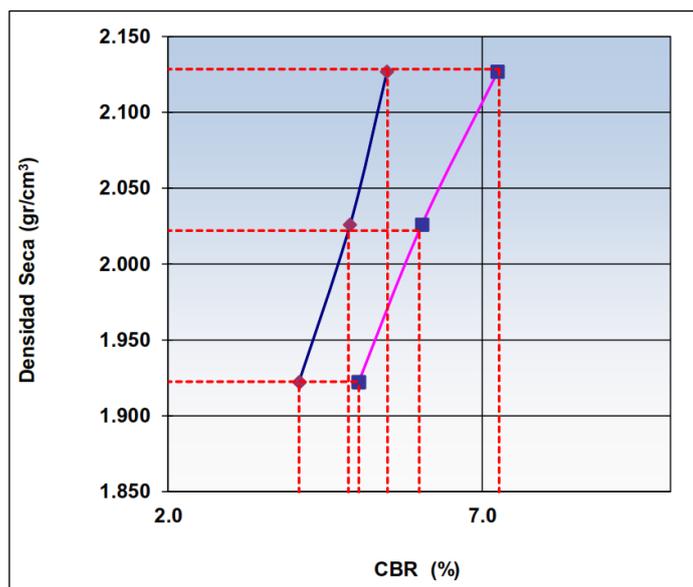


Figura 20. Gráfica CBR C3 – M2

Fuente: Elaboración propia (2024)

En coherencia a la tabla 25 y figura 20, se aprecia los datos que se llegaron a obtener en el estudio de CBR del espécimen de análisis. Se estableció que el CBR al 100% con una penetración de 1" alcanzó un valor de 5.5%, y al 95% mostró una cifra de 4.9%. Por otra parte, el CBR al 100% con una penetración de 2" logró alcanzar un valor de 7.3%, y al 95% mostró una cifra de 6.0%. De este modo, en relación a la información que se obtuvo, se determina que el CBR de la muestra se encuentra en una categoría de subrasante insuficiente, puesto que se ubica en el rango de  $CBR \geq 3$  a  $CBR < 6\%$ , tal y como se muestra en el cuadro 4.11 categorías de subrasante del Manual de Carreteras.

Por consiguiente, en conformidad a la información detallada líneas arriba, se puede determinar que las muestras estudiadas en las 3 calicatas que se llevaron a cabo, presentan características inadecuadas para estructurar la subrasante, dado que se presenciaron valores de CBR menores al 6%. Es por ello que se plantea como calicata crítica de análisis a la información obtenida en la calicata N° 1, muestra 2, básicamente por sus características minoritarias en comparación a las muestras de las otras calicatas analizadas. De este modo, se precisa la realización de la estabilización de la subrasante mediante el añadido de distintas dosificaciones de fibra de plátano y ceniza de ichu en el suelo natural, a fin de analizar sus propiedades.

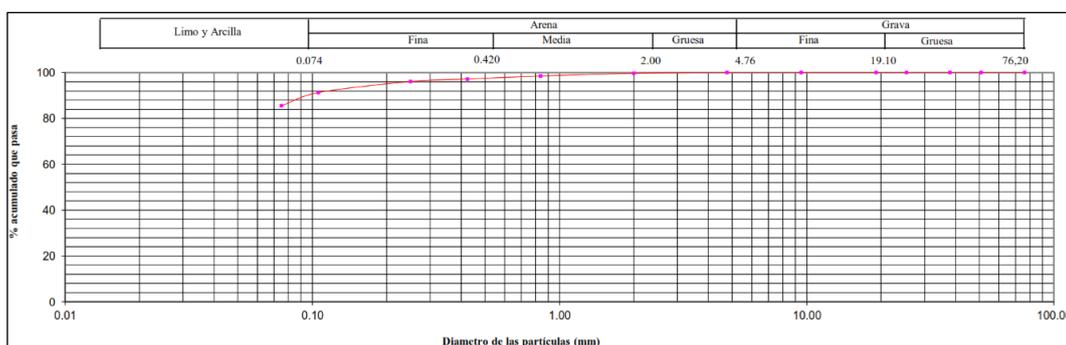
**Propiedades físicas del suelo natural al mezclarse con fibra de plátano y ceniza de ichu en proporciones de 3.5%, 4.5% y 5.5%**

**Análisis granulométrico de las distintas dosificaciones**

**Tabla 26.** *Granulometría combinación suelo natural y fibra de plátano al 3.5%*

Mallas	Peso (gr)	% Retenido parcial	%Retenido acumulado	%Pasa
3"	0.0	0.0	0.0	100.0
2"	0.0	0.0	0.0	100.0
1 1/2"	0.0	0.0	0.0	100.0
1"	0.0	0.0	0.0	100.0
3/4"	0.0	0.0	0.0	100.0
3/8"	0.0	0.0 </td <td>0.0</td> <td>100.0</td>	0.0	100.0
N° 4	0.0	0.0	0.0	100.0
N° 10	2.5	0.3	0.3	99.7
N° 20	10.0	1.2	1.5	98.5
N° 40	10.8	1.3	2.8	97.2
N° 60	9.1	1.1	3.9	96.1
N° 140	39.8	4.8	8.7	91.3
N° 200	48.2	5.8	14.5	85.5
< 200	709.8	85.5	100.0	0.0

Fuente: Elaboración propia (2024)



**Figura 21.** *Curva granulométrica mezcla fibra de plátano al 3.5%*

Fuente: Elaboración propia (2024)

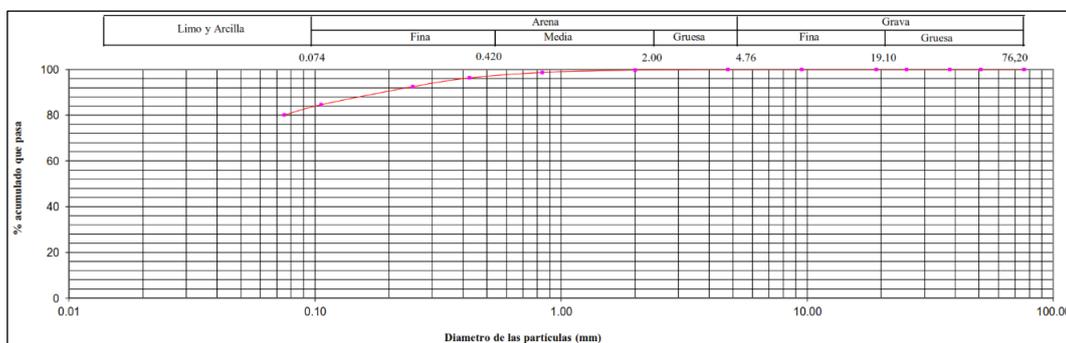
Respecto a la tabla 26 y figura 21, se llega a visualizar la información de los datos recopilados sobre la granulometría del espécimen de suelo natural incorporando fibra de plátano al 3.5%. En la curva granulométrica se muestra que el porcentaje de material grueso fue de 0.0%, de arena 14.5% y de finos 85.5%. Así también, respecto a la clasificación de suelos por medio del método SUCS (ASTM-D2487)

es ML, y mediante el método AASHTO (ASTM-D3282) es A-4. De este modo, se detalla que la combinación analizada hace referencia a un suelo limo de baja plasticidad. Cabe precisar que el índice de grupo fue 4, por lo que el terreno se estaría comportando como un suelo de subrasante regular.

**Tabla 27.** Granulometría combinación suelo natural y fibra de plátano al 4.5%

Mallas	Peso (gr)	% Retenido parcial	%Retenido acumulado	%Pasa
3"	0.0	0.0	0.0	100.0
2"	0.0	0.0	0.0	100.0
1 1/2"	0.0	0.0	0.0	100.0
1"	0.0	0.0	0.0	100.0
3/4"	0.0	0.0	0.0	100.0
3/8"	0.0	0.0	0.0	100.0
N° 4	0.0	0.0	0.0	100.0
N° 10	2.1	0.3	0.3	99.7
N° 20	7.0	1.0	1.3	98.7
N° 40	16.8	2.4	3.7	96.3
N° 60	26.6	3.8	7.5	92.5
N° 140	55.3	7.9	15.4	84.6
N° 200	31.5	4.5	19.9	80.1
< 200	560.7	80.1	100.0	0.0

Fuente: Elaboración propia (2024)



**Figura 22.** Curva granulométrica mezcla fibra de plátano al 4.5%

Fuente: Elaboración propia (2024)

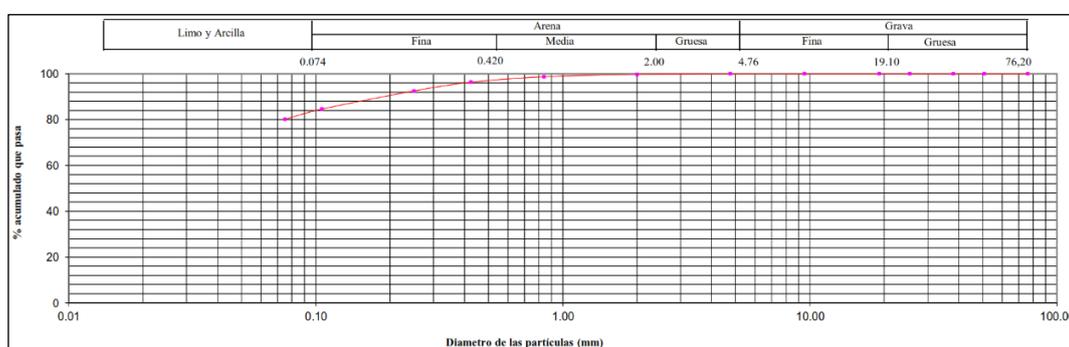
En dicha tabla, así como también, en la figura se aprecia la información de los datos recopilados sobre la granulometría del espécimen de suelo natural incorporando fibra de plátano al 4.5%. En la gráfica se muestra que el porcentaje de material grueso fue de 0.0%, de arena 19.9% y de finos 80.1%. Asimismo, respecto a la

clasificación de suelos por medio del método SUCS (ASTM-D2487) es ML, y mediante el método AASHTO (ASTM-D3282) es A-4. De esta manera, se estableció que la combinación analizada hace referencia a un suelo limo de plasticidad baja con arena. Cabe denotar que su índice de grupo fue 4, por lo que el terreno se estaría comportando como un suelo de subrasante regular.

**Tabla 28.** Granulometría combinación suelo natural y fibra de plátano al 5.5%

Mallas	Peso (gr)	% Retenido parcial	%Retenido acumulado	%Pasa
3"	0.0	0.0	0.0	100.0
2"	0.0	0.0	0.0	100.0
1 1/2"	0.0	0.0	0.0	100.0
1"	0.0	0.0	0.0	100.0
3/4"	0.0	0.0	0.0	100.0
3/8"	0.0	0.0	0.0	100.0
N° 4	0.0	0.0	0.0	100.0
N° 10	2.1	0.3	0.3	99.7
N° 20	7.0	1.3	1.3	98.7
N° 40	16.8	3.7	3.7	96.3
N° 60	26.6	7.5	7.5	92.5
N° 140	55.3	15.4	15.4	84.6
N° 200	31.5	19.9	19.9	80.1
< 200	560.7	80.1	100.0	0.0

Fuente: Elaboración propia (2024)



**Figura 23.** Curva granulométrica mezcla fibra de plátano al 5.5%

Fuente: Elaboración propia (2024)

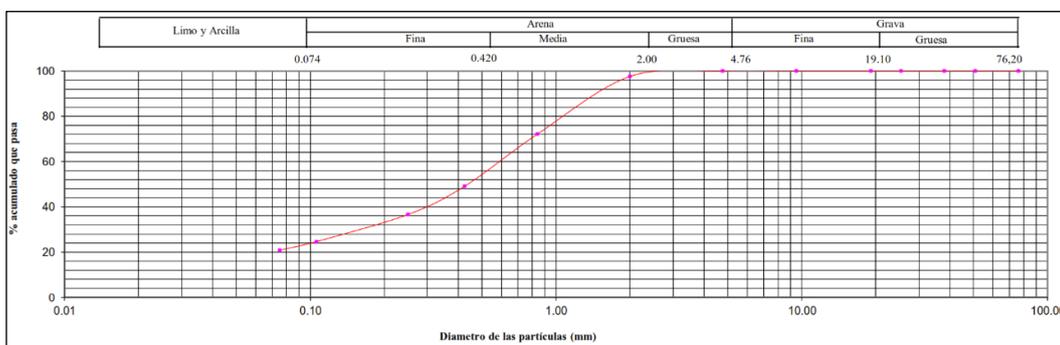
En a la tabla y figura se aprecia la información de los datos recopilados sobre la granulometría del espécimen de suelo natural incorporando fibra de plátano al 5.5%. En la gráfica se muestra que el porcentaje de material grueso fue de 0.0%,

de arena 19.9% y de finos 80.1%. Así también, con relación a la clasificación de suelos por medio del método SUCS (ASTM-D2487) es ML, y mediante el método AASHTO (ASTM-D3282) es A-4. Es así que, se determinó que la combinación analizada hace alusión a un suelo limo de plasticidad baja con arena. Cabe precisar que su índice de grupo fue 4, por lo que el terreno se estaría comportando como un suelo de subrasante regular.

**Tabla 29.** Granulometría combinación suelo natural y ceniza de ichu al 3.5%

Mallas	Peso (gr)	% Retenido parcial	%Retenido acumulado	%Pasa
3"	0.0	0.0	0.0	100.0
2"	0.0	0.0	0.0	100.0
1 1/2"	0.0	0.0	0.0	100.0
1"	0.0	0.0	0.0	100.0
3/4"	0.0	0.0	0.0	100.0
3/8"	0.0	0.0	0.0	100.0
N° 4	0.0	0.0	0.0	100.0
N° 10	7.2	2.4	2.4	97.6
N° 20	76.5	25.5	27.9	72.1
N° 40	69.0	23.0	50.9	49.1
N° 60	37.5	12.5	63.4	36.6
N° 140	36.0	12.0	75.4	24.6
N° 200	11.4	3.8	79.2	20.8
< 200	62.4	20.8	100.00	0.0

Fuente: Elaboración propia (2024)



**Figura 24.** Curva granulométrica mezcla ceniza de ichu al 3.5%

Fuente: Elaboración propia (2024)

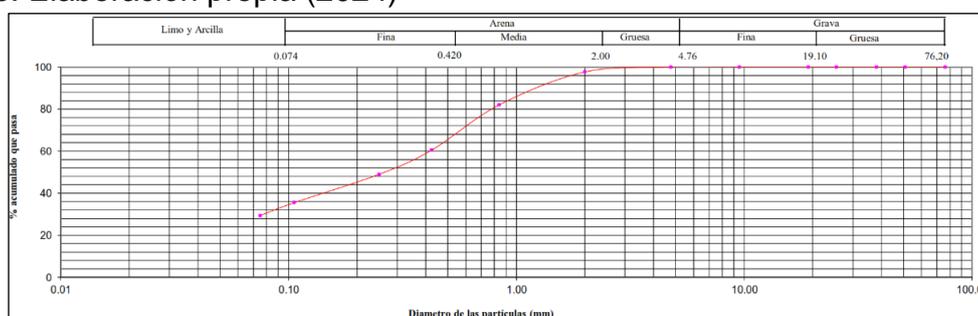
En conformidad a la tabla 29 y figura 24, se detalla la información de los datos recopilados sobre la granulometría del espécimen de suelo natural incorporando

ceniza de ichu al 3.5%. En la curva granulométrica se muestra que el porcentaje de material grueso fue de 0.0%, de arena 79.2% y de finos 20.8%. Así también, respecto a la clasificación de suelos por medio del método SUCS (ASTM-D2487) es SC, y mediante el método AASHTO (ASTM-D3282) es A-2-4. De este modo, se detalló que la combinación analizada hace referencia a un suelo de arena arcillosa. Cabe precisar que el índice de grupo fue 3, por lo que el terreno se estaría comportando como un suelo de subrasante regular.

**Tabla 30.** Granulometría combinación suelo natural y ceniza de ichu al 4.5%

Mallas	Peso (gr)	% Retenido parcial	%Retenido acumulado	%Pasa
3"	0.0	0.0	0.0	100.0
2"	0.0	0.0	0.0	100.0
1 1/2"	0.0	0.0	0.0	100.0
1"	0.0	0.0	0.0	100.0
3/4"	0.0	0.0	0.0	100.0
3/8"	0.0	0.0	0.0	100.0
N° 4	0.0	0.0	0.0	100.0
N° 10	6.9	2.3	2.3	97.7
N° 20	47.1	15.7	18.0	82.0
N° 40	64.5	21.5	39.5	60.5
N° 60	34.5	11.5	51.0	49.0
N° 140	40.5	13.5	64.5	35.5
N° 200	18.3	6.1	70.6	29.4
< 200	88.2	29.4	100.0	0.0

Fuente: Elaboración propia (2024)



**Figura 25.** Curva granulométrica mezcla ceniza de ichu al 4.5%

Fuente: Elaboración propia (2024)

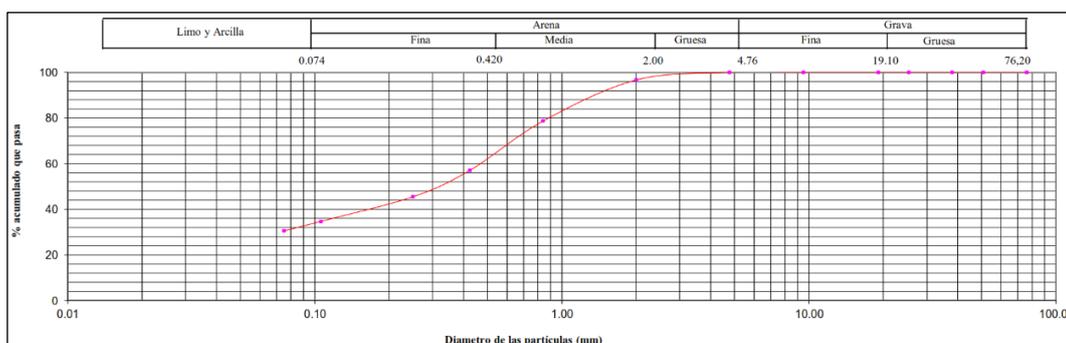
En coherencia a la tabla, así como también en la figura, se llega a apreciar la información de los datos recopilados sobre la granulometría del espécimen de suelo

natural incorporando ceniza de ichu al 4.5%. En la gráfica se muestra que el porcentaje de material grueso fue de 0.0%, de arena 70.6% y de finos 29.4%. Por otra parte, respecto a la clasificación de suelos por medio del método SUCS (ASTM-D2487) es SC, y mediante el método AASHTO (ASTM-D3282) es A-2-6. Por tanto, se estableció que la combinación estudiada hace alusión a un suelo de arena arcillosa. Cabe precisar que el índice de grupo fue 3, por lo que el terreno se estaría comportando como un suelo de subrasante regular.

**Tabla 31.** Granulometría combinación suelo natural y ceniza de ichu al 5.5%

Mallas	Peso (gr)	% Retenido parcial	%Retenido acumulado	%Pasa
3"	0.0	0.0	0.0	100.0
2"	0.0	0.0	0.0	100.0
1 1/2"	0.0	0.0	0.0	100.0
1"	0.0	0.0	0.0	100.0
3/4"	0.0	0.0	0.0	100.0
3/8"	0.0	0.0	0.0	100.0
N° 4	0.0	0.0	0.0	100.0
N° 10	9.9	3.3	3.3	96.7
N° 20	54.0	18.0	21.3	78.7
N° 40	64.8	21.6	42.9	57.1
N° 60	34.8	11.6	54.5	45.5
N° 140	32.4	10.8	65.3	34.7
N° 200	12.6	4.2	69.5	30.5
< 200	91.5	30.5	100.0	0.0

Fuente: Elaboración propia (2024)



**Figura 26.** Curva granulométrica mezcla ceniza de ichu al 5.5%

Fuente: Elaboración propia (2024)

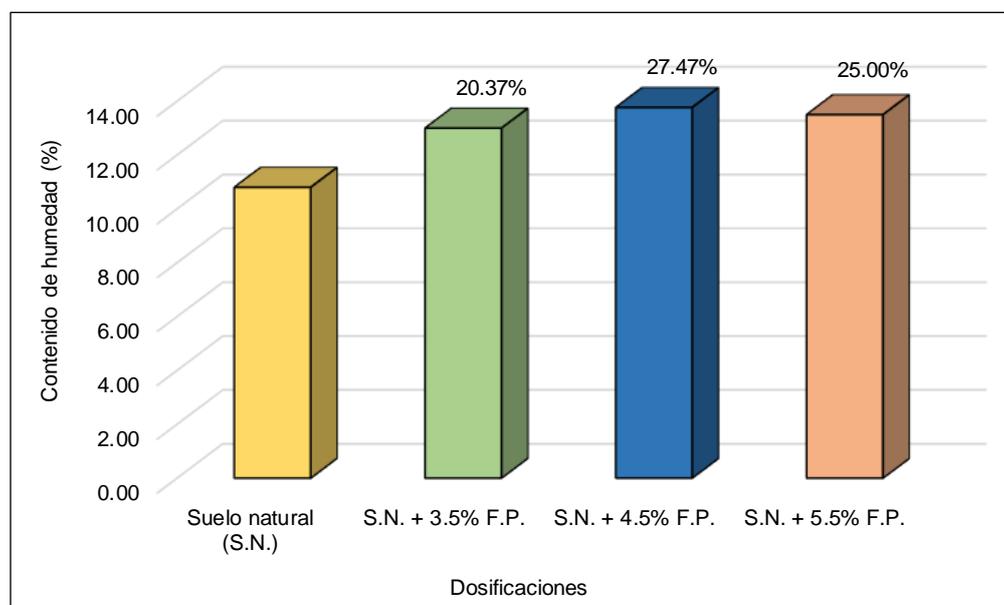
En referencia a la tabla y figura, se denota la información de los datos recopilados sobre la granulometría del espécimen de suelo natural incorporando ceniza de ichu al 5.5%. En la gráfica se muestra que el porcentaje de material grueso fue de 0.0%, de arena 69.5% y de finos 30.5%. Por otra parte, en relación a la clasificación de suelos por medio del método SUCS (ASTM-D2487) es SC, y mediante el método AASHTO (ASTM-D3282) es A-2-6. Por ende, se estableció que la combinación estudiada hace referencia a un suelo de arena arcillosa. Cabe denotar que el índice de grupo fue 3, por lo que el terreno se estaría comportando como un suelo de subrasante regular.

### Contenido de humedad

**Tabla 32.** *Contenido de humedad (adición de fibra de plátano)*

Dosificaciones	Muestras			Promedio (%)	% Variación	% Influencia
	1	2	3			
Suelo natural (S.N.)	10.8	10.7	10.9	10.8	100.00	
S.N. + 3.5% F.P.	13.1	12.9	13.0	13.0	120.37	20.37
S.N. + 4.5% F.P.	13.8	13.6	13.9	13.8	127.47	27.47
S.N. + 5.5% F.P.	13.5	13.4	13.6	13.5	125.00	25.00

Fuente: Elaboración propia (2024)



**Figura 27.** *Contenido de humedad adicionando la fibra de plátano*

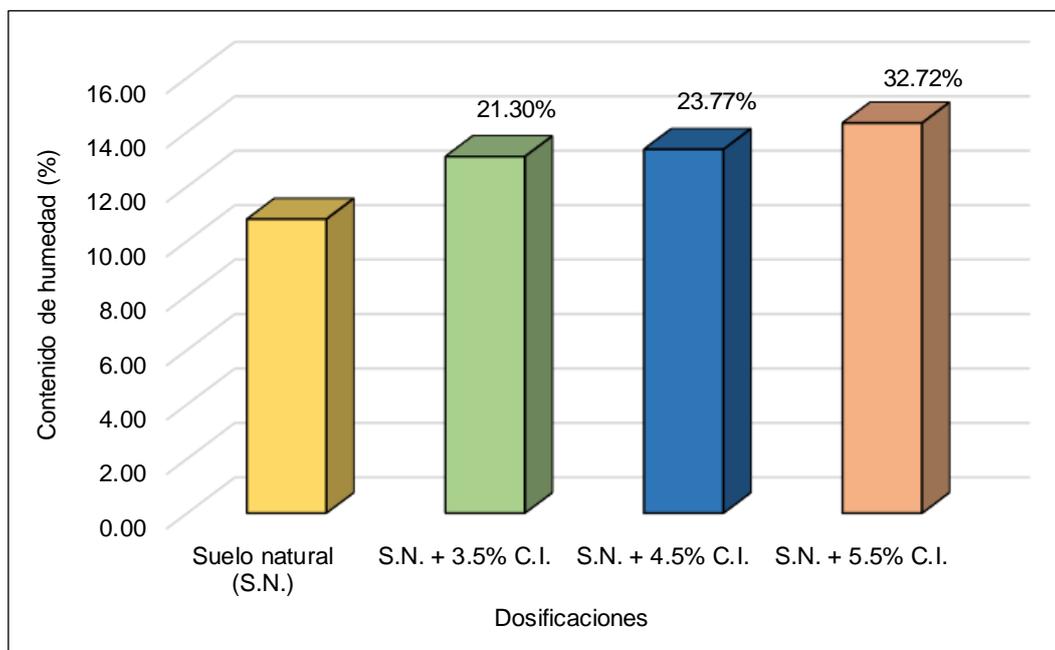
Fuente: Elaboración propia (2024)

En la figura y tabla, se muestra que para el contenido de humedad del suelo natural se obtuvo un valor de 10.80%. Así mismo, al incorporar el 3.5% de fibra de plátano, este presentó una cifra de 13.00%, y con 4.5% se mostró un valor de 13.77%, determinándose una influencia de este material del 20.37% y 27.47% con respecto al suelo natural. Por último, con el 5.5% se observó una cifra de 13.50%, incrementando un 25.00% en lo que respecta a la muestra patrón. El procedimiento de esta prueba se llevó a cabo mediante los procesos determinados en la norma ASTM D 2216-05.

**Tabla 33.** *Contenido de humedad (adición de ceniza de ichu)*

Dosificaciones	Muestras			Promedio (%)	% Variación	% Influencia
	1	2	3			
Suelo natural (S.N.)	10.8	10.7	10.9	10.80	100.00	
S.N. + 3.5% C.I.	13.2	13.1	13.0	13.1	121.30	21.30
S.N. + 4.5% C.I.	13.4	13.4	13.3	13.4	123.77	23.77
S.N. + 5.5% C.I.	14.4	14.4	14.2	14.3	132.72	32.72

Fuente: Elaboración propia (2024)



**Figura 28.** *Contenido de humedad adicionando ceniza de ichu*

Fuente: Elaboración propia (2024)

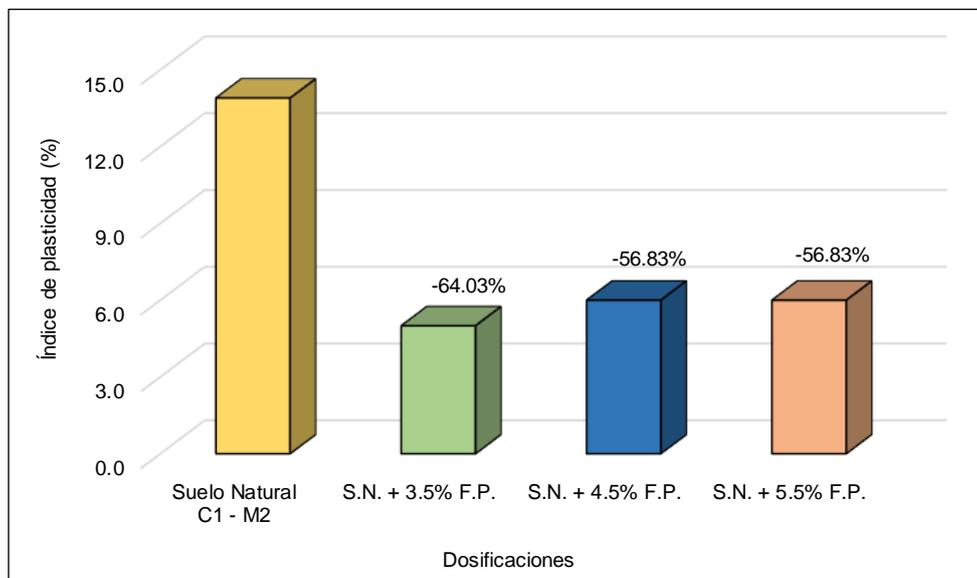
En la figura y tabla, se precisa que para el contenido de humedad del suelo natural se obtuvo un valor de 10.80%. Así también, al adicionar el 3.5% de ceniza de ichu, este presentó una cifra de 13.10%, y con 4.5% se mostró un valor de 13.37%, determinándose una influencia de este material del 21.30% y 23.77% con respecto al suelo natural. Por último, con el 5.5% se observó una cifra de 14.33%, incrementando un 32.72% en lo que respecta a la muestra patrón. Así mismo, el procedimiento de esta prueba se llevó a cabo mediante los procesos determinados en la norma ASTM D 2216-05.

### Límites de Atterberg

**Tabla 34.** Límites de consistencia (adición de fibra de plátano)

Combinaciones	LL (%)	LP (%)	IP (%)	% Variación IP	% Influencia IP
Suelo Natural C1 - M2	36.9	23.0	13.9	100.0	
S.N. + 3.5% F.P.	28.0	23.0	5.0	36.0	-64.03
S.N. + 4.5% F.P.	29.0	23.0	6.0	43.2	-56.83
S.N. + 5.5% F.P.	29.0	23.0	6.0	43.2	-56.83

Fuente: Elaboración propia (2024)



**Figura 29.** Límites de consistencia adicionando fibra de plátano

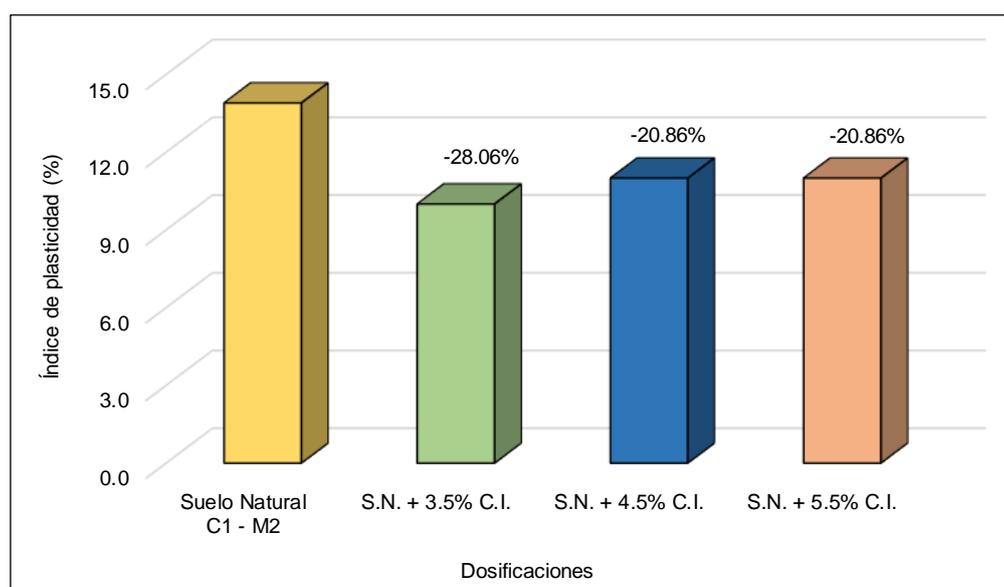
Fuente: Elaboración propia (2024)

En la figura y tabla mostrada, se denota los resultados que se obtuvieron de los límites de Atterberg para las muestras de estudio. Es así que, para el suelo natural se mostró un índice de plasticidad con un valor de 13.9%. Así mismo, incorporando un 3.5% de fibra de plátano, esta propiedad desciende a un 5.0%; por consiguiente, con 4.5% y 5.5%, se estableció valores de 6.0% y 6.0% de manera correspondiente. Se puede denotar que el I.P. se reduce un 64.03%, 56.83% y 56.83% al incorporarse fibra de plátano en las diferentes dosificaciones, con respecto al valor de la muestra base. De este modo, cabe precisar que las muestras corresponden al comportamiento de un suelo poco arcilloso de plasticidad baja.

**Tabla 35. Límites de consistencia (adición de ceniza de ichu)**

Combinaciones	LL (%)	LP (%)	IP (%)	% Variación IP	% Influencia IP
Suelo Natural C1 - M2	36.9	23.0	13.9	100.0	
S.N. + 3.5% C.I.	34.0	24.0	10.0	71.9	-28.06
S.N. + 4.5% C.I.	34.0	23.0	11.0	79.1	-20.86
S.N. + 5.5% C.I.	34.0	23.0	11.0	79.1	-20.86

Fuente: Elaboración propia (2024)



**Figura 30. Límites de consistencia adicionando ceniza de ichu**

Fuente: Elaboración propia (2024)

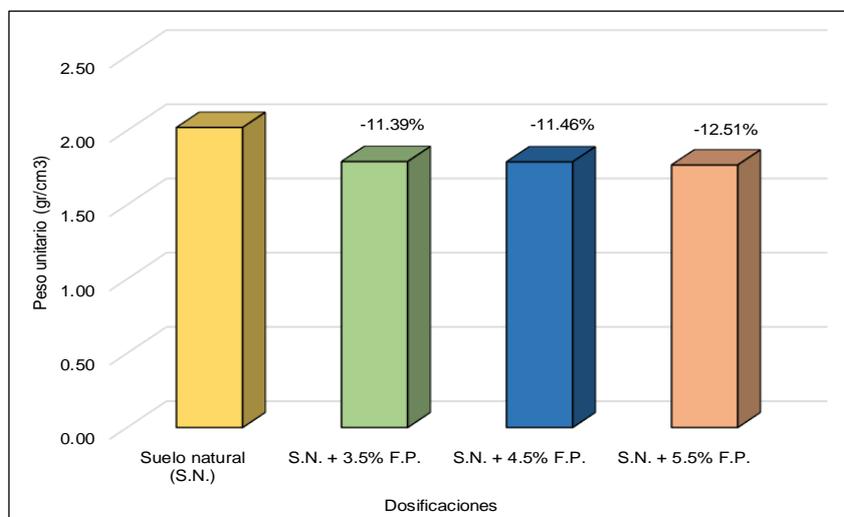
Respecto a la tabla 35 y figura 30, se precisa los resultados que se recolectaron de los límites de Atterberg para las muestras de estudio. Es así que, para el suelo sin aditivos se mostró un índice de plasticidad con valor de 13.9%. Por otra parte, incorporando un 3.5% de ceniza de ichu, esta propiedad desciende a 10.0%, y con 4.5% y 5.5%, se determinó valores de 11.0% y 11.0% de manera correspondiente. Se puede precisar que el I.P. decreció un 28.06% al adicionarse 3.5% de ceniza de ichu, y se redujo hasta 20.86% y 20.86% al agregarse 4.5% y 5.5% del mencionado material. De esta manera, cabe destacar que las muestras corresponden al comportamiento de un suelo arcilloso de plasticidad media.

### Peso unitario

**Tabla 36.** *Peso unitario (adición de fibra de plátano)*

Peso Unitario						%Variación	% Influencia
Combinaciones	Muestras				Promedio		
	1	2	3	4			
Suelo natural (S.N.)	1.96	2.08	2.09	1.96	2.02	100.00	
S.N. + 3.5% F.P.	1.71	1.83	1.88	1.74	1.79	88.61	-11.39
S.N. + 4.5% F.P.	1.73	1.83	1.86	1.74	1.79	88.54	-11.46
S.N. + 5.5% F.P.	1.72	1.79	1.83	1.73	1.77	87.49	-12.51

Fuente: Elaboración propia (2024)



**Figura 31.** Pesos unitarios respecto a las proporciones estudiadas (F.P.)

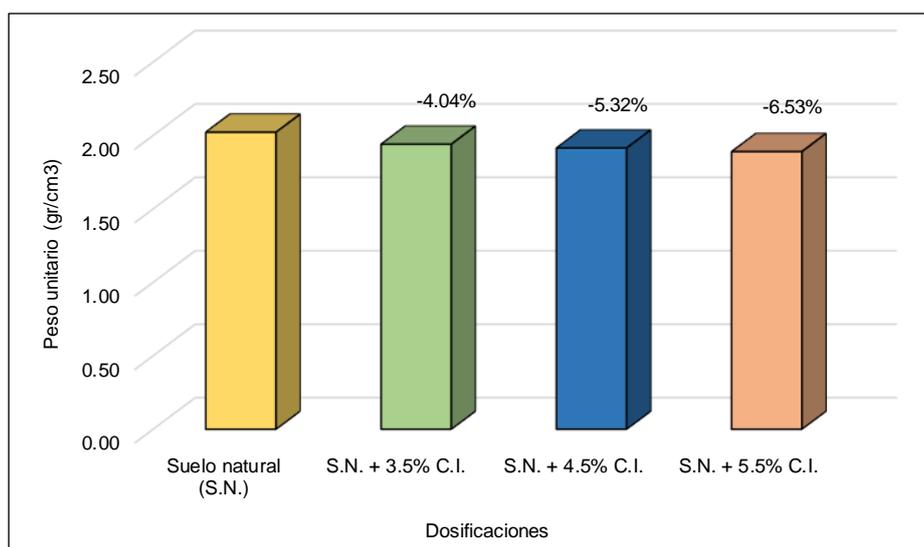
Fuente: Elaboración propia (2024)

En la figura 36 y tabla 33, se precisa los resultados de peso unitario determinados para el espécimen patrón, también para las muestras en las que se adicionó fibra de plátano. Se denota que al incorporar el material de estudio en las distintas proporciones provocó que el peso unitario tienda a disminuir, tal es el caso que en la adición de 4.5% de fibra de plátano se mostró una cifra de 1.79 gr/cm<sup>3</sup>, reduciéndose un 11.46% en relación a la cifra obtenida por la muestra patrón.

**Tabla 37. Peso unitario (adición de ceniza de ichu)**

Peso Unitario						%Variación	% Influencia
Combinaciones	Muestras				Promedio		
	1	2	3	4			
Suelo natural (S.N.)	1.96	2.08	2.09	1.96	2.02	100.00	
S.N. + 3.5% C.I.	1.89	1.96	2.03	1.89	1.94	95.96	-4.04
S.N. + 4.5% C.I.	1.86	1.95	1.99	1.86	1.91	94.68	-5.32
S.N. + 5.5% C.I.	1.84	1.92	1.95	1.84	1.89	93.47	-6.53

Fuente: Elaboración propia (2024)



**Figura 32. Pesos unitarios respecto a las proporciones estudiadas (C.I.)**

Fuente: Elaboración propia (2024)

En la figura 32 y tabla 37, se precisa los resultados de peso unitario determinados para el espécimen patrón y las muestras en las que se adicionó ceniza de ichu. Se

denota que al incorporar el material de estudio en las distintas proporciones provocó que el peso unitario tienda a disminuir, tal es el caso que al añadir 4.5% de ceniza de ichu se estableció una cifra de 1.91 gr/cm<sup>3</sup>, reduciéndose un 5.32% en relación a la cifra obtenida por la muestra patrón.

**Objetivo específico 2:** Determinar de la influencia la fibra de plátano y la ceniza de Ichu en las propiedades mecánicas de la subrasante en la carretera José Gálvez, Chanchamayo.

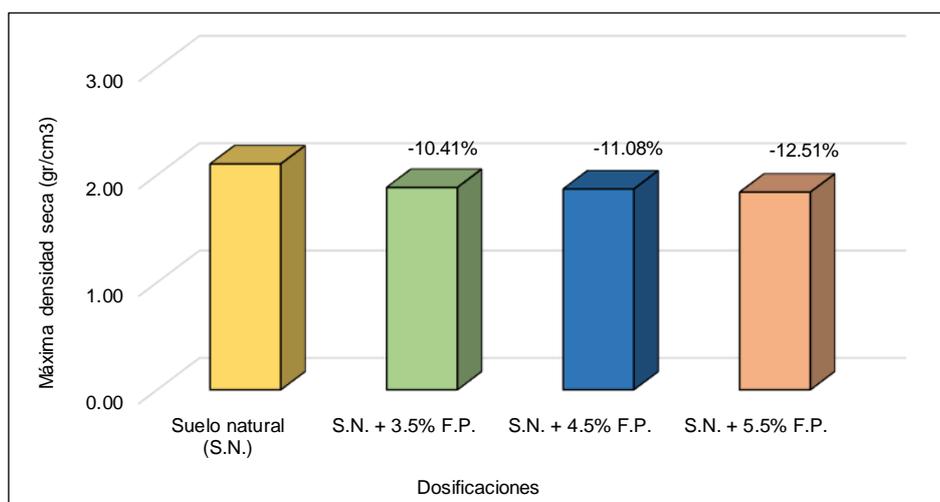
**Propiedades mecánicas del suelo natural al adicionarse 3.5%, 4.5% y 5.5% fibra de plátano y ceniza de ichu**

**Proctor Modificado**

**Tabla 38.** *Máxima densidad seca (adición fibra de plátano)*

Dosificaciones	Máxima densidad seca (gr/cm <sup>3</sup> )	%Variación	% Influencia
Suelo natural (S.N.)	2.10	100.00	
S.N. + 3.5% F.P.	1.88	89.59	-10.41
S.N. + 4.5% F.P.	1.87	88.92	-11.08
S.N. + 5.5% F.P.	1.84	87.49	-12.51

Fuente: Elaboración propia (2024)



**Figura 33.** Máxima densidad seca (fibra de plátano)

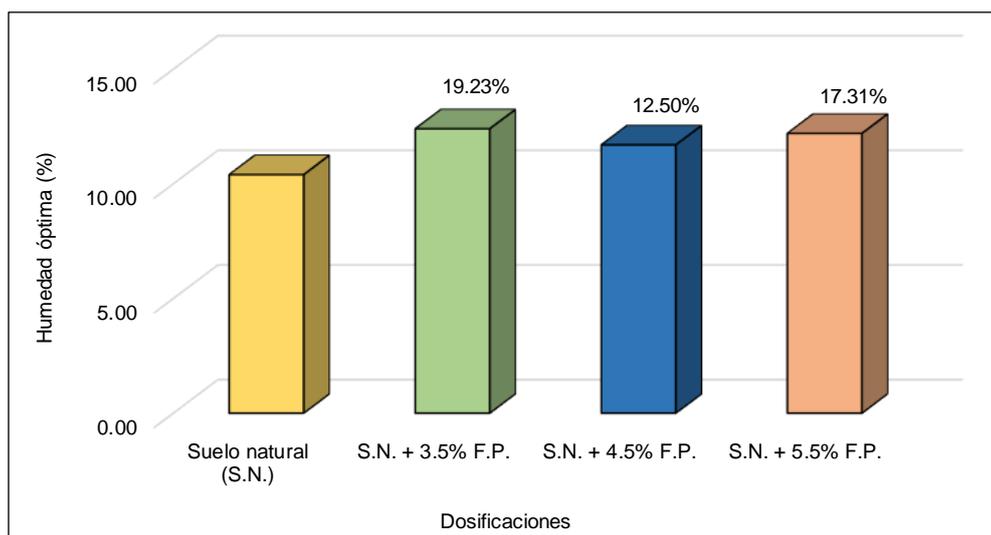
Fuente: Elaboración propia (2024)

Sobre la figura y tabla referente a los resultados del experimento de Proctor modificado, en las que se analizó el suelo natural incorporando fibra de plátano, se evidencia como densidad máxima seca en el espécimen de suelo, una cifra de 2.10 gr/cm<sup>3</sup>, y en conformidad a la adición del material de estudio este parámetro presentó una tendencia a disminuir, tal es caso que en la dosificación de 4.5%, se evidenció una máxima densidad seca cuya cifra es de 1.87 gr/cm<sup>3</sup>, reduciéndose un 11.08% en relación al valor obtenido en la muestra patrón. Cabe destacar que esta información constata la máxima densidad seca que se pudo alcanzar en la muestra de suelo al ser compactada a la humedad óptima.

**Tabla 39. Humedad óptima (adición fibra de plátano)**

Dosificaciones	Humedad Óptima (%)	%Variación	% Influencia
Suelo natural (S.N.)	10.40	100.00	
S.N. + 3.5% F.P.	12.40	119.23	19.23
S.N. + 4.5% F.P.	11.70	112.50	12.50
S.N. + 5.5% F.P.	12.20	117.31	17.31

Fuente: Elaboración propia (2024)



**Figura 34. Humedad óptima (fibra de plátano)**

Fuente: Elaboración propia (2024)

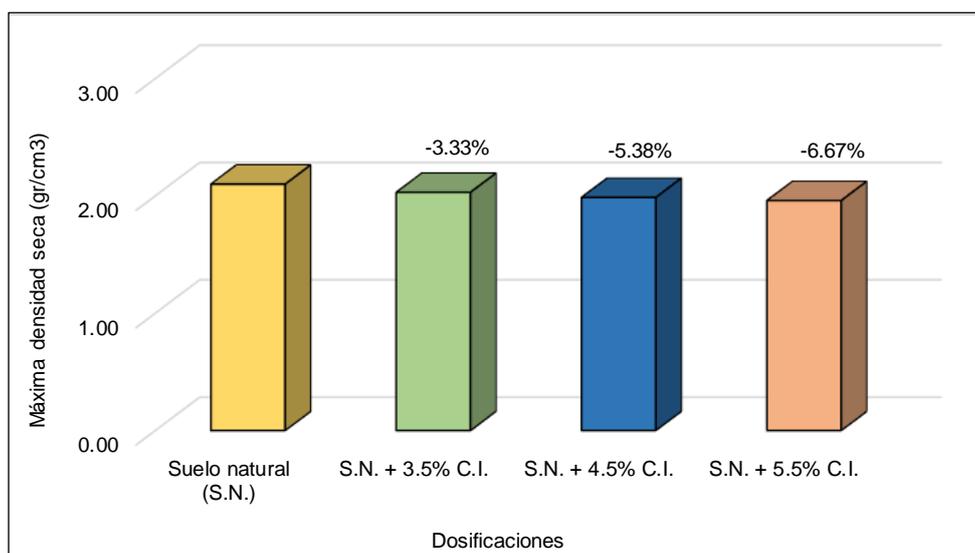
En coherencia a la tabla 39 y figura 34, se muestra las cifras de humedad óptima recolectados por medio del ensayo de Proctor Modificado. Así mismo, esta

información, se precisa que la humedad óptima del suelo en estado natural fue de 10.4%, con adición del 3.5% de fibra de plátano se tuvo un valor de 12.4%, con el 4.5% se mostró una cifra de 11.7%, aumentando un 12.50% respecto a la muestra patrón, y, por último, con el 5.5% se estableció un valor de 12.2%.

**Tabla 40. Máxima densidad seca (adición ceniza de ichu)**

Dosificaciones	Máxima densidad seca (gr/cm <sup>3</sup> )	%Variación	% Influencia
Suelo natural (S.N.)	2.10	100.00	
S.N. + 3.5% C.I.	2.03	96.67	-3.33
S.N. + 4.5% C.I.	1.99	94.62	-5.38
S.N. + 5.5% C.I.	1.96	93.33	-6.67

Fuente: Elaboración propia (2024)



**Figura 35. Máxima densidad seca (ceniza de ichu)**

Fuente: Elaboración propia (2024)

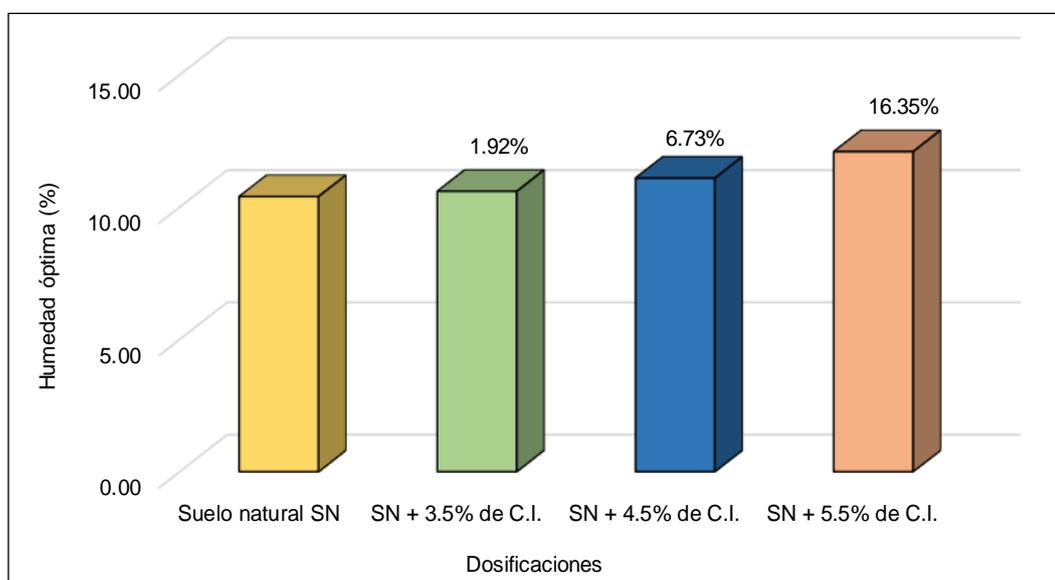
En la figura y tabla referente a los resultados del Proctor modificado, en las que se analizó el suelo natural incorporando ceniza de ichu, se mostró como máxima densidad seca en la muestra de suelo una cifra de 2.10 gr/cm<sup>3</sup>, y en conformidad a la adición del material de estudio este parámetro presentó una tendencia a disminuir, tal es caso que en la dosificación de 4.5%, se evidenció una máxima

densidad seca cuya cifra es de 1.99 gr/cm<sup>3</sup>, reduciéndose un 5.38% con respecto al valor obtenido en la muestra patrón. Cabe precisar que estos datos hacen referencia a la máxima densidad seca que se pudo alcanzar en la muestra de suelo al ser compactada a la humedad óptima.

**Tabla 41. Humedad óptima (adición ceniza de ichu)**

Dosificaciones	Humedad Óptima (%)	%Variación	% Influencia
Suelo natural SN	10.40	100.00	
SN + 3.5% de C.I.	10.60	101.92	1.92
SN + 4.5% de C.I.	11.10	106.73	6.73
SN + 5.5% de C.I.	12.10	116.35	16.35

Fuente: Elaboración propia (2024)



**Figura 36. Humedad óptima (ceniza de ichu)**

Fuente: Elaboración propia (2024)

En coherencia a la tabla 41 y figura 36, se denota los valores de humedad óptima obtenidos por medio del experimento de Proctor Modificado. Se precisa que la humedad óptima del suelo en estado natural fue de 10.4%, con adición del 3.5% de ceniza de ichu se obtuvo un valor de 10.60%, con el 4.5% se mostró una cifra de 11.10%, aumentando un 6.73% acorde a la muestra patrón, y, por último, con el 5.5% se estableció un valor de 12.10%.

## Corte directo (capacidad portante)

Tabla 42. Capacidad de carga admisible

Muestras	Parámetros	Resultados	Capacidad admisible de carga $q_{adm}$ (Kg/cm <sup>2</sup> )	% Variación	% Influencia
Suelo natural	Cohesión (C)	0.35 Kg/cm <sup>2</sup>	2.476	100.00	
	Angulo de fricción interna ( $\Phi$ )	12.4°			
	Peso específico ( $\gamma$ )	2.02 gr/cm <sup>3</sup>			
Suelo natural + Fibra de plátano	Cohesión (C)	0.34 Kg/cm <sup>2</sup>	3.194	129.00	29.00
	Angulo de fricción interna ( $\Phi$ )	16.3°			
	Peso específico ( $\gamma$ )	1.79 gr/cm <sup>3</sup>			
Suelo natural + Ceniza ichu	Cohesión (C)	0.35 Kg/cm <sup>2</sup>	3.276	132.31	32.31
	Angulo de fricción interna ( $\Phi$ )	16.1°			
	Peso específico ( $\gamma$ )	1.91 gr/cm <sup>3</sup>			

Fuente: Elaboración propia (2024)

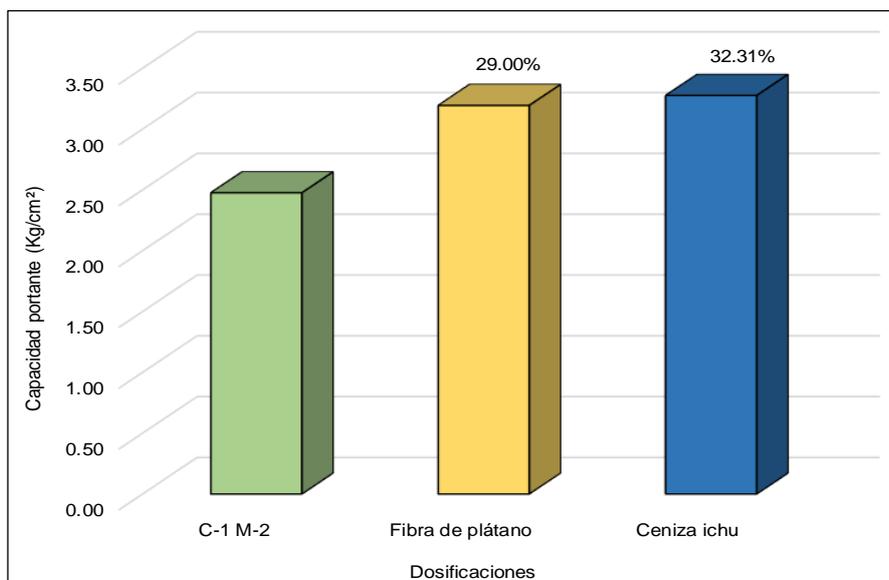


Figura 37. Valores de capacidad de carga admisible

Fuente: Elaboración propia (2024)

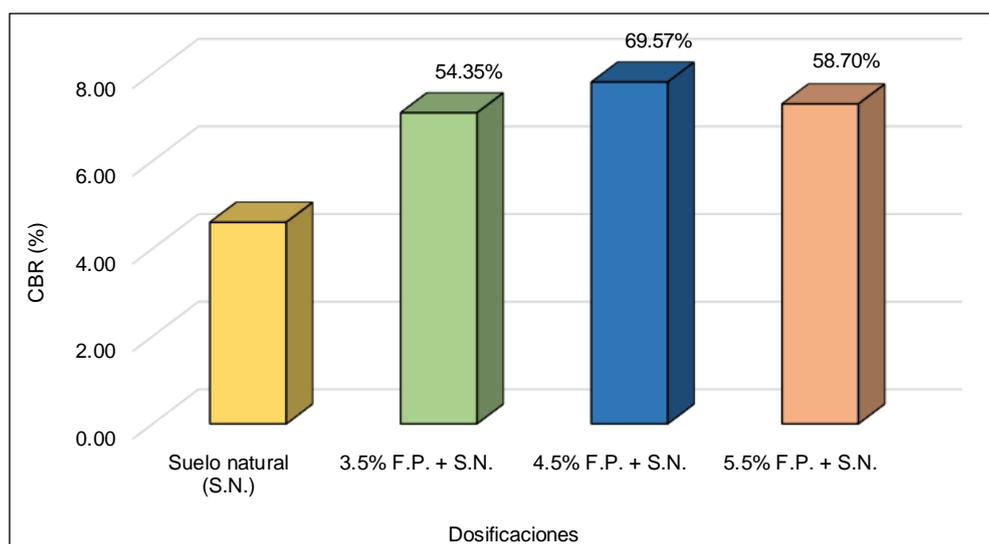
Referente a la tabla 42 y figura 37, se aprecia las cifras de capacidad portante (capacidad de carga admisible) determinados conforme a una muestra de suelo específica y adicionando fibra de plátano y ceniza de ichu en muestras correspondientes. Se ha podido observar que la mayor capacidad portante se presentó con la adición de ceniza de ichu, mostrándose un valor de 3.28 Kg/cm<sup>2</sup>, incrementando un 32.31% en concordancia a la muestra de suelo patrón.

### Análisis del CBR

**Tabla 43.** CBR con la incorporación de fibra de plátano

CBR	CBR 95% 0.1"	Variación (%)	% Influencia
Suelo natural (S.N.)	4.60	100.00	
3.5% F.P. + S.N.	7.10	154.35	54.35
4.5% F.P. + S.N.	7.80	169.57	69.57
5.5% F.P. + S.N.	7.30	158.70	58.70

Fuente: Elaboración propia (2024)



**Figura 38.** CBR adicionando fibra de plátano

Fuente: Elaboración propia (2024)

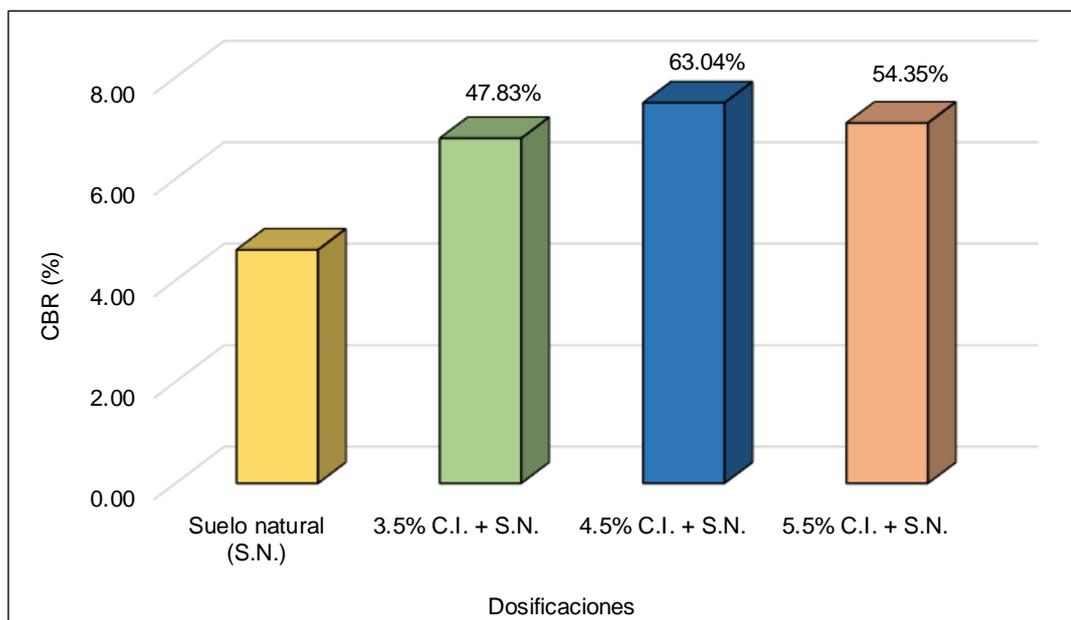
Con respecto a la tabla 43 y la figura 38, se precisa los valores porcentuales de CBR al 95% determinados en el suelo natural y al adicionar la fibra de plátano en sus diferentes proporciones. De tal forma, se detalla que el suelo patrón presentó

un CBR de 4.60%. En base al material de estudio, el mejor comportamiento se obtuvo con la mezcla de 4.5% de F.P., mostrándose un CBR de 7.80%, superando en un 69.57% al valor determinado por la muestra patrón. En conclusión, la fibra de plátano contribuye a mejorar la estabilización de la subrasante, lográndose una categoría de subrasante regular conforme al CBR, tal y como se precisa en el cuadro 4.11 del Manual de Carreteras.

**Tabla 44.** CBR con la incorporación ceniza de ichu

CBR	CBR 95% 0.1"	Variación (%)	% Influencia
Suelo natural (S.N.)	4.60	100.00	
3.5% C.I. + S.N.	6.80	147.83	47.83
4.5% C.I. + S.N.	7.50	163.04	63.04
5.5% C.I. + S.N.	7.10	154.35	54.35

Fuente: Elaboración propia (2024)



**Figura 39.** CBR adicionando ceniza de ichu

Fuente: Elaboración propia (2024)

En relación a la tabla 44 y la figura 39, se detalla los datos de CBR al 95% obtenidos en el suelo natural y con el añadimiento de ceniza de ichu en sus diferentes

proporciones. De tal manera, se precisa que el suelo en estado natural mostró un CBR con valor de 4.60%. En base al material de análisis, el mejor comportamiento se obtuvo con la mezcla de 4.5% de C.I., mostrándose un CBR de 7.50%, incrementando un 63.04% al valor determinado por la muestra patrón. En conclusión, la ceniza de ichu contribuye a mejorar la estabilización de la subrasante, lográndose una categoría de subrasante regular conforme al CBR, tal y como se detalla en el cuadro 4.11 del Manual de Carreteras.

**Objetivo específico 3:** Determinar en cuánto influye la dosificación de fibra de plátano y ceniza de ichu en la estabilización de la subrasante en la carretera José Gálvez, Chanchamayo.

### **Análisis de las propiedades físicas**

#### **Contenido de humedad**

**Tabla 45.** *Influencia de los materiales de estudio en el contenido de humedad*

<b>Combinaciones</b>	<b>Contenido de humedad (%)</b>	<b>% Influencia</b>
Suelo natural (S.N.)	10.80	
S.N. + 3.5 F.P.	13.00	20.37
S.N. + 4.5 F.P.	13.77	27.47
S.N. + 5.5 F.P.	13.50	25.00
S.N. + 3.5 C.I.	13.10	21.30
S.N. + 4.5 C.I.	13.37	23.77
S.N. + 5.5 C.I.	14.33	32.72

Fuente: Elaboración propia (2024)

En lo que respecta a la tabla 45, se detalla el porcentaje de influencia de los materiales de estudio respecto al contenido de humedad. Acorde a la información, se establece que con la dosificación de 4.5% de fibra de plátano, se llegó a tener un comportamiento regular en la propiedad analizada, dado que se presentó un aumento de 27.47% en referencia a la muestra patrón, mientras que con la ceniza

de ichu al 4.5% se mostró un valor de crecimiento de 23.77% en coherencia al suelo natural.

Por consiguiente, conforme a la información precisada con antelación, se ha determinado que la utilización de fibra de plátano y ceniza de ichu contribuyen a mejorar las características físicas del suelo, contribuyendo así a estabilizar la subrasante de la vía José Gálvez, Chanchamayo. De esta manera, se puede determinar que para mejorar las características físicas del terreno de análisis se requiere aplicar un porcentaje idóneo que se localice entre 3.5% a 4.5%, con la finalidad de no afectar drásticamente el comportamiento mecánico del elemento estudiado.

### **Análisis de las propiedades mecánicas**

#### **Proctor Modificado**

**Tabla 46.** *Influencia de los materiales – humedad óptima y máxima densidad*

<b>Combinaciones</b>	<b>Máxima densidad seca (gr/cm<sup>3</sup>)</b>	<b>% Influencia</b>	<b>Humedad óptima (%)</b>	<b>% Influencia</b>
Suelo natural (S.N.)	2.10		10.40	
S.N. + 3.5 F.P.	1.88	-10.41	12.40	19.23
S.N. + 4.5 F.P.	1.87	-11.08	11.70	12.50
S.N. + 5.5 F.P.	1.84	-12.51	12.20	17.31
S.N. + 3.5 C.I.	2.03	-3.33	10.60	1.92
S.N. + 4.5 C.I.	1.99	-5.38	11.10	6.73
S.N. + 5.5 C.I.	1.96	-6.67	12.10	16.35

Fuente: Elaboración propia (2024)

La tabla 46 da a mostrar el porcentaje de influencia de los materiales de estudio con relación a la humedad óptima, y también la máxima densidad seca. De los datos, se detalla que la máxima densidad seca obtenida con las proporciones de fibra de plátano fue en la combinación de 3.5%, con un valor de 1.88 gr/cm<sup>3</sup> partiendo con base a una humedad óptima con valor de 12.40%, mostrándose así una influencia de reducción del 10.41% con respecto al suelo natural. Por otra parte,

en relación a la ceniza de ichu, la máxima densidad seca se llega a presentar en la mezcla de 3.5%, con un valor de 2.03 gr/cm<sup>3</sup> con base a una humedad óptima que cuenta con un valor de 10.60%, determinándose una influencia de reducción de 3.33% en comparación al patrón. De esta manera, es posible deducir que la relación humedad óptima con respecto a la máxima densidad seca llega a ser inversamente proporcional, es decir, cuando la humedad óptima se incrementa, la máxima densidad seca disminuye.

### **Análisis del corte directo (capacidad de carga admisible)**

**Tabla 47.** *Influencia de los materiales en la capacidad de carga*

<b>Combinaciones</b>	<b>Capacidad portante (Kg/cm<sup>2</sup>)</b>	<b>% Influencia</b>
Suelo natural (S.N.)	2.48	
Suelo natural + Fibra de plátano	3.19	29.00
Suelo natural + Ceniza de ichu	3.28	32.31

Fuente: Elaboración propia (2024)

En relación con la tabla 47, se evidencia el porcentaje de influencia de los materiales de análisis con respecto a la capacidad portante. De la data, se llegó a determinar que con la incorporación de fibra de plátano al suelo natural se logró obtener una capacidad de carga admisible de 3.19 Kg/cm<sup>2</sup>, influyendo en un incremento del 29% en dicho parámetro en comparación al valor que se obtuvo por la muestra patrón. Así mismo, respecto a lo que se añade la ceniza de ichu en el suelo natural, se presentó una capacidad portante con valor de 3.28 Kg/cm<sup>2</sup>, influyendo en un ascenso del 32.31% del mencionado parámetro en contraste a cifra obtenido por el suelo natural. De esta manera, se precisa que los materiales de estudio contribuyen a mejorar la capacidad de carga del terreno analizado.

## Análisis del CBR

**Tabla 48.** *Influencia de los materiales en el CBR*

Combinaciones	CBR al 95% 1"	% Influencia
Suelo natural (S.N.)	4.60	
S.N. + 3.5 F.P.	7.10	54.35
S.N. + 4.5 F.P.	7.80	69.57
S.N. + 5.5 F.P.	7.30	58.70
S.N. + 3.5 C.I.	6.80	47.83
S.N. + 4.5 C.I.	7.50	63.04
S.N. + 5.5 C.I.	7.10	54.35

Fuente: Elaboración propia (2024)

En conformidad a la tabla 48, se aprecia el porcentaje de influencia de los materiales de análisis en relación a las cifras que se obtuvieron en el CBR al 95% a penetración de 1". De la información, se determinó que al incorporar 4.5% de fibra de plátano al suelo natural se llegó a obtener un máximo CBR de 7.80%, mostrándose una influencia de incremento del 69.57% en relación al patrón. De la misma manera, con la adición de 4.5% de ceniza de ichu, se estableció un máximo CBR de 7.50%, influyendo en un aumento del 63.04% con respecto al suelo natural. Cabe destacar que estos máximo valores de CBR obtenidos al momento de incorporar la fibra de plátano y ceniza de ichu contribuyeron a mejorar el comportamiento del suelo de estudio, dado que se logró llegar a una categoría de subrasante regular, permitiéndose así la estabilización adecuada de la misma.

En consecuencia, con respecto a la información detallada con anterioridad, se ha determinado que la utilización de fibra de plátano y ceniza de ichu contribuyen a mejorar las características mecánicas del suelo de estudio, contribuyendo así a estabilizar la subrasante de la vía José Gálvez, Chanchamayo. De tal forma, se puede precisar que para mejorar las características mecánicas del terreno de análisis se requiere aplicar un porcentaje idóneo que se localice entre 3.5% a 4.5%, con la finalidad de mantener un equilibrio entre la forma de comportarse sobre las características físicas y también mecánicas del elemento estudiado.

#### IV. DISCUSIÓN

Adauto (2022), determinó estudiar cómo la fibra de agave influye de manera óptima en la estabilización de suelos arcillosos. Esta investigación tuvo lugar en el anexo de Azapampa. Las dosificaciones que se trataron fueron de 0.5%, 1.0% y 1.5%. Se llegó a realizar cuatro calicatas para realizar un estudio de suelo. Los resultados indicaron que la fibra de agave llega a influir efectivamente en dicha cifra relativa de soporte, así como también en el contenido de humedad. Teniendo valores de 18.3% en la C-1, por consiguiente, un óptimo contenido de humedad en lo que respecta a su suelo patrón que cuenta con un 17.36%; de tal forma que al ser incorporado la fibra hecho de agave en distintos valores porcentuales la cuales son de 0.5%, 1.0% y 1.5%, en una longitud de solo 5cm, se llegó a determinar valores de 18.37%, 19.77%, 20.20%. En concordancia con la investigación, se empleó fibra de plátano y ceniza de ichu en proporciones de 0%, 3.5%, 4.5% y 5.5%. Este proyecto fue desarrollado en el centro Poblado José Gálvez, Chanchamayo. De esta manera, en base a los datos recopilados en la prueba de contenido de humedad, se logró cercanas al valor mostrado por el suelo natural. Con una mayor dosificación de fibra de plátano el contenido de humedad aumentó, siendo el 5.5% el rango más alto, dado que se obtuvo una cifra de 13.5%, incrementando un 25% con respecto al espécimen natural. Así también, con la adición de ceniza de ichu, se mostró parámetros similares, puesto que con la dosificación más alta se alcanzó un incremento del 32.72% respecto a la muestra patrón. Por lo tanto, se determinó que la manera en cómo se comporta la subrasante al incorporarse fibra de plátano y ceniza de ichu conserva una proclividad medianamente idéntica al determinado por el autor, puesto que se alcanzó porcentajes de contenido de humedad medianamente cercanos al adicionarse los materiales de análisis.

Quijano y Valdivia (2021), precisó estabilizar la trocha carrozable Lomaspatá, Coracora Ayacucho con la ceniza de carbón y tusa de maíz, trabajando con dosificaciones del 15%, 20% y 25%. Este proyecto se localizó en el distrito de Coracora, Ayacucho. Es así que para la C-1 se obtuvo LL de 57%, LP de 25% e IP 32% y para la C-2, un LL 56%, LP 26% e IP 30%. Así mismo, en el Proctor modificado, se llegó a obtener su máxima densidad seca, así como el óptimo

contenido de humedad, finalmente, en el CBR, se concluyó que se llegaron a obtener datos favorables en base al aumento de su capacidad. En coherencia al estudio, los límites de consistencia al llegar a incorporar un 4.5% de fibra de plátano fueron; LL con valor de 29%, LP de 23% e IP de 6%, mientras que en patrón se observó parámetros de LL 36.9%, LP 23.0% e IP 13.9%, de tal forma el índice de plasticidad se llegó a reducir un 56.83% en lo que respecta a la muestra base. Por otra parte, con la adición de ceniza de ichu al 4.5% evidenció un LL de 34%, LP de 23% e IP de 11%, de tal forma el índice de plasticidad se llegó a reducir un 20.86% acorde a la muestra patrón. Cabe determinar que, conforme a estos resultados, el índice de plasticidad para la fibra de plátano se mantuvo en un intervalo de plasticidad baja, mientras que para la ceniza de ichu se mantuvo en un parámetro de plasticidad media. Es así, que se determina que ambos materiales se relacionan entre sí, presentando variaciones pequeñas en base a sus límites de consistencia. Con relación a los datos mostrados por el autor, se detalla un comportamiento similar con la aplicación de los materiales de estudio, puesto que se alcanza parámetros de límites de consistencia semejantes, precisamente por el uso de ceniza y fibras.

Camaclanqui y Rivera (2021), tuvieron como finalidad incorporar ceniza de madera y fibra de coco en la av. Andrés Avelino Cáceres. Para dicha investigación se utilizó porcentajes de 7%, 13% y 18%. Este proyecto tuvo lugar en Huancavelica. De este modo, para la C-1 de suelo natural, se llegó a obtener un LL 30%, LP 27.47% y 2.53% IP, con la adición de las dosificaciones de estudio, se representó que mientras mayor sea su aplicación se llega al punto de no presentar LP e IP. Así también para la C-2, se mostró 30% de LL, 27.47% de LP y 2.53% de IP. Existió variaciones conforme se fue añadiendo las proporciones de estudio. En cuanto al CBR de ceniza de madera, existió un porcentaje óptimo del 7% y con la adición de fibra de coco dio un resultado óptimo también del 7%. En conformidad con la investigación, los límites de consistencia al momento de incorporar un 4.5% de fibra de plátano fueron; LL con valor de 29%, LP de 23% e IP de 6%, mientras que en patrón se observó parámetros de LL 36.9%, LP 23.0% e IP 13.9%, de tal forma el índice de plasticidad se redujo un 56.83% en lo que respecta a la muestra base. Por otra parte, con la adición de ceniza de ichu al 4.5% evidenció un LL de 34%,

LP de 23% e IP de 11%, de tal forma el índice de plasticidad se llegó a reducir un 20.86% acorde a la muestra patrón. Cabe determinar que, conforme a estos resultados, el índice de plasticidad para la fibra de plátano se mantuvo en un intervalo de plasticidad baja, mientras que para la ceniza de ichu se mantuvo en un parámetro de plasticidad media. Por tanto, se determina que ambos materiales se relacionan entre sí, presentando variaciones pequeñas en base a sus límites de consistencia. Con respecto a los datos mostrados por el autor, se detalla un comportamiento similar con la aplicación de los materiales de estudio, puesto que se alcanza parámetros de límites de consistencia similares, precisamente por el uso de ceniza y fibras. Concluyendo de esta manera, que tales materiales resultan ser adecuados para poder estabilizar la subrasante.

Laura (2022), precisó una investigación enfocada a evaluar la influencia de la fibra de carrizo con relación a la avenida Independencia, distrito de Ilo. Este se realizó en Moquegua. Se empleó dosificaciones de 0%, 0.5%, 1%, 1.5% y 2%. Se llevaron a cabo 4 calicatas. De acuerdo a los ensayos, se obtuvo resultados favorables en cuanto al porcentaje de máxima densidad seca, también de humedad. Por lo que se llegó a determinar que al aplicar la fibra de carrizo favorece a la estabilización de la subrasante, partiendo desde la disminución de su índice de plasticidad y su máxima densidad seca y el porcentaje máximo del contenido de humedad óptimo, resultando un (CBR) en un intervalo de 56.6% al 64% respecto a fibra de carrizo con una variación al 13%. Por consiguiente, en contraste con el presente proyecto, se trabajó con fibra de plátano y ceniza de ichu en porcentajes de 0%, 3.5%, 4.5% y 5.5%. Se desarrolló en el centro Poblado José Gálvez, Chanchamayo. Es así que, con base a los datos recopilados en la prueba de CBR, se logró valores favorables al adicionarse los materiales de estudio. Con la fibra de plátano, al 4.5%, se alcanzó un máximo CBR de 7.80% al 95% de CBR con una penetración de 1". Así también, en base al mismo parámetro, se obtuvo un máximo CBR de 7.50% con la ceniza de ichu, lográndose un incremento de 63.04% con respecto al valor obtenido en el suelo natural, cambiando de una categoría mala a una categoría de subrasante netamente regular para con la adición de cada material estudiado. En consecuencia, se determina que la conducta de la subrasante al incorporarse fibra de plátano y ceniza de ichu conserva una proclividad medianamente idéntica al

determinado por el autor, puesto que se alcanzó mejoras representativas en las propiedades mecánicas al adicionarse los materiales respectivos.

Ccorimanya (2021), determinó como objetivo estabilizar con fibra hecha de tereftalato de polietileno testeadas en una variedad de suelos de Cusco, tales como; San Sebastián de San Miguel, Jerónimo, de Pata, San Jerónimo de Oscollopampa y Santiago de Huancaro para tener un CBR estable en la subrasante para carreteras. Las dosificaciones fueron de 0.25%, 0.5%, 1.0% y 1.5% en peso PET, por también de 0.25 mm, 0.4 mm, 1 mm y 1.3 mm de anchura respecto a las fibras de PET. En los límites de consistencia, se tuvo 40.17% para San Sebastián de San Miguel, 22.88% para Pata de San Jerónimo, 24.52% para Oscollopampa de San Jerónimo y Huancaro de Santiago no presenta. Por otro lado, el Proctor modificado está expresado en su contenido de humedad óptimo y su densidad seca máxima para dicha compactación, donde sus resultados salieron favorables. En comparativa con el proyecto actual, se aplicó fibra de plátano y ceniza de ichu en proporciones de 0%, 3.5%, 4.5% y 5.5%. Este proyecto se llegó a desarrollar en el centro Poblado José Gálvez, Chanchamayo. Es así que, con referencia en los datos recopilados en la prueba de Proctor Modificado, tanto en la adición de fibra de plátano como ceniza de ichu, se logró cifras de humedad óptima, así como máximas densidades secas para cada dosificación estudiada, derivando que mientras la humedad óptima tiende a incrementar la máxima densidad seca es proclive a disminuir. Cabe precisar que, con el 4.5% de F.P., se logró una humedad óptima de 11.70% para el cual se obtuvo una máxima densidad seca con un valor de 1.87 gr/cm<sup>3</sup>. Así también, con el 4.5% de C.I., se alcanzó una humedad óptima con valor de 11.10%, lográndose una máxima densidad seca con valor de 1.99 gr/cm<sup>3</sup>. De este modo, se determina que la conducta de la subrasante al agregarse fibra de plátano y ceniza de ichu conserva una predisposición similar a los datos detallados por el autor, dado que se presentó mejoras representativas en las propiedades mecánicas al adicionarse los componentes de análisis.

Sánchez (2021), propuso evaluar en cómo influye la fibra de plátano en las propiedades mecánicas de la subrasante en suelos arcillosos. Este se realizó en La Palma, Tumbes. Los resultados al incorporar la fibra de plátano han sido favorables, respecto al ensayo de CBR al 0.1", añadiendo 0.5% se obtuvo 9.4% y

6.8%, añadiendo 1% se obtuvo 8.2% y 4.5%; y para un 1.5% se obtuvo 7.6% y 3.8%. En conclusión, agregar fibra de plátano a los suelos arcillosos es factible, logrando una estabilización adecuada de los mismos. De acuerdo con el presente estudio, se hizo uso de fibra de plátano y ceniza de ichu en proporciones de 0%, 3.5%, 4.5% y 5.5%. Este proyecto se localizó en el centro Poblado José Gálvez, Chanchamayo. Por tanto, con referencia a los datos recopilados en la prueba de CBR, se logró valores favorables al adicionarse los materiales de análisis. Con la ceniza de ichu, al 4.5%, se alcanzó un máximo CBR de 7.50% al 95% de CBR con una penetración de 1". Del mismo modo, con respecto al mismo parámetro, para la fibra de plátano se obtuvo un máximo CBR de 7.80%, lográndose un incremento de 69.57% en relación al valor obtenido en el suelo natural, mostrándose un cambio de una categoría deficiente a una categoría de subrasante netamente regular para con la incorporación de cada material de análisis. Por consiguiente, se denota que la forma de comportarse de la subrasante al incorporarse fibra de plátano y ceniza de ichu conserva una tendencia medianamente idéntica al determinado por el autor, dado que se alcanzó mejoras representativas en las propiedades mecánicas al adicionarse los materiales de análisis.

Almanza y Eros (2022), plantearon mejorar la estabilidad del suelo en una trocha carrozable a nivel de subrasante adicionando cenizas de Ichu en un porcentaje de 4%, 7% y 10%, Caracoto. Esta investigación se realizó en la ubicación del distrito de Caracoto, Puno. Por consiguiente, los resultados que se llegaron a obtener para el CBR fueron; debido a la adición de cenizas de Ichu, agregando el 4% se obtuvo los valores de 15.9%, 14.2% y 13.8%, con la adición de 7%, se obtuvo los valores de 12.2%, 12.6% y 13.8%, finalizando con el agregado de 10%, se mostró valores de 8.3%, 9.9% y 10.9% en los ensayos CBR al 95%. En conclusión, al 95% el CBR ha presentado una influencia positiva cuando se le agrega un 4% de agregado, mientras que en los porcentajes de 7% y 10%, disminuyen progresivamente. En contrastación con el proyecto, en la prueba de CBR, se estableció valores positivos al incorporarse los materiales de estudio. Con la fibra de plátano, al 4.5%, se alcanzó un máximo CBR de 7.80% al 95% de CBR con una penetración de 1". Por otra parte, en referencia al mismo parámetro, para la ceniza de ichu se obtuvo un máximo CBR de 7.50%, lográndose cambiar de una categoría insuficiente hasta

una categoría de subrasante regular en la condición de análisis para ambos materiales. Por tanto, se detalla que la conducta de la subrasante al incorporarse fibra de plátano y ceniza de ichu conserva una predisposición idéntica al precisado por el autor, puesto que se alcanzó mejoras representativas en las propiedades mecánicas al adicionarse los materiales respectivos.

Mamani et al. (2023), se enfocaron en estabilizar la subrasante de la carretera Lago Sagrado, Puno, con la incorporación de ceniza de quinua y cal. Se realizaron las excavaciones de tres calicatas. Se trabajó con dosificaciones de 5%, 7% y 9% en lo que respecta a ceniza de quinua, así como también 5% de cal. El contenido de humedad óptimo en base al suelo de fundación fue de 9.90%, a su vez también su respectiva máxima densidad seca de 1.833 g/cm<sup>3</sup>. Por ende, se concluyó que, a mayor adición de ceniza de quinua y cal, el contenido de humedad disminuye, mientras que, acorde a la máxima densidad seca, este llega a aumentar, cuando mayor sea la adición de las dosificaciones de análisis. En congruencia con el proyecto, este se ubicó en el centro Poblado José Gálvez, Chanchamayo. Por tanto, con respecto a los datos recabados en la prueba que respecta al Proctor Modificado, tanto en la adición de fibra de plátano como ceniza de ichu, se obtuvo cifras de humedad óptima, determinando así máximas densidades secas para cada dosificación analizada, derivando que mientras la humedad óptima tiende a incrementar la máxima densidad seca es proclive a disminuir. Cabe denotar que, con el 4.5% de F.P. con una humedad óptima de 11.70% se logró una máxima densidad seca de 1.87 gr/cm<sup>3</sup>. Así mismo, con el 4.5% de C.I. con una humedad óptima de 11.10% se alcanzó una máxima densidad seca con valor de 1.99 gr/cm<sup>3</sup>. Por consiguiente, se precisa que el comportamiento de la subrasante al agregarse fibra de plátano y ceniza de ichu conserva una predisposición semejante a la información detallada por el autor, dado que se presentó mejoras representativas en las características mecánicas al incorporarse los materiales investigados.

Salas (2022), propuso como fin mejorar la subrasante con la ceniza de caña de azúcar. Esta investigación se realizó en el camino vecinal San Gabriel Abancay, Apurímac. El proyecto aplicó dosificaciones del 5%, 10% y 15%. De esta manera, los resultados obtenidos demostraron que el adherente influye directamente. Es así

que en el límite líquido tiende a disminuir, con un valor de 39.08% de suelo natural y con el mayor adherente de 15% disminuye, teniéndose un valor de 31.50%; en el límite plástico se presentó un valor de 22.14% de suelo natural y con el adherente máximo tendió a bajar a 20.50%. Por último, el índice de plasticidad abarcó un 16.94%, con el adherente máximo disminuyó hasta el 110.10%. Por consiguiente, el CBR mostró una proclividad a aumentar a mayor sea la dosificación de los materiales de estudio, a diferencia del suelo natural. En correspondencia con el proyecto, en la prueba de CBR, se determinó valores positivos al adicionarse los materiales investigados. Con la fibra de plátano, al 4.5%, se alcanzó un máximo CBR de 7.80% al 95% de CBR con una penetración de 1". Por otra parte, en referencia al mismo parámetro, se logró un máximo CBR de 7.50% para la ceniza de ichu, obteniéndose un aumento de 63.04%. En consecuencia, se denota que la conducta de la subrasante al incorporarse fibra de plátano y ceniza de ichu conserva una predisposición idéntica al precisado por el autor, puesto que se alcanzó mejoras representativas en las propiedades mecánicas al aplicarse los materiales respectivos.

## V. CONCLUSIONES

1. La adición de fibra de plátano y ceniza de ichu contribuyeron a mejorar la estabilización de la subrasante en la carretera José Gálvez con respecto a sus propiedades físicas. Con la añadidura de los materiales, el índice del respectivo grupo se ubicó entre un rango estimado de 2 a 4, por lo cual se definió que las combinaciones se comportan como un suelo de subrasante regular. También, se pudo constatar que el contenido de humedad tiende a incrementar al adicionarse mayor proporción de dosificación de los materiales, de esta manera se precisó que los materiales analizados son medianamente propensos a absorber líquidos. Por otro lado, con referencia a los límites de consistencia, el índice de plasticidad se reduce comparativamente al del suelo natural, presentando variaciones entre 5% y 11% con los materiales de estudio, dando a entender de que las mezclas mejoradas se comportan como un suelo poco arcilloso y que no posee condiciones plásticas elevadas.
2. Al incorporar la fibra de plátano y ceniza de ichu se permitió mejorar la estabilización de la subrasante de la carretera José Gálvez con relación a sus propiedades mecánicas. Se destaca que, la densidad seca máxima está expuesta a disminuir en base a una mayor incorporación de las proporciones investigadas, favoreciéndose de esta manera a obtener una mejor compactación. Es así que dicho parámetro se comporta de manera inversamente proporcional al incrementar la humedad óptima. Por otra parte, el CBR ascendió su capacidad al adicionar la fibra de plátano y ceniza de ichu, beneficiando así a las condiciones mecánicas de la subrasante. De tal forma, se mostró un valor máximo de CBR de 7.80% y 7.50% respectivamente, para ambos materiales con la dosificación de 4.5%.
3. Las dosificaciones específicas y controladas de fibra de plátano y ceniza de ichu influyen de manera positiva en la estabilización para la subrasante de la carretera José Gálvez, favoreciendo al incremento del CBR respecto del suelo natural, logrando cambiar de una subrasante de categoría insuficiente

a un rango de subrasante regular. De tal forma, se puede estimar que el porcentaje idóneo de ambos materiales de estudio para dar mejoría a las características tanto como mecánicas y también físicas de la subrasante se ubica entre un rango de 3.5% a 4.5%, dado que en este parámetro se logra un equilibrio en el comportamiento y desempeño de las propiedades mencionadas.

## **VI. RECOMENDACIONES**

1. En coherencia a las propiedades físicas es necesario aplicar dosificaciones equilibradas que no superen el 4.5% de proporción de fibra de plátano y ceniza de ichu, para así que no afecte la conducta de las propiedades mecánicas que puedan ser relevantes estudiar en la subrasante. Además, se recomienda estimar el porcentaje de influencia de los aditivos al analizarse distintas dosificaciones, partiendo desde el análisis de este proyecto hasta proporciones más elevadas de los materiales en mención, a fin de estudiar cómo estos afectan o influyen en las distintas propiedades físicas que intervienen en la estabilización sobre la subrasante.
2. En conformidad a las propiedades mecánicas es esencial incorporar proporciones equilibradas que no superen el 4.5% de dosificación de fibra de plátano y ceniza de ichu, para así no afectar las propiedades físicas que puedan ser relevantes estudiar en la subrasante. Es necesario realizar un estudio completo del CBR, de humedad óptima y también máxima densidad seca, para que así se pueda estimar el porcentaje de influencia de los aditivos, y de esta manera, establecer patrones de comportamiento para así lograr un equilibrio en el desempeño de las propiedades que son de vitalidad analizar en la estabilidad de la subrasante.
3. Sería de gran relevancia analizar porcentajes de fibra de plátano y ceniza de ichu en proporciones más elevadas a las estudiadas en esta investigación, con el propósito de reconocer el nivel de influencia que tienen estos materiales en la estabilización de una subrasante, esto permitirá conocer más a detalle cómo estos elementos se comportan en base a una dosificación más elevada. Así mismo, es necesario precisar que por medio de esta investigación se detalla que al utilizar los materiales de análisis el rango de porcentaje óptimo para cada material oscila entre 3.5% a 4.5%. Además, es sumamente relevante estudiar fibras y cenizas de otros elementos naturales o industriales para contribuir a incrementar el conocimiento en esta temática.

## REFERENCIAS

ABANTO, Fiorella y LIMAY, Ivan. Incidencia del estabilizador “ionic soil stabilizer” en 05 años de vida útil de la superficie de rodadura de la ruta rural LM-521, Provincia de Barranca, Lima. Tesis (Magister en Ingeniería Civil). Lima: Universidad Ricardo Palma, 2020.

ADAUTO, P. Incorporación de fibra de agave para la estabilización de la subrasante en el anexo de Azapampa. Universidad Peruana de los Andes [en línea] 2023. Disponible en: <https://acortar.link/WHnqtU>

ALMANZA, J. y EROS, E. Cenizas de ichu en la estabilización del suelo de una trocha carrozable a nivel de subrasante, Caracoto, 2022. Universidad César Vallejo. [en línea], 2022. Disponible en: <https://acortar.link/xsZ6FE>

ANALYSIS of high plasticity clayey soil improvement at subgrade level through Portland cement added to decrease volumetric change por Castro, M. [et al.] [en línea]. Vol 1 No 1, febrero de 2020. [Fecha de consulta: 19 de septiembre de 2023]. Disponible en: <https://acortar.link/cRYoDq> ISSN: 17578981

ARIAS, José. Diseño y metodología de la investigación [en línea]. Vol 1 No 1, junio 2021. [Fecha de consulta: 11 de octubre de 2023]. Disponible en: <https://acortar.link/eDFesr> ISSN: 978-612-48444-2-3

ATOCHE, Diana y MENDOZA, Alicia. Estudio comparativo para la estabilización de la subrasante utilizando ceniza vegetal y cloruro de sodio, calle Los Cedros - Lurín, 2021. Tesis (Título de Ingeniería Civil). Lima: Universidad César Vallejo, 2021.

CASTILLO, Emilio. Importancia del índice de rugosidad internacional (iri) en la construcción de pavimentos. [en línea],2016. [Fecha de consulta: 11 de octubre de 2023]. Disponible en: <https://acortar.link/ebqxaL>

CAMACLLANQUI, Gino y RIVERA, Jhonatan. Estabilización de la subrasante incorporando cenizas de madera y fibra de coco en la Av. Andrés Avelino Cáceres, Huancavelica-2021. Universidad César Vallejo [en línea], 2021. Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/67526>

CCORIMANYA, F. Estabilización de suelos con fibra de tereftalato de polietileno - pet probadas en diferentes suelos del Cusco para conseguir un aumento de la capacidad de carga CBR, en la subrasante para carreteras [en línea], 2023. Disponible en: <https://acortar.link/WHnqtU>

COMPORTAMIENTO mecánico de un suelo arcilloso estabilizado con puzolanas y cal como material para capa sub base por HERNÁNDEZ Antonio [et al.]. Tesis (Título de Ingeniería de Vías Terrestres y Movilidad). Querétaro: Universidad Autónoma de Querétaro, 2021.

DE LA CRUZ, Sleyther, IBAÑEZ, César y COAQUIRA, Denis, Determinación de índice de serviciabilidad y capacidad resistente. Caso práctico: pavimentos en Azángaro, Puno, Perú [en línea]. Vol 24 No 43, diciembre de 2022. [Fecha de consulta: 19 de septiembre de 2023]. DOI: <http://dx.doi.org/10.15517/iv.v24i43.48563>

DIRECCIÓN GENERAL DE CAMINOS Y FERROCARRILES. Manual de carreteras: Especificaciones técnicas generales para la construcción. EG-2013. Lima. 2013. Disponible en: <https://acortar.link/Gc2Wmc>

DUQUE, Gonzalo y Escobar, Carlos. Geomecánica [en línea], 2016. [Fecha de consulta: 11 de octubre de 2023]. Disponible en: <https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/57121/geomecanica.pdf>

ESCOBAR, Gustavo y REYES, Diego. Influencia de la ceniza de café y cáscara de huevo para la estabilización de subrasante de un pavimento flexible del tramo Santa Elena – El Carmelo, Virú, 2022. Universidad Privada del Norte. [en línea], 2022. <https://repositorioslatinoamericanos.uchile.cl/handle/2250/4720934>

ESPINACE, Raúl y SANHUEZA, Carola. Texto guía para la cátedra de mecánica de suelos [en línea], 2004. [Fecha de consulta: 11 de octubre de 2023]. Disponible en: <https://acortar.link/AjfiBS>

ESTABILIZACIÓN de la subrasante con ceniza de quinua y cal en la Carretera Lago Sagrado, Puno, Perú por Mamani Griselda [et al.]. Artículo de investigación [en

línea], 2023. [fecha de Consulta 26 de Abril]. Disponible en <https://acortar.link/JgbGD4>

GUERRA, Kehila. Capacidad portante (CBR) de tres suelos arcillosos incorporando fibra de pseudotallo de plátano en diferentes porcentajes. Tesis (Título de Ingeniería Civil). Perú: Universidad Privada del Norte, 2020.

GUTIÉRREZ, Ángel. Ensayo granulométrico de los suelos mediante el método del tamizado. [en línea]. Vol 7 No 2, 2023. [Fecha de consulta: 19 de septiembre de 2023]. Disponible en: <https://acortar.link/B7a2ed> DOI: [https://doi.org/10.37811/cl\\_rcm.v7i2.5834](https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v7i2.5834)

GUTIÉRREZ, Wilson. Análisis comparativo de las técnicas de laboratorio para determinar los límites de Atterberg en suelos de la ciudad de Oruro –Bolivia. [en línea]. Vol 7 No 4, 2023. [Fecha de consulta: 19 de septiembre de 2023]. Disponible en: <https://acortar.link/vlaLP5> DOI: [https://doi.org/10.37811/cl\\_rcm.v7i4.7475](https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v7i4.7475)

INSTITUTO DE LA CONSTRUCCIÓN Y GERENCIA. Manual de carreteras: Suelos, geología, geotecnia y pavimentos. Lima, 2014. Disponible en: <https://acortar.link/al5F87>

LAURA, G. Estabilización de subrasante con fibra de carrizo en la Av. Independencia, distrito de Ilo, Moquegua, 2022. Universidad César Vallejo [en línea] 2022. Disponible en: <https://acortar.link/uGGWqj>

LEONI, Augusto. Propiedades físicas de los suelos [en línea], 2020. [Fecha de consulta: 11 de octubre de 2023]. Disponible en: <https://acortar.link/Wk7fPo>

LÓPEZ, Griselda. Ensayos de compactación en carreteras: Proctor Normal y Modificado [en línea], 2020. [Fecha de consulta: 11 de octubre de 2023]. Disponible en: <https://acortar.link/AJv4aA>

MARMAJARA, L. Tela de fibra de banana o plátano [Blog]. Perú (21 de septiembre de 2022). [Fecha de consulta: 19 de septiembre de 2023]. Disponible en: <https://acortar.link/MP3D6w>

PINOS, Jorge. Study of the dosage of banana fiber in a polymeric resin of type epox [en línea]. Vol 22 No 3, octubre de 2018. [Fecha de consulta: 19 de septiembre de 2023]. Disponible en: <https://acortar.link/Qqfwho>

PROPIEDADES Físicas del Suelo por Rucks, L. [et al.]. [en línea], 2004. [Fecha de consulta: 11 de octubre de 2023]. Disponible en: <https://acortar.link/ebeMPj>

QUIJANO, Débora y VALDIVIA, Fedor. Estabilización de subrasante adicionando ceniza de carbón y tusa de maíz en trocha carrozable Lomaspata - Coracora, distrito Coracora, Ayacucho - 2021 Universidad César Vallejo. [en línea], 2021. Disponible en: <https://acortar.link/b2HqzO>

RODRÍGUEZ, William. Suelos y Cimentaciones [en línea], 2019. [Fecha de consulta: 11 de octubre de 2023]. Disponible en: <https://acortar.link/1chzZA>

SAKTHIVEL, S, PARAMESWARI, R, GOMATHI, M y SANGEETHA. Experimental investigation on concrete with banana fiber and partial replacement of cement by banana leaf ash [en línea]. Vol 6 No 1, marzo de 2019. [Fecha de consulta: 19 de septiembre de 2023]. Disponible en: <https://acortar.link/fCXRaR> E-ISSN: 2395-0056

SALAS, F. Mejoramiento de la subrasante del camino vecinal San Gabriel incorporando ceniza de bagazo de caña de azúcar, Abancay Apurímac 2022". Universidad César Vallejo [en línea], 2022. Disponible en: <https://acortar.link/rxTcC5>

SALINAS, John y VILLO, Ricardo. Estudio comparativo de estabilización de suelos de subrasante suelos expansivos, utilizando cal, sal y geoceldas, para implementación en una nueva vía en la comuna Bajadita de Colonche de la parroquia Colonche. Tesis (Título de Ingeniería Civil). Ecuador, 2019.

SÁNCHEZ, Kyhara. Evaluación de la fibra de plátano en las propiedades mecánicas de la subrasante en suelos arcillosos, La Palma, Tumbes-2021. Tesis (Título de Ingeniería Civil). Perú: Universidad César Vallejo, 2021.

SERNA, JOSÉ, MUÑOZ, José y SUÁREZ, Francisco. Evaluación del método activo para determinar contenidos de humedad en suelos [en línea]. Vol 1 No 1, julio de

2017. [Fecha de consulta: 19 de septiembre de 2023]. Disponible en: <https://acortar.link/5XeODk> DOI: <https://doi.org/10.7770/safer-V12N1-art2780>

SUSTAINABLE subgrade improvement using limestone dust and sugarcane bagasse ash por Desmond, E. [*et al.*]. [en línea]. Vol 1 No 1, octubre de 2022. [Fecha de consulta: 19 de septiembre de 2023]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.stae.2022.100028>

VENKATESH, Baskaran, SUBBU, Sankar y K, Blessy. The influence of CBR value on the cost of optimal flexible pavement design [en línea]. Vol 1 No 1, enero de 2022. [Fecha de consulta: 19 de septiembre de 2023]. Disponible en: <https://acortar.link/5XeODk>

YEPES, Víctor. Componentes principales de un pavimento de hormigón [Blog]. España (30 de marzo de 2023). [Fecha de consulta: 19 de septiembre de 2023]. Disponible en: <https://acortar.link/vNVKH6>

ZAPATA, Rodrigo. Geología y Geotecnia [en línea],2018. [Fecha de consulta: 11 de octubre de 2023]. Disponible en: <https://acortar.link/cxRkmZ>

ZENTENO, Limber. Contenido de humedad [en línea],2022. [Fecha de consulta: 19 de septiembre de 2023]. Disponible en: <https://acortar.link/01HiX8>

# ANEXOS

## Anexo 1. Matriz de consistencia

**Título:** Estabilización de subrasante aplicando fibra de plátano y ceniza de ichu en la carretera José Gálvez, Chanchamayo, 2023.

**Autores:** Fernandez Villegas Arnold y Villanueva Gamarra Leonardo.

Problema	Objetivos	Hipótesis	Variables	Dimensiones	Indicadores	Instrumentos				
<b>Problema General</b>	<b>Objetivo General</b>	<b>Hipótesis General</b>	<b>Variable Independiente (X<sub>1</sub>): Fibra de plátano</b>  <b>Variable Independiente (X<sub>2</sub>): Ceniza de ichu</b>	Dosificación	Fibra de plátano 0% (Patrón)	Ficha de recolección de datos				
¿De qué manera influye la fibra de plátano y la ceniza de ichu en la estabilización de la subrasante en la carretera José Gálvez, Chanchamayo, 2023?	Determinar la influencia de la fibra de plátano y la ceniza de ichu en la estabilización de la subrasante en la carretera José Gálvez, Chanchamayo, 2023.	La fibra de plátano y la ceniza de ichu influyen significativamente en la estabilización de la subrasante en la carretera José Gálvez, Chanchamayo, 2023.			Propiedades físicas	Fibra de plátano 3.5%	Ficha de recolección de datos			
						Fibra de plátano 4.5%	Ficha de recolección de datos			
						Fibra de plátano 5.5%	Ficha de recolección de datos			
				Contenido de humedad		Ficha de resultados de laboratorio				
				Problemas específicos	Objetivos específicos	Hipótesis específicas	Variable Dependiente (Y): Estabilización de subrasante	Dosificación	Elongación	Ficha de resultados de laboratorio
									Ceniza de ichu 0% (Patrón)	Ficha de recolección de datos
									Ceniza de ichu 3.5%	Ficha de recolección de datos
									Ceniza de ichu 4.5%	Ficha de recolección de datos
								Ceniza de ichu 5.5%	Ficha de recolección de datos	
			Propiedades físicas					Contenido de humedad	Ficha de resultados de laboratorio	
Propiedades químicas	Análisis químico	Ficha de resultados de laboratorio								
¿En cuánto influyen la fibra de plátano y la ceniza de ichu en las propiedades físicas de la subrasante en la carretera José Gálvez, Chanchamayo?	Determinar la influencia de la fibra de plátano y la ceniza de ichu en las propiedades físicas de la subrasante en la carretera José Gálvez, Chanchamayo.	La fibra de plátano y la ceniza de ichu influye significativamente en las propiedades físicas de la subrasante en la carretera José Gálvez, Chanchamayo.	Propiedades físicas	Análisis granulométrico	Ficha de resultados de laboratorio					
				Contenido de humedad	Ficha de resultados de laboratorio					
				Límites de Atterberg	Ficha de resultados de laboratorio					
				Peso unitario	Ficha de resultados de laboratorio					
¿En cuánto influyen la fibra de plátano y la ceniza de ichu en las propiedades mecánicas de la subrasante en la carretera José Gálvez, Chanchamayo?	Determinar la influencia de la fibra de plátano y la ceniza de ichu en las propiedades mecánicas de la subrasante en la carretera José Gálvez, Chanchamayo.	La fibra de plátano y la ceniza de ichu influye significativamente en las propiedades mecánicas de la subrasante en la carretera José Gálvez, Chanchamayo.	Propiedades mecánicas	Compactación de suelos en laboratorio utilizando una energía modificada (Proctor Modificado)	Ficha de resultados de laboratorio					
				Corte directo (Consolidado drenado)	Ficha de resultados de laboratorio					
¿En cuánto influye la dosificación de fibra de plátano y ceniza de ichu en la estabilización de la subrasante en la carretera José Gálvez, Chanchamayo?	Determinar en cuánto influye la dosificación de fibra de plátano y ceniza de ichu en la estabilización de la subrasante en la carretera José Gálvez, Chanchamayo.	La dosificación de fibra de plátano y ceniza de ichu influye positivamente en la estabilización de la subrasante en la carretera José Gálvez, Chanchamayo.		CBR	Ficha de resultados de laboratorio					

## Anexo 2. Matriz de operacionalización de variables

**Título:** Estabilización de subrasante aplicando fibra de plátano y ceniza de ichu en la carretera José Gálvez, Chanchamayo, 2023.

**Autores:** Fernandez Villegas Arnold y Villanueva Gamarra Leonardo.

Variables de estudio	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala de medición
<b>Variable Independiente (X<sub>1</sub>): Fibra de plátano</b>	La fibra de plátano es un producto orgánico obtenido a partir de la corteza de la planta de plátano. Es un aditivo empleado para mejorar la capacidad de soporte, resistencia a la erosión y durabilidad del suelo. La fibra de plátano se obtiene mediante un proceso de extracción y procesamiento del tallo de la planta de plátano. Las fibras de plátano ofrecen como una alternativa sostenible para quienes buscan una opción única y ecológica (Hendriksz, 2017).	Las fibras son creadas mediante un proceso de deshilachamiento de la corteza del tallo de plátano. Primero, se hierven las tiras de vainas de plátano en solución alcalina para ablandarlas y separarlas. Las fibras son ligeras, muy resistentes y tienen capacidad de absorción de humedad, son flexibles y transpirables. Lo fascinante de la fibra de plátano es que puede variar en peso y grosor según la parte del tallo de plátano que se utilice. Esta se aplicó a las muestras de suelo natural en diferentes concentraciones y dosis según las características requeridas.	Dosisificación	Fibra de plátano 0% (Patrón)	De razón
				Fibra de plátano 3.5%	De razón
				Fibra de plátano 4.5%	De razón
				Fibra de plátano 5.5%	De razón
			Propiedades físicas	Contenido de humedad	De razón
				Elongación	De razón
<b>Variable Independiente (X<sub>2</sub>): Ceniza de ichu</b>	Conocido comúnmente como paja blanca, pertenece a la familia de las gramíneas, son hierbas cespitosas con tallos de 400mm a 800mm de altura, vainas florales glabras, láminas filiformes de 0.03 cm a 0.05cm de diámetro, con presencia de pelos largos en la parte superior, presenta un ciclo perenne, con brotación que se presencia en la etapa de invierno y primavera (Almaza y Eros, 2022).	Para la obtención de ceniza de ichu primero se recolectó el ichu en zonas aledañas a la ubicación de estudio, posteriormente se calcinó el material a una temperatura aproximada de 85°C, para luego esperar a que enfríe, y sea tamizado por el tamiz N°4. Se tomó en cuenta cada porcentaje (3.50%, 4.50% y 5.50%) de adición que se hizo uso en la subrasante.	Dosisificación	Ceniza de Ichu 0% (Patrón)	De razón
				Ceniza de Ichu 3.5%	De razón
				Ceniza de Ichu 4.5%	De razón
				Ceniza de Ichu 5.5%	De razón
			Propiedades físicas	Contenido de humedad	De razón
			Propiedades químicas	Análisis químico	De razón
<b>Variable Dependiente (Y): Estabilización de subrasante</b>	La estabilización de subrasante es un proceso en la ingeniería civil y la construcción que implica la mejora de la capa de suelo ubicada debajo de la base de una carretera u otra estructura similar. Este proceso se lleva a cabo mediante la adición de materiales estabilizadores, como cal, cemento u otros aditivos químicos, con el propósito de aumentar la resistencia y la capacidad portante de la subrasante. La estabilización de subrasante busca prevenir el asentamiento excesivo y la deformación de la estructura, lo que resulta en una base sólida y duradera para la construcción de carreteras, pavimentos y otras infraestructuras (Abanto y Limay, 2020).	La estabilización de la subrasante de la carretera José Gálvez se llevó a cabo mediante la realización de tres calicatas, con el fin de extraer muestras para desarrollar ensayos de laboratorio, tanto en suelo natural como con la adición de fibra de plátano y ceniza de ichu según las dosificaciones propuestas en la investigación. Se analizó características físicas como mecánicas de cada una de las combinaciones de suelo.	Propiedades físicas	Análisis granulométrico de suelos por tamizado	De razón
				Contenido de humedad	De razón
				Límites de Atterberg	De razón
				Peso unitario	De razón
			Propiedades mecánicas	Compactación de suelos en laboratorio utilizando una energía modificada (Proctor Modificado)	De razón
				Corte directo (Consolidado drenado)	De razón
	CBR	De razón			

## Anexo 3. Instrumentos de recolección de datos



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

**Ficha de recolección de datos: Dosificación de Fibra de plátano 3.5%, 4.5%, 5.5%, Fibra de plátano 3.5%, 4.5%, 5.5%, Propiedades físicas y mecánicas.**

"Análisis comparativo para la estabilización de la subrasante aplicando fibra de plátano y ceniza de Ichu en la carretera José Gálvez, Chanchamayo, 2023"

### Parte A: Datos generales

Tesista 1: Fernández Villegas Arnold Darwin

Tesista 2: Villanueva Gamarra Abelardo Leonardo

### Ubicación geográfica

Provincia: Chanchamayo Distrito: Perene Localidad: José Gálvez

### Parte B: Dosificación de Ceniza de Ichu

3.5%	
4.5%	
5.5%	

Tesis: Villalba, J (2023): Ceniza de Ichu: 2%, 4% y 6%

Tesis: Mamani, M y Mamani, W (2023): Ceniza de Ichu: 0%, 3%, 6% y 9%

### Parte C: Dosificación de Fibra de plátano

3.5%	
4.5%	
5.5%	

Tesis: Sánchez, K (2021): Fibra de plátano: 0.5%, 1% y 1.5%

Tesis: Guerra, K (2019): Fibra de plátano: 0.25%, 0.5% y 0.75%

Opinión de aplicabilidad: Aplicable  Aplicable después de corregir  No aplicable

Apellidos y nombre(s) del juez evaluador: RODRIGUEZ SOLIS CARMEN B.

Especialista: Metodólogo  Temático

Grado: Maestro  Doctor

Título profesional: INGENIERA CIVIL

Nº de registro CIP: 50202

  
.....  
GARMEN BEATRIZ  
RODRIGUEZ SOLIS  
INGENIERA CIVIL  
Reg CIP N° 50202



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Ficha de recolección de datos: Dosificación de Fibra de plátano 3.5%, 4.5%, 5.5%, Fibra de plátano 3.5%, 4.5%, 5.5%, Propiedades físicas y mecánicas.

"Análisis comparativo para la estabilización de la subrasante aplicando fibra de plátano y ceniza de Ichu en la carretera José Gálvez, Chanchamayo, 2023"

**Parte A: Datos generales**

Tesista 1: Fernández Villegas Arnold Darwin

Tesista 2: Villanueva Gamarra Abelardo Leonardo

**Ubicación geográfica**

Provincia: Chanchamayo    Distrito: Perene    Localidad: José Gálvez

**Parte B: Dosificación de Ceniza de Ichu**

3.5%	
4.5%	
5.5%	

Tesis: Villalba, J (2023): Ceniza de Ichu: 2%, 4% y 6%

Tesis: Mamani, M y Mamani, W (2023): Ceniza de Ichu: 0%, 3%, 6% y 9%

**Parte C: Dosificación de Fibra de plátano**

3.5%	
4.5%	
5.5%	

Tesis: Sánchez, K (2021): Fibra de plátano: 0.5%, 1% y 1.5%

Tesis: Guerra, K (2019): Fibra de plátano: 0.25%, 0.5% y 0.75%

Opinión de aplicabilidad: Aplicable  | Aplicable después de corregir  | No aplicable  |

Apellidos y nombre(s) del juez evaluador: Miranda Rucoba Richard

Especialista: Metodólogo  | Temático

Grado: Maestro  | Doctor  |

Título profesional: Ing. Civil

Nº de registro CIP: 238713



RICHARD ALEXIS  
MIRANDA RUCOBA  
Ingeniero Civil  
CIP N° 238713

Firma y Sello



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Ficha de recolección de datos: Dosificación de Fibra de plátano 3.5%, 4.5%, 5.5%, Fibra de plátano 3.5%, 4.5%, 5.5%, Propiedades físicas y mecánicas.

"Análisis comparativo para la estabilización de la subrasante aplicando fibra de plátano y ceniza de Ichu en la carretera José Gálvez, Chanchamayo, 2023"

**Parte A: Datos generales**

Tesista 1: Fernández Villegas Arnold Darwin

Tesista 2: Villanueva Gamarra Abelardo Leonardo

**Ubicación geográfica**

Provincia: Chanchamayo    Distrito: Perene    Localidad: José Gálvez

**Parte B: Dosificación de Ceniza de Ichu**

3.5%	
4.5%	
5.5%	

Tesis: Villalba, J (2023): Ceniza de Ichu: 2%, 4% y 6%

Tesis: Mamani, M y Mamani, W (2023): Ceniza de Ichu: 0%, 3%, 6% y 9%

**Parte C: Dosificación de Fibra de plátano**

3.5%	
4.5%	
5.5%	

Tesis: Sánchez, K (2021): Fibra de plátano: 0.5%, 1% y 1.5%

Tesis: Guerra, K (2019): Fibra de plátano: 0.25%, 0.5% y 0.75%

Opinión de aplicabilidad: Aplicable  Aplicable después de corregir  No aplicable

Apellidos y nombre(s) del juez evaluador: Espinoza Carhuacosta Wendy Daina

Especialista: Metodólogo  Temático

Grado: Maestro  Doctor

Título profesional: Ingeniera Civil

Nº de registro CIP: 238547

  
 Wendy Espinoza Carhuacosta  
INGENIERA CIVIL  
CIP. N° 238547

Firma y Sello

## Anexo 4. Fichas de validación de instrumentos para la recolección de datos

### EVALUACIÓN DE EXPERTOS

Proyecto de investigación: Estabilización de subrasante aplicando Fibra de plátano y ceniza de lchu en la carretera José Galvez, Chanchamayo, 2023

Magister/Licenciado experto: RODRIGUEZ SOLIS CARMEN BEATRIZ

Se presenta usted el instrumento de recolección de datos del proyecto de investigación para su revisión y sugerencias.

Nº	Criterios	Observaciones
1	¿El instrumento de recolección de datos está orientado al problema de investigación?	Si
2	¿Los instrumentos de recolección de datos facilitarán el logro de los objetivos de la investigación?	Si
3	¿Los instrumentos de recolección de datos se relacionan con la o las variables de estudio?	Si
4	¿Los instrumentos de recolección de datos representan la cantidad de ítems apropiados?	Si
5	¿La redacción del instrumento de recolección de datos es coherente?	Si
6	¿El diseño de los instrumentos de recolección de datos es coherente?	Si
7	¿Del instrumento de recolección de datos, usted eliminaría algún ítem?	Si
8	¿En el instrumento de recolección de datos usted agregaría algún ítem?	Si
9	¿El diseño de instrumento de recolección de datos será accesible a la población sujeto de estudio?	Si
10	¿La recolección del instrumento de recolección de datos es clara, sencilla y precisa para la investigación?	Si

Sugerencias:

\_\_\_\_\_

E-mail: crodriguezsa@ucv.edu.pe

Teléfono o celular: 991880407

Fecha de validación: 23/10/2023

CIP: 50202

Rodriguez

CARMEN BEATRIZ  
RODRIGUEZ SOLIS  
INGENIERA CIVIL  
Reg. CIP N° 50202

EVALUACIÓN DE EXPERTOS

Proyecto de investigación: Estabilización de subrasante aplicando Fibra de plátano y ceniza de lchu en la carretera José Galvez, Chanchamayo, 2023

Magister/Licenciado experto: Miranda Rucoba, Richard

Se presenta usted el instrumento de recolección de datos del proyecto de investigación para su revisión y sugerencias.

Nº	Criterios	Observaciones
1	¿El instrumento de recolección de datos está orientado al problema de investigación?	Si
2	¿Los instrumentos de recolección de datos facilitarán el logro de los objetivos de la investigación?	Si
3	¿Los instrumentos de recolección de datos se relacionan con la o las variables de estudio?	Si
4	¿Los instrumentos de recolección de datos representan la cantidad de ítems apropiados?	Si
5	¿La redacción del instrumento de recolección de datos es coherente?	Si
6	¿El diseño de los instrumentos de recolección de datos es coherente?	Si
7	¿Del instrumento de recolección de datos, usted eliminaría algún ítem?	Si
8	¿En el instrumento de recolección de datos usted agregaría algún ítem?	Si
9	¿El diseño de instrumento de recolección de datos será accesible a la población sujeto de estudio?	Si
10	¿La recolección del instrumento de recolección de datos es clara, sencilla y precisa para la investigación?	Si

Sugerencias:

\_\_\_\_\_

E-mail: relexis.miranda96@gmail.com

Teléfono o celular: 960192917

Fecha de validación: 20/10/23

CIP: 238713

  
 RICHARD ALEXIS  
 MIRANDA RUCOBA  
 Ingeniero Civil  
 CIP N° 238713

Firma y Sello

### EVALUACIÓN DE EXPERTOS

Proyecto de investigación: Estabilización de subrasante aplicando Fibra de plátano y ceniza de lchu en la carretera José Galvez, Chanchamayo, 2023

Magister/Licenciado experto: Mg. Wendy Diana Espinoza Carhuacuzma

Se presenta usted el instrumento de recolección de datos del proyecto de investigación para su revisión y sugerencias.

Nº	Criterios	Observaciones
1	¿El instrumento de recolección de datos está orientado al problema de investigación?	Si
2	¿Los instrumentos de recolección de datos facilitarán el logro de los objetivos de la investigación?	Si
3	¿Los instrumentos de recolección de datos se relacionan con la o las variables de estudio?	Si
4	¿Los instrumentos de recolección de datos representan la cantidad de ítems apropiados?	Si
5	¿La redacción del instrumento de recolección de datos es coherente?	Si
6	¿El diseño de los instrumentos de recolección de datos es coherente?	Si
7	¿Del instrumento de recolección de datos, usted eliminaría algún ítem?	Si
8	¿En el instrumento de recolección de datos usted agregaría algún ítem?	Si
9	¿El diseño de instrumento de recolección de datos será accesible a la población sujeto de estudio?	Si
10	¿La recolección del instrumento de recolección de datos es clara, sencilla y precisa para la investigación?	Si

Sugerencias:

\_\_\_\_\_

E-mail: wespinozaca@ucv.edu.pe

Teléfono o celular: 994154985

Fecha de validación: 20-10-2023

CIP: 238547

  
 W. Diana Espinoza Carhuacuzma  
 INGENIERA C  
 CIP. N° 238547

Firma y Sello

# Anexo 5. Reporte de similitud en software Turnitin

Feedback Studio - Google Chrome  
ev.turnitin.com/app/carta/es?ro=1038&18o=2411431601&u=1096593309&lang=es&student\_user=1

feedback studio ABELARDO LEONARDO VILLANUEVA GAMARRA Prueba Turnitin (Fernandez y Villanueva).pdf

## UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

### FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

### ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

**Estabilización de subrasante aplicando fibra de plátano y ceniza de ichu en la carretera José Gálvez, Chanchamayo, 2023**

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

**AUTORES:**  
Fernández Villegas, Arnold Darwin ([orcid.org/0000-0003-0035-1102](https://orcid.org/0000-0003-0035-1102))  
Villanueva Gamarra, Abelardo Leonardo ([orcid.org/0000-0002-6469-4131](https://orcid.org/0000-0002-6469-4131))

asesop

Página: 1 de 77 Número de palabras: 21762 Versión solo texto del Informe Alta resolución Activado

### Resumen de coincidencias

**18 %**

Se están viendo fuentes estándar

Ver fuentes en inglés

Concidencias

1	hdl.handle.net	12 %	>
2	repositorio.uco.edu.pe	2 %	>
3	repositorio.unimilitar.ed...	2 %	>
4	repositorio.upao.edu.pe	<1 %	>
5	repositorio.ugla.edu.pe	<1 %	>
6	repositorio.uap.edu.pe	<1 %	>
7	repositorio.unifsc.edu.pe	<1 %	>
8	repositorio.upn.edu.pe	<1 %	>
9	Entregado a Universida...	<1 %	>
10	www.doccity.com	<1 %	>
11	documenta.mlx	<1 %	>

## Anexo 6. Otras evidencias

### Panel fotográfico



Ubicación de la zona de estudio  
Fuente: Elaboración propia (2024)



Carretera de análisis  
Fuente: Elaboración propia (2024)



Recolección de la fibra de plátano  
Fuente: Elaboración propia (2024)



Proceso para la obtención de la fibra  
Fuente: Elaboración propia (2024)



Obtención de la ceniza de ichu  
Fuente: Elaboración propia (2024)



Ensayo de granulometría de los agregados  
Fuente: Elaboración propia (2024)



Ensayo de granulometría  
Fuente: Elaboración propia (2024)



Realización calicata 01  
Fuente: Elaboración propia (2024)



Realización calicata 02  
Fuente: Elaboración propia (2024)



Realización calicata 03  
Fuente: Elaboración propia (2024)



Muestras de suelo natural  
Fuente: Elaboración propia (2024)



Muestra de suelo – Calicata 01 M1  
Fuente: Elaboración propia (2024)



Muestra de suelo – Calicata 01 M2  
Fuente: Elaboración propia (2024)



Muestra de suelo – Calicata 02 M1  
Fuente: Elaboración propia (2024)



Muestra de suelo – Calicata 02 M2  
Fuente: Elaboración propia (2024)



Muestra de suelo – Calicata 03 M1  
Fuente: Elaboración propia (2024)



Muestra de suelo – Calicata 03 M2  
Fuente: Elaboración propia (2024)



Ensayo de límites de Atterberg  
Fuente: Elaboración propia (2024)



Secado de las muestras al horno  
Fuente: Elaboración propia (2024)



Preparación para el ensayo de Proctor modificado  
Fuente: Elaboración propia (2024)



Ensayo de Proctor modificado  
Fuente: Elaboración propia (2024)



Realización ensayo Proctor modificado  
Fuente: Elaboración propia (2024)



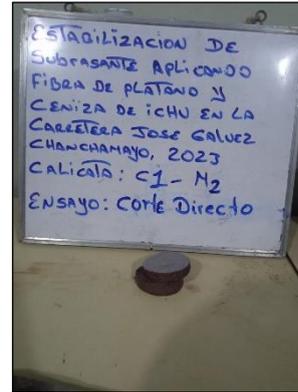
Ensayo de CBR  
Fuente: Elaboración propia (2024)



Proceso para el ensayo de CBR  
Fuente: Elaboración propia (2024)



Ensayo de % CBR  
Fuente: Elaboración propia (2024)



Ensayo de corte – Suelo natural  
Fuente: Elaboración propia (2024)



Ensayo de corte – Ceniza de ichu  
Fuente: Elaboración propia (2024)



Ensayo de corte – Fibra de plátano  
Fuente: Elaboración propia (2024)



Realización ensayo corte directo  
Fuente: Elaboración propia (2024)



Ensayo de corte directo según las muestras de la investigación  
Fuente: Elaboración propia (2024)

# Certificados de laboratorio

 HISGEOLAB S.A.C.	<b>INFORME</b>	<b>Código</b>	IF-TC-27-PN
	<b>COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LA CENIZA DE ICHU</b>	<b>Versión</b>	01
		<b>Fecha</b>	03-01-2024
		<b>Página</b>	1 de 1

#### DATOS GENERALES

**Solicitante(s)** : Villanueva Gamarra Abelardo Leonardo / Fernández Villegas Arnold Darwin  
**Universidad** : Cesar Vallejo Sede Norte  
**Especialidad** : Ingeniería Civil  
**Tema de tesis** : Estabilización de subrasante aplicando fibra de platano y ceniza de ichu en la carretera José galvez, Chanchamayo 2023  
**Ubicación** : Chanchamayo  
**Fecha de emisión** : 15/04/2024

#### DATOS DE LA MUESTRA

**Tipo de muestra**  
**Identificación** : Ceniza de ichu  
**Descripción**

Características	Composición promedio (%)
Humedad	57.7
Celulosa	45.9
Lignina	18.2
Pentosanos	5.5
Ceras, grasas, resinas	6.7

#### Observaciones :

Fuente: Albaracín K.

**Elaborado por:**  
Miguel Angel Alfaro Huayanay  
Técnico de laboratorio de suelos, concreto y asfalto.  
HISGEOLAB S.A.C.

**Firma:**



**Revisado por:**  
Juan Carlos Zapata Silva  
Ing. Civil CIP 56346  
HISGEOLAB S.A.C.

**Firma:**



 <b>HISGEOLAB S.A.C</b>	<b>INFORME</b>	<b>Código</b>	IF-TC-2?-PN
	<b>COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LA FIBRA DE PLÁTANO</b>	<b>Versión</b>	<b>01</b>
		<b>Fecha</b>	<b>03-01-2024</b>
		<b>Página</b>	<b>1 de 1</b>

DATOS GENERALES	
<b>Solicitante(s)</b>	: Villanueva Gamarra Abelardo Leonardo / Fernández Villegas Arnold Darwin
<b>Universidad</b>	: Cesar Vallejo Sede Norte
<b>Especialidad</b>	: Ingeniería Civil
<b>Tema de tesis</b>	: Estabilización de subrasante aplicando fibra de platano y ceniza de ichu en la carretera José galvez, Chanchamayo 2023
<b>Ubicación</b>	: Chanchamayo
<b>Fecha de emisión</b>	: 15/04/2024

DATOS DE LA MUESTRA	
<b>Tipo de muestra</b>	
<b>Identificación</b>	: Fibra de plátano
<b>Descripción</b>	

Características	Composición promedio (%)
Humedad	9.86
Elongación	alta
Celulosa	73.50
Lignina	12.99
Hemicelulosa	8.00
Ceras, grasas, resinas	11.79

**Observaciones :**  
Fuente: Torres 2013

**Elaborado por:**  
Miguel Angel Alfaro Huayanay  
Técnico de laboratorio de suelos, concreto y asfalto.  
HISGEOLAB S.A.C.

**Firma:**  


**Revisado por:**  
Juan Carlos Zapata Silva  
Ing. Civil CIP 56346  
HISGEOLAB S.A.C.

**Firma:**  




**INFORME**

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO  
MTC E 107 - 2016**

<b>Código</b>	IF-TS-VGAL/FVAD-PN
<b>Versión</b>	01
<b>Fecha</b>	04-01-2024
<b>Página</b>	1 de 3

**DATOS GENERALES**

Solicitante : Villanueva Gamarra Abelardo Leonardo / Fernández Villegas Arnold Darwin  
 Universidad : César Vallejo Sede Norte  
 Especialidad : Ingeniería Civil  
 Tema de tesis : Estabilización de subrasante aplicando fibra de plátano y ceniza de ichu en la carretera José Gálvez, Chanchamayo 2023  
 Ubicación : Chanchamayo  
 Fecha de emisión : 15/04/2024

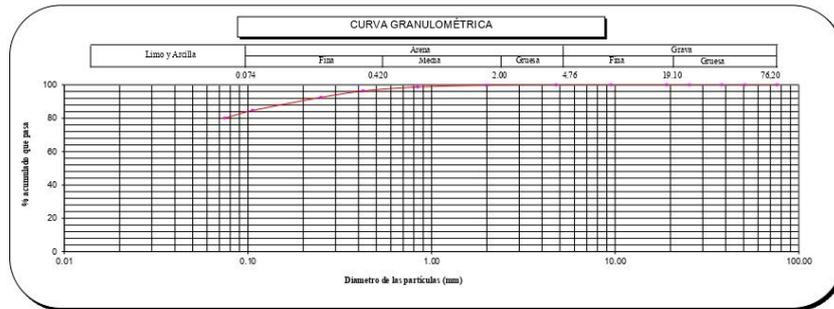
**DATOS DE LA MUESTRA**

Muestra	C1-M1
---------	-------

Malla	Abertura (mm)	Peso (g)	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% que pasa	CARACTERIZACIÓN DEL SUELO	
						Ítem	Valor
Nº 3"	76.200	0	0.0	0.0	100.0	Límite Líquido (LL)	38.0
2"	50.800	0	0.0	0.0	100.0	Límite Plástico (LP)	23.0
1 1/2"	38.100	0	0.0	0.0	100.0	Índice Plástico (IP)	15.0
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-D3282	A-6
3/8"	9.520	0	0.0	0.0	100.0	Índice de Grupo	12
Nº 4	4.760	0	0.0	0.0	100.0	% Grava	0.0
Nº 10	2.000	2.1	0.3	0.3	99.7	% Arena	19.9
Nº 20	0.840	7.0	1.0	1.3	98.7	% < Nº 200	80.1
Nº 40	0.425	16.8	2.4	3.7	96.3	Descripción de Muestra:	
Nº 60	0.250	26.6	3.8	7.5	92.5	Arcilla de baja plasticidad con arena	
Nº 140	0.106	55.3	7.9	15.4	84.6		
Nº 200	0.075	31.5	4.5	19.9	80.1		
< 200	MTC E 137	560.7	80.1	100.0	0.0		

Límite Líquido (LL)	ASTM-D4318	38
Límite Plástico (LP)	ASTM-D4318	23
Índice Plástico (IP)		15
Clasificación (S.U.C.S.)	ASTM-D2487	CL
Clasificación (AASHTO)	ASTM-D3282	-
Índice de Grupo		12

Nombre de grupo : Arcilla de baja plasticidad con arena



**Referencias:**

- ASTM D 422-03 Standard test method for sieve analysis of fine and coarse aggregates
- ASTM D 4318-03 Standard test method for liquid limit, plastic limit and plasticity index of soils
- ASTM D 2487-05 Standard classification of soils for engineering purposes (Unified soil classification system)
- ASTM D 2216-05 Standard test methods for laboratory determination of water (moisture) content of soil and rock by mass
- ASTM D 2922-04 Standard practice for classification of soil-aggregate mixtures for highway construction purposes
- ASTM D 1140-00 Standard test for amount of material in soils finer than the N° 200 (75-um) sieve

**Equipos utilizados**

- Balanza BAL-01: OHAUS - CMM-243-2019 (15-04-19)
- Horno METROTTEST-01: CTM-112-2019 (15-04-19)
- Balanza BAL-03: OHAUS - CMM-243-2019 (15-04-19)
- Juego de tamices TMC: GreifTest

Elaborado por:  
 Miguel Angel Alfaro Huayanay  
 Especialista en laboratorio de suelos, concreto y asfalto.  
 HIS ASE S.A.C.  
 Firma:

Revisado por:  
 Juan Carlos Zapata Silva  
 Ing. Civil OIP 56348  
 HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.  
 Firma:

 <b>HISGEOLAB S.A.C.</b>	<b>INFORME</b>	<b>Código</b>	IF-TS-VGALFVAD-PN
	<b>CONTENIDO DE HUMEDAD DE UN SUELO MTC E 108 - 2016</b>	<b>Versión</b>	01
		<b>Fecha</b>	04-01-2024
		<b>Página</b>	2 de 3

DATOS GENERALES	
Solicitante	: Villanueva Gamarra Abelardo Leonardo / Fernández Villegas Arnold Darwin
Universidad	: César Vallejo Sede Norte
Especialidad	: Ingeniería Civil
Tema de tesis	: Estabilización de subrasante aplicando fibra de plátano y ceniza de ichu en la carretera José Gálvez, Chanchamayo 2023
Ubicación	: Chanchamayo
Fecha de emisión	: 15/04/2024

DATOS DE LA MUESTRA	
Muestra	: C1-M1

Muestra N°	1	2	3	4	5
Peso tara (g)	53.0	52.0	52.0		
Peso tara + muestra húmeda (g)	589.0	562.3	520.3		
Peso tara + muestra seca (g)	536.4	513.2	474.4		
Peso de agua (g)	52.6	49.1	45.9		
Peso de suelo seco (g)	483.4	461.2	422.4		
Contenido de Humedad (%)	10.9	10.6	10.9		
<b>PROMEDIO (%)</b>	<b>10.8</b>				

Observaciones : \_\_\_\_\_

Referencia : \_\_\_\_\_  
 \_ ASTM D 2216-05 Standard test methods for laboratory determination of water (moisture) content of soil and rock by mass.

Equipos utilizados

- Balanza BAL-01: OHAUS - CMM-245-2019 (15-04-19) \_\_\_\_\_
- Horno METROTEST-01: CTM-112-2019 (15-04-19) \_\_\_\_\_
- Balanza BAL-03: OHAUS - CMM-245-2019 (15-04-19) \_\_\_\_\_

Elaborado por:  
 Miguel Angel Alfaro Huayanay  
 Especialista en laboratorio de suelos, concreto y asfalto.  
 HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.  
 Firma: \_\_\_\_\_



Revisado por:  
 Juan Carlos Zapata Silva  
 Ing. Civil CIP 56346  
 HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.  
 Firma: \_\_\_\_\_



**INFORME****LÍMITES DE ATTERBERG  
MTC E 110 & E 111 - 2016**

<b>Código</b>	IF-TS-VGALFVAD-PN
<b>Versión</b>	01
<b>Fecha</b>	04-01-2024
<b>Página</b>	3 de 3

**DATOS GENERALES**

<b>Solicitante</b>	: Villanueva Gamarra Abelardo Leonardo / Fernández Villegas Arnold Darwin
<b>Universidad</b>	: César Vallejo Sede Norte
<b>Especialidad</b>	: Ingeniería Civil
<b>Tema de tesis</b>	: Estabilización de subrasante aplicando fibra de plátano y ceniza de ichu en la carretera José Gálvez, Chanchamayo 2023
<b>Ubicación</b>	: Chanchamayo
<b>Fecha de emisión</b>	: 15/04/2024

**DATOS DE LA MUESTRA**

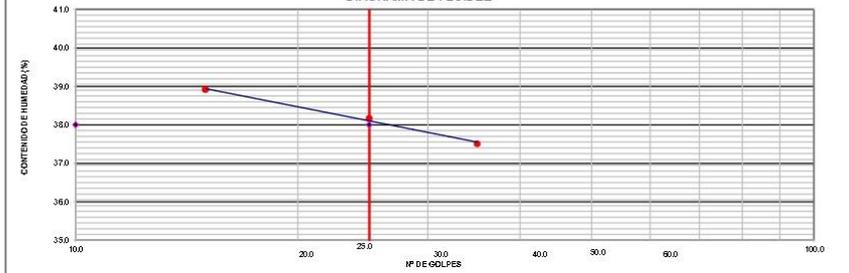
**Muestra** : C1-M1

**LÍMITE LÍQUIDO (MTC E 110 - 2016)**

	C - 1	C - 2	C - 3
Nº TARRO			
TARRO + SUELO HÚMEDO	gr 52.15	51.65	52.14
TARRO + SUELO SECO	gr 45.65	45.02	45.55
AGUA	gr 6.50	6.63	6.59
PESO DEL TARRO	gr 28.32	27.65	28.62
PESO DEL SUELO SECO	gr 17.33	17.37	16.93
% DE HUMEDAD	37.51	38.17	38.92
Nº DE GOLPES	35	25	15

**LÍMITE PLÁSTICO (MTC E 111 - 2016)**

	A - 10	A - 11
Nº TARRO		
TARRO + SUELO HÚMEDO	gr 20.65	20.54
TARRO + SUELO SECO	gr 19.45	19.45
AGUA	gr 1.20	1.09
PESO DEL TARRO	gr 14.25	14.62
PESO DEL SUELO SECO	gr 5.20	4.83
% DE HUMEDAD	23.08	22.57

**DIAGRAMA DE FLUIDEZ**

CONSTANTES FÍSICAS DE LA MUESTRA		OBSERVACIONES
LÍMITE LÍQUIDO	(%) 38.0	La muestra fue proporcionada por el solicitante.
LÍMITE PLÁSTICO	(%) 23.0	Ensayo efectuado al material pasante la malla N° 40.
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	(%) 15.0	Ensayo realizado mediante el "MÉTODO DE MULTIPUNTO".

**Referencia:**

ASTM D 4318-05 Standard test methods for liquid limit, plastic limit, and plasticity index of soils.

**Equipos utilizados**

- Balanza BAL-01: OHAUS - CMM-243-2019 (15-04-19)
- Horno METROTEST-01: CTM-112-2019 (15-04-19)
- Copa Casagrande CCG-01: Pinzuar-CLM-386-2019 (15-04-2019)

**Elaborado por:**

Miguel Angel Alfaro Huayanay  
Especialista en laboratorio de suelos, concreto y asfalto.  
HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.

**Firma:****Revisado por:**

Juan Carlos Zapata Silva  
Ing. Civil CIP 56346  
HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.

**Firma:**



**INFORME**  
**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO**  
**MTC E 107 - 2016**

<b>Código</b>	IF-TS-VGALFVAD-PN
<b>Versión</b>	01
<b>Fecha</b>	04-01-2024
<b>Página</b>	1 de 6

**DATOS GENERALES**

Solicitante : Villanueva Gamarra Abelardo Leonardo / Fernández Villegas Arnold Darwin  
 Universidad : César Vallejo Sede Norte  
 Especialidad : Ingeniería Civil  
 Tema de tesis : Estabilización de subrasante aplicando fibra de plátano y ceniza de ichu en la carretera José Gálvez, Chanchamayo 2023  
 Ubicación : Chanchamayo  
 Fecha de emisión : 15/04/2024

**DATOS DE LA MUESTRA**

Muestra	C1-M2
---------	-------

Malla	N°	Abertura (mm)	Peso (g)	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% que pasa	CARACTERIZACIÓN DEL SUELO	
							Descripción	Valor
3"	76.200	0	0	0.0	0.0	100.0	Límite Líquido (LL)	36.9
2"	50.800	0	0	0.0	0.0	100.0	Límite Plástico (LP)	23.0
1 1/2"	38.100	0	0	0.0	0.0	100.0	Índice Plástico (IP)	13.9
1"	25.400	0	0	0.0	0.0	100.0	Clasificación (S.U.C.S.)	ASTM-D2487 CL
3/4"	19.100	0	0	0.0	0.0	100.0	Clasificación (AASHTO)	ASTM-D3282 A-6
3/8"	9.520	0	0	0.0	0.0	100.0	Índice de Grupo	14
N° 4	4.760	0	0	0.0	0.0	100.0	% Grava	0.0
N° 10	2.000	1.5	0.1	0.1	0.1	99.9	% Arena	6.9
N° 20	0.840	8.7	0.6	0.7	0.7	99.3	% < N° 200	93.1
N° 40	0.425	8.7	0.6	1.3	1.3	98.7	Descripción de Muestra:	
N° 60	0.250	7.3	0.5	1.8	1.8	98.2		
N° 140	0.106	33.4	2.3	4.1	95.9			
N° 200	0.075	40.6	2.8	6.9	93.1			
< 200	MTCE 137	1350.0	93.1	100.0	0.0	Arcilla de baja plasticidad		

Límite Líquido (LL)	ASTM-D4318	37
Límite Plástico (LP)	ASTM-D4318	23
Índice Plástico (IP)		14
Clasificación (S.U.C.S.)	ASTM-D2487	CL
Clasificación (AASHTO)	ASTM-D3282	-
Índice de Grupo		14

Nombre de grupo : Arcilla de baja plasticidad



- Referencias:**
- ASTM D 422-63-02 Standard test method for sieve analysis of fine and coarse aggregates
  - ASTM D 4318-05 Standard test method for liquid limit, plastic limit and plasticity index of soils
  - ASTM D 2487-05 Standard classification of soils for engineering purposes (Unified soil classification system)
  - ASTM D 2216-05 Standard test methods for laboratory determination of water (moisture) content of soil and rock by mass
  - ASTM D 3282-04-1 Standard practice for classification of soil-aggregate mixtures for highway construction purposes
  - ASTM D 1140-00 Standard test for amount of material in soils finer than the N° 200 (75 um) sieve

- Equipos utilizados**
- Balanza BAL-01: OHAUS - CMM-245-2019 (15-04-19)
  - Horno METROTTEST-01: CTM-112-2019 (15-04-19)
  - Balanza BAL-03: OHAUS - CMM-245-2019 (15-04-19)
  - Juego de tamices TML: GranTest

Elaborado por:  
 Miguel Angel Alfaro Huaymay  
 Especialista en laboratorio de suelos, concreto y asfalto.  
 HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.  
 Firma:

Revisado por:  
 Juan Carlos Zapata Silva  
 Ing. Civil CIP 66346  
 HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.  
 Firma:

**INFORME**

Código IF-TS-VGALFVAD-PN

**CONTENIDO DE HUMEDAD DE UN SUELO  
MTC E 108 - 2016**

Versión 01

Fecha 04-01-2024

Página 2 de 6

**DATOS GENERALES**

Solicitante : Villanueva Gamarra Abelardo Leonardo / Fernández Villegas Arnold Darwin  
Universidad : César Vallejo Sede Norte  
Especialidad : Ingeniería Civil  
Tema de tesis : Estabilización de subrasante aplicando fibra de plátano y ceniza de ichu en la carretera José Gálvez, Chanchamayo 2023  
Ubicación : Chanchamayo  
Fecha de emisión : 15/04/2024

**DATOS DE LA MUESTRA**

Muestra : C1-M2

Muestra N°	1	2	3	4	5
Peso tara (g)	53.0	52.0	53.0		
Peso tara + muestra húmeda (g)	650.0	625.3	621.0		
Peso tara + muestra seca (g)	592.0	570.0	565.3		
Peso de agua (g)	58.0	55.3	55.7		
Peso de suelo seco (g)	539.0	518.0	512.3		
Contenido de Humedad (%)	10.8	10.7	10.9		
<b>PROMEDIO (%)</b>	<b>10.8</b>				

**Observaciones :****Referencia:**

ASTM D 2216-05 Standard test methods for laboratory determination of water (moisture) content of soil and rock by mass.

**Equipos utilizados**

- Balanza BAL-01: OHAUS - CMM-243-2019 (15-04-19)
- Horno METROTTEST-01: CTM-112-2019 (15-04-19)
- Balanza BAL-03: OHAUS - CMM-245-2019 (15-04-19)

Elaborado por:  
Miguel Angel Alfaro Huayanay  
Especialista en laboratorio de suelos, concreto y asfalto.  
HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.

Firma:

Revisado por:  
Juan Carlos Zapata Silva  
Ing. Civil OIP 56346  
HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.

Firma:

**INFORME****LÍMITES DE ATTERBERG  
MTC E 110 & E 111 - 2016**

Código	IF-TS-VGALFVAD-PN
Versión	01
Fecha	04-01-2024
Página	3 de 6

**DATOS GENERALES**

Solicitante	: Villanueva Gamarra Abelardo Leonardo / Fernández Villegas Arnold Darwin
Universidad	: César Vallejo Sede Norte
Especialidad	: Ingeniería Civil
Tema de tesis	: Estabilización de subrasante aplicando fibra de plátano y ceniza de ichu en la carretera José Gálvez, Chanchamayo 2023
Ubicación	: Chanchamayo
Fecha de emisión	: 15/04/2024

**DATOS DE LA MUESTRA**

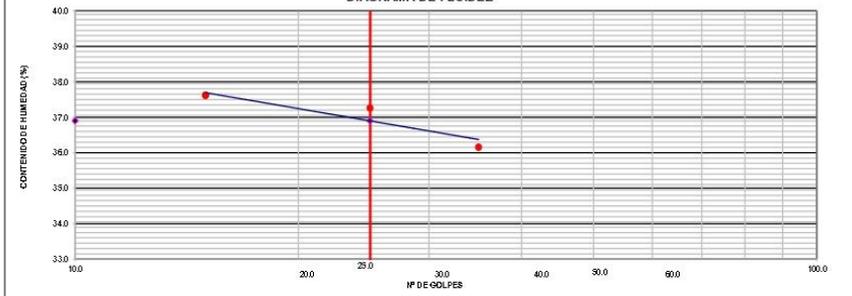
Muestra : C1-M2

**LÍMITE LÍQUIDO (MTC E 110 - 2016)**

Nº TARRO		GEO-29	L45	GEO-37
TARRO + SUELO HÚMEDO	gr	46.92	44.13	48.28
TARRO + SUELO SECO	gr	42.05	39.80	42.78
AGUA	gr	4.87	4.33	5.50
PESO DEL TARRO	gr	28.58	28.18	28.16
PESO DEL SUELO SECO	gr	13.47	11.62	14.62
% DE HUMEDAD		36.15	37.26	37.62
Nº DE GOLPES		35	25	15

**LÍMITE PLÁSTICO (MTC E 111 - 2016)**

Nº TARRO		A 2	A18
TARRO + SUELO HÚMEDO	gr	21.92	21.54
TARRO + SUELO SECO	gr	20.60	20.25
AGUA	gr	1.32	1.29
PESO DEL TARRO	gr	15.00	14.66
PESO DEL SUELO SECO	gr	5.60	5.59
% DE HUMEDAD		23.57	23.08

**DIAGRAMA DE FLUIDEZ**

CONSTANTES FÍSICAS DE LA MUESTRA			OBSERVACIONES
LÍMITE LÍQUIDO	(%)	36.9	La muestra fue proporcionada por el solicitante.
LÍMITE PLÁSTICO	(%)	23.0	Ensayo efectuado al material pasante la malla N° 40.
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	(%)	13.9	Ensayo realizado mediante el "MÉTODO DE MULTIPUNTO".

**Referencia:**

ASTM D 4318-05 Standard test methods for liquid limit, plastic limit, and plasticity index of soils.

**Equipos utilizados**

- Balanza BAL-01: OHAUS - CMM-243-2019 (15-04-19)
- Horno METROTTEST-01: CTM-112-2019 (15-04-19)
- Copa Casagrande CCG-01: Pinzuar-CLVI-386-2019 (15-04-2019)

Elaborado por:  
Miguel Angel Alfaro Huayanay  
Especialista en laboratorio de suelos, concreto y asfalto.  
HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.  
Firma:

Revisado por:  
Juan Carlos Zapata Silva  
Ing. Civil CIP 56346  
HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.  
Firma:



**INFORME**  
**COMPACTACIÓN DE SUELOS**  
**(PROCTOR MODIFICADO)**  
**MTC E 115 - 2016**

Código	IF-TS-VGAL/FVAD-PH
Versión	01
Fecha	04-01-2024
Página	de 6 4

**DATOS GENERALES**

Solicitante : Villanueva Gamarra Abelardo Leonardo / Fernández Villegas Arnold Darwin  
Universidad : César Vallejo Sede Norte  
Especialidad : Ingeniería Civil  
Tema de tesis : Estabilización de subrasante aplicando fibra de plátano y ceniza de ichu en la carretera José Gálvez, Chanchamayo 2023  
Ubicación : Chanchamayo  
Fecha de emisión : 15/04/2024

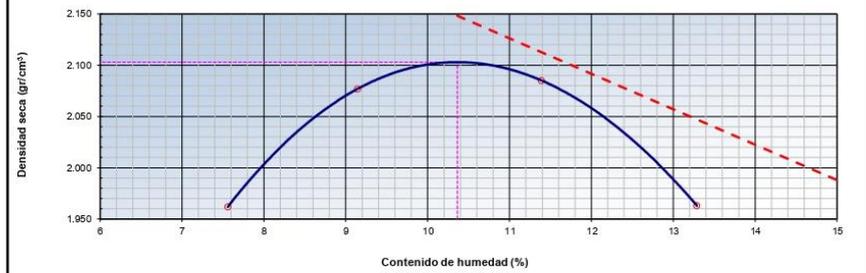
**DATOS DE LA MUESTRA**

Muestra : C1-M2  
Método : A  
SUCS : CL  
AASHTO : A-6 (14)

**COMPACTACIÓN**

Peso suelo + molde	gr	5914.00	6060.00	6112.00	6020.00
Peso molde	gr	3948.00	3948.00	3948.00	3948.00
Peso suelo húmedo compactado	gr	1966.00	2112.00	2164.00	2072.00
Volumen del molde	cm <sup>3</sup>	931.68	931.68	931.68	931.68
Peso volumétrico húmedo	gr	2.11	2.27	2.32	2.22
Peso del suelo seco + tara	gr	425.30	406.00	492.00	383.00
Peso del suelo seco + tara	gr	398.00	375.00	446.30	342.30
Tara	gr	36.90	36.00	45.00	36.00
Peso de agua	gr	27.30	31.00	45.70	40.70
Peso del suelo seco	gr	361.10	339.00	401.30	306.30
Contenido de agua	%	7.56	9.14	11.39	13.29
Peso volumétrico seco	gr/cm <sup>3</sup>	1.962	2.077	2.085	1.963
Gravedad Específica (gr/cm <sup>3</sup> )		2.530	Densidad máxima (gr/cm <sup>3</sup> )		2.103
			Humedad óptima (%)		10.4

**RELACIÓN HUMEDAD-DENSIDAD**



**Referencia**

- ASTM D 1557-02 Standard test methods for laboratory compaction characteristics of soil using modified effort - 56000 ftlb/ft<sup>3</sup> (2700 kN-m/m<sup>3</sup>)

**Observaciones:**

- Método Seco.
- Pison Manual.
- Pasante la N<sup>o</sup> 4
- Método de Gravedad Específica MTC E 205 y MTC E 206.

**Equipos utilizados**

- Balanza BAL-01: OHAUS - CMM-243-2019 (15-04-19)
- Horno METROTEST-01: CTM-112-2019 (15-04-19)
- Balanza BAL-03: OHAUS - CMM-243-2019 (15-04-19)
- Juego de tamices TMZ Grantest
- Martillo de compactación de energía modificada.

Elaborado por:  
Miguel Angel Alfaro Huayanay  
Especialista en laboratorio de suelos, concreto y asfalto.  
HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.  
Firma:

Revisado por:  
Juan Carlos Zapata Silva  
Ing. Civil CIP 56346  
HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.  
Firma:

	<b>INFORME</b>		<b>Código</b>	IFTS-VGALFVAD-PII
	<b>CBR DE SUELOS (LABORATORIO)</b> <b>MTC E 132 - 2016</b>		<b>Versión</b>	<b>01</b>
			<b>Fecha</b>	<b>04-01-2024</b>
			<b>Página</b>	<b>5 de 6</b>

DATOS GENERALES	
Solicitante	: Villanueva Gamarra Abelardo Leonardo / Fernández Villegas Arnold Darwin
Universidad	: César Vallejo Sede Norte
Especialidad	: Ingeniería Civil
Tema de tesis	: Estabilización de subrasante aplicando fibra de plátano y ceniza de ichu en la carretera José Gálvez, Chanchamayo 2023
Ubicación	: Chanchamayo
Fecha de emisión	: 15/04/2024

DATOS DE LA MUESTRA	
Muestra	: C1-M2
	SUCS : CL AASHTO: A-6 (14)

COMPACTACION						
Molde Nº	78		31		82	
Capas Nº	5		5		5	
Golpes por capa Nº	55		26		12	
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso de molde + Suelo húmedo (g)	12720.00	12965.00	12160.00	12320.00	12402.00	12741.00
Peso de molde (g)	7932.00	7932.00	7590.00	7590.00	8012.00	8012.00
Peso del suelo húmedo (g)	4788.00	5033.00	4570.00	4730.00	4390.00	4729.00
Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	2063.19	2063.19	2068.63	2068.63	2074.07	2074.07
Densidad húmeda (g/cm <sup>3</sup> )	2.321	2.439	2.209	2.287	2.117	2.280
Peso suelo húmedo + tara (g)	360.00	562.30	365.20	425.30	368.50	354.20
Peso suelo seco + tara (g)	330.00	501.00	334.20	379.30	335.30	318.20
Peso de tara (g)	37.00	35.00	31.00	35.00	32.00	53.00
Peso de agua (g)	30.00	61.30	31.00	46.00	33.20	36.00
Peso de suelo seco (g)	293.00	466.00	303.20	344.30	303.30	265.20
Contenido de humedad (%)	10.2	13.2	10.2	13.4	10.9	13.6
Densidad seca (g/cm <sup>3</sup> )	2.105	2.156	2.004	2.017	1.908	2.008

EXPANSION									
FECHA	TIEMPO	DIAL		EXPANSION		DIAL		EXPANSION	
		mm	%	mm	%	mm	%	mm	%
10/04/2024	0	0.000	0.000	0.000	0.0	0.000	0.000	0.000	0.0
11/04/2024	24	5.480	5.480	4.7	8.900	8.900	7.7	5.720	5.0
12/04/2024	48	5.980	5.980	5.2	8.780	8.780	7.6	6.060	5.2
		6.390	6.390	5.5	8.200	8.200	7.1	6.550	5.7

PENETRACION											
PENETRACION mm	CARGA STAND. kg/cm2	MOLDE Nº 78			MOLDE Nº 31			MOLDE Nº 82			
		Presion (kg/cm2)	CARGA kg	CORRECCION %	Presion (kg/cm2)	CARGA kg	CORRECCION %	Presion (kg/cm2)	CARGA kg	CORRECCION %	
0.000		0			0			0			
0.635		0.5	9.3		0.4	7.8		0.3	6.5		
1.270		0.8	15.2		0.7	12.7		0.5	10.6		
1.905		1.8	35.6		1.5	29.7		1.3	24.8		
2.540	70.45	2.8	55.2		2.4	46.0		2.0	38.3		
3.180		4.4	85.6		3.7	71.3		3.1	59.4		
3.810		5.3	102.3		4.4	85.3		3.7	71.1		
5.080	105.68	6.4	125.2		5.4	104.3		4.5	86.9		
7.620		8.3	162.3		7.0	135.3		5.8	112.8		
10.160											
12.700											

- Referencia:**
- ASTM D 1557-05 Standard test method for CBR (California Bearing Ratio) of laboratory-compacted soils
  - ASTM D 1557-02 Standard test methods for laboratory compaction characteristics of soil using modified effort - 56000 ft-lb (7700 N-m)-mm
  - Máquina de Ensayos CBR (escala 5000 kgf). Unidades de medida: SI
  - Pistón de penetración metálico de sección transversal circular de 49.75 mm
  - Celda de Carga Tipo "S": S-QL-M2D023579
  - Sobrecarga de Saturación y Penetración: Dos pesas circulares de 150,81 mm de diámetro y masa total de 4,55 kg.

- Equipos utilizados**
- Balanza BAL-01: OHAUS - CMM-243-2019 (15-04-19)
  - Horno METROTET-01: CTM-112-2019 (15-04-19)
  - Balanza BAL-03: OHAUS - CMM-245-2019 (15-04-19)
  - Juego de tamices TMZ: GRANTEST
  - Martillo de compactación de energía modificada MPM-01: METROTEST
  - Máquina de Ensayos CBR-01: METROTET-CFM-080-2019 (15-04-19)

**Elaborado por:**  
Miguel Angel Alfaro Huayanay  
Especialista en laboratorio de suelos, concreto y asfalto.  
HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.

**Firma:**  


**Revisado por:**  
Juan Carlos Zapata Silva  
Ing. Civil CIP 56346  
HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.

**Firma:**  




### INFORME

**CBR DE SUELOS (LABORATORIO)  
MTC E 132 - 2016**

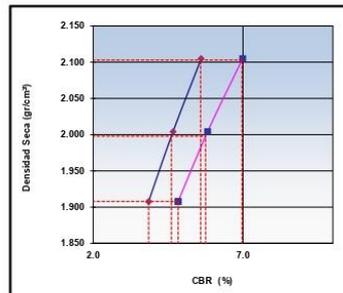
<b>Código</b>	IF-TS-VGAL/FVAD-PH
<b>Versión</b>	01
<b>Fecha</b>	04-01-2024
<b>Página</b>	6 de 6

#### DATOS GENERALES

**Solicitante** : Villanueva Gamarra Abelardo Leonardo / Fernández Vilegas Arnold Darwin  
**Universidad** : César Vallejo Sede Norte  
**Especialidad** : Ingeniería Civil  
**Tema de tesis** : Estabilización de subrasante aplicando fibra de plátano y ceniza de ichu en la carretera José Gálvez, Chanchamayo 2023  
**Ubicación** : Chanchamayo  
**Fecha de emisión** : 15/04/2024

#### DATOS DE LA MUESTRA

**Muestra** : C1-M2 SUCS : CL  
AASHTO : A-6 (14)

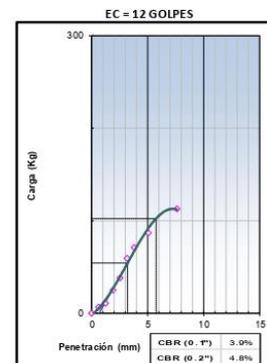
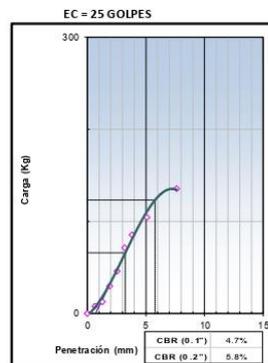
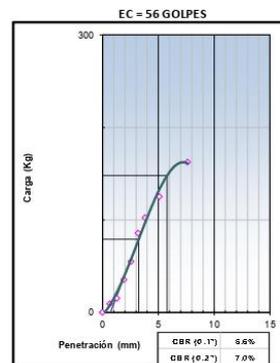


**MÉTODO DE COMPACTACIÓN** : ASTM D1557  
**MÁXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³)** : 2.103  
**ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)** : 10.4  
**95% MÁXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³)** : 1.998

C.B.R. al 100% de M.D.S. (%)	0.1": 5.6	0.2": 7.0
C.B.R. al 95% de M.D.S. (%)	0.1": 4.6	0.2": 5.8

**RESULTADOS (0.2"):**  
Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. = 7.0 (%)  
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. = 5.8 (%)

**RESULTADOS (0.1"):**  
Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. = 5.6 (%)  
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. = 4.6 (%)



#### Referencia:

- ASTM D 1883-05 Standard test method for CBR (California Bearing Ratio) of laboratory-compacted soils
- ASTM D 1557-02 Standard test methods for laboratory compaction characteristics of soil using modified effort - 56000 ftlb/ft<sup>3</sup> (2700 kN-m/m<sup>3</sup>)
- Máquina de Ensayos CBR (escala 5000 kgf), Unidades de medida: SI
- Pistón de penetración metálico de sección transversal circular de 48.75 mm
- Celida de Carga Tipo "S": S-OL-MD023579
- Sobrecarga de Saturación y Penetración: Dos pesas circulares de 150,61 mm de diámetro y masa total de 4,55 kg.

#### Equipos utilizados

- Balanza BAL-01: OHAUS - CMM-243-2019 (15-04-19)
- Horno METROTEST-01: CTM-112-2019 (15-04-19)
- Balanza BAL-03: OHAUS - CMM-245-2019 (15-04-19)
- Martillo de compactación de energía modificada MPM-01: METROTEST
- Máquina de Ensayos CBR-01: METROTEST-CFM-080-2019 (15-04-19)

**Elaborado por:**  
Miguel Angel Alfaro Huayany  
Especialista en laboratorio de suelos, concreto y asfalto.  
HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.  
**Firma:**

**Revisado por:**  
Juan Carlos Zapata Silva  
Ing. Civil CIP 56346  
HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.  
**Firma:**

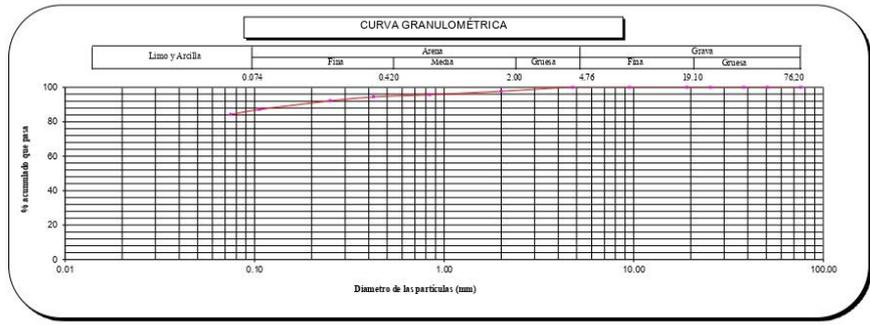
**DATOS GENERALES**

Solicitante : Villanueva Gamarra Abelardo Leonardo / Fernández Villegas Arnold Darwin  
 Universidad : César Vallejo Sede Norte  
 Especialidad : Ingeniería Civil  
 Tema de tesis : Estabilización de subrasante aplicando fibra de plátano y ceniza de ichu en la carretera José Gálvez, Chanchamayo 2023  
 Ubicación : Chanchamayo  
 Fecha de emisión : 15/04/2024

DATOS DE LA MUESTRA							
Muestra	CZ-M1						
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POSTALIZADO	Malla		Peso (g)	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% que pasa	CARACTERIZACIÓN DEL SUELO
	Nº	Abertura (mm)					
	3"	76.200	0	0.0	0.0	100.0	Límite Líquido (LL) 48.4
	2"	50.800	0	0.0	0.0	100.0	Límite Plástico (LP) 26.0
	1 1/2"	38.100	0	0.0	0.0	100.0	Índice Plástico (IP) 22.4
	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-D3282 A-7-6
	3/8"	9.520	0	0.0	0.0	100.0	Índice de Grupo 20
	Nº 4	4.760	0	0.0	0.0	100.0	% Grava 0.0
	Nº 10	2.000	16.0	2.3	2.3	97.7	% Arena 15.8
	Nº 20	0.840	13.9	2.0	4.3	95.7	% < Nº 200 84.2
	Nº 40	0.425	9.0	1.3	5.6	94.4	
	Nº 60	0.250	16.0	2.3	7.9	92.1	
	Nº 140	0.106	34.8	5.0	12.9	87.1	
	Nº 200	0.075	20.2	2.9	15.8	84.2	
	< 200	MTC E 137	585.2	84.2	100.0	0.0	

Límite Líquido (LL)	ASTM-D4318	48
Límite Plástico (LP)	ASTM-D4318	26
Índice Plástico (IP)		22
Clasificación (S.U.C.S.)	ASTM-D2487	CL
Clasificación (AASHTO)	ASTM-D3282	A-7-6
Índice de Grupo		20

Nombre de grupo : Arcilla de baja plasticidad con arena



- Referencias:**
- ASTM D 422-63-02 Standard test method for sieve analysis of fine and coarse aggregates
  - ASTM D 4318-03 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 2216-03 Standard test method for laboratory determination of water (moisture) content of soil and rock by mass
  - ASTM D 3282-04e1 Standard practice for classification of soils-aggregate mixtures for highway construction purposes
  - ASTM D 1140-00 Standard test for amount of material in soils finer than the Nº 200 (75 µm) sieve

**Equipos utilizados**

- Balanza BAL-01: OHAUS - CMM-243-2019 (15-04-19)
- Horno METROTTEST-01: CTM-112-2019 (15-04-19)
- Balanza BAL-03: OHAUS - CMM-243-2019 (15-04-19)
- Juego de tamices T.M.E. GranTest

**Elaborado por:**  
 Miguel Angel Alfaro Huayanay  
 Especialista en laboratorio de suelos, concreto y asfalto.  
 HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.  
 Firma: 

**Revisado por:**  
 Juan Carlos Zapata Silva  
 Ing. Civil CIP 58348  
 HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.  
 Firma: 

**INFORME****Código** IF-TS-VGAL/FVAD-PN**CONTENIDO DE HUMEDAD DE UN SUELO  
MTC E 108 - 2016****Versión** 01**Fecha** 04-01-2024**Página** 2 de 6**DATOS GENERALES**

**Solicitante** : Villanueva Gamarra Abelardo Leonardo / Fernández Villegas Arnold Darwin  
**Universidad** : César Vallejo Sede Norte  
**Especialidad** : Ingeniería Civil  
**Tema de tesis** : Estabilización de subrasante aplicando fibra de plátano y ceniza de ichu en la carretera José Gálvez, Chanchamayo 2023  
**Ubicación** : Chanchamayo  
**Fecha de emisión** : 15/04/2024

**DATOS DE LA MUESTRA****Muestra** : C2-M1

Muestra N°	1	2	3	4	5
Peso tara (g)	52.0	51.0	52.0		
Peso tara + muestra húmeda (g)	570.0	562.3	510.3		
Peso tara + muestra seca (g)	511.0	504.3	457.2		
Peso de agua (g)	59.0	58.0	53.1		
Peso de suelo seco (g)	459.0	453.3	405.2		
Contenido de Humedad (%)	12.9	12.8	13.1		
<b>PROMEDIO</b> (%)	<b>12.9</b>				

**Observaciones:****Referencia:**

ASTM D 2216-05 Standard test methods for laboratory determination of water (moisture) content of soil and rock by mass.

**Equipos utilizados**

- Balanza BAL-01: OHAUS - CMM-243-2019 (15-04-19)
- Horno METROTEST-01: CTM-112-2019 (15-04-19)
- Balanza BAL-03: OHAUS - CMM-245-2019 (15-04-19)

**Elaborado por:**

Miguel Angel Alfaro Huayanay  
Especialista en laboratorio de suelos, concreto y asfalto.  
HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.

**Firma:****Revisado por:**

Juan Carlos Zapata Silva  
Ing. Civil CIP 56346  
HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.

**Firma:**



HISGEOLAB S.A.C.

INFORME

LÍMITES DE ATTERBERG  
MTC E 110 & E 111 - 2016

Código	IF-TS-VGALFVADPH
Versión	01
Fecha	04-01-2024
Página	3 de 3

DATOS GENERALES

Solicitante	: Villanueva Gamarra Abelardo Leonardo / Fernandez Villegas Arnold Darwin
Universidad	: César Vallejo Sede Norte
Especialidad	: Ingeniería Civil
Tema de tesis	: Estabilización de subrasante aplicando fibra de plátano y ceniza de ichu en la carretera José Gálvez, Chanchamayo 2023
Ubicación	: Chanchamayo
Fecha de emisión	: 15/04/2024

DATOS DE LA MUESTRA

Muestra : C2-M1

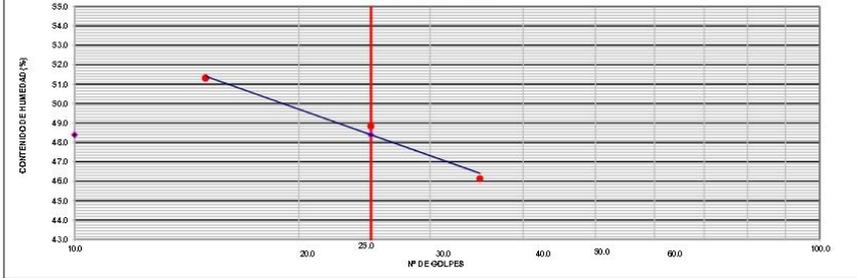
LÍMITE LÍQUIDO (MTC E 110 - 2016)

Nº TARRO	L-45	GEO-29	GEO-37
TARRO + SUELO HÚMEDO gr	46.55	45.37	48.74
TARRO + SUELO SECO gr	40.75	39.85	41.74
AGUA gr	5.80	5.52	7.00
PESO DEL TARRO gr	28.18	28.55	28.10
PESO DEL SUELO SECO gr	12.57	11.30	13.64
% DE HUMEDAD	46.14	48.85	51.32
Nº DE GOLPES	35	25	15

LÍMITE PLÁSTICO (MTC E 111 - 2016)

Nº TARRO	A18	A2
TARRO + SUELO HÚMEDO gr	20.31	20.30
TARRO + SUELO SECO gr	19.15	19.22
AGUA gr	1.16	1.08
PESO DEL TARRO gr	14.66	15.00
PESO DEL SUELO SECO gr	4.49	4.22
% DE HUMEDAD	25.84	25.59

DIAGRAMA DE FLUIDEZ



CONSTANTES FÍSICAS DE LA MUESTRA		OBSERVACIONES	
LÍMITE LÍQUIDO (%)	48.4	La muestra fue proporcionada por el solicitante.	
LÍMITE PLÁSTICO (%)	26.0	Ensayo efectuado al material pasante la malla N° 40.	
ÍNDICE DE PLASTICIDAD (%)	22.4	Ensayo realizado mediante el "MÉTODO DE MULTIPUNTO".	

Referencia:

ASTM D 4318-05 Standard test methods for liquid limit, plastic limit, and plasticity index of soils.

Equipos utilizados

- Balanza BAL-01: OHAUS - CMM-243-2019 (15-04-19)
- Horno METROTEST-01: CTM-112-2019 (15-04-19)
- Copa Casagrande CCG-01: Pinzuar-CUM-386-2019 (15-04-2019)

Elaborado por:  
Miguel Angel Alfaro Huayanay  
Especialista en laboratorio de suelos, concreto y asfalto.  
HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.

Firma:

Revisado por:

Juan Carlos Zapata Silva  
Ing. Civil CIP 56346  
HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.

Firma:

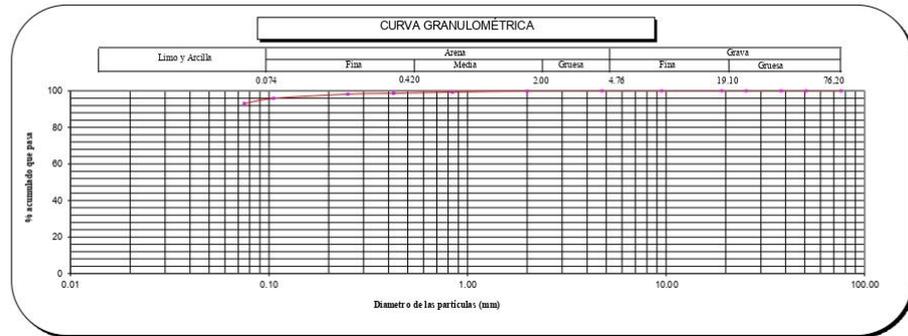
**DATOS GENERALES**

**Solicitante** : Villanueva Gamarra Abelardo Leonardo / Fernández Villegas Arnold Darwin  
**Universidad** : César Vallejo Sede Norte  
**Especialidad** : Ingeniería Civil  
**Tema de tesis** : Estabilización de subrasante aplicando fibra de plátano y ceniza de ichu en la carretera José Gálvez, Chanchamayo 2023  
**Ubicación** : Chanchamayo  
**Fecha de emisión** : 15/04/2024

DATOS DE LA MUESTRA							
Muestra	C2-M2						
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO ASTM D422	Malla		Peso (g)	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% que pasa	CARACTERIZACIÓN DEL SUELO
	Nº	Abertura (mm)					
	3"	76.200	0	0.0	0.0	100.0	Límite Líquido (LL) 39.0
	2"	50.800	0	0.0	0.0	100.0	Límite Plástico (LP) 23.0
	1 1/2"	38.100	0	0.0	0.0	100.0	Índice Plástico (IP) 16.0
	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-D3282 A-6
	3/8"	9.520	0	0.0	0.0	100.0	Índice de Grupo 16
	Nº 4	4.760	0	0.0	0.0	100.0	% Grava 0.0
	Nº 10	2.000	1.5	0.1	0.1	99.9	% Arena 6.9
	Nº 20	0.840	8.7	0.6	0.7	99.3	% < Nº 200 93.1
	Nº 40	0.425	8.7	0.6	1.3	98.7	
	Nº 60	0.250	7.3	0.5	1.8	98.2	
	Nº 140	0.106	33.4	2.3	4.1	95.9	
	Nº 200	0.075	40.6	2.8	6.9	93.1	
	< 200	MTC E 137	1350.0	93.1	100.0	0.0	

Límite Líquido (LL) ASTM-D4318	39
Límite Plástico (LP) ASTM-D4318	23
Índice Plástico (IP)	16
Clasificación (S.U.C.S.) ASTM-D2487	CL
Clasificación (AASHTO) ASTM-D3282	-
Índice de Grupo	16

Nombre de grupo : Arcilla de baja plasticidad



- Referencias:**
- ASTM D 422-63-02 Standard test method for sieve analysis of fine and coarse aggregates
  - ASTM D 4318-05 Standard test method for liquid limit, plastic limit and plasticity index of soils
  - ASTM D 2487-05 Standard classification of soils for engineering purposes (Unified soil classification system)
  - ASTM D 2216-05 Standard test methods for laboratory determination of water (moisture) content of soil and rock by mass
  - ASTM D 3282-04e1 Standard practice for classification of soils-aggregate mixtures for highway construction purposes
  - ASTM D 1140-00 Standard test for amount of material in soils finer than the N° 200 (75 µm) sieve

- Equipos utilizados:**
- Balanza BAL-01 OHAUS - CMM-345-2019 (15-04-19)
  - Norma METROTERT-01 CTM-112-2019 (13-04-19)
  - Balanza BAL-03 OHAUS - CMM-345-2019 (15-04-19)
  - Juego de tamices TMC GravTest

**Elaborado por:**  
 Miguel Angel Alfaro Huayanay  
 Especialista en laboratorio de suelos, concreto y asfalto.  
 HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.  
 Firma:

**Revisado por:**  
 Juan Carlos Zapata Silva  
 Ing. Civil CIP 56346  
 HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.  
 Firma:




 <b>HISGEOLAB S.A.C</b>	<b>INFORME</b>	<b>Código</b>	IF-TS-YGALFVAD-PN
	<b>CONTENIDO DE HUMEDAD DE UN SUELO</b>	<b>Versión</b>	<b>01</b>
	<b>MTC E 108 - 2016</b>	<b>Fecha</b>	<b>04-01-2024</b>
		<b>Página</b>	<b>2 de 6</b>

DATOS GENERALES	
<b>Solicitante</b>	: Villanueva Gamarra Abelardo Leonardo / Fernández Villegas Arnold Darwin
<b>Universidad</b>	: César Vallejo Sede Norte
<b>Especialidad</b>	: Ingeniería Civil
<b>Tema de tesis</b>	: Estabilización de subrasante aplicando fibra de plátano y ceniza de ichu en la carretera José Gálvez, Chanchamayo 2023
<b>Ubicación</b>	: Chanchamayo
<b>Fecha de emisión</b>	: 15/04/2024

DATOS DE LA MUESTRA	
<b>Muestra</b>	: C2-M2

Muestra N°		1	2	3	4	5
Peso tara	(g)	53.0	52.0	52.0		
Peso tara + muestra húmeda	(g)	650.0	425.0	462.0		
Peso tara + muestra seca	(g)	582.0	382.0	415.0		
Peso de agua	(g)	68.0	43.0	47.0		
Peso de suelo seco	(g)	529.0	330.0	363.0		
Contenido de Humedad	(%)	12.9	13.0	12.9		
<b>PROMEDIO</b>	(%)	<b>12.9</b>				

**Observaciones:**

---

**Referencia:**

ASTM D 2216-05 Standard test methods for laboratory determination of water (moisture) content of soil and rock by mass.

---

**Equipos utilizados**

- Balanza BAL-01: OHAUS - CMM-243-2019 (15-04-19)
- Horno METROTEST-01: CTM-112-2019 (15-04-19)
- Balanza BAL-03: OHAUS - CMM-245-2019 (15-04-19)

**Elaborado por:**  
Miguel Angel Alfaro Huayanay  
Especialista en laboratorio de suelos, concreto y asfalto.  
HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.

**Firma:**



**Revisado por:**  
Juan Carlos Zapata Silva  
Ing. Civil CIP 56346  
HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.

**Firma:**



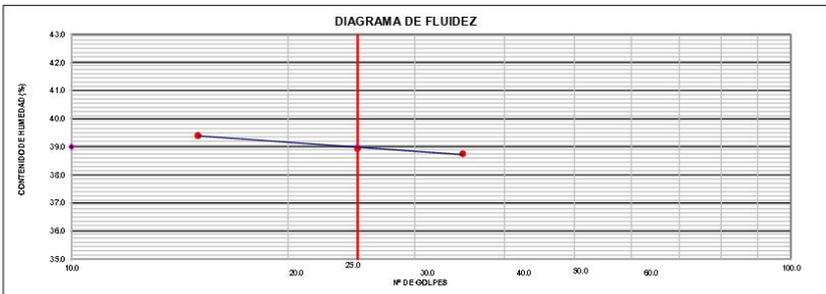
	<b>INFORME</b>	<b>Código</b>	IF-TS-VGALFVAD-PN
	<b>LÍMITES DE ATTERBERG</b>	<b>Versión</b>	<b>01</b>
	<b>MTC E 110 &amp; E 111 - 2016</b>	<b>Fecha</b>	<b>04-01-2024</b>
		<b>Página</b>	<b>3 de 6</b>

DATOS GENERALES	
Solicitante	: Villanueva Gamarra Abelardo Leonardo / Fernandez Villegas Arnold Darwin
Universidad	: César Vallejo Sede Norte
Especialidad	: Ingeniería Civil
Tema de tesis	: Estabilización de subrasante aplicando fibra de plátano y ceniza de ichu en la carretera José Gálvez, Chanchamayo 2023
Ubicación	: Chanchamayo
Fecha de emisión	: 15/04/2024

DATOS DE LA MUESTRA	
Muestra	: C2-M2

LÍMITE LÍQUIDO (MTC E 110 - 2016)				
Nº TARRO		C - 1	C - 2	C - 3
TARRO + SUELO HÚMEDO	gr	52.62	51.88	52.15
TARRO + SUELO SECO	gr	45.75	45.00	45.50
AGUA	gr	6.87	6.88	6.65
PESO DEL TARRO	gr	28.02	27.33	28.62
PESO DEL SUELO SECO	gr	17.73	17.67	16.88
% DE HUMEDAD		38.75	38.94	39.40
Nº DE GOLPES		35	25	15

LÍMITE PLÁSTICO (MTC E 111 - 2016)				
Nº TARRO		L - 1	L - 5	
TARRO + SUELO HÚMEDO	gr	20.55	20.50	
TARRO + SUELO SECO	gr	19.45	19.32	
AGUA	gr	1.10	1.18	
PESO DEL TARRO	gr	14.65	14.33	
PESO DEL SUELO SECO	gr	4.80	4.99	
% DE HUMEDAD		22.92	23.65	



CONSTANTES FÍSICAS DE LA MUESTRA			OBSERVACIONES
LÍMITE LÍQUIDO	(%)	39.0	La muestra fue proporcionada por el solicitante.
LÍMITE PLÁSTICO	(%)	23.0	Ensayo efectuado al material pasante la malla Nº 40.
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	(%)	16.0	Ensayo realizado mediante el "MÉTODO DE MULTIPUNTO".

Referencia: ASTM D 4318-05 Standard test methods for liquid limit, plastic limit, and plasticity index of soils.

Equipos utilizados:

- Balanza BAL-01: OHAUS - CMM-243-2019 (15-04-19)
- Horno METROTEST-01: CTM-112-2019 (15-04-19)
- Copa Casagrande CCG-01: Pinzuar-CLM-386-2019 (15-04-2019)

Elaborado por:  
Miguel Ángel Alfaro Huayany  
Especialista en laboratorio de suelos, concreto y asfalto.  
HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.

Firma: 

Revisado por:  
Juan Carlos Zapata Silva  
Ing. Civil CIP 56346  
HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.

Firma: 

**INFORME****COMPACTACIÓN DE SUELOS  
(PROCTOR MODIFICADO)  
MTC E 115 - 2016**

Código IF-TS-GVAL/FVAD-PN

Versión 01

Fecha 04-01-2024

Página de 6 4

**DATOS GENERALES**

Solicitante : Villanueva Gamarra Abelardo Leonardo / Fernández Villegas Arnold Darwin  
Universidad : César Vallejo Sede Norte  
Especialidad : Ingeniería Civil  
Tema de tesis : Estabilización de subrasante aplicando fibra de plátano y ceniza de ichu en la carretera José Gálvez, Chanchamayo 2023  
Ubicación : Chanchamayo  
Fecha de emisión : 15/04/2024

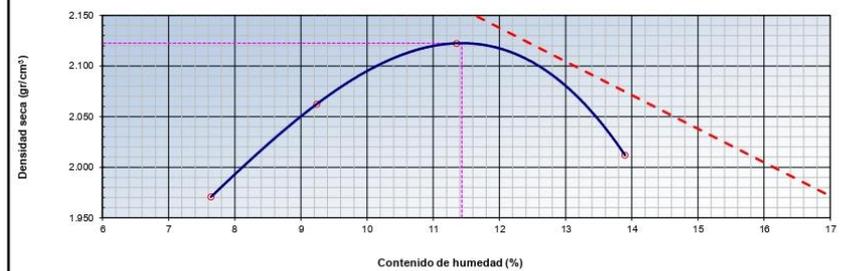
**DATOS DE LA MUESTRA**

Muestra : C2-M2 SUCS : CL  
AASHTO : A-6 (16)

Método : A

**COMPACTACIÓN**

Peso suelo + molde	gr	5862.00	5985.00	6088.00	6021.00
Peso molde	gr	3882.00	3882.00	3882.00	3882.00
Peso suelo húmedo compactado	gr	1980.00	2103.00	2206.00	2139.00
Volumen del molde	cm <sup>3</sup>	933.40	933.40	933.40	933.40
Peso volumétrico húmedo	gr	2.12	2.25	2.36	2.29
Peso del suelo húmedo+tara	gr	415.30	452.30	425.30	362.30
Peso del suelo seco + tara	gr	388.30	417.00	385.20	322.00
Tara	gr	35.00	35.00	32.00	32.00
Peso de agua	gr	27.00	35.30	40.10	40.30
Peso del suelo seco	gr	353.30	382.00	353.20	290.00
Contenido de agua	%	7.64	9.24	11.35	13.90
Peso volumétrico seco	gr/cm <sup>3</sup>	1.971	2.062	2.122	2.012
Gravedad Específica (gr/cm <sup>3</sup> )		2.530		Densidad máxima (gr/cm <sup>3</sup> )	2.123
				Humedad óptima (%)	11.4

**RELACIÓN HUMEDAD-DENSIDAD****Referencia**

- ASTM D 1557-02 Standard test methods for laboratory compaction characteristics of soil using modified effort - 56000 ftlb/ ft<sup>3</sup> (2700 kN-m/m<sup>3</sup>)

**Observaciones:**

- Método Seco.  
- Pison Manual.  
- Pasante la N°4  
- Método de Gravedad Específica MTC E 205 y MTC E 206.

**Equipos utilizados**

- Balanza BAL-01: OHAUS - CMM-245-2019 (15-04-19)  
- Horno METROTEST-01: CTM-112-2019 (15-04-19)  
- Balanza BAL-03: OHAUS - CMM-245-2019 (15-04-19)  
- Juego de tamices TMZ: GranTest  
- Martillo de compactación de energía modificada.

**Elaborado por:**

Miguel Angel Alfaro Huayanay  
Especialista en laboratorio de suelos, concreto y asfalto.

HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.

Firma:

**Revisado por:**

Juan Carlos Zapata Silva  
Ing. Civil CIP 56346

HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.

Firma:

**INFORME**

Código IF-TS-VGALFVAD-PN

CBR DE SUELOS (LABORATORIO)  
MTC E 132 - 2016

Versión 01

Fecha 04-01-2024

Página 5 de 6

**DATOS GENERALES**

Solicitante : Villanueva Gamarra Abelardo Leonardo / Fernández Villegas Arnold Darwin  
Universidad : César Vallejo Sede Norte  
Especialidad : Ingeniería Civil  
Tema de tesis : Estabilización de subrasante aplicando fibra de plátano y ceniza de ichu en la carretera José Gálvez, Chanchamayo 2023  
Ubicación : Chanchamayo  
Fecha de emisión : 15/04/2024

**DATOS DE LA MUESTRA**

Muestra : C2-M2 SUCS : CL  
AASHTO: A-6 (16)

**COMPACTACION**

	10		11		12	
	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Molde N°	10	11	11	12	12	12
Capas N°	5	5	5	5	5	5
Golpes por capa N°	55	26	26	26	26	26
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso de molde + Suelo húmedo (g)	12535.00	12762.00	12180.00	12310.00	11750.00	11950.00
Peso de molde (g)	7684.00	7684.00	7538.00	7538.00	7496.00	7496.00
Peso del suelo húmedo (g)	4851.00	5078.00	4642.00	4772.00	4254.00	4454.00
Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	2057.75	2057.75	2057.75	2057.75	2036.09	2036.09
Densidad húmeda (g/cm <sup>3</sup> )	2.357	2.468	2.256	2.319	2.089	2.188
Peso suelo húmedo + tara (g)	385.60	385.60	415.30	365.30	452.30	445.30
Peso suelo seco + tara (g)	350.20	344.20	375.20	325.30	408.20	398.00
Peso de tara (g)	35.00	32.00	35.00	35.00	31.00	53.00
Peso de agua (g)	35.40	41.40	40.10	40.00	44.10	47.30
Peso de suelo seco (g)	315.20	312.20	340.20	290.30	377.20	345.00
Contenido de humedad (%)	11.2	13.3	11.8	13.8	11.7	13.7
Densidad seca (g/cm <sup>3</sup> )	2.119	2.179	2.018	2.038	1.871	1.924

**EXPANSION**

FECHA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
			mm	%		mm	%		mm	%
10/04/2024	0	0.000	0.000	0.0	0.000	0.000	0.0	0.000	0.000	0.0
11/04/2024	24	6.520	6.520	5.6	7.250	7.250	6.3	7.660	7.660	6.6
12/04/2024	48	7.100	7.100	6.1	7.950	7.950	6.9	8.150	8.150	7.1
		7.620	7.620	6.6	9.540	9.540	8.3	9.250	9.250	8.0

**PENETRACION**

PENETRACION mm	CARGA STAND. kg/cm2	MOLDE N° 10						MOLDE N° 11						MOLDE N° 12					
		CARGA		CORRECCION		Presion (kg/cm2)	CORRECCION	CARGA		CORRECCION		Presion (kg/cm2)	CORRECCION	CARGA		CORRECCION			
		kg	%	kg	%			kg	%	kg	%			kg	%	kg	%		
0.000		0		0		0		0		0		0		0					
0.635		0.5	10.2			0.4	8.5			0.4	7.1			0.4	7.1				
1.270		1.0	18.6			0.8	15.5			0.7	12.9			0.7	12.9				
1.905		2.8	54.2			2.3	45.2			1.9	37.7			1.9	37.7				
2.540	70.45	3.9	75.6			3.2	63.0			2.7	52.5			2.7	52.5				
3.180		5.1	99.6			4.3	83.0			3.6	69.2			3.6	69.2				
3.810		6.2	120.2			5.2	100.2			4.3	83.5			4.3	83.5				
5.080	105.68	7.1	138.2			5.9	115.2			4.9	96.0			4.9	96.0				
7.620		8.8	170.2			7.3	141.8			6.1	118.2			6.1	118.2				
10.160																			
12.700																			

**Referencia:**

- ASTM D 1883-05 Standard test method for CBR (California Bearing Ratio) of laboratory-compacted soils
- ASTM D 1557-02 Standard test methods for laboratory compaction characteristics of soil using modified effort - 56000 ft-lb/ft<sup>3</sup> (2700 kN-m/m<sup>3</sup>)
- Maquina de ensayos CBR (escala 5000 kgf), Unidad de medida: SI
- Pistón de penetración metálico de sección transversal circular de 49.75 mm
- Cálida de carga Tipo "S": S-DL-M2D023579
- Sobrecarga de Saturación y Penetración: Dos pesas circulares de 150,81 mm de diámetro y masa total de 4,55 kg.

**Equipos utilizados**

- Balanza BAL-01: OHAUS - CMM-243-2019 (15-04-19)
- Horno METROTEST-01: CTM-112-2019 (15-04-19)
- Balanza BAL-03: OHAUS - CMM-245-2019 (15-04-19)
- Juego de tamicas TMZ: GRANTEST
- Martillo de compactación de energía modificada MPM-01: METROTEST
- Maquina de Ensayos CBR-01: METROTEST-CFM-080-2019 (15-04-19)

Elaborado por:  
Miguel Angel Alfaro Huayanay  
Especialista en laboratorio de suelos, concreto y asfalto.  
HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.

Firma:

Revisado por:  
Juan Carlos Zapata Silva  
Ing. Civil CIP 56346  
HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.

Firma:



**INFORME**  
**CBR DE SUELOS (LABORATORIO)**  
**MTC E 132 - 2016**

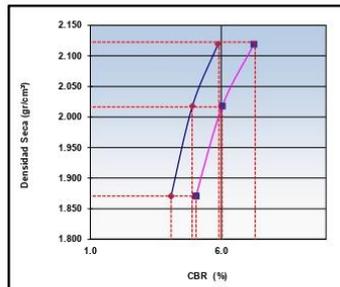
Código	IF-TS-VGALFVAD-PH
Versión	01
Fecha	04-01-2024
Página	6 de 6

**DATOS GENERALES**

Solicitante : Villanueva Gamarra Abelardo Leonardo / Fernández Villegas Arnold Darwin  
Universidad : César Vallejo Sede Norte  
Especialidad : Ingeniería Civil  
Tema de tesis : Estabilización de subrasante aplicando fibra de plátano y ceniza de ichu en la carretera José Gálvez,  
Chanchamayo 2023  
Ubicación : Chanchamayo  
Fecha de emisión : 15/04/2024

**DATOS DE LA MUESTRA**

Muestra : C2-M2  
SUCS : CL  
AASHTO: A-6 (16)

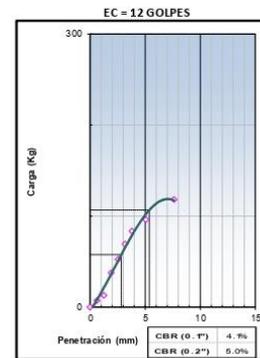
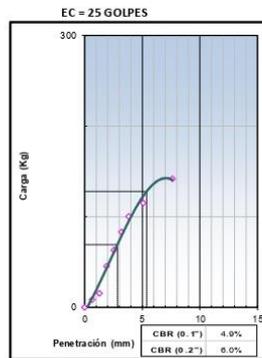
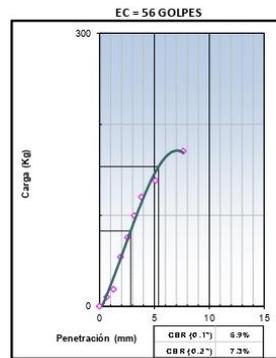


MÉTODO DE COMPACTACIÓN : ASTM D1557  
MÁXIMA DENSIDAD SECA (g/cm3) : 2.123  
ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%) : 11.4  
95% MÁXIMA DENSIDAD SECA (g/cm3) : 2.016

C.B.R. al 100% de M.D.S. (%)	0.1": 5.9	0.2": 7.3
C.B.R. al 95% de M.D.S. (%)	0.1": 4.9	0.2": 6.0

**RESULTADOS (0.2"):**  
Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. = 7.3 (%)  
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. = 6.0 (%)

**RESULTADOS (0.1"):**  
Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. = 5.9 (%)  
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. = 4.9 (%)



**Referencia:**

- ASTM D 1883-05 Standard test method for CBR (California Bearing Ratio) of laboratory-compacted soils
- ASTM D 1557-02 Standard test methods for laboratory compaction characteristics of soil using modified effort - 56000 ftlb/ft<sup>3</sup> (2700 kN-m/m<sup>3</sup>)
- Máquina de Ensayos CBR (escala 5000 kgf), Unidades de medida: SI
- Pistón de penetración metálico de sección transversal circular de 49.75 mm
- Celda de Carga Tipo "S": S-QL-M2D023579
- Sobrecarga de Saturación y Penetración: Dos pesas circulares de 150,81 mm de diámetro y masa total de 4,55 kg.

**Equipos utilizados**

- Balanza BAL-01: OHAUS - CMM-243-2019 (15-04-19)
- Horno METROTEST-01: CTM-112-2019 (15-04-19)
- Balanza BAL-03: OHAUS - CMM-245-2019 (15-04-19)
- Martillo de compactación de energía modificada MPM-01: METROTEST
- Máquina de Ensayos CBR-01: METROTEST-CFM-080-2019 (15-04-19)

**Elaborado por:**

Miguel Angel Alfaro Huayanay  
Especialista en laboratorio de suelos, concreto y asfalto.  
HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.

**Firma:**

**Revisado por:**

Juan Carlos Zapata Silva  
Ing. Civil CIP 56346  
HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.

**Firma:**



**INFORME**

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO  
MTC E 107 - 2016**

<b>Código</b>	IF-TS-VGALFVAD-PH
<b>Versión</b>	01
<b>Fecha</b>	04-01-2024
<b>Página</b>	1 de 3

**DATOS GENERALES**

**Solicitante** : Villanueva Gamarra Abelardo Leonardo / Fernández Villegas Arnold Darwin  
**Universidad** : César Vallejo Sede Norte  
**Especialidad** : Ingeniería Civil  
**Tema de tesis** : Estabilización de subrasante aplicando fibra de plátano y ceniza de ichu en la carretera José Gálvez, Chanchamayo 2023  
**Ubicación** : Chanchamayo  
**Fecha de emisión** : 15/04/2024

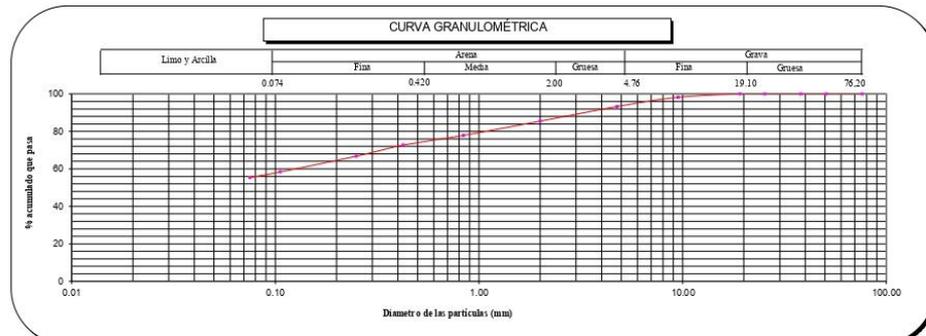
**DATOS DE LA MUESTRA**

<b>Muestra</b>	C3-M1
----------------	-------

Malla	N°	Abertura (mm)	Peso (g)	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% que pasa	CARACTERIZACIÓN DEL SUELO	
							Descripción	Valor
	3"	76.200	0	0.0	0.0	100.0	Límite Líquido (LL)	35.8
	2"	50.800	0	0.0	0.0	100.0	Límite Plástico (LP)	22.0
	1 1/2"	38.100	0	0.0	0.0	100.0	Índice Plástico (IP)	13.8
	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-D3282	A-6
	3/8"	9.520	17	1.8	1.8	98.2	Índice de Grupo	5
	Nº 4	4.760	47	4.9	6.7	93.3	% Grava	6.7
	Nº 10	2.000	74.7	7.8	14.5	85.5	% Arena	37.9
	Nº 20	0.840	72.8	7.6	22.1	77.9	% < Nº 200	55.4
	Nº 40	0.425	49.8	5.2	27.3	72.7	Descripción de Muestra: Arcilla arenosa de baja plasticidad	
	Nº 60	0.250	56.5	5.9	33.2	66.8		
	Nº 140	0.106	80.5	8.4	41.6	58.4		
	Nº 200	0.075	28.7	3.0	44.6	55.4		
	< 200	MTC E 137	530.8	55.4	100.0	0.0		

Límite Líquido (LL)	ASTM-D4318	36
Límite Plástico (LP)	ASTM-D4318	22
Índice Plástico (IP)		14
Clasificación (S.U.C.S.)	ASTM-D2487	CL
Clasificación (AASHTO)	ASTM-D3282	A-6
Índice de Grupo		6

Nombre de grupo : Arcilla arenosa de baja plasticidad



- Referencias:**
- ASTM D 422-63-02 Standard test method for sieve analysis of fine and coarse aggregates
  - ASTM D 4318-05 Standard test method for liquid limit, plastic limit and plasticity index of soils
  - ASTM D 2487-05 Standard classification of soils for engineering purposes (Unified soil classification system)
  - ASTM D 2216-05 Standard test methods for laboratory determination of water (moisture) content of soil and rock by mass
  - ASTM D 3282-04e1 Standard practice for classification of soils-aggregate mixtures for highway construction purposes
  - ASTM D 1140-00 Standard test for amount of material in soils finer than the Nº 200 (75 um) sieve

- Equipos utilizados**
- Balanza BAL-01: OHAUS - CMM-243-2019 (15-04-19)
  - Horno METROTTEST-01: CTM-112-2019 (15-04-19)
  - Balanza BAL-03: OHAUS - CMM-243-2019 (15-04-19)
  - Juego de tamices TME: GranTest

**Elaborado por:**  
Miguel Angel Alfaro Huayanay  
Especialista en laboratorio de suelos, concreto y asfalto.  
HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.  
Firma:

**Revisado por:**  
Juan Carlos Zapata Silva  
Ing. Civil CIP 56346  
HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.  
Firma:



INFORME		Código	IF-TS-VGALFVAD-PH
CONTENIDO DE HUMEDAD DE UN SUELO MTC E 108 - 2016		Versión	01
		Fecha	04-01-2024
		Página	2 de 3

**DATOS GENERALES**

**Solicitante** : Villanueva Gamarra Abelardo Leonardo / Fernández Villegas Arnold Darwin  
**Universidad** : César Vallejo Sede Norte  
**Especialidad** : Ingeniería Civil  
**Tema de tesis** : Estabilización de subrasante aplicando fibra de plátano y ceniza de ichu en la carretera José Gálvez, Chanchamayo 2023  
**Ubicación** : Chanchamayo  
**Fecha de emisión** : 15/04/2024

**DATOS DE LA MUESTRA**

**Muestra** : C3-M1

Muestra N°	1	2	3	4	5
Peso tara (g)	53.0	52.0	51.0		
Peso tara + muestra húmeda (g)	544.2	452.3	462.3		
Peso tara + muestra seca (g)	498.0	414.8	423.9		
Peso de agua (g)	46.2	37.5	38.4		
Peso de suelo seco (g)	445.0	362.8	372.9		
Contenido de Humedad (%)	10.4	10.3	10.3		
<b>PROMEDIO</b> (%)	<b>10.3</b>				

**Observaciones :**

**Referencia:**

ASTM D 2216-05 Standard test methods for laboratory determination of water (moisture) content of soil and rock by mass.

**Equipos utilizados**

- Balanza BAL-01: OHAUS - CMM-245-2019 (15-04-19)
- Horno METROTEST-01: CTM-112-2019 (15-04-19)
- Balanza BAL-03: OHAUS - CMM-245-2019 (15-04-19)

**Elaborado por:**

Miguel Angel Alfaro Huayanay  
Especialista en laboratorio de suelos, concreto y asfalto.  
HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.

**Firma**

**Revisado por:**

Juan Carlos Zapata Silva  
Ing. Civil CIP 56346  
HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.

**Firma:**



**INFORME**

Código IF-TS-VGAL/FVAD-PN

**LÍMITES DE ATTERBERG  
MTC E 110 & E 111 - 2016**

Versión 01

Fecha 04-01-2024

Página 3 de 3

**DATOS GENERALES**

Solicitante : Villanueva Gamarra Abelardo Leonardo / Fernández Villegas Arnold Darwin  
 Universidad : César Vallejo Sede Norte  
 Especialidad : Ingeniería Civil  
 Tema de tesis : Estabilización de subrasante aplicando fibra de plátano y ceniza de ichu en la carretera José Gálvez, Chanchamayo 2023  
 Ubicación : Chanchamayo  
 Fecha de emisión : 15/04/2024

**DATOS DE LA MUESTRA**

Muestra : C3-M1

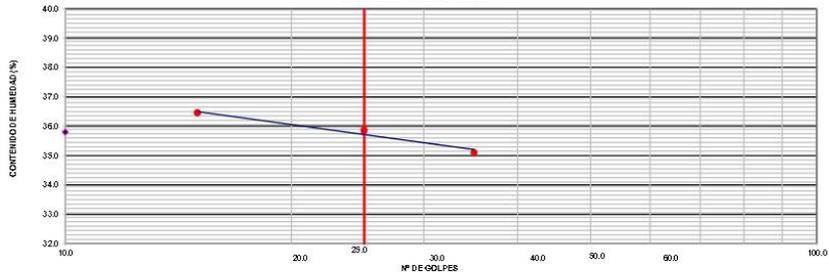
**LÍMITE LÍQUIDO (MTC E 110 - 2016)**

	C - 2	C - 5	C - 7
Nº TARRO			
TARRO + SUELO HÚMEDO gr	52.41	52.10	51.85
TARRO + SUELO SECO gr	46.15	45.75	45.52
AGUA gr	6.26	6.35	6.33
PESO DEL TARRO gr	28.32	28.05	28.16
PESO DEL SUELO SECO gr	17.83	17.70	17.36
% DE HUMEDAD	35.11	35.88	36.46
Nº DE GOLPES	35	25	15

**LÍMITE PLÁSTICO (MTC E 111 - 2016)**

	C - 10	C - 11
Nº TARRO		
TARRO + SUELO HÚMEDO gr	20.35	20.35
TARRO + SUELO SECO gr	19.22	19.33
AGUA gr	1.13	1.02
PESO DEL TARRO gr	14.15	14.66
PESO DEL SUELO SECO gr	5.07	4.67
% DE HUMEDAD	22.29	21.93

**DIAGRAMA DE FLUIDEZ**



**CONSTANTES FÍSICAS DE LA MUESTRA**

LÍMITE LÍQUIDO (%)	35.8	OBSERVACIONES La muestra fue proporcionada por el solicitante. Ensayo efectuado al material pasante la malla N° 40. Ensayo realizado mediante el "MÉTODO DE MULTIPUNTO".
LÍMITE PLÁSTICO (%)	22.0	
ÍNDICE DE PLASTICIDAD (%)	13.8	

**Referencia:**

ASTM D 4318-05 Standard test methods for liquid limit, plastic limit, and plasticity index of soils.

**Equipos utilizados**

- Balanza BAL-01: OHAUS - CMM-243-2019 (15-04-19)
- Horno METROTEST-01: CTM-112-2019 (15-04-19)
- Copa Casagrande CCG-01: Pinzuar-CLM-386-2019 (15-04-2019)

**Elaborado por:**

Miguel Angel Alfaro Huayanay  
 Especialista en laboratorio de suelos, concreto y asfalto.  
 HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.

Firma

**Revisado por:**

Juan Carlos Zapata Silva  
 Ing. Civil CIP 56346  
 HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.

Firma:



### INFORME

#### ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO MTC E 107 - 2016

Código	IF-TS-VGAL/FVAD-PN
Versión	01
Fecha	04-01-2024
Página	1 de 6

#### DATOS GENERALES

Soicitante : Villanueva Gamarra Abelardo Leonardo / Fernández Villegas Arnold Darwin  
Universidad : César Vallejo Sede Norte  
Especialidad : Ingeniería Civil  
Tema de tesis : Estabilización de subrasante aplicando fibra de plátano y ceniza de ichu en la carretera José Gálvez, Chanchamayo 2023  
Ubicación : Chanchamayo  
Fecha de emisión : 15/04/2024

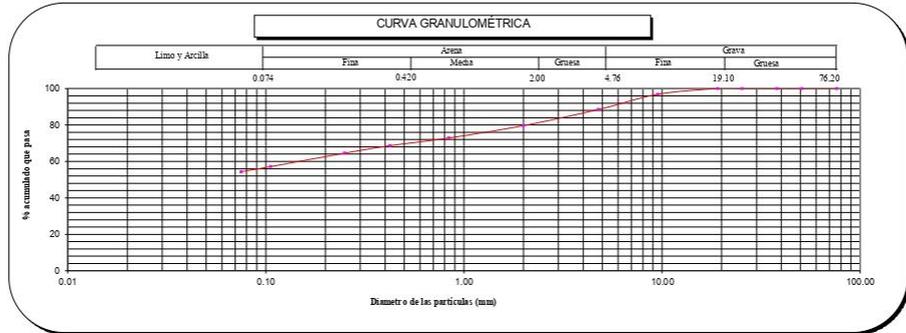
#### DATOS DE LA MUESTRA

Muestra	C3-M2
---------	-------

Malla	N°	Abertura (mm)	Peso (g)	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% que pasa	CARACTERIZACIÓN DEL SUELO	
							Límite Líquido (LL)	Límite Plástico (LP)
3"	76.200	0	0	0.0	0.0	100.0	Límite Líquido (LL)	36.0
2"	50.800	0	0	0.0	0.0	100.0	Límite Plástico (LP)	22.0
1 1/2"	38.100	0	0	0.0	0.0	100.0	Índice Plástico (IP)	14.0
1"	25.400	0	0	0.0	0.0	100.0	Clasificación (S.U.C.S.) ASTM-D2487	CL
3/4"	19.100	0	0	0.0	0.0	100.0	Clasificación (AASHTO) ASTM-D3282	A-6
3/8"	9.520	40	3.1	3.1	96.9		Índice de Grupo	5
N° 4	4.760	106	8.4	11.5	88.5		% Arena	11.5
N° 10	2.000	111.3	8.8	20.3	79.7		% Arena	34.1
N° 20	0.840	86.0	6.8	27.1	72.9		% < N° 200	54.4
N° 40	0.425	53.1	4.2	31.3	68.7		Descripción de Muestra:	
N° 60	0.250	51.9	4.1	35.4	64.6			
N° 140	0.106	93.6	7.4	42.8	57.2			
N° 200	0.075	35.4	2.8	45.6	54.4			
< 200	MTCE 137	688.2	54.4	100.0	0.0		Arcilla arenosa de baja plasticidad	

Límite Líquido (LL)	ASTM-D4318	36
Límite Plástico (LP)	ASTM-D4318	22
Índice Plástico (IP)		14
Clasificación (S.U.C.S.) ASTM-D2487		CL
Clasificación (AASHTO) ASTM-D3282		A-6
Índice de Grupo		5

Nombre de grupo : Arcilla arenosa de baja plasticidad



#### Referencias:

- ASTM D 422-63-02 Standard test method for sieve analysis of fine and coarse aggregates
- ASTM D 4318-05 Standard test method for liquid limit, plastic limit and plasticity index of soils
- ASTM D 2487-05 Standard classification of soils for engineering purposes (Unified soil classification system)
- ASTM D 2216-05 Standard test methods for laboratory determination of water (moisture) content of soil and rock by mass
- ASTM D 3282-04e1 Standard practice for classification of soils-aggregate mixtures for highway construction purposes
- ASTM D 1140-00 Standard test for amount of material in soils finer than the N° 200 (75 um) sieve

#### Equipos utilizados

- Balanza BAL-01: OHAUS - CMM-343-2019 (15-04-19)
- Horno METROTERT-01: CTM-112-2019 (15-04-19)
- Balanza BAL-03: OHAUS - CMM-345-2019 (15-04-19)
- Juego de tamices TME: GranTest

Elaborado por:  
Miguel Angel Alfaro Huayanay  
Especialista en laboratorio de suelos, concreto y asfalto.  
HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.  
Firma:

Revisado por:  
Juan Carlos Zapata Silva  
Ing. Civil CIP 56346  
HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.  
Firma:



HISGEO LAB S.A.C

**INFORME**

**CONTENIDO DE HUMEDAD DE UN SUELO  
MTC E 108 - 2016**

**Código** IF-TS-VGALFVAD-PN

**Versión** 01

**Fecha** 04-01-2024

**Página** 2 de 6

**DATOS GENERALES**

**Solicitante** : Villanueva Camarra Abelardo Leonardo / Fernández Villegas Arnold Darwin  
**Universidad** : César Vallejo Sede Norte  
**Especialidad** : Ingeniería Civil  
**Tema de tesis** : Estabilización de subrasante aplicando fibra de plátano y ceniza de ichu en la carretera José Gálvez, Chanchamayo 2023  
**Ubicación** : Chanchamayo  
**Fecha de emisión** : 15/04/2024

**DATOS DE LA MUESTRA**

**Muestra** : C3-M2

Muestra N°	1	2	3	4	5
Peso tara (g)	54.0	51.0	52.0		
Peso tara + muestra húmeda (g)	623.0	560.3	600.7		
Peso tara + muestra seca (g)	569.5	512.7	549.2		
Peso de agua (g)	53.5	47.6	51.5		
Peso de suelo seco (g)	515.5	461.7	497.2		
Contenido de Humedad (%)	10.4	10.3	10.4		
<b>PROMEDIO</b> (%)	<b>10.3</b>				

**Observaciones:**

\_\_\_\_\_

**Referencia:**

ASTM D 2216-05 Standard test methods for laboratory determination of water (moisture) content of soil and rock by mass.

**Equipos utilizados**

- Balanza BAL-01: OHAUS - CMM-243-2019 (15-04-19)
- Horno METROTEST-01: CTM-112-2019 (15-04-19)
- Balanza BAL-03: OHAUS - CMM-243-2019 (15-04-19)

**Elaborado por:**  
Miguel Angel Alfaro Huayanay  
Especialista en laboratorio de suelos, concreto y asfalto.  
HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.

**Firma:**

**Revisado por:**  
Juan Carlos Zapata Silva  
Ing. Civil CIP 56346  
HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.

**Firma:**

**INFORME****LÍMITES DE ATTERBERG  
MTC E 110 & E 111 - 2016**

<b>Código</b>	IF-TS-VGALFVAD-PN
<b>Versión</b>	01
<b>Fecha</b>	04-01-2024
<b>Página</b>	3 de 6

**DATOS GENERALES**

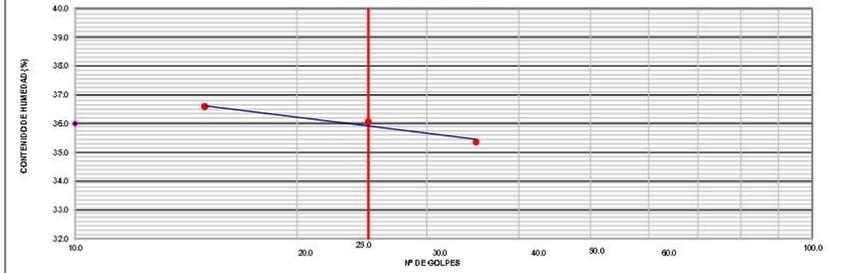
<b>Solicitante</b>	: Villanueva Gamarra Abelardo Leonardo / Fernández Villegas Arnold Darwin
<b>Universidad</b>	: César Vallejo Sede Norte
<b>Especialidad</b>	: Ingeniería Civil
<b>Tema de tesis</b>	: Estabilización de subrasante aplicando fibra de plátano y ceniza de ichu en la carretera José Gálvez, Chanchamayo 2023
<b>Ubicación</b>	: Chanchamayo
<b>Fecha de emisión</b>	: 15/04/2024

**DATOS DE LA MUESTRA****Muestra** : C3-M2**LÍMITE LÍQUIDO (MTC E 110 - 2016)**

	L - 4	L - 6	L - 8
Nº TARRO			
TARRO + SUELO HÚMEDO	gr 52.16	52.32	52.62
TARRO + SUELO SECO	gr 46.01	45.90	45.80
AGUA	gr 6.15	6.42	6.82
PESO DEL TARRO	gr 28.62	28.10	27.16
PESO DEL SUELO SECO	gr 17.39	17.80	18.64
% DE HUMEDAD	35.37	36.07	36.59
Nº DE GOLPES	35	25	15

**LÍMITE PLÁSTICO (MTC E 111 - 2016)**

	A - 2	A - 5
Nº TARRO		
TARRO + SUELO HÚMEDO	gr 20.21	20.52
TARRO + SUELO SECO	gr 19.15	19.42
AGUA	gr 1.06	1.10
PESO DEL TARRO	gr 14.52	14.35
PESO DEL SUELO SECO	gr 4.63	5.07
% DE HUMEDAD	22.89	21.70

**DIAGRAMA DE FLUIDEZ**

CONSTANTES FÍSICAS DE LA MUESTRA		OBSERVACIONES
LÍMITE LÍQUIDO (%)	36.0	La muestra fue proporcionada por el solicitante.
LÍMITE PLÁSTICO (%)	22.0	Ensayo efectuado al material pasante la malla Nº 40.
ÍNDICE DE PLASTICIDAD (%)	14.0	Ensayo realizado mediante el "MÉTODO DE MULTIPUNTO".

**Referencia:**

ASTM D 4318-05 Standard test methods for liquid limit, plastic limit, and plasticity index of soils.

**Equipos utilizados**

- Balanza BAL-01: OHAUS - CMM-243-2019 (15-04-19)
- Horno METROTEST-01: CTA-112-2019 (15-04-19)
- Copa Casagrande CCG-01: Pinzari-CLM-386-2019 (15-04-2019)

**Elaborado por:**Miguel Angel Alfaro Huayanay  
Especialista en laboratorio de suelos, concreto y asfalto.  
HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.**Firma:****Revisado por:**Juan Carlos Zapata Silva  
Ing. Civil CIP 56346  
HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.**Firma:**



<b>HISGEO LAB S.A.C.</b>	<b>INFORME</b>	<b>Código</b>	IF-TS-VGAL/FVAD-PH
	<b>COMPACTACIÓN DE SUELOS (PROCTOR MODIFICADO) MTC E 115 - 2016</b>	<b>Versión</b>	<b>01</b>
		<b>Fecha</b>	<b>04-01-2024</b>
		<b>Página</b>	<b>de 6 4</b>

**DATOS GENERALES**

Solicitante : Villanueva Gamarra Abelardo Leonardo / Fernández Villegas Arnold Darwin  
Universidad : César Vallejo Sede Norte  
Especialidad : Ingeniería Civil  
Tema de tesis : Estabilización de subrasante aplicando fibra de plátano y ceniza de ichu en la carretera José Gálvez, Chanchamayo 2023  
Ubicación : Chanchamayo  
Fecha de emisión : 15/04/2024

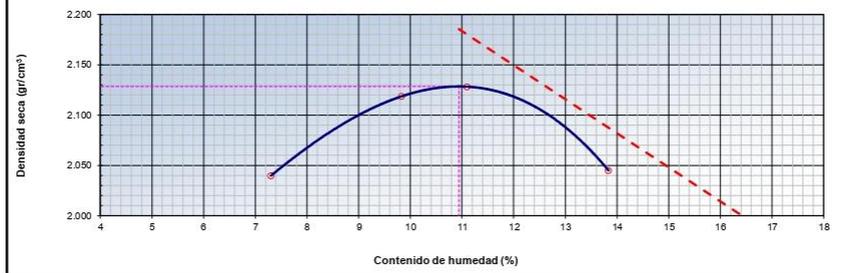
**DATOS DE LA MUESTRA**

Muestra : C3-M2 SUCS : CL  
AASHTO : A-6 (S)

Método : A

**COMPACTACION**

Peso suelo + molde	gr	5925.00	6054.00	6089.00	6055.00
Peso molde	gr	3882.00	3882.00	3882.00	3882.00
Peso suelo húmedo compactado	gr	2043.00	2172.00	2207.00	2173.00
Volumen del molde	cm <sup>3</sup>	933.40	933.40	933.40	933.40
Peso volumétrico húmedo	gr	2.19	2.33	2.36	2.33
Peso del suelo húmedo+tara	gr	352.30	362.30	352.30	345.20
Peso del suelo seco + tara	gr	330.50	333.00	322.30	307.50
Tara	gr	32.00	35.00	52.00	35.00
Peso de agua	gr	21.80	29.30	30.00	37.70
Peso del suelo seco	gr	298.50	298.00	270.30	272.50
Contenido de agua	%	7.30	9.83	11.10	13.83
Peso volumétrico seco	gr/cm <sup>3</sup>	2.040	2.119	2.128	2.045
Gravedad Específica (gr/cm <sup>3</sup> )		2.530	Densidad máxima (gr/cm <sup>3</sup> )		2.128
			Humedad óptima (%)		10.9

**RELACIÓN HUMEDAD-DENSIDAD****Referencia**

- ASTM D 1557-02 Standard test methods for laboratory compaction characteristics of soil using modified effort - 56000 ft·lb/ft<sup>3</sup> (2700 kN·m/m<sup>3</sup>)

**Observaciones:**

- Método Seco.  
- Pison Manual.  
- Pasante la N° 4  
- Método de Gravedad Específica MTC E 205 y MTC E 206.

**Equipos utilizados**

- Balanza BAL-01: OHAUS - CMM-243-2019 (15-04-19)  
- Horno METROTEST-01: CTM-112-2019 (15-04-19)  
- Balanza BAL-03: OHAUS - CMM-245-2019 (15-04-19)  
- Juego de tamices TMZ: GranTest  
- Martillo de compactación de energía modificada.

Elaborado por:  
Miguel Angel Alfaro Huayanay  
Especialista en laboratorio de suelos, concreto y asfalto.  
HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.  
Firma:

Revisado por:  
Juan Carlos Zapata Silva  
Ing. Civil CIP 56346  
HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.

Firma:

	<b>INFORME</b>	<b>Código</b>	IF-TS-VGALIFVAD-PN
	<b>CBR DE SUELOS (LABORATORIO) MTC E 132 - 2016</b>	<b>Versión</b>	<b>01</b>
		<b>Fecha</b>	<b>04-01-2024</b>
		<b>Página</b>	<b>5 de 6</b>

DATOS GENERALES	
<b>Solicitante</b>	: Villanueva Gamarra Abelardo Leonardo / Fernández Villegas Arnold Darwin
<b>Universidad</b>	: César Vallejo Sede Norte
<b>Especialidad</b>	: Ingeniería Civil
<b>Tema de tesis</b>	: Estabilización de subrasante aplicando fibra de plátano y ceniza de ichu en la carretera José Gálvez, Chanchamayo 2023
<b>Ubicación</b>	: Chanchamayo
<b>Fecha de emisión</b>	: 15/04/2024

DATOS DE LA MUESTRA	
<b>Muestra</b>	: C3-M2
	SUCS : CL AASHTO: A-6 (5)

COMPACTACION						
	15		16		17	
	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Molde Nº	15	16	17	18	19	20
Capas Nº	5	5	5	5	5	5
Golpes por capa Nº	55	26	26	26	26	12
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso de molde + Suelo húmedo (g)	12799.00	12915.00	12420.00	12645.00	12468.00	12658.00
Peso de molde (g)	7955.00	7955.00	7803.00	7803.00	8060.00	8060.00
Peso del suelo húmedo (g)	4838.00	4960.00	4617.00	4842.00	4408.00	4598.00
Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	2057.75	2057.75	2068.63	2068.63	2068.63	2068.63
Densidad húmeda (g/cm <sup>3</sup> )	2.351	2.410	2.232	2.341	2.131	2.223
Peso suelo húmedo + tara (g)	322.20	462.30	316.20	314.20	451.20	432.20
Peso suelo seco + tara (g)	295.00	414.20	290.00	282.20	410.20	390.20
Peso de tara (g)	37.00	35.00	32.00	35.00	32.00	53.00
Peso de agua (g)	27.20	48.10	26.20	32.00	41.00	42.00
Peso de suelo seco (g)	258.00	379.20	258.00	247.20	378.20	337.20
Contenido de humedad (%)	10.5	12.7	10.2	12.9	10.8	12.5
Densidad seca (g/cm <sup>3</sup> )	2.127	2.139	2.026	2.072	1.922	1.977

FECHA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
			mm	%		mm	%		mm	%
10/04/2024	0	0.000	0.000	0.0	0.000	0.000	0.0	0.000	0.000	0.0
11/04/2024	24	5.300	5.300	4.6	6.100	6.100	5.3	6.200	6.200	5.4
12/04/2024	48	5.850	5.850	5.1	6.450	6.450	5.6	6.780	6.780	5.9
		6.400	6.400	5.5	7.200	7.200	6.2	7.300	7.300	6.3

PENETRACION mm	CARGA STAND. kg/cm2	PENETRACION								
		MOLDE Nº 15			MOLDE Nº 16			MOLDE Nº 17		
		Presion (kg/cm2)	CARGA kg	CORRECCION %	Presion (kg/cm2)	CARGA kg	CORRECCION %	Presion (kg/cm2)	CARGA kg	CORRECCION %
0.000		0			0			0		
0.635		0.5	10.2		0.4	8.5		0.4	7.1	
1.270		1.0	18.6		0.8	15.5		0.7	12.9	
1.905		2.8	54.2		2.3	45.2		1.9	37.7	
2.540	70.45	3.9	75.6		3.2	63.0		2.7	52.5	
3.180		5.1	99.6		4.3	83.0		3.6	69.2	
3.810		6.2	120.2		5.2	100.2		4.3	83.5	
5.080	105.68	7.1	138.2		5.9	115.2		4.9	96.0	
7.620		8.8	170.2		7.3	141.8		6.1	118.2	
10.160										
12.700										

- Referencia:**
- ASTM D 1883-05 Standard test method for CBR (California Bearing Ratio) of laboratory-compacted soils
  - ASTM D 1557-02 Standard test methods for laboratory compaction characteristics of soil using modified effort - 56000 ftbf/ft<sup>3</sup> (2700 kN-m/m<sup>3</sup>)
  - Máquina de Ensayos CBR (escala 5000 kgf), Unidades de medida: SI
  - Plátón de penetración metálico de sección transversal circular de 49.75 mm
  - Celda de Carga Tipo "S": S-DL-MZD023579
  - Sobrecarga de Saturación y Penetración: Dos pesas circulares de 150,81 mm de diámetro y masa total de 4,55 kg.

- Equipos utilizados:**
- Balanza BAL-01: OHAUS - CMM-243-2019 (15-04-19)
  - Horno MIETROTEST-01: CTM-112-2019 (15-04-19)
  - Balanza BAL-03: OHAUS - CMM-245-2019 (15-04-19)
  - Juego de tamices TMZ: GRANTEST
  - Martillo de compactación de energía modificada MPM-01: MIETROTEST
  - Máquina de Ensayos CBR-01: MIETROTEST-CFM-080-2019 (15-04-19)

**Elaborado por:**  
Miguel Angel Alfaro Huayanay  
Especialista en laboratorio de suelos, concreto y asfalto.  
HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.  
Firma: 

**Revisado por:**  
Juan Carlos Zapata Silva  
Ing. Civil CIP 56346  
HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.  
Firma: 



**INFORME**  
**CBR DE SUELOS (LABORATORIO)**  
**MTC E 132 - 2016**

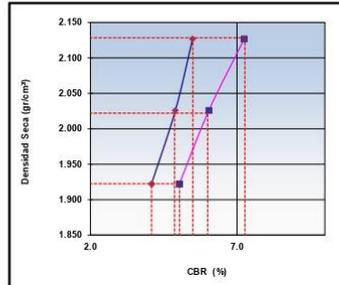
<b>Código</b>	F-TS-VGAUFVAD-PH
<b>Versión</b>	01
<b>Fecha</b>	04-01-2024
<b>Página</b>	6 de 6

**DATOS GENERALES**

**Solicitante** : Villanueva Gamarra Abelardo Leonardo / Fernández Villegas Arnold Darwin  
**Universidad** : César Vallejo Sede Norte  
**Especialidad** : Ingeniería Civil  
**Tema de tesis** : Estabilización de subrasante aplicando fibra de plátano y ceniza de ichu en la carretera José Gálvez, Chanchamayo 2023  
**Ubicación** : Chanchamayo  
**Fecha de emisión** : 15/04/2024

**DATOS DE LA MUESTRA**

**Muestra** : C3-M2 **SUCS** : CL  
**AASHTO**: A-6 (5)

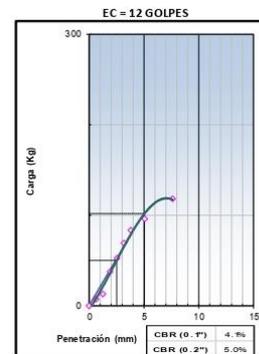
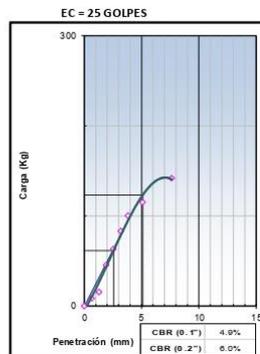
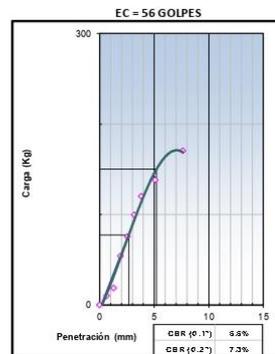


**MÉTODO DE COMPACTACIÓN** : ASTM D1557  
**MÁXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³)** : 2.128  
**ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)** : 10.9  
**95% MÁXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³)** : 2.022

C.B.R. al 100% de M.D.S. (%)	0.1": 5.5	0.2": 7.3
C.B.R. al 95% de M.D.S. (%)	0.1": 4.9	0.2": 6.0

**RESULTADOS (0.2"):**  
Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. = 7.3 (%)  
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. = 6.0 (%)

**RESULTADOS (0.1"):**  
Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. = 5.5 (%)  
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. = 4.9 (%)



**Referencia:**

- ASTM D 1883-05 Standard test method for CBR (California Bearing Ratio) of laboratory-compacted soils
- ASTM D 1557-02 Standard test methods for laboratory compaction characteristics of soil using modified effort - 56000 ftlb/ft³ (2700 kN-m/m³)
- Máquina de Ensayos CBR (escala 5000 kgf), Unidades de medida: SI
- Pistón de penetración metálico de sección transversal circular de 49.75 mm
- Celda de Carga Tipo "S": S-OL-M2D023579
- Sobrecarga de Saturación y Penetración: Dos pesas circulares de 150,81 mm de diámetro y masa total de 4,35 kg.

**Equipos utilizados**

- Balanza BAL-01: OHAUS - CMM-243-2019 (15-04-19)
- Horno METROTEST-01: CTA-112-2019 (15-04-19)
- Balanza BAL-03: OHAUS - CMM-245-2019 (15-04-19)
- Martillo de compactación de energía modificada MPM-01: METROTEST
- Máquina de Ensayos CBR-01: METROTEST-CFM-080-2019 (15-04-19)

**Elaborado por:**  
Miguel Angel Alfaro Huayanay  
Especialista en laboratorio de suelos, concreto y asfalto.  
HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.

**Firma:**

**Revisado por:**  
Juan Carlos Zapata Silva  
Ing. Civil CIP 56346  
HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.

**Firma:**



**INFORME**

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO  
MTC E 107 - 2016**

<b>Código</b>	IF-TS-LJSM-PN
<b>Versión</b>	01
<b>Fecha</b>	04-01-2024
<b>Página</b>	1 de 6

**DATOS GENERALES**

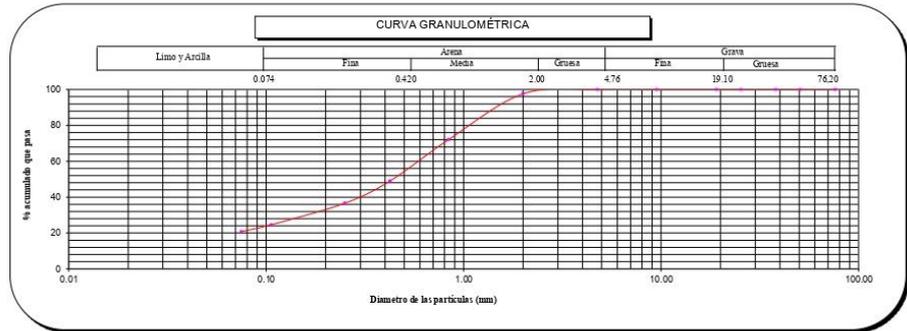
<b>Solicitante</b>	: Villanueva Gamarra Abelardo Leonardo / Fernández Villegas Arnold Darwin
<b>Universidad</b>	: César Vallejo Sede Norte
<b>Especialidad</b>	: Ingeniería Civil
<b>Tema de tesis</b>	: Estabilización de subrasante aplicando fibra de plátano y ceniza de ichu en la carretera José Gálvez, Chanchamayo 2023
<b>Ubicación</b>	: Chanchamayo
<b>Fecha de emisión</b>	: 15/04/2024

**DATOS DE LA MUESTRA**

Muestra	3.5 % CENIZA DE ICHU						
Malla	Malla		Peso (g)	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% que pasa	CARACTERIZACIÓN DEL SUELO
	Nº	Abertura (mm)					
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO ASTM D422	3"	76.200	0	0.0	0.0	100.0	Límite Líquido (LL)
	2"	50.800	0	0.0	0.0	100.0	Límite Plástico (LP)
	1 1/2"	38.100	0	0.0	0.0	100.0	Índice Plástico (IP)
	1"	25.400	0	0.0	0.0	100.0	Clasificación (S.U.C.S.) ASTM-D2487
	3/4"	19.100	0	0.0	0.0	100.0	Clasificación (AASHTO) ASTM-D3282
	3/8"	9.520	0	0.0	0.0	100.0	Índice de Grupo
	Nº 4	4.760	0	0.0	0.0	100.0	% Grava
	Nº 10	2.000	7.2	2.4	2.4	97.6	% Arena
	Nº 20	0.840	76.5	25.5	27.9	72.1	% < Nº 200
	Nº 40	0.425	69.0	23.0	50.9	49.1	Descripción de Muestra:
	Nº 60	0.250	37.5	12.5	63.4	36.6	
	Nº 140	0.106	36.0	12.0	75.4	24.6	
	Nº 200	0.075	11.4	3.8	79.2	20.8	
	< 200	MTC E 137	62.4	20.8	100.0	0.0	

Límite Líquido (LL)	ASTM-D4318	34
Límite Plástico (LP)	ASTM-D4318	22
Índice Plástico (IP)		12
Clasificación (S.U.C.S.)	ASTM-D2487	SC
Clasificación (AASHTO)	ASTM-D3282	A-2-6
Índice de Grupo		3

Nombre de grupo : Arena arcillosa



- Referencias:
- ASTM D 422-63 Standard test method for sieve analysis of fine and coarse aggregates
  - ASTM D 4318-03 Standard test method for liquid limit, plastic limit and plasticity index of soils
  - ASTM D 2487-05 Standard classification of soils for engineering purposes (Unified soil classification system)
  - ASTM D 2216-05 Standard test methods for laboratory determination of water (moisture) content of soil and rock by mass
  - ASTM D 3282-04e1 Standard practice for classification of soil-aggregate mixtures for highway construction purposes
  - ASTM D 1140-00 Standard test for amount of material in soils finer than the Nº 200 (75 um) sieve

- Equipos utilizados
- Balanza BAL-01: OHAUS - CMM-243-2019 (15-04-19)
  - Horno METROTTEST-01: CTM-112-2019 (15-04-19)
  - Balanza BAL-03: OHAUS - CMM-245-2019 (15-04-19)
  - Juego de tamices TMC: GranTest

Elaborado por:  
Miguel Angel Alfaro Huayanay  
Especialista en laboratorio de suelos, concreto y asfalto.  
HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.  
Firma:

Revisado por:  
Juan Carlos Zapata Silva  
Ing. Civil CIP 56346  
HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.  
Firma:



INFORME		Código	IF-TS-LJSM-PN
CONTENIDO DE HUMEDAD DE UN SUELO MTC E 108 - 2016		Versión	01
		Fecha	04-01-2024
		Página	2 de 6

#### DATOS GENERALES

Solicitante	: Villanueva Gamarra Abelardo Leonardo / Fernández Villegas Arnold Darwin
Universidad	: César Vallejo Sede Norte
Especialidad	: Ingeniería Civil
Tema de tesis	: Estabilización de subrasante aplicando fibra de plátano y ceniza de ichu en la carretera José Gálvez, Chanchamayo 2023
Ubicación	: Chanchamayo
Fecha de emisión	: 15/04/2024

#### DATOS DE LA MUESTRA

Muestra	: 3.5 % CENIZA DE ICHU
---------	------------------------

Muestra N°	1	2	3	4	5
Peso tara (g)	50.0	51.0	50.0		
Peso tara + muestra húmeda (g)	262.3	327.3	310.2		
Peso tara + muestra seca (g)	237.6	295.3	280.3		
Peso de agua (g)	24.7	32.0	29.9		
Peso de suelo seco (g)	187.6	244.3	230.3		
Contenido de Humedad (%)	13.2	13.1	13.0		
<b>PROMEDIO (%)</b>	<b>13.1</b>				

#### Observaciones:

\_\_\_\_\_

#### Referencia:

ASTM D 2216-05 Standard test methods for laboratory determination of water (moisture) content of soil and rock by mass.

#### Equipos utilizados

- Balanza BAL-01: OHAUS - CMM-243-2019 (15-04-19)
- Horno METROTEST-01: CTM-112-2019 (15-04-19)
- Balanza BAL-03: OHAUS - CMM-245-2019 (15-04-19)

Elaborado por:  
Miguel Ángel Alfaro Huayanay  
Especialista en laboratorio de suelos, concreto y asfalto.  
HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.  
Firma:

Revisado por:  
Juan Carlos Zapata Silva  
Ing. Civil CIP 56346  
HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.  
Firma:

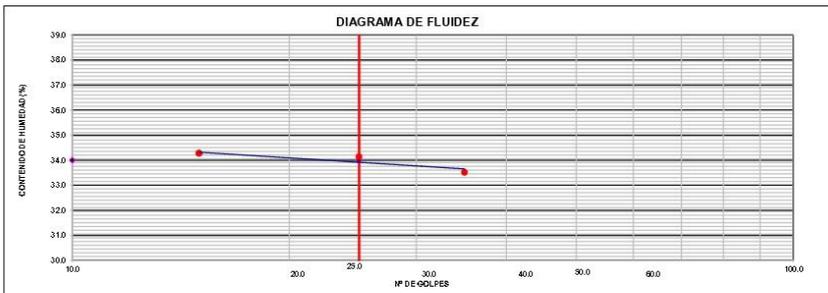
	<b>INFORME</b>	<b>Código</b>	IF-TS-LJSM-PN
	<b>LÍMITES DE ATTERBERG</b>	<b>Versión</b>	01
	<b>MTC E 110 &amp; E 111 - 2016</b>	<b>Fecha</b>	04-01-2024
		<b>Página</b>	3 de 6

DATOS GENERALES	
Solicitante	: Villanueva Gamarra Abelardo Leonardo / Fernandez Villegas Arnold Darwin
Universidad	: César Vallejo Sede Norte
Especialidad	: Ingeniería Civil
Tema de tesis	: Estabilización de subrasante aplicando fibra de plátano y ceniza de ichu en la carretera José Gálvez, Chanchamayo 2023
Ubicación	: Chanchamayo
Fecha de emisión	: 15/04/2024

DATOS DE LA MUESTRA	
Muestra	: 3.5 % CENIZA DE ICHU

LÍMITE LÍQUIDO (MTC E 110 - 2016)				
Nº TARRO		A - 1	A - 2	A - 3
TARRO + SUELO HÚMEDO	gr	52.19	52.41	52.32
TARRO + SUELO SECO	gr	46.20	46.02	46.25
AGUA	gr	5.99	6.39	6.07
PESO DEL TARRO	gr	28.33	27.30	28.54
PESO DEL SUELO SECO	gr	17.87	18.72	17.71
% DE HUMEDAD		33.52	34.13	34.27
Nº DE GOLPES		35	25	15

LÍMITE PLÁSTICO (MTC E 111 - 2016)				
Nº TARRO		C - 10	C - 11	
TARRO + SUELO HÚMEDO	gr	20.55	20.61	
TARRO + SUELO SECO	gr	19.35	19.40	
AGUA	gr	1.20	1.21	
PESO DEL TARRO	gr	14.23	14.35	
PESO DEL SUELO SECO	gr	5.12	5.05	
% DE HUMEDAD		23.44	23.96	



CONSTANTES FÍSICAS DE LA MUESTRA			OBSERVACIONES
LÍMITE LÍQUIDO	(%)	34.0	La muestra fue proporcionada por el solicitante.
LÍMITE PLÁSTICO	(%)	24.0	Ensayo efectuado al material pasante la malla N° 40.
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	(%)	10.0	Ensayo realizado mediante el "MÉTODO DE MULTIPUNTO".

**Referencia:** ASTM D 4318-05 Standard test methods for liquid limit, plastic limit, and plasticity index of soils.

**Equipos utilizados:**

- Balanza BAL-01: OHAUS - CMM-243-2019 (15-04-19)
- Horno METROTEST-01: CTM-112-2019 (15-04-19)
- Copa Casagrande CCG-01: Pinzuar-CLM-386-2019 (15-04-2019)

**Elaborado por:**  
Miguel Angel Alfaro Huayanay  
Especialista en laboratorio de suelos, concreto y asfalto.  
HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.  
**Firma:**



**Revisado por:**  
Juan Carlos Zapata Silva  
Ing. Civil CIP 56346  
HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.  
**Firma:**





**INFORME**  
**COMPACTACIÓN DE SUELOS**  
**(PROCTOR MODIFICADO)**  
**MTC E 115 - 2016**

<b>Código</b>	IF-TS-LJSM-PN
<b>Versión</b>	01
<b>Fecha</b>	04-10-2021
<b>Página</b>	de 6 4

**DATOS GENERALES**

Solicitante : Villanueva Gamarra Abelardo Leonardo / Fernández Villegas Arnold Darwin  
 Universidad : César Vallejo Sede  
 Especialidad : Ingeniería Civil  
 Tema de tesis : Estabilización de subrasante aplicando fibra de plátano y ceniza de ichu en la carretera José Gálvez, Chanchamayo 2023  
 Ubicación : Chanchamayo  
 Fecha de emisión : 15/04/2024

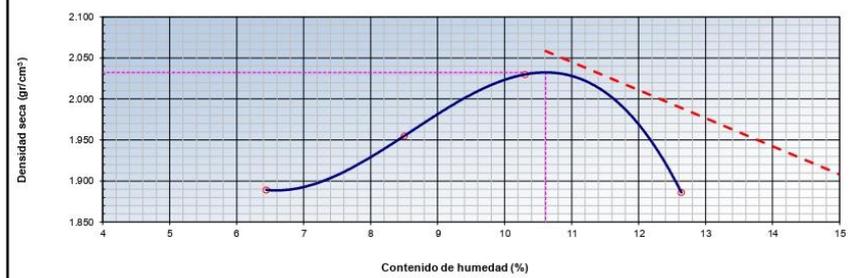
**DATOS DE LA MUESTRA**

Muestra : 3.5 % CENIZA DE ICHU SUCS : SC  
AASHTO: A-2-4 (3)  
 Método : A

**COMPACTACIÓN**

Peso suelo + molde	gr	5759.00	5862.00	5972.00	5865.00
Peso molde	gr	3882.00	3882.00	3882.00	3882.00
Peso suelo húmedo compactado	gr	1877.00	1980.00	2090.00	1983.00
Volumen del molde	cm <sup>3</sup>	933.40	933.40	933.40	933.40
Peso volumétrico húmedo	gr	2.01	2.12	2.24	2.12
Peso del suelo húmedo+tara	gr	354.20	365.30	500.00	385.30
Peso del suelo seco + tara	gr	335.00	340.20	456.00	346.00
Tara	gr	36.90	45.00	29.00	35.00
Peso de agua	gr	19.20	25.10	44.00	39.30
Peso del suelo seco	gr	298.10	295.20	427.00	311.00
Contenido de agua	%	6.44	8.50	10.30	12.64
Peso volumétrico seco	gr/cm <sup>3</sup>	1.889	1.955	2.030	1.886
<b>Gravedad Específica (gr/cm<sup>3</sup>)</b>		<b>2.530</b>		<b>Densidad máxima (gr/cm<sup>3</sup>)</b>	<b>2.032</b>
				<b>Humedad óptima (%)</b>	<b>10.6</b>

**RELACIÓN HUMEDAD-DENSIDAD**



**Referencia**

- ASTM D 1557-02 Standard test methods for laboratory compaction characteristics of soil using modified effort - 56000 ftlb/ft<sup>3</sup> (2700 kN-m/m<sup>3</sup>)

**Observaciones:**

- Método Seco.
- Pison Manual.
- Pasante la N°4
- Método de Gravedad Específica MTC E 205 y MTC E 206.

**Equipos utilizados**

- Balanza BAL-01: OHAUS - CMM-243-2019 (15-04-19)
- Horno METROTEST-01: CTM-112-2019 (15-04-19)
- Balanza BAL-03: OHAUS - CMM-245-2019 (15-04-19)
- Juego de tamices TMZ. GranTest
- Martillo de compactación de energía modificada.

**Elaborado por:**  
Miguel Angel Alfaro Huayanay  
Especialista en laboratorio de suelos, concreto y asfalto.  
HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.

**Firma:**

**Revisado por:**  
Juan Carlos Zapata Silva  
Ing. Civil CIP 56346  
HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.

**Firma:**



**INFORME**  
**CBR DE SUELOS (LABORATORIO)**  
**MTC E 132 - 2016**

Código	IF-TS-LJSM-PN
Versión	01
Fecha	04-10-2021
Página	5 de 6

**DATOS GENERALES**

Solicitante : Villanueva Gamarra Abelardo Leonardo / Fernández Villegas Arnold Darwin  
Universidad : César Vallejo Sede  
Especialidad : Ingeniería Civil  
Tema de tesis : Estabilización de subrasante aplicando fibra de plátano y ceniza de ichu en la carretera José Gálvez,  
Chanchamayo 2023  
Ubicación : Chanchamayo  
Fecha de emisión : 15/04/2024

**DATOS DE LA MUESTRA**

Muestra : 3.5 % CENIZA DE ICHU  
SUCS : SC  
AASHTO: A-2-4 (3)

**COMPACTACION**

	30		31		32	
	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Molde N°	12170.00	12310.00	12020.00	12241.00	12020.00	12235.00
Capas N°	5	5	5	5	5	5
Golpes por capa N°	55	26	26	12	12	12
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso de molde + Suelo húmedo (g)	12170.00	12310.00	12020.00	12241.00	12020.00	12235.00
Peso de molde (g)	7519.00	7519.00	7590.00	7590.00	7859.00	7859.00
Peso del suelo húmedo (g)	4651.00	4791.00	4430.00	4651.00	4161.00	4376.00
Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	2068.63	2068.63	2068.63	2068.63	2068.19	2068.19
Densidad húmeda (g/cm <sup>3</sup> )	2.248	2.316	2.142	2.248	2.017	2.121
Peso suelo húmedo + tara (g)	425.30	325.30	362.20	358.20	254.80	452.30
Peso suelo seco + tara (g)	388.00	293.20	330.10	322.20	234.20	408.30
Peso de tara (g)	35.00	35.00	31.00	32.00	31.00	53.00
Peso de agua (g)	37.30	32.10	32.10	36.00	20.60	44.00
Peso de suelo seco (g)	353.00	258.20	299.10	290.20	203.20	355.30
Contenido de humedad (%)	10.6	12.4	10.7	12.4	10.1	12.4
Densidad seca (g/cm <sup>3</sup> )	2.033	2.060	1.934	2.000	1.831	1.887

**EXPANSION**

FECHA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
			mm	%		mm	%		mm	%
10/04/2024	0	0.000	0.000	0.0	0.000	0.000	0.0	0.000	0.000	0.0
11/04/2024	24	5.150	5.150	4.5	5.840	5.840	5.1	4.690	4.690	4.1
12/04/2024	48	5.740	5.740	5.0	6.200	6.200	5.4	5.450	5.450	4.7
		6.190	6.190	5.4	6.540	6.540	5.7	6.250	6.250	5.4

**PENETRACION**

PENETRACION mm	CARGA STAND. kg/cm2	MOLDE N° 30			MOLDE N° 31			MOLDE N° 32		
		Presion (kg/cm2)	CARGA kg	CORRECCION %	Presion (kg/cm2)	CARGA kg	CORRECCION %	Presion (kg/cm2)	CARGA kg	CORRECCION %
0.000		0	0		0	0		0	0	
0.635		0.8	16.3		0.7	13.6		0.6	11.3	
1.270		1.8	35.6		1.5	29.7		1.3	24.8	
1.905		2.8	55.2		2.4	46.0		2.0	38.3	
2.540	70.45	4.6	88.6		3.8	73.8		3.2	61.5	
3.180		5.4	105.2		4.5	87.7		3.8	73.1	
3.810		8.0	155.6		6.7	129.7		5.6	108.1	
5.080	105.68	9.8	190.2		8.2	158.5		6.8	132.1	
7.620		12.0	232.3		10.0	193.6		8.3	161.3	
10.160										
12.700										

**Referencia:**

- ASTM D 1883-05 Standard test method for CBR (California Bearing Ratio) of laboratory-compacted soils
- ASTM D 1557-02 Standard test methods for laboratory compaction characteristics of soil using modified effort - 56000 ft-lb/ft<sup>3</sup> (2700 kN-m/m<sup>3</sup>)
- Máquina de Ensayos CBR (escala 5000 kgf), Unidades de medida: SI
- Pistón de penetración metálico de sección transversal circular de 49.75 mm
- Celda de Carga Tipo "S": S-OL-M2D023579
- Sobrecarga de Saturación y Penetración: Dos pesas circulares de 150,81 mm de diámetro y masa total de 4,55 kg.

**Equipos utilizados**

- Balanza BAL-01: OHAUS - CMM-243-2019 (15-04-19)
- Horno METROTET-01: CTM-112-2019 (15-04-19)
- Balanza BAL-03: OHAUS - CMM-245-2019 (15-04-19)
- Juego de tamicos TMZ: GRANTEST
- Martillo de compactación de energía modificada MPM-01: METROTEST
- Máquina de Ensayos CBR-01: METROTET-CFM-080-2019 (15-04-19)

Elaborado por:  
Miguel Angel Alfaro Huayanay  
Especialista en laboratorio de suelos, concreto y asfalto.  
HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.  
Firma:

Revisado por:  
Juan Carlos Zapata Silva  
Ing. Civil CIP 56346  
HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.  
Firma:



**INFORME**  
**CBR DE SUELOS (LABORATORIO)**  
**MTC E 132 - 2016**

<b>Código</b>	IF-TS-LJSM-PN
<b>Versión</b>	01
<b>Fecha</b>	04-10-2021
<b>Página</b>	6 de 6

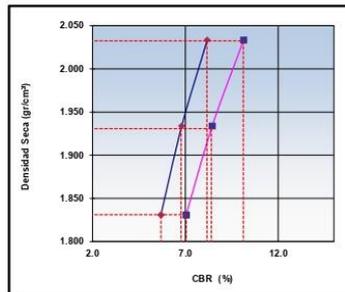
**DATOS GENERALES**

**Solicitante** : Villanueva Gamarra Abelardo Leonardo / Fernández Villeqas Arnold Darwin  
**Universidad** : César Vallejo Sede  
**Especialidad** : Ingeniería Civil  
**Tema de tesis** : Estabilización de subrasante aplicando fibra de plátano y ceniza de ichu en la carretera José Gálvez, Chanchamayo 2023  
**Ubicación** : Chanchamayo  
**Fecha de emisión** : 15/04/2024

**DATOS DE LA MUESTRA**

**Muestra** : 3.5 % CENIZA DE ICHU

SUCS : SC  
AASHTO: A-2-4 (3)

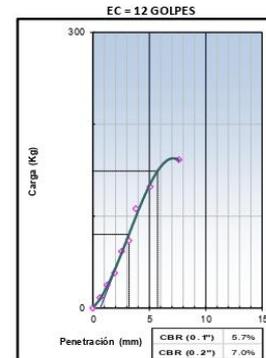
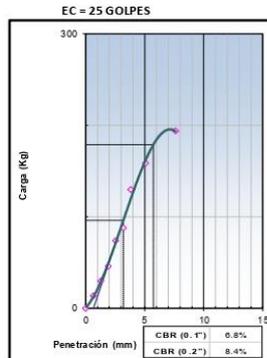
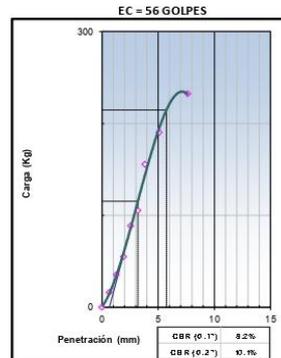


**MÉTODO DE COMPACTACIÓN** : ASTM D1557  
**MÁXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³)** : 2.032  
**ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)** : 10.6  
**95% MÁXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³)** : 1.931

C.B.R. al 100% de M.D.S. (%)	0.1": 8.2	0.2": 10.1
C.B.R. al 95% de M.D.S. (%)	0.1": 6.8	0.2": 8.4

**RESULTADOS (0.2"):**  
 Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. = 10.1 (%)  
 Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. = 8.4 (%)

**RESULTADOS (0.1"):**  
 Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. = 8.2 (%)  
 Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. = 6.8 (%)



**Referencia:**

- ASTM D 1683-05 Standard test method for CBR (California Bearing Ratio) of laboratory-compacted soils
- ASTM D 1557-02 Standard test methods for laboratory compaction characteristics of soil using modified effort - 56000 ftbf/ft³ (2700 kN-m/m³)
- Máquina de Ensayos CBR (escala 5000 kgf), Unidades de medida: SI
- Pistón de penetración metálico de sección transversal circular de 49.75 mm
- Celda de Carga Tipo "S", S-OL-M2D023579
- Sobrecarga de Saturación y Penetración: Dos pesas circulares de 150,81 mm de diámetro y masa total de 4,55 kg.

**Equipos utilizados**

- Balanza BAL-01: OHAUS - CMM-243-2019 (15-04-19)
- Horno METROTET-01: CTM-112-2019 (15-04-19)
- Balanza BAL-03: OHAUS - CMM-245-2019 (15-04-19)
- Martillo de compactación de energía modificada MPM-01: METROTEST
- Máquina de Ensayos CBR-01: METROTET-CFM-080-2019 (15-04-19)

**Elaborado por:**  
 Miguel Angel Alfaro Huayanay  
 Especialista en laboratorio de suelos, concreto y asfalto.  
 HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.

**Firma:**

**Revisado por:**  
 Juan Carlos Zapata Silva  
 Ing. Civil OIP 56346  
 HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.

**Firma:**

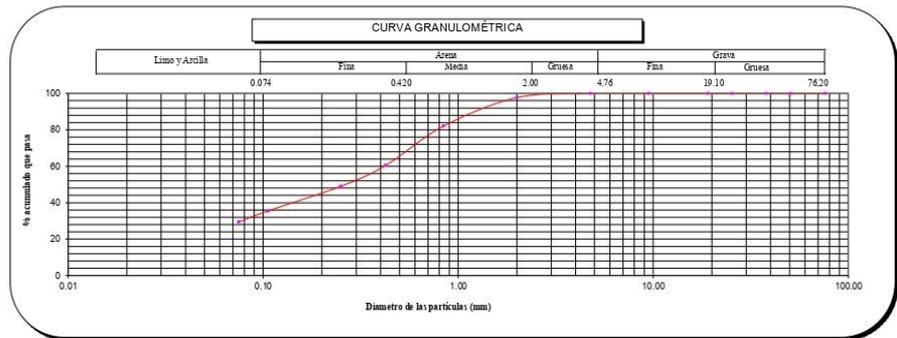
**DATOS GENERALES**

Solicitante : Villanueva Gamarra Abelardo Leonardo / Fernández Villegas Arnold Darwin  
 Universidad : César Vallejo Sede Norte  
 Especialidad : Ingeniería Civil  
 Tema de tesis : Estabilización de subrasante aplicando fibra de plátano y ceniza de ichu en la carretera José Gálvez, Chanchamayo 2023  
 Ubicación : Chanchamayo  
 Fecha de emisión : 15/04/2024

DATOS DE LA MUESTRA								
Muestra	4.5 % CENIZA DE ICHU							
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO ASTM-D112	Malla		Peso (g)	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% que pasa	CARACTERIZACIÓN DEL SUELO	
	Nº	Abertura (mm)					Limite Líquido (LL)	Limite Plástico (LP)
	3"	76.200	0	0.0	0.0	100.0	34.0	23.0
	2"	50.800	0	0.0	0.0	100.0	11.0	5C
	1 1/2"	38.100	0	0.0	0.0	100.0	A-2-6	3
	1"	25.400	0	0.0	0.0	100.0	% Grava	0.0
	3/4"	19.100	0	0.0	0.0	100.0	% Arena	70.6
	3/8"	9.520	0	0.0	0.0	100.0	% < Nº 200	29.4
	Nº 4	4.760	0	0.0	0.0	100.0	Descripción de Muestra:	
	Nº 10	2.000	6.9	2.3	2.3	97.7	Arena arcillosa	
	Nº 20	0.840	47.1	15.7	18.0	82.0		
	Nº 40	0.425	64.5	21.5	39.5	60.5		
	Nº 60	0.250	34.5	11.5	51.0	49.0		
	Nº 140	0.106	40.5	13.5	64.5	35.5		
	Nº 200	0.075	18.3	6.1	70.6	29.4		
< 200	MTC E 137	88.2	29.4	100.0	0.0			

Limite Líquido (LL) ASTM-D4318	34
Limite Plástico (LP) ASTM-D4318	23
Índice Plástico (IP)	11
Clasificación (S.U.C.S.) ASTM-D2487	5C
Clasificación (AASHTO) ASTM-D3282	A-2-6
Índice de Grupo	3

Nombre de grupo : Arena arcillosa



- Referencias:**
- ASTM D 422-63 Standard test method for sieve analysis of fine and coarse aggregates
  - ASTM D 4318-05 Standard test method for liquid plastic limit and plasticity index of soils
  - ASTM D 2487-05 Standard classification of soils for engineering purposes (Unified soil classification system)
  - ASTM D 2216-05 Standard test methods for laboratory determination of water (moisture) content of soil and rock by mass
  - ASTM D 3282-04e1 Standard practice for classification of soil-aggregate mixtures for highway construction purposes
  - ASTM D 1140-00 Standard test for amount of material in soils finer than the No. 200 (75 µm) sieve

- Equipos utilizados**
- Balanza BAL-01: OHAUS - CMM-243-2019 (15-04-19)
  - Horno METROTTEST-01: CTM-112-2019 (15-04-19)
  - Balanza BAL-03: OHAUS - CMM-243-2019 (15-04-19)
  - Juego de tamices T.M.Z: GranTest

Elaborado por:  
 Miguel Angel Alfero Huayanay  
 Especialista en laboratorio de suelos, concreto y asfalto.  
 HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.  
 Firma: 

Revisado por:  
 Juan Carlos Zapeta Silva  
 Ing. Civil CIP 56346  
 HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.  
 Firma: 

**INFORME****CONTENIDO DE HUMEDAD DE UN SUELO  
MTC E 108 - 2016**

<b>Código</b>	IF-TS-LJSM-PN
<b>Versión</b>	01
<b>Fecha</b>	04-01-2024
<b>Página</b>	2 de 6

**DATOS GENERALES**

**Solicitante** : Villanueva Gamarra Abelardo Leonardo / Fernández Villegas Arnold Darwin  
**Universidad** : César Vallejo Sede Norte  
**Especialidad** : Ingeniería Civil  
**Tema de tesis** : Estabilización de subrasante aplicando fibra de plátano y ceniza de ichu en la carretera José Gálvez, Chanchamayo 2023  
**Ubicación** : Chanchamayo  
**Fecha de emisión** : 15/04/2024

**DATOS DE LA MUESTRA**

**Muestra** : 4.5 % CENIZA DE ICHU

Muestra N°		1	2	3	4	5
Peso tara	(g)	53.0	52.0	52.0		
Peso tara + muestra húmeda	(g)	587.0	521.6	572.1		
Peso tara + muestra seca	(g)	524.0	466.0	510.9		
Peso de agua	(g)	63.0	55.6	61.2		
Peso de suelo seco	(g)	471.0	414.0	458.9		
Contenido de Humedad	(%)	13.4	13.4	13.3		
<b>PROMEDIO</b>	(%)	<b>13.4</b>				

**Observaciones:**

**Referencia:**

ASTM D 2216-05 Standard test methods for laboratory determination of water (moisture) content of soil and rock by mass.

**Equipos utilizados**

- Balanza BAL-01: OHAUS - CMM-243-2019 (15-04-19)
- Horno METROTEST-01: CTM-113-2019 (15-04-19)
- Balanza BAL-03: OHAUS - CMM-245-2019 (15-04-19)

**Elaborado por:**  
Miguel Angel Alfaro Huayanay  
Especialista en laboratorio de suelos, concreto y asfalto.  
HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.

**Firma:**

**Revisado por:**  
Juan Carlos Zapata Silva  
Ing. Civil CIP 56346  
HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.

**Firma:**

**INFORME**

Código IF-TS-LJSM-PN

**LÍMITES DE ATTERBERG  
MTC E 110 & E 111 - 2016**

Versión 01

Fecha 04-01-2024

Página 3 de 6

**DATOS GENERALES**

Solicitante : Villanueva Gamarra Abelardo Leonardo / Fernandez Villegas Arnold Darwin  
Universidad : César Vallejo Sede Norte  
Especialidad : Ingeniería Civil  
Tema de tesis : Estabilización de subrasante aplicando fibra de plátano y ceniza de ichu en la carretera José Gálvez, Chanchamayo 2023  
Ubicación : Chanchamayo  
Fecha de emisión : 15/04/2024

**DATOS DE LA MUESTRA**

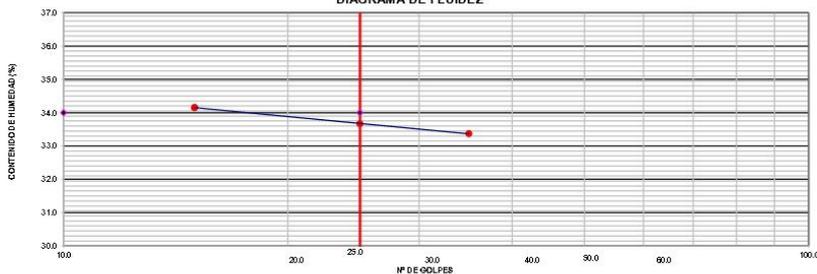
Muestra : 4.5 % CENIZA DE ICHU

**LÍMITE LÍQUIDO (MTC E 110 - 2016)**

	A - 3	A - 4	A - 5
Nº TARRO			
TARRO + SUELO HÚMEDO gr	52.10	52.16	52.32
TARRO + SUELO SECO gr	46.10	46.10	46.21
AGUA gr	6.00	6.06	6.11
PESO DEL TARRO gr	28.12	28.10	28.32
PESO DEL SUELO SECO gr	17.98	18.00	17.89
% DE HUMEDAD	33.37	33.67	34.15
Nº DE GOLPES	35	25	15

**LÍMITE PLÁSTICO (MTC E 111 - 2016)**

	C - 2	C - 3
Nº TARRO		
TARRO + SUELO HÚMEDO gr	20.66	20.68
TARRO + SUELO SECO gr	19.45	19.50
AGUA gr	1.21	1.18
PESO DEL TARRO gr	14.20	14.52
PESO DEL SUELO SECO gr	5.25	4.98
% DE HUMEDAD	23.05	23.69

**DIAGRAMA DE FLUIDEZ**

CONSTANTES FÍSICAS DE LA MUESTRA			OBSERVACIONES
LÍMITE LÍQUIDO (%)		34.0	La muestra fue proporcionada por el solicitante.
LÍMITE PLÁSTICO (%)		23.0	Ensayo efectuado al material pasante la malla N° 40.
ÍNDICE DE PLASTICIDAD (%)		11.0	Ensayo realizado mediante el "MÉTODO DE MULTIPUNTO".

**Referencia:**

ASTM D 4318-05 Standard test methods for liquid limit, plastic limit, and plasticity index of soils.

**Equipos utilizados**

- Balanza BAL-01: OHAUS - CMM-249-2019 (15-04-19)
- Horno METROTEST-01: CTM-112-2019 (15-04-19)
- Copa Casagrande CCG-01: Pinzuar-CUM-386-2019 (15-04-2019)

**Elaborado por:**

Miguel Angel Alfaro Huayanay  
Especialista en laboratorio de suelos, concreto y asfalto.  
HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.

**Firma:****Revisado por:**

Juan Carlos Zapata Siva  
Ing. Civil CIP 56346  
HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.

**Firma:**



**INFORME**  
**COMPACTACIÓN DE SUELOS**  
**(PROCTOR MODIFICADO)**  
**MTC E 115 - 2016**

Código	IF-TS-LJSM-PN
Versión	01
Fecha	04-10-2021
Página	de 6 4

**DATOS GENERALES**

Solicitante : Villanueva Gamarra Abelardo Leonardo / Fernández Villegas Arnold Darwin  
Universidad : César Vallejo Sede Norte  
Especialidad : Ingeniería Civil  
Tema de tesis : Estabilización de subrasante aplicando fibra de plátano y ceniza de ichu en la carretera José Gálvez, Chanchamayo 2023  
Ubicación : Chanchamayo  
Fecha de emisión : 15/04/2024

**DATOS DE LA MUESTRA**

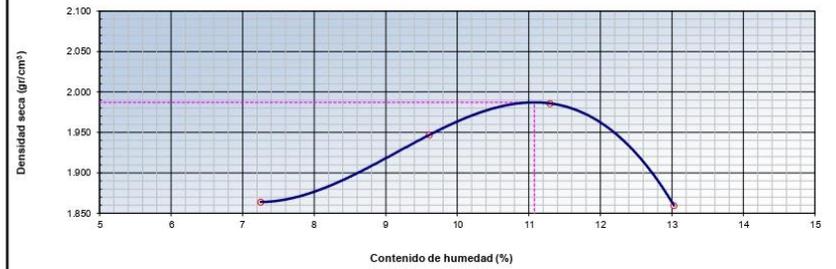
Muestra : 4.5 % CENIZA DE ICHU  
SUCS : SC  
AASHTO: A-2-6 (3)

Método : A

**COMPACTACIÓN**

Peso suelo + molde	gr	5748.00	5874.00	5945.00	5844.00
Peso molde	gr	3882.00	3882.00	3882.00	3882.00
Peso suelo húmedo compactado	gr	1866.00	1992.00	2063.00	1962.00
Volumen del molde	cm <sup>3</sup>	933.40	933.40	933.40	933.40
Peso volumétrico húmedo	gr	2.00	2.13	2.21	2.10
Peso del suelo húmedo+Tara	gr	362.20	355.20	508.00	326.10
Peso del suelo seco + tara	gr	340.20	328.00	460.30	292.20
Tara	gr	36.90	45.00	38.00	32.00
Peso de agua	gr	22.00	27.20	47.70	33.90
Peso del suelo seco	gr	303.30	283.00	422.30	260.20
Contenido de agua	%	7.25	9.61	11.30	13.03
Peso volumétrico seco	gr/cm <sup>3</sup>	1.864	1.947	1.986	1.860
Gravedad Específica (gr/cm <sup>3</sup> )		2.530		Densidad máxima (gr/cm <sup>3</sup> )	1.987
				Humedad óptima (%)	11.1

**RELACION HUMEDAD-DENSIDAD**



**Referencia**

- ASTM D 1557-02 Standard test methods for laboratory compaction characteristics of soil using modified effort - 56000 ftib/ ft<sup>3</sup> (2700 kN-m/m<sup>3</sup>)

**Observaciones:**

- Método Seco.
- Pison Manual.
- Pasante la N°4
- Método de Gravedad Específica MTC E 205 y MTC E 206.

**Equipos utilizados**

- Balanza BAL-01: OHAUS - CMM-245-2019 (15-04-19)
- Horno METROTTEST-01: CTM-112-2019 (15-04-19)
- Balanza BAL-03: OHAUS - CMM-245-2019 (15-04-19)
- Juego de tamices TMZ: GranTest
- Martillo de compactación de energía modificada.

Elaborado por:  
Miguel Angel Alfaro Huayanay  
Especialista en laboratorio de suelos, concreto y asfalto.  
HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.

Firma:

Revisado por:  
Juan Carlos Zapata Silva  
Ing. Civil CIP 56346  
HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.

Firma:



INFORME		Código	IF-TS-LJSM-PN
CBR DE SUELOS (LABORATORIO) MTC E 132 - 2016		Versión	01
		Fecha	04-10-2021
		Página	5 de 6

DATOS GENERALES

Solicitante	: Villanueva Gamarra Abelardo Leonardo / Fernández Villegas Arnold Darwin
Universidad	: César Vallejo Sede Norte
Especialidad	: Ingeniería Civil
Tema de tesis	: Estabilización de subrasante aplicando fibra de plátano y ceniza de ichu en la carretera José Gálvez, Chanchamayo 2023
Ubicación	: Chanchamayo
Fecha de emisión	: 15/04/2024

DATOS DE LA MUESTRA

Muestra	: 4.5 % CENIZA DE ICHU	SUCS : SC	AASHTO: A-2-6 (3)
---------	------------------------	-----------	-------------------

COMPACTACION

	12		13		14	
	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Molde N°	12	13	13	14	14	15
Capas N°	5	5	5	5	5	5
Golpes por capa N°	55	55	26	26	12	12
Condición de la muestra						
Peso de molde + Suelo húmedo (g)	12010.00	12188.00	11842.00	11990.00	11905.00	12102.00
Peso de molde (g)	7496.00	7496.00	7513.00	7513.00	7823.00	7823.00
Peso del suelo húmedo (g)	4514.00	4692.00	4329.00	4477.00	4082.00	4279.00
Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	2036.09	2036.09	2057.75	2057.75	2046.91	2046.91
Densidad húmeda (g/cm <sup>3</sup> )	2.217	2.304	2.104	2.176	1.994	2.090
Peso suelo húmedo + tara (g)	345.00	352.40	348.10	369.00	326.30	415.20
Peso suelo seco + tara (g)	312.30	312.20	315.10	326.30	295.30	367.00
Peso de tara (g)	32.00	30.00	32.00	35.00	35.00	32.00
Peso de agua (g)	32.70	40.20	33.00	42.70	31.00	48.20
Peso de suelo seco (g)	280.30	282.20	283.10	291.30	260.30	335.00
Contenido de humedad (%)	11.7	14.2	11.7	14.7	11.9	14.4
Densidad seca (g/cm <sup>3</sup> )	1.985	2.017	1.884	1.898	1.782	1.828

EXPANSION

FECHA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
			mm	%		mm	%		mm	%
10/04/2024	0	0.000	0.000	0.0	0.000	0.000	0.0	0.000	0.000	0.0
11/04/2024	24	5.100	5.100	4.4	5.440	5.440	4.7	5.480	5.480	4.7
12/04/2024	48	5.620	5.620	4.9	5.880	5.880	5.1	5.740	5.740	5.0
		6.100	6.100	5.3	6.320	6.320	5.5	6.450	6.450	5.6

PENETRACION

PENETRACION mm	CARGA STAND. kg/cm2	MOLDE N° 12			MOLDE N° 13			MOLDE N° 14		
		Presion (kg/cm2)	CARGA kg	CORRECCION %	Presion (kg/cm2)	CARGA kg	CORRECCION %	Presion (kg/cm2)	CARGA kg	CORRECCION %
0.000			0							
0.635		1.0	18.6		0.8	15.5		0.7	12.9	
1.270		1.9	36.2		1.6	30.2		1.3	25.2	
1.905		3.4	65.4		2.8	54.5		2.3	45.4	
2.540	70.45	4.6	89.6	126.5	9.0	3.8	74.7	3.2	62.3	
3.180		6.7	130.2		5.6	108.5		4.7	90.4	
3.810		8.8	170.2		7.3	141.8		6.1	118.2	
5.080	105.68	10.7	208.2	237.6	11.2	8.9	173.5	7.4	144.6	
7.620		13.6	265.3		11.4	221.1		9.5	184.3	
10.160										
12.700										

Referencia:

- ASTM D 1883-05 Standard test method for CBR (California Bearing Ratio) of laboratory-compacted soils
- ASTM D 1557-02 Standard test methods for laboratory compaction characteristics of soil using modified effort - 56000 lbf/ft<sup>3</sup> (2700 kN-m<sup>3</sup>)
- Máquina de Ensayos CBR (escala 5000 kgf), Unidades de medida: SI
- Pistón de penetración metálico de sección transversal circular de 49.75 mm
- Celda de Carga Tipo "S": S-DL-M2D023579
- Sobrecarga de Saturación y Penetración: Dos pesas circulares de 150,81 mm de diámetro y masa total de 4,55 kg.

Equipos utilizados

- Balanza BAL-01: OHAUS - CMM-243-2019 (15-04-19)
- Horno METROTET-01: CTM-112-2019 (15-04-19)
- Balanza BAL-03: OHAUS - CMM-245-2019 (15-04-19)
- Juego de tamicos TMZ: GRANTEST
- Martillo de compactación de energía modificada MPM-01: METROTEST
- Máquina de Ensayos CBR-01: METROTEST-CFM-080-2019 (15-04-19)

Elaborado por:  
Miguel Angel Alfaro Huayanay  
Especialista en laboratorio de suelos, concreto y asfalto.  
HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.  
Firma:

Revisado por:  
Juan Carlos Zapata Silva  
Ing. Civil CIP 56346  
HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.  
Firma:



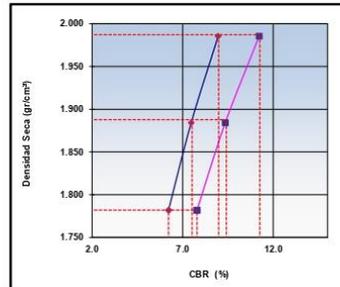
<b>INFORME</b>  <b>CBR DE SUELOS (LABORATORIO)</b> <b>MTC E 132 - 2016</b>	<b>Código</b>	IF-TS-LJSM-PN
	<b>Versión</b>	01
	<b>Fecha</b>	04-10-2021
	<b>Página</b>	6 de 6

**DATOS GENERALES**

<b>Solicitante</b>	: Villanueva Gamarra Abelardo Leonardo / Fernández Villeqas Arnold Darwin
<b>Universidad</b>	: César Vallejo Sede Norte
<b>Especialidad</b>	: Ingeniería Civil
<b>Tema de tesis</b>	: Estabilización de subrasante aplicando fibra de plátano y ceniza de ichu en la carretera José Gálvez, Chanchamayo 2023
<b>Ubicación</b>	: Chanchamayo
<b>Fecha de emisión</b>	: 15/04/2024

**DATOS DE LA MUESTRA**

<b>Muestra</b>	: 4.5 % CENIZA DE ICHU	SUCS: SC AASHTO: A-2-6 (3)
----------------	------------------------	-------------------------------

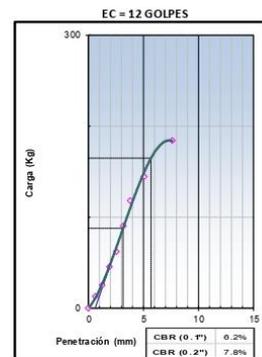
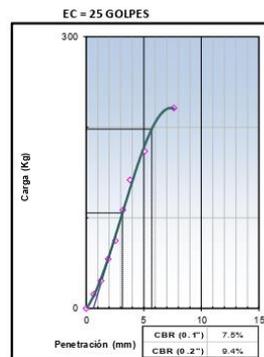
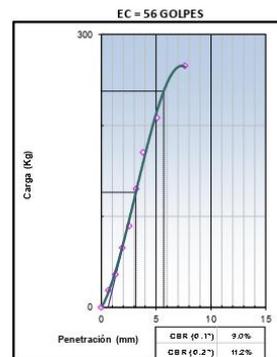


**MÉTODO DE COMPACTACIÓN** : ASTM D1557  
**MÁXIMA DENSIDAD SECA (g/cm<sup>3</sup>)** : 1.987  
**ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)** : 11.1  
**95% MÁXIMA DENSIDAD SECA (g/cm<sup>3</sup>)** : 1.888

C.B.R. al 100% de M.D.S. (%)	0.1": 9.0	0.2": 11.3
C.B.R. al 95% de M.D.S. (%)	0.1": 7.5	0.2": 9.4

**RESULTADOS (0.2"):**  
 Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. = 11.3 (%)  
 Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. = 9.4 (%)

**RESULTADOS (0.1"):**  
 Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. = 9.0 (%)  
 Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. = 7.5 (%)



**Referencia:**

- ASTM D 1883-05 Standard test method for CBR (California Bearing Ratio) of laboratory-compacted soils
- ASTM D 1557-02 Standard test methods for laboratory compaction characteristics of soil using modified effort - 56000 ftlb/ft<sup>3</sup> (2700 kN-m/m<sup>3</sup>)
- Máquina de Ensayos CBR (escala 5000 kgf), Unidades de medida: S
- Pistón de penetración metálico de sección transversal circular de 49.75 mm
- Celdas de Carga Tipo "S": S-QL-N2D023579
- Sobrecarga de Saturación y Penetración: Dos pesas circulares de 150,81 mm de diámetro y masa total de 4,55 kg.

**Equipos utilizados**

- Balanza BAL-01: OHAUS - CMM-243-2019 (15-04-19)
- Horno METROTTEST-01: CTM-112-2019 (15-04-19)
- Balanza BAL-03: OHAUS - CMM-245-2019 (15-04-19)
- Martillo de compactación de energía modificada MPMA-01: METROTTEST
- Máquina de Ensayos CBR-01: METROTTEST-CFM-080-2019 (15-04-19)

**Elaborado por:**

Miguel Angel Alfaro Huayanay  
Especialista en laboratorio de suelos, concreto y asfalto.  
HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.

Firma:

**Revisado por:**

Juan Carlos Zapata Silva  
Ing. Civil CIP 56346  
HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.

Firma:

DATOS GENERALES	
Solicitante	: Villanueva Gamarra Abelardo Leonardo / Fernández Villegas Arnold Darwin
Universidad	: César Vallejo Sede Norte
Especialidad	: Ingeniería Civil
Tema de tesis	: Estabilización de subrasante aplicando fibra de plátano y ceniza de ichu en la carretera José Gálvez, Chanchamayo 2023
Ubicación	: Chanchamayo
Fecha de emisión	: 15/04/2024

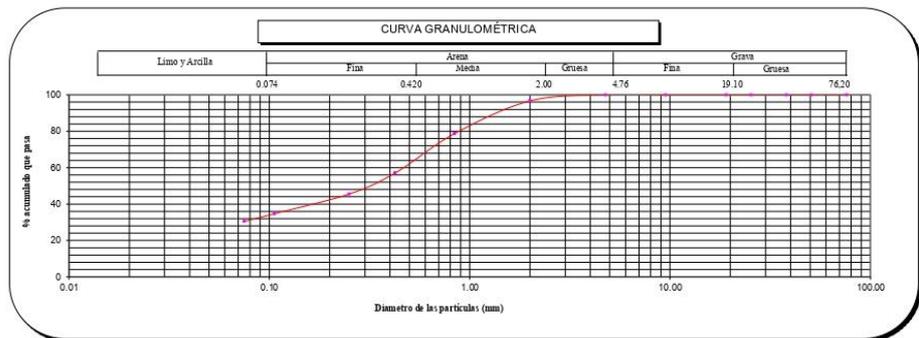
DATOS DE LA MUESTRA	
Muestra	5.5 % CENIZA DE ICHU

Malla	Malla		Peso (g)	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% que pasa	CARACTERIZACIÓN DEL SUELO	
	Nº	Abertura (mm)					Límite Líquido (LL)	Límite Plástico (LP)
3"	76.200	0	0.0	0.0	100.0	Límite Líquido (LL)	34.0	
2"	50.800	0	0.0	0.0	100.0	Límite Plástico (LP)	23.0	
1 1/2"	38.100	0	0.0	0.0	100.0	Índice Plástico (IP)	11.0	
1"	25.400	0	0.0	0.0	100.0	Clasificación (S.U.C.S.) ASTM-D2487	SC	
3/4"	19.100	0	0.0	0.0	100.0	Clasificación (AASHTO) ASTM-D3282	A-2-6	
3/8"	9.520	0	0.0	0.0	100.0	Índice de Grupo	3	
Nº 4	4.760	0	0.0	0.0	100.0	% Grava	0.0	
Nº 10	2.000	9.9	3.3	3.3	96.7	% Arena	69.5	
Nº 20	0.840	54.0	18.0	21.3	78.7	% < Nº 200	30.5	
Nº 40	0.425	64.8	21.6	42.9	57.1	Descripción de Muestra:		
Nº 60	0.250	34.8	11.6	54.5	45.5			
Nº 140	0.106	32.4	10.8	65.3	34.7			
Nº 200	0.075	12.6	4.2	69.5	30.5			
< 200	MTC E 137	91.5	30.5	100.0	0.0	Arena arcillosa		

Límite Líquido (LL) ASTM-D4318	34
Límite Plástico (LP) ASTM-D4318	23
Índice Plástico (IP)	11
Clasificación (S.U.C.S.) ASTM-D2487	SC
Clasificación (AASHTO) ASTM-D3282	A-2-6
Índice de Grupo	3

Nombre de grupo : Arena arcillosa



- Referencias:
- ASTM D 422-63 Standard test method for sieve analysis of fine and coarse aggregates
  - ASTM D 4318-05 Standard test method for liquid limit, plastic limit and plasticity index of soils
  - ASTM D 2487-05 Standard classification of soils for engineering purposes (Unified soil classification system)
  - ASTM D 2216-05 Standard test methods for laboratory determination of water (moisture) content of soil and rock by mass
  - ASTM D 3282-04e1 Standard practice for classification of soil-aggregate mixtures for highway construction purposes
  - ASTM D 1140-00 Standard test for amount of material in soils finer than the Nº 200 (75 um) sieve

- Equipos utilizados
- Balanza BAL-01: OHAUS - CMM-249-2019 (15-04-19)
  - Horno METROTTEST-01: CTM-112-2019 (15-04-19)
  - Balanza BAL-03: OHAUS - CMM-249-2019 (15-04-19)
  - Juego de tamices TMC: GranTest

Elaborado por:  
Miguel Ángel Alfaro Huayanay  
Especialista en laboratorio de suelos, concreto y asfalto.  
HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.  
Firma:



Revisado por:  
Juan Carlos Zapata Silva  
Ing. Civil CIP 56346  
HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.

Firma:



 <b>HISGEOLAB S.A.C</b>	<b>INFORME</b>	<b>Código</b>	IF-TS-LJSM-PN
	<b>CONTENIDO DE HUMEDAD DE UN SUELO MTC E 108 - 2016</b>	<b>Versión</b>	<b>01</b>
		<b>Fecha</b>	<b>04-01-2024</b>
		<b>Página</b>	<b>2 de 6</b>

**DATOS GENERALES**

**Solicitante** : Villanueva Gamarra Abelardo Leonardo / Fernández Villegas Arnold Darwin  
**Universidad** : César Vallejo Sede Norte  
**Especialidad** : Ingeniería Civil  
**Tema de tesis** : Estabilización de subrasante aplicando fibra de plátano y ceniza de ichu en la carretera José Gálvez, Chanchamayo 2023  
**Ubicación** : Chanchamayo  
**Fecha de emisión** : 15/04/2024

**DATOS DE LA MUESTRA**

**Muestra** : 5.5 % CENIZA DE ICHU

Muestra N°	1	2	3	4	5
Peso tara (g)	53.0	52.0	52.0		
Peso tara + muestra húmeda (g)	534.0	562.3	600.3		
Peso tara + muestra seca (g)	473.4	498.0	532.0		
Peso de agua (g)	60.6	64.3	68.3		
Peso de suelo seco (g)	420.4	446.0	480.0		
Contenido de Humedad (%)	14.4	14.4	14.2		
<b>PROMEDIO (%)</b>	<b>14.4</b>				

**Observaciones:**

**Referencia:**

ASTM D 2216-05 Standard test methods for laboratory determination of water (moisture) content of soil and rock by mass.

**Equipos utilizados**

- Balanza BAL-01: OHAUS - CMM-245-2019 (15-04-19)
- Horno METROTEST-01: CTM-112-2019 (15-04-19)
- Balanza BAL-03: OHAUS - CMM-245-2019 (15-04-19)

**Elaborado por:**  
 Miguel Angel Alfaro Huayanay  
 Especialista en laboratorio de suelos, concreto y asfalto.  
 HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.

**Firma:**



**Revisado por:**  
 Juan Carlos Zapata Silva  
 Ing. Civil CIP 56346  
 HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.

**Firma:**





**INFORME**

**LÍMITES DE ATTERBERG  
MTC E 110 & E 111 - 2016**

<b>Código</b>	IF-TS-LJSM-PN
<b>Versión</b>	01
<b>Fecha</b>	04-01-2024
<b>Página</b>	3 de 6

**DATOS GENERALES**

<b>Solicitante</b>	: Villanueva Gamarra Abelardo Leonardo / Fernández Villegas Arnold Darwin
<b>Universidad</b>	: César Vallejo Sede Norte
<b>Especialidad</b>	: Ingeniería Civil
<b>Tema de tesis</b>	: Estabilización de subrasante aplicando fibra de plátano y ceniza de ichu en la carretera José Gálvez, Chanchamayo 2023
<b>Ubicación</b>	: Chanchamayo
<b>Fecha de emisión</b>	: 15/04/2024

**DATOS DE LA MUESTRA**

<b>Muestra</b>	: 5.5 % CENIZA DE ICHU
----------------	------------------------

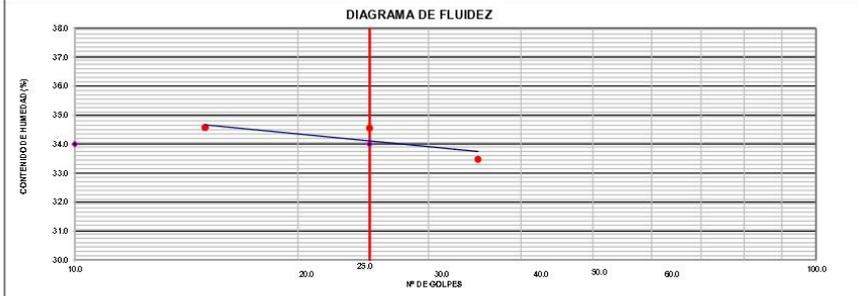
**LÍMITE LÍQUIDO (MTC E 110 - 2016)**

		C - 15	C - 16	C - 17
Nº TARRO				
TARRO + SUELO HÚMEDO	gr	52.62	51.32	52.42
TARRO + SUELO SECO	gr	46.45	45.08	46.20
AGUA	gr	6.17	6.24	6.22
PESO DEL TARRO	gr	28.02	27.02	28.21
PESO DEL SUELO SECO	gr	18.43	18.06	17.99
% DE HUMEDAD		33.48	34.55	34.57
Nº DE GÓLPE		35	25	15

**LÍMITE PLÁSTICO (MTC E 111 - 2016)**

		A - 20	A - 21
Nº TARRO			
TARRO + SUELO HÚMEDO	gr	20.55	20.45
TARRO + SUELO SECO	gr	19.38	19.33
AGUA	gr	1.17	1.12
PESO DEL TARRO	gr	14.20	14.35
PESO DEL SUELO SECO	gr	5.18	4.98
% DE HUMEDAD		22.59	22.49

**DIAGRAMA DE FLUIDEZ**



CONSTANTES FÍSICAS DE LA MUESTRA		OBSERVACIONES	
LÍMITE LÍQUIDO	(%)	34.0	La muestra fue proporcionada por el solicitante.
LÍMITE PLÁSTICO	(%)	23.0	Ensayo efectuado al material pasante la malla N° 40.
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	(%)	11.0	Ensayo realizado mediante el "MÉTODO DE MULTIPUNTO".

**Referencia:**

ASTM D 4318-05 Standard test methods for liquid limit, plastic limit, and plasticity index of soils.

**Equipos utilizados**

- Balanza BAL-01: OHAUS - CMM-243-2019 (15-04-19)
- Horno METROTTEST-01: CTM-112-2019 (15-04-19)
- Copa Casagrande CCG-01: Pinzuar-CLM-386-2019 (15-04-2019)

**Elaborado por:**

Miguel Angel Alfaro Huayanay  
Especialista en laboratorio de suelos, concreto y asfalto.  
HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.

**Firma:**

**Revisado por:**

Juan Carlos Zapata Silva  
Ing. Civil CIP 56346  
HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.

**Firma:**

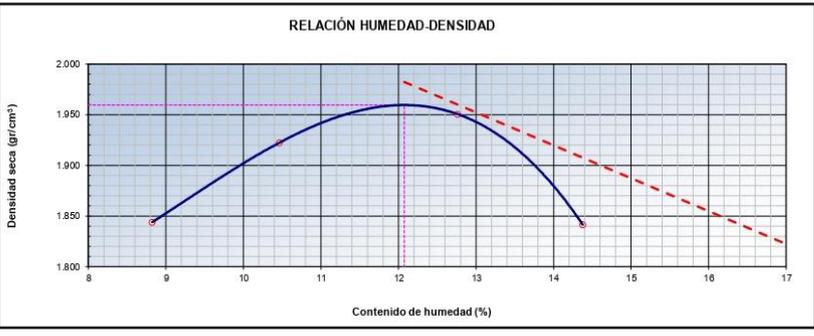


<b>INFORME</b>  <b>COMPACTACIÓN DE SUELOS</b> <b>(PROCTOR MODIFICADO)</b> <b>MTC E 115 - 2016</b>	<b>Código</b>	IF-TS-LJSM-PN
	<b>Versión</b>	01
	<b>Fecha</b>	04-10-2021
	<b>Página</b>	de 6 4

DATOS GENERALES	
<b>Solicitante</b>	: Villanueva Gamarra Abelardo Leonardo / Fernández Villegas Arnold Darwin
<b>Universidad</b>	: César Vallejo Sede Norte
<b>Especialidad</b>	: Ingeniería Civil
<b>Tema de tesis</b>	: Estabilización de subrasante aplicando fibra de plátano y ceniza de ichu en la carretera José Gálvez, Chanchamayo 2023
<b>Ubicación</b>	: Chanchamayo
<b>Fecha de emisión</b>	: 15/04/2024

DATOS DE LA MUESTRA	
<b>Muestra</b>	: 5.5 % CENIZA DE ICHU
	SUCS : SC AASHTO: A-2-6 (3)
<b>Método</b>	: A

COMPACTACION					
Peso suelo + molde	gr	5755.00	5864.00	5935.00	5848.00
Peso molde	gr	3882.00	3882.00	3882.00	3882.00
Peso suelo húmedo compactado	gr	1873.00	1982.00	2053.00	1966.00
Volumen del molde	cm <sup>3</sup>	933.40	933.40	933.40	933.40
Peso volumétrico húmedo	gr	2.01	2.12	2.20	2.11
Peso del suelo húmedo+tara	gr	345.20	351.20	408.20	361.20
Peso del suelo seco + tara	gr	320.20	322.20	366.30	320.20
Tara	gr	36.90	45.00	38.00	35.00
Peso de agua	gr	25.00	29.00	41.90	41.00
Peso del suelo seco	gr	283.30	277.20	328.30	285.20
Contenido de agua	%	8.82	10.46	12.76	14.38
Peso volumétrico seco	gr/cm <sup>3</sup>	1.844	1.922	1.951	1.842
	<b>Gravedad Específica (gr/cm<sup>3</sup>)</b>	2.530		<b>Densidad máxima (gr/cm<sup>3</sup>)</b>	
				<b>Humedad óptima (%)</b>	
				1.960	
				12.1	



**Referencia**

- ASTM D 1557-02 Standard test methods for laboratory compaction characteristics of soil using modified effort - 58000 ft<sup>2</sup>/ft<sup>2</sup> (2700 kN-m/m<sup>2</sup>)

**Observaciones:**

- Método Seco
- Pison Manual
- Páizante la N°4
- Método de Gravedad Específica MTC E 205 y MTC E 206.

**Equipos utilizados**

- Balanza BAL-01: OHAUS - CNM-249-2019 (15-04-19)
- Horno METROTEST-01: CTM-113-2019 (15-04-19)
- Balanza BAL-03: OHAUS - CNM-249-2019 (15-04-19)
- Juego de tamices TMZ GranTest
- Martillo de compactación de energía modificada.

**Elaborado por:**  
 Miguel Angel Alfaro Huayanay  
 Especialista en laboratorio de suelos, concreto y asfalto.  
 HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.  
**Firma:**

**Revisado por:**  
 Juan Carlos Zapata Silva  
 Ing. Civil CIP 56346  
 HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.  
**Firma:**



<b>INFORME</b>  <b>CBR DE SUELOS (LABORATORIO)</b> <b>MTC E 132 - 2016</b>	<b>Código</b>	IF-TS-LJSM-PN
	<b>Versión</b>	01
	<b>Fecha</b>	04-10-2021
	<b>Página</b>	5 de 6

DATOS GENERALES	
<b>Solicitante</b>	: Villanueva Gamarra Abelardo Leonardo / Fernández Villegas Arnold Darwin
<b>Universidad</b>	: César Vallejo Sede Norte
<b>Especialidad</b>	: Ingeniería Civil
<b>Tema de tesis</b>	: Estabilización de subrasante aplicando fibra de plátano y ceniza de ichu en la carretera José Gálvez, Chanchamayo 2023
<b>Ubicación</b>	: Chanchamayo
<b>Fecha de emisión</b>	: 15/04/2024

DATOS DE LA MUESTRA	
<b>Muestra</b>	: 5.5 % CENIZA DE ICHU
	SUCS : SC AASHTO: A-2-6 (3)

COMPACTACION						
<b>Molde N°</b>	83		82		81	
<b>Capas N°</b>	5		5		5	
<b>Golpes por capa N°</b>	55		26		12	
<b>Condición de la muestra</b>	<b>NO SATURADO</b>	<b>SATURADO</b>	<b>NO SATURADO</b>	<b>SATURADO</b>	<b>NO SATURADO</b>	<b>SATURADO</b>
Peso de molde + Suelo húmedo (g)	12485.00	12652.00	12550.00	12315.00	11985.00	11941.00
Peso de molde (g)	7885.00	7885.00	8012.00	8012.00	7914.00	7914.00
Peso del suelo húmedo (g)	4600.00	4767.00	4538.00	4303.00	4071.00	4027.00
Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	2090.46	2090.46	2074.07	2074.07	2055.04	2055.04
Densidad húmeda (g/cm <sup>3</sup> )	2.200	2.280	2.092	2.075	1.981	1.960
Peso suelo húmedo + tara (g)	361.50	345.20	351.20	348.10	357.00	366.90
Peso suelo seco + tara (g)	325.20	305.20	315.20	307.00	320.20	325.60
Peso de tara (g)	32.00	32.00	30.00	30.00	32.00	32.00
Peso de agua (g)	36.30	40.00	36.00	41.10	36.80	41.30
Peso de suelo seco (g)	293.20	273.20	285.20	277.00	288.20	293.60
Contenido de humedad (%)	12.4	14.6	12.6	14.8	12.8	14.1
Densidad seca (g/cm <sup>3</sup> )	1.958	1.989	1.857	1.807	1.757	1.718

EXPANSION										
FECHA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
			mm	%		mm	%		mm	%
10/04/2024	0	0.000	0.000	0.0	0.000	0.000	0.0	0.000	0.000	0.0
11/04/2024	24	5.200	5.200	4.5	5.100	5.100	4.4	6.100	6.100	5.3
12/04/2024	48	5.450	5.450	4.7	5.390	5.390	4.7	6.450	6.450	5.6
		5.840	5.840	5.1	5.950	5.950	5.2	6.990	6.990	6.1

PENETRACION													
PENETRACION mm	CARGA STAND. kg/cm <sup>2</sup>	MOLDE N° 83				MOLDE N° 82				MOLDE N° 81			
		Presion (kg/cm <sup>2</sup> )	CARGA kg	CORRECCION kg	%	Presion (kg/cm <sup>2</sup> )	CARGA kg	CORRECCION kg	%	Presion (kg/cm <sup>2</sup> )	CARGA kg	CORRECCION kg	%
0.000			0			0					0		
0.635		0.7	13.6			0.6	11.3			0.5	9.4		
1.270		1.8	35.2			1.5	29.3			1.3	24.4		
1.905		3.2	62.2			2.7	51.8			2.2	43.2		
2.540	70.45	4.1	80.2	118.5	8.4	3.4	66.8	99.1	7.0	2.9	55.7	82.6	5.9
3.180		6.7	130.2			5.6	108.5			4.7	90.4		
3.810		8.8	170.2			7.3	141.8			6.1	118.2		
5.080	105.68	9.7	189.3	221.2	10.4	8.1	157.8	184.5	8.7	6.8	131.5	153.8	7.3
7.620		12.6	245.3			10.5	204.4			8.8	170.3		
10.160													
12.700													

- Referencia:**
- ASTM D 1883-05 Standard test method for CBR (California Bearing Ratio) of laboratory-compacted soils
  - ASTM D 1557-02 Standard test methods for laboratory compaction characteristics of soil using modified effort - 56000 ftbf/ft<sup>3</sup> (2700 kN-m/m<sup>3</sup>)
  - Maquina de Ensayos CBR (escala 5000 kgf), Unidades de medida: SI
  - Pistón de penetración metálico de sección transversal circular de 49.75 mm
  - Celda de Carga Tipo "S": S-OL-M2D023579
  - Sobrecarga de Saturación y Penetración: Dos pesas circulares de 150,81 mm de diámetro y masa total de 4,55 kg.

- Equipos utilizados**
- Balanza BAL-01: OHAUS - CMM-243-2019 (15-04-19)
  - Horno METROTEST-01: CTM-112-2019 (15-04-19)
  - Balanza BAL-03: OHAUS - CMM-245-2019 (15-04-19)
  - Juego de tamices TMC: GRANTEST
  - Martillo de compactación de energía modificada MPM-01: METROTEST
  - Maquina de Ensayos CBR-01: METROTEST-CFM-080-2019 (15-04-19)

**Elaborado por:**  
Miguel Ángel Alfaro Huayanay  
Especialista en laboratorio de suelos, concreto y asfalto.  
HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.

**Firma:**

**Revisado por:**  
Juan Carlos Zapata Silva  
Ing. Civil OIP 56346  
HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.

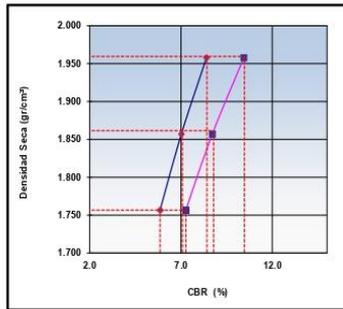
**Firma:**



<b>INFORME</b>  <b>CBR DE SUELOS (LABORATORIO)</b> <b>MTC E 132 - 2016</b>	<b>Código</b>	IF-TS-LJSM-PN
	<b>Versión</b>	01
	<b>Fecha</b>	04-10-2021
	<b>Página</b>	6 de 6

DATOS GENERALES	
Solicitante	: Villanueva Gamarra Abelardo Leonardo / Fernández Villegas Arnold Darwin
Universidad	: César Vallejo Sede Norte
Especialidad	: Ingeniería Civil
Tema de tesis	: Estabilización de subrasante aplicando fibra de plátano y ceniza de ichu en la carretera José Gálvez, Chanchamayo 2023
Ubicación	: Chanchamayo
Fecha de emisión	: 15/04/2024

DATOS DE LA MUESTRA	
Muestra	: 5.5% CENIZA DE ICHU
	SUCS: SC AASHTO: A-2-6 (3)

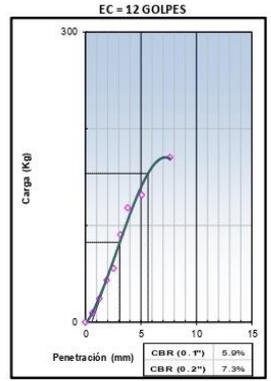
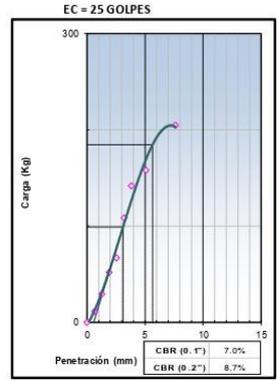
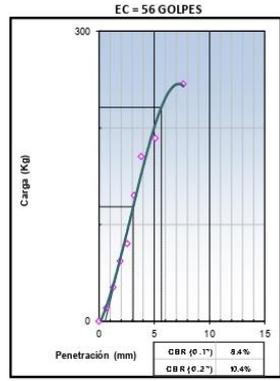


MÉTODO DE COMPACTACIÓN	: ASTM D1557
MÁXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³)	: 1.960
ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	: 12.1
95% MÁXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³)	: 1.862

C.B.R. al 100% de M.D.S. (%)	0.1": 8.4	0.2": 10.5
C.B.R. al 95% de M.D.S. (%)	0.1": 7.1	0.2": 8.8

**RESULTADOS (0.2"):**  
 Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. = 10.5 (%)  
 Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. = 8.8 (%)

**RESULTADOS (0.1"):**  
 Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. = 8.4 (%)  
 Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. = 7.1 (%)



- Referencia:**
- ASTM D 1883-05 Standard test method for CBR (California Bearing Ratio) of laboratory-compacted soils
  - ASTM D 1557-02 Standard test methods for laboratory compaction characteristics of soil using modified effort - 56000 ftbf/ft³ (2700 kN-m/m³)
  - Máquina de Ensayos CBR (escala 5000 kgf), Unidades de medida: SI
  - Pistón de penetración metálico de sección transversal circular de 49.75 mm
  - Celda de Carga Tipo "S": S-OL-M2D023579
  - Sobrecarga de Saturación y Penetración: Dos pesas circulares de 150,81 mm de diámetro y masa total de 4,55 kg.

- Equipos utilizados**
- Balanza BAL-01: OHAUS - CMM-243-2019 (15-04-19)
  - Horno METROTTEST-01: CTM-112-2019 (15-04-19)
  - Balanza BAL-03: OHAUS - CMM-245-2019 (15-04-19)
  - Martillo de compactación de energía modificada MPM-01: METROTTEST
  - Máquina de Ensayos CBR-01: METROTTEST-CFM-080-2019 (15-04-19)

**Elaborado por:**  
 Miguel Angel Alfaro Huayanay  
 Especialista en laboratorio de suelos, concreto y asfalto.  
 HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.  
 Firma:

**Revisado por:**  
 Juan Carlos Zapata Silva  
 Ing. Civil OIP 56346  
 HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.  
 Firma:

	<b>INFORME</b>	<b>Código</b>	IF-TS-LJSM-PN
	<b>ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO MTC E 107 - 2016</b>	<b>Versión</b>	01
		<b>Fecha</b>	04-01-2024
		<b>Página</b>	1 de 6

DATOS GENERALES	
Solicitante	: Villanueva Gamarra Abelardo Leonardo / Fernández Villegas Arnold Darwin
Universidad	: César Vallejo Sede Norte
Especialidad	: Ingeniería Civil
Tema de tesis	: Estabilización de subrasante aplicando fibra de plátano y ceniza de ichu en la carretera José Gálvez, Chanchamayo 2023
Ubicación	: Chanchamayo
Fecha de emisión	: 15/04/2024

DATOS DE LA MUESTRA								
Muestra	3.5 % F. DE PLATANO							
Malla	Malla		Peso (g)	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% que pasa	CARACTERIZACIÓN DEL SUELO	
	Nº	Abertura (mm)						
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO ASTM D3282	3"	76.200	0	0.0	0.0	100.0	Límite Líquido (LL)	28.0
	2"	50.800	0	0.0	0.0	100.0	Límite Plástico (LP)	23.0
	1 1/2"	38.100	0	0.0	0.0	100.0	Índice Plástico (IP)	5.0
	1"	25.400	0	0.0	0.0	100.0	Clasificación (S.U.C.S.) ASTM-D2487	ML
	3/4"	19.100	0	0.0	0.0	100.0	Clasificación (AASHTO) ASTM-D3282	A-4
	3/8"	9.520	0	0.0	0.0	100.0	Índice de Grupo	4
	Nº 4	4.760	0	0.0	0.0	100.0	% Grava	0.0
	Nº 10	2.000	2.5	0.3	0.3	99.7	% Arena	14.5
	Nº 20	0.840	10.0	1.2	1.5	98.5	% < Nº 200	85.5
	Nº 40	0.425	10.8	1.3	2.8	97.2	Descripción de Muestra:	Limo de baja plasticidad
	Nº 60	0.250	9.1	1.1	3.9	96.1		
	Nº 140	0.106	39.8	4.8	8.7	91.3		
	Nº 200	0.075	48.2	5.8	14.5	85.5		
	< 200	MTC E 137	709.8	85.5	100.0	0.0		

Límite Líquido (LL)	ASTM-D4318	28
Límite Plástico (LP)	ASTM-D4318	23
Índice Plástico (IP)		5
Clasificación (S.U.C.S.)	ASTM-D2487	ML
Clasificación (AASHTO)	ASTM-D3282	-
Índice de Grupo		4

Nombre de grupo : **Limo de baja plasticidad**



- Referencias:
- ASTM D 422-63-02 Standard test method for sieve analysis of fine and coarse aggregates
  - ASTM D 4318-05 Standard test method for liquid limit, plastic limit and plasticity index of soils
  - ASTM D 2487-05 Standard classification of soils for engineering purposes (Unified soil classification system)
  - ASTM D 2216-05 Standard test methods for laboratory determination of water (moisture) content of soil and rock by mass
  - ASTM D 3282-04e1 Standard practice for classification of soil-aggregate mixtures for highway construction purposes
  - ASTM D 1140-00 Standard test for amount of material in soils finer than the N° 200 (75 um) sieve

- Equipos utilizados:
- Balanza BAL-01: OHAUS - CIMA-343-2019 (15-04-19)
  - Norma METROTEST-01: CIMA-112-2019 (15-04-19)
  - Balanza BAL-03: OHAUS - CIMA-345-2019 (15-04-19)
  - Juego de tamices TMC: GravTest

Elaborado por:  
Miguel Ángel Alfaro Huayanay  
Especialista en laboratorio de suelos, concreto y asfalto.  
HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.  
Firma:



Revisado por:  
Juan Carlos Zapata Silva  
Ing. Civil CIP 56346  
HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.  
Firma:



**INFORME****CONTENIDO DE HUMEDAD DE UN SUELO  
MTC E 108 - 2016**

<b>Código</b>	IF-TS-LJSM-PN
<b>Versión</b>	01
<b>Fecha</b>	04-01-2024
<b>Página</b>	2 de 6

**DATOS GENERALES**

**Solicitante** : Villanueva Gamarra Abelardo Leonardo / Fernández Villegas Arnold Darwin  
**Universidad** : César Vallejo Sede Norte  
**Especialidad** : Ingeniería Civil  
**Tema de tesis** : Estabilización de subrasante aplicando fibra de plátano y ceniza de ichu en la carretera José Gálvez, Chanchamayo 2023  
**Ubicación** : Chanchamayo  
**Fecha de emisión** : 15/04/2024

**DATOS DE LA MUESTRA**

**Muestra** : 3.5 % F. DE PLATANO

Muestra N°	1	2	3	4	5
Peso tara (g)	52.0	52.0	52.0		
Peso tara + muestra húmeda (g)	425.3	523.0	610.0		
Peso tara + muestra seca (g)	382.2	469.0	546.0		
Peso de agua (g)	43.1	54.0	64.0		
Peso de suelo seco (g)	330.2	417.0	494.0		
Contenido de Humedad (%)	13.1	12.9	13.0		
<b>PROMEDIO</b> (%)	<b>13.0</b>				

**Observaciones:**

**Referencia:**

ASTM D 2216-05 Standard test methods for laboratory determination of water (moisture) content of soil and rock by mass.

**Equipos utilizados**

- Balanza BAL-01: OHAUS - CMM-243-2019 (15-04-19)
- Horno METROTEST-01: CTM-112-2019 (15-04-19)
- Balanza BAL-03: OHAUS - CMM-245-2019 (15-04-19)

**Elaborado por:**  
Miguel Angel Alfaro Huayanay  
Especialista en laboratorio de suelos, concreto y asfalto.  
HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.  
**Firma:**

**Revisado por:**  
Juan Carlos Zapata Silva  
Ing. Civil CIP 56346  
HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.  
**Firma:**

**INFORME****LÍMITES DE ATTERBERG  
MTC E 110 & E 111 - 2016**

Código	IF-TS-LJSM-PN
Versión	01
Fecha	04-01-2024
Página	3 de 6

**DATOS GENERALES**

Solicitante	: Villanueva Gamarra Abelardo Leonardo / Fernández Villegas Arnold Darwin
Universidad	: César Vallejo Sede Norte
Especialidad	: Ingeniería Civil
Tema de tesis	: Estabilización de subrasante aplicando fibra de plátano y ceniza de ichu en la carretera José Gálvez, Chanchamayo 2023
Ubicación	: Chanchamayo
Fecha de emisión	: 15/04/2024

**DATOS DE LA MUESTRA**

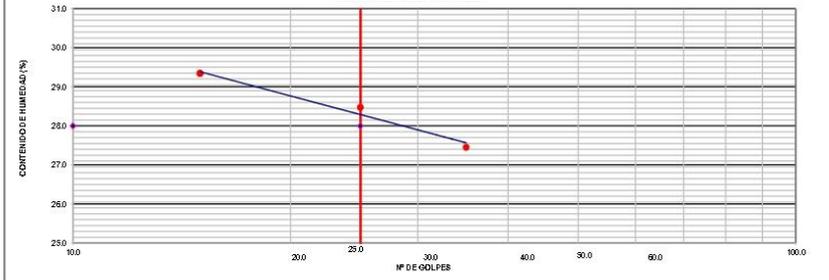
Muestra : 3.5 % F. DE PLATANO

**LÍMITE LÍQUIDO (MTC E 110 - 2016)**

Nº TARRO		C - 20	C - 25	C - 30
TARRO + SUELO HÚMEDO	gr	52.32	52.15	52.20
TARRO + SUELO SECO	gr	47.15	46.72	46.85
AGUA	gr	5.17	5.43	5.35
PESO DEL TARRO	gr	28.32	27.65	28.62
PESO DEL SUELO SECO	gr	18.83	19.07	18.23
% DE HUMEDAD		27.46	28.47	29.35
Nº DE GOLPES		35	25	15

**LÍMITE PLÁSTICO (MTC E 111 - 2016)**

Nº TARRO		A - 2	A - 3
TARRO + SUELO HÚMEDO	gr	20.65	20.45
TARRO + SUELO SECO	gr	19.42	19.35
AGUA	gr	1.23	1.10
PESO DEL TARRO	gr	14.20	14.62
PESO DEL SUELO SECO	gr	5.22	4.73
% DE HUMEDAD		23.56	23.26

**DIAGRAMA DE FLUIDEZ**

CONSTANTES FÍSICAS DE LA MUESTRA			OBSERVACIONES
LÍMITE LÍQUIDO	(%)	28.0	La muestra fue proporcionada por el solicitante. Ensayo efectuado al material pasante la malla N° 40. Ensayo realizado mediante el "MÉTODO DE MULTIPUNTO".
LÍMITE PLÁSTICO	(%)	23.0	
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	(%)	5.0	

**Referencia:**

ASTM D 4318-05 Standard test methods for liquid limit, plastic limit, and plasticity index of soils.

**Equipos utilizados**

- Balanza BAL-01: OHAUS - CMM-243-2019 (15-04-19)
- Horno METROTEST-01: CTM-112-2019 (15-04-19)
- Copa Casagrande CCG-01: Pinzuar-CUM-386-2019 (15-04-2019)

Elaborado por:  
Miguel Angel Alfaro Huayanay  
Especialista en laboratorio de suelos, concreto y asfalto.  
HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.  
Firma:

Revisado por:  
Juan Carlos Zapata Silva  
Ing. Civil CIP 56346  
HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.  
Firma:



<b>INFORME</b>  <b>COMPACTACIÓN DE SUELOS</b> <b>(PROCTOR MODIFICADO)</b> <b>MTC E 115 - 2016</b>	<b>Código</b>	IF-TS-LJSM-PN
	<b>Versión</b>	01
	<b>Fecha</b>	04-10-2021
	<b>Página</b>	de 6 4

**DATOS GENERALES**

<b>Solicitante</b>	: Villanueva Gamarra Abelardo Leonardo / Fernández Villegas Arnold Darwin
<b>Universidad</b>	: César Vallejo Sede Norte
<b>Especialidad</b>	: Ingeniería Civil
<b>Tema de tesis</b>	: Estabilización de subrasante aplicando fibra de plátano y ceniza de ichu en la carretera José Gálvez, Chanchamayo 2023
<b>Ubicación</b>	: Chanchamayo
<b>Fecha de emisión</b>	: 15/04/2024

**DATOS DE LA MUESTRA**

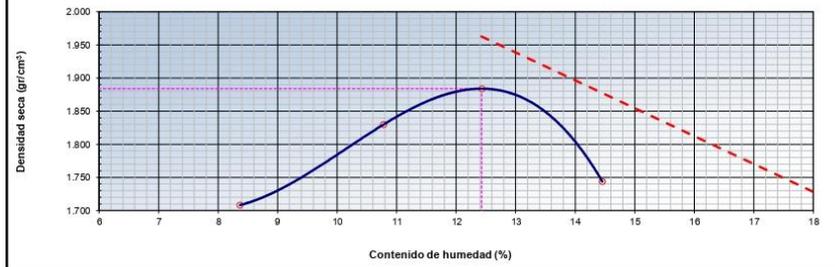
<b>Muestra</b>	: 3.5 % F. DE PLATANO	<b>SUCS</b>	: ML
		<b>AASHTO</b>	: A-4 (4)

**Método** : **A**

**COMPACTACIÓN**

Peso suelo + molde	gr	5610.00	5774.00	5859.00	5745.00
Peso molde	gr	3882.00	3882.00	3882.00	3882.00
Peso suelo húmedo compactado	gr	1728.00	1892.00	1977.00	1863.00
Volumen del molde	cm <sup>3</sup>	933.40	933.40	933.40	933.40
Peso volumétrico húmedo	gr	1.85	2.03	2.12	2.00
Peso del suelo húmedo+tara	gr	258.30	341.00	247.00	263.20
Peso del suelo seco + tara	gr	241.20	312.20	224.00	234.00
Tara	gr	36.90	45.00	39.00	32.00
Peso de agua	gr	17.10	28.80	23.00	29.20
Peso del suelo seco	gr	204.30	267.20	185.00	202.00
Contenido de agua	%	8.37	10.78	12.43	14.46
Peso volumétrico seco	gr/cm <sup>3</sup>	1.708	1.830	1.884	1.744
<b>Gravedad Específica (gr/cm<sup>3</sup>)</b>		<b>2.530</b>		<b>Densidad máxima (gr/cm<sup>3</sup>)</b>	<b>1.884</b>
				<b>Humedad óptima (%)</b>	<b>12.4</b>

**RELACION HUMEDAD-DENSIDAD**



**Referencia**

- ASTM D 1557-02 Standard test methods for laboratory compaction characteristics of soil using modified effort - 56000 ftlb/ft<sup>3</sup> (2700 kN-m/m<sup>3</sup>)

**Observaciones:**

- Método Seco.
- Pison Manual.
- Pasante la N°4
- Método de Gravedad Específica MTC E 205 y MTC E 206.

**Equipos utilizados**

- Balanza BAL-01: OHAUS - CMM-243-2019 (15-04-19)
- Horno METROTEST-01: CTM-112-2019 (15-04-19)
- Balanza BAL-03: OHAUS - CMM-245-2019 (15-04-19)
- Juego de tamices TMZ: GranTest
- Martillo de compactación de energía modificada.

**Elaborado por:**  
Miguel Angel Alfaro Huayanay  
Especialista en laboratorio de suelos, concreto y asfalto.  
HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.

**Firma:**

**Revisado por:**  
Juan Carlos Zapata Silva  
Ing. Civil CIP 56346  
HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.

**Firma:**

	<b>INFORME</b>	<b>Código</b>	<b>IF-TS-LJSM-PN</b>
	<b>CBR DE SUELOS (LABORATORIO) MTC E 132 - 2016</b>	<b>Versión</b>	<b>01</b>
		<b>Fecha</b>	<b>04-10-2021</b>
		<b>Página</b>	<b>5 de 6</b>

**DATOS GENERALES**

**Solicitante** : Villanueva Gamarra Abelardo Leonardo / Fernández Villegas Arnold Darwin  
**Universidad** : César Vallejo Sede Norte  
**Especialidad** : Ingeniería Civil  
**Tema de tesis** : Estabilización de subrasante aplicando fibra de plátano y ceniza de ichu en la carretera José Gálvez, Chanchamayo 2023  
**Ubicación** : Chanchamayo  
**Fecha de emisión** : 15/04/2024

**DATOS DE LA MUESTRA**

**Muestra** : 3.5 % F. DE PLATANO **SUCS** : ML  
**AASHTO** : A-4 (4)

**COMPACTACION**

	65		81		48	
	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Molde Nº	65		81		48	
Capas Nº	5		5		5	
Golpes por capa Nº	55		26		12	
Condición de la muestra						
Peso de molde + Suelo húmedo (g)	12270.00	12452.00	12028.00	12210.00	11620.00	11835.00
Peso de molde (g)	7900.00	7900.00	7914.00	7914.00	7700.00	7700.00
Peso del suelo húmedo (g)	4370.00	4552.00	4114.00	4296.00	3920.00	4135.00
Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	2063.19	2063.19	2055.04	2055.04	2074.07	2074.07
Densidad húmeda (g/cm <sup>3</sup> )	2.118	2.206	2.002	2.090	1.890	1.994
Peso suelo húmedo + tara (g)	265.30	310.20	315.20	269.30	341.20	345.20
Peso suelo seco + tara (g)	240.20	274.20	284.20	240.20	307.20	308.20
Peso de tara (g)	37.00	32.00	32.00	32.00	32.00	53.00
Peso de agua (g)	25.10	36.00	31.00	29.10	34.00	37.00
Peso de suelo seco (g)	203.20	242.20	252.20	208.20	275.20	255.20
Contenido de humedad (%)	12.4	14.9	12.3	14.0	12.4	14.5
Densidad seca (g/cm <sup>3</sup> )	1.885	1.921	1.783	1.834	1.682	1.741

**EXPANSION**

FECHA	TIEMPO	DIAL		EXPANSION		DIAL		EXPANSION	
		mm	%	mm	%	mm	%		
10/04/2024	0	0.000	0.000	0.0	0.0	0.000	0.000	0.0	0.000
11/04/2024	24	5.410	5.410	4.7	6.050	6.050	5.2	5.320	5.320
12/04/2024	48	5.880	5.880	5.1	6.450	6.450	5.6	5.780	5.780
		6.320	6.320	5.5	6.880	6.880	6.0	6.350	6.350

**PENETRACION**

PENETRACION mm	CARGA STAND. kg/cm <sup>2</sup>	MOLDE Nº 65				MOLDE Nº 81				MOLDE Nº 48			
		Presion (kg/cm <sup>2</sup> )		CORRECCION		Presion (kg/cm <sup>2</sup> )		CORRECCION		Presion (kg/cm <sup>2</sup> )		CORRECCION	
		kg	%	kg	%	kg	%	kg	%	kg	%	kg	%
0.000													
0.635		0.8	16.3			0.7	13.6			0.6	11.3		
1.270		1.6	30.2			1.3	25.2			1.1	21.0		
1.905		2.8	55.2			2.4	46.0			2.0	38.3		
2.540	70.45	3.9	75.2			3.2	62.7			2.7	52.3		
3.180		5.3	102.2			4.4	85.2			3.7	71.0		
3.810		7.0	135.2			5.8	112.7			4.8	93.9		
5.080	105.68	10.0	195.3			8.4	162.8			7.0	135.7		
7.620		12.6	245.3			10.5	204.4			8.8	170.3		
10.160													
12.700													

**Referencia:**

- ASTM D 1883-05 Standard test method for CBR (California Bearing Ratio) of laboratory-compacted soils
- ASTM D 1557-02 Standard test methods for laboratory compaction characteristics of soil using modified effort - 58000 ftlb/ft<sup>3</sup> (2700 kN-m/m<sup>3</sup>)
- Máquina de Ensayos CBR (escala 5000 kgf), Unidades de medida: SI
- Pistón de penetración metálico de sección transversal circular de 49.75 mm
- Celda de Carga Tipo "S": S-DL-M2D023579
- Sobrecarga de Saturación y Penetración: Dos pesas circulares de 150.81 mm de diámetro y masa total de 4.55 kg

**Equipos utilizados**

- Balanza BAL-01: OHAUS - CMM-243-2019 (15-04-19)
- Horno METROTTEST-01: CTM-112-2019 (15-04-19)
- Balanza BAL-03: OHAUS - CMM-245-2019 (15-04-19)
- Juego de tamices TMZ: GRANTEST
- Martillo de compactación de energía modificada MPM-01: METROTTEST
- Máquina de Ensayos CBR-01: METROTTEST-CFM-080-2019 (15-04-19)

**Elaborado por:**  
 Miguel Angel Alfaro Huayanay  
 Especialista en laboratorio de suelos, concreto y asfalto.  
 HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.

**Firma:**



**Revisado por:**  
 Juan Carlos Zapata Silva  
 Ing. Civil CIP 56346  
 HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.

**Firma:**





**INFORME**  
**CBR DE SUELOS (LABORATORIO)**  
**MTC E 132 - 2016**

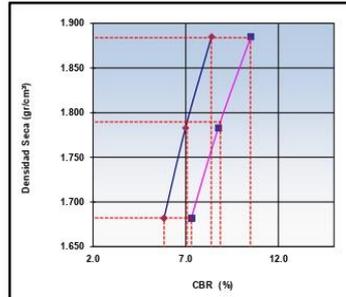
<b>Código</b>	IF-TS-LJSM-PN
<b>Versión</b>	01
<b>Fecha</b>	04-10-2021
<b>Página</b>	6 de 6

**DATOS GENERALES**

Solicitante : Villanueva Gamarra Abelardo Leonardo / Fernández Villeqas Arnold Darwin  
 Universidad : César Vallejo Sede Norte  
 Especialidad : Ingeniería Civil  
 Tema de tesis : Estabilización de subrasante aplicando fibra de plátano y ceniza de ichu en la carretera José Gálvez, Chanchamayo 2023  
 Ubicación : Chanchamayo  
 Fecha de emisión : 15/04/2024

**DATOS DE LA MUESTRA**

Muestra : 3.5 % F. DE PLATANO SUCS : ML  
AASHTO: A-4 (4)



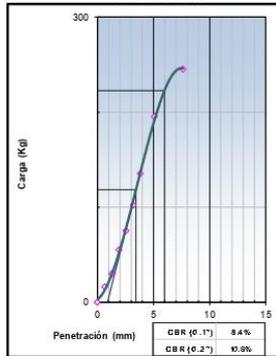
MÉTODO DE COMPACTACIÓN : ASTM D1557  
 MÁXIMA DENSIDAD SECA (g/cm3) : 1.884  
 ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%) : 12.4  
 95% MÁXIMA DENSIDAD SECA (g/cm3) : 1.790

C.B.R. al 100% de M.D.S. (%)	0.1": 8.4	0.2": 10.5
C.B.R. al 95% de M.D.S. (%)	0.1": 7.1	0.2": 8.9

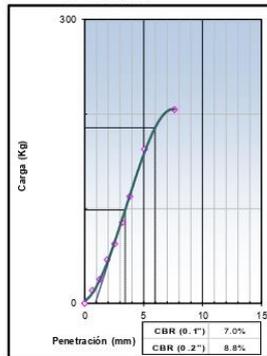
**RESULTADOS (0.2"):**  
 Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. = 10.5 (%)  
 Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. = 8.9 (%)

**RESULTADOS (0.1"):**  
 Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. = 8.4 (%)  
 Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. = 7.1 (%)

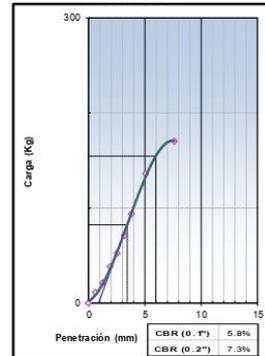
**EC = 56 GOLPES**



**EC = 25 GOLPES**



**EC = 12 GOLPES**



**Referencia:**

- ASTM D 1883-05 Standard test method for CBR (California Bearing Ratio) of laboratory-compacted soils
- ASTM D 1557-02 Standard test methods for laboratory compaction characteristics of soil using modified effort - 56000 ftbf/ft³ (2700 kN-m/m³)
- Máquina de Ensayos CBR (escala 5000 kgf), Unidades de medida: SI
- Pistón de penetración metálico de sección transversal circular de 49.75 mm
- Celda de carga Tipo "S": S-DL-M2D023579
- Sobrecarga de saturación y Penetración: Dos pesas circulares de 150,81 mm de diámetro y masa total de 4,55 kg.

**Equipos utilizados**

- Balanza BAL-01: OHAUS - CMM-243-2019 (15-04-19)
- Horno METROTEST-01: CTM-112-2019 (15-04-19)
- Balanza BAL-03: OHAUS - CMM-245-2019 (15-04-19)
- Martillo de compactación de energía modificada MPM-01: METROTEST
- Máquina de Ensayos CBR-01: METROTEST-CFMA-080-2019 (15-04-19)

**Elaborado por:**  
 Miguel Angel Alfaro Huayanay  
 Especialista en laboratorio de suelos, concreto y asfalto.  
 HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.  
 Firma:

**Revisado por:**  
 Juan Carlos Zapata Silva  
 Ing. Civil CIP 56346  
 HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.  
 Firma:



**INFORME****CONTENIDO DE HUMEDAD DE UN SUELO  
MTC E 108 - 2016**

<b>Código</b>	IF-TS-LJSM-PN
<b>Versión</b>	01
<b>Fecha</b>	04-01-2024
<b>Página</b>	2 de 6

**DATOS GENERALES**

**Solicitante** : Villanueva Gamarra Abelardo Leonardo / Fernández Villegas Arnold Darwin  
**Universidad** : César Vallejo Sede Norte  
**Especialidad** : Ingeniería Civil  
**Tema de tesis** : Estabilización de subrasante aplicando fibra de plátano y ceniza de ichu en la carretera José Gálvez, Chanchamayo 2023  
**Ubicación** : Chanchamayo  
**Fecha de emisión** : 15/04/2024

**DATOS DE LA MUESTRA**

**Muestra** : 4.5 % F. DE PLATANO

Muestra N°	1	2	3	4	5
Peso tara (g)	53.0	52.0	52.0		
Peso tara + muestra húmeda (g)	744.0	572.3	611.3		
Peso tara + muestra seca (g)	660.0	510.0	543.0		
Peso de agua (g)	84.0	62.3	68.3		
Peso de suelo seco (g)	607.0	458.0	491.0		
Contenido de Humedad (%)	13.8	13.6	13.9		
<b>PROMEDIO (%)</b>	<b>13.8</b>				

**Observaciones:**

**Referencia:**

ASTM D 2216-05 Standard test methods for laboratory determination of water (moisture) content of soil and rock by mass.

**Equipos utilizados**

- Balanza BAL-01: OHAUS - CMM-243-2019 (15-04-19)  
- Horno METROTEST-01: CTM-112-2019 (15-04-19)  
- Balanza BAL-03: OHAUS - CMM-245-2019 (15-04-19)

**Elaborado por:**  
Miguel Ángel Alfaro Huayanay  
Especialista en laboratorio de suelos, concreto y asfalto.  
HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.  
**Firma:**

**Revisado por:**  
Juan Carlos Zapata Silva  
Ing. Civil CIP 56346  
HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.  
**Firma:**

**INFORME**

Código IF-TS-LJSM-PN

**LÍMITES DE ATTERBERG  
MTC E 110 & E 111 - 2016**

Versión 01

Fecha 04-01-2024

Página 3 de 6

**DATOS GENERALES**

Solicitante : Villanueva Gamarra Abelardo Leonardo / Fernández Villegas Arnold Darwin  
Universidad : César Vallejo Sede Norte  
Especialidad : Ingeniería Civil  
Tema de tesis : Estabilización de subrasante aplicando fibra de plátano y ceniza de ichu en la carretera José Gálvez, Chanchamayo 2023  
Ubicación : Chanchamayo  
Fecha de emisión : 15/04/2024

**DATOS DE LA MUESTRA**

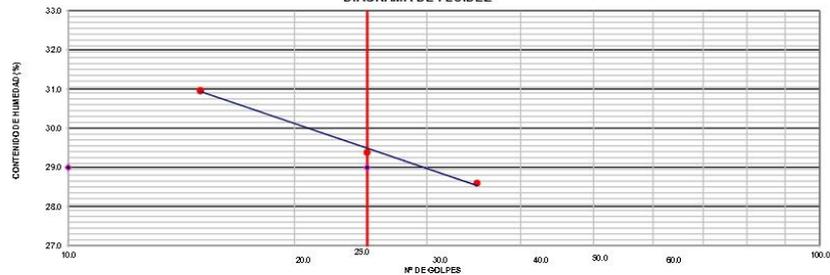
Muestra : 4.5 % F. DE PLATANO

**LÍMITE LÍQUIDO (MTC E 110 - 2016)**

Nº TARRO	C - 10	C - 12	C - 14
TARRO + SUELO HÚMEDO	52.15	51.65	52.14
TARRO + SUELO SECO	46.85	46.20	46.58
AGUA	5.30	5.45	5.56
PESO DEL TARRO	28.32	27.65	28.62
PESO DEL SUELO SECO	18.53	18.55	17.96
% DE HUMEDAD	28.60	29.38	30.96
Nº DE GOLPES	35	25	15

**LÍMITE PLÁSTICO (MTC E 111 - 2016)**

Nº TARRO	A - 10	A - 11
TARRO + SUELO HÚMEDO	20.65	20.54
TARRO + SUELO SECO	19.43	19.42
AGUA	1.22	1.12
PESO DEL TARRO	14.25	14.62
PESO DEL SUELO SECO	5.18	4.80
% DE HUMEDAD	23.55	23.33

**DIAGRAMA DE FLUIDEZ****CONSTANTES FÍSICAS DE LA MUESTRA**

LÍMITE LÍQUIDO (%)	29.0	OBSERVACIONES La muestra fue proporcionada por el solicitante. Ensayo efectuado al material pasante la malla N° 40. Ensayo realizado mediante el "MÉTODO DE MULTIPUNTO".
LÍMITE PLÁSTICO (%)	23.0	
ÍNDICE DE PLASTICIDAD (%)	6.0	

**Referencia:**

ASTM D 4318-05 Standard test methods for liquid limit, plastic limit, and plasticity index of soils.

**Equipos utilizados**

- Balanza BAL-01: OHAUS - CMM-243-2019 (15-04-19)
- Horno METROTEST-01: CTM-112-2019 (15-04-19)
- Copa Casagrande CCG-01: Pinzuar-CLM-386-2019 (15-04-2019)

**Elaborado por:**

Miguel Angel Alfaro Huayanay  
Especialista en laboratorio de suelos, concreto y asfalto.  
HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.

**Firma:****Revisado por:**

Juan Carlos Zapata Silva  
Ing. Civil CIP 56346  
HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.

**Firma:**



**INFORME**  
**COMPACTACIÓN DE SUELOS**  
**(PROCTOR MODIFICADO)**  
**MTC E 115 - 2016**

Código	IF-TS-LJSM-PN
Versión	01
Fecha	04-10-2021
Página	de 6 4

**DATOS GENERALES**

Solicitante : Villanueva Gamarra Abelardo Leonardo / Fernández Villegas Arnold Darwin  
 Universidad : César Vallejo Sede Norte  
 Especialidad : Ingeniería Civil  
 Tema de tesis : Estabilización de subrasante aplicando fibra de plátano y ceniza de ichu en la carretera José Gálvez, Chanchamayo 2023  
 Ubicación : Chanchamayo  
 Fecha de emisión : 15/04/2024

**DATOS DE LA MUESTRA**

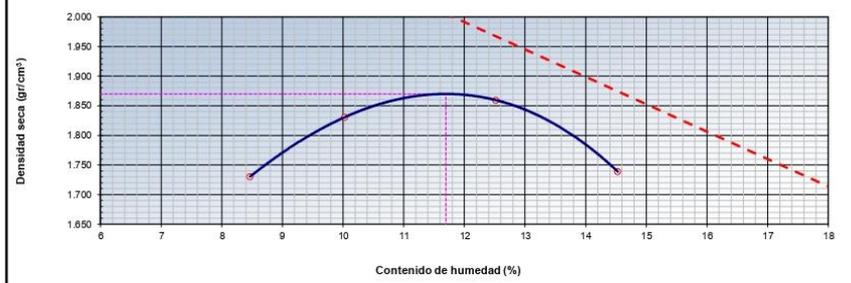
Muestra : 4.5 % F. DE PLATANO SUCS : ML  
AASHTO: A-4 (4)

Método : A

**COMPACTACION**

Peso suelo + molde	gr	5634.00	5762.00	5835.00	5741.00
Peso molde	gr	3882.00	3882.00	3882.00	3882.00
Peso suelo húmedo compactado	gr	1752.00	1880.00	1953.00	1859.00
Volumen del molde	cm <sup>3</sup>	933.40	933.40	933.40	933.40
Peso volumétrico húmedo	gr	1.88	2.01	2.09	1.99
Peso del suelo húmedo+tara	gr	366.30	362.30	254.00	345.60
Peso del suelo seco + tara	gr	340.20	332.20	229.30	306.20
Tara	gr	32.00	32.00	32.00	35.00
Peso de agua	gr	26.10	30.10	24.70	39.40
Peso del suelo seco	gr	308.20	300.20	197.30	271.20
Contenido de agua	%	8.47	10.03	12.52	14.53
Peso volumétrico seco	gr/cm <sup>3</sup>	1.730	1.831	1.860	1.739
Gravedad Especifica (gr/cm <sup>3</sup> )		2.530		Densidad máxima (gr/cm <sup>3</sup> )	
				1.870	
				Humedad óptima (%)	
				11.7	

**RELACIÓN HUMEDAD-DENSIDAD**



**Referencia**

- ASTM D 1557-02 Standard test methods for laboratory compaction characteristics of soil using modified effort - 56000 ftlb/ ft<sup>3</sup> (2700 kN-m/m<sup>3</sup>)

**Observaciones:**

- Método Seco.  
 - Píson Manual.  
 - Pasante la NF 4  
 - Método de Gravedad Especifica MTC E 205 y MTC E 206.

**Equipos utilizados**

- Balanza BAL-01: OHAUS - CMM-243-2019 (15-04-19)  
 - Horno METROTEST-01: CTM-112-2019 (15-04-19)  
 - Balanza BAL-03: OHAUS - CMM-245-2019 (15-04-19)  
 - Juego de tamices TM2: GranTest  
 - Martillo de compactación de energía modificada.

**Elaborado por:**  
 Miguel Angel Alfaro Huayanay  
 Especialista en laboratorio de suelos, concreto y asfalto.  
 HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.

**Firma:**

**Revisado por:**  
 Juan Carlos Zapata Silva  
 Ing. Civil CIP 56346  
 HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.

**Firma:**

	<b>INFORME</b>		Código	IF-TS-LJSM-PN
	<b>CBR DE SUELOS (LABORATORIO) MTC E 132 - 2016</b>		Versión	01
			Fecha	04-10-2021
			Página	5 de 6

**DATOS GENERALES**

Solicitante : Villanueva Gamarra Abelardo Leonardo / Fernández Villegas Arnold Darwin  
 Universidad : César Vallejo Sede Norte  
 Especialidad : Ingeniería Civil  
 Tema de tesis : Estabilización de subrasante aplicando fibra de plátano y ceniza de ichu en la carretera José Gálvez, Chanchamayo 2023  
 Ubicación : Chanchamayo  
 Fecha de emisión : 15/04/2024

**DATOS DE LA MUESTRA**

Muestra : 4.5 % F. DE PLATANO SUCS : ML  
AASHTO: A-4 (4)

**COMPACTACION**

	78		81		48	
	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Molde Nº	78	81	81	48	48	78
Capas Nº	5	5	5	5	5	5
Golpes por capa Nº	55	26	26	12	12	55
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso de molde + Suelo húmedo (g)	12285.00	12451.00	12001.00	12251.00	11580.00	11745.00
Peso de molde (g)	7932.00	7932.00	7914.00	7914.00	7700.00	7700.00
Peso del suelo húmedo (g)	4353.00	4519.00	4087.00	4337.00	3880.00	4045.00
Volumen del molde (cm³)	2063.19	2063.19	2055.04	2055.04	2074.07	2074.07
Densidad húmeda (g/cm³)	2.110	2.190	1.989	2.110	1.871	1.950
Peso suelo húmedo + tara (g)	425.00	362.30	354.20	351.20	285.60	352.20
Peso suelo seco + tara (g)	380.20	320.20	319.20	311.50	258.30	312.20
Peso de tara (g)	32.00	32.00	32.00	32.00	31.00	32.00
Peso de agua (g)	44.80	42.10	35.00	39.70	27.30	40.00
Peso de suelo seco (g)	348.20	288.20	287.20	279.50	227.30	280.20
Contenido de humedad (%)	12.9	14.6	12.2	14.2	12.0	14.3
Densidad seca (g/cm³)	1.869	1.911	1.773	1.848	1.670	1.707

**EXPANSION**

FECHA	TIEMPO	78		81		48	
		DIAL	EXPANSION	DIAL	EXPANSION	DIAL	EXPANSION
			mm %		mm %		mm %
10/04/2024	0	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
11/04/2024	24	5.320	5.320 4.6	6.150	6.150 5.3	4.690	4.690 4.1
12/04/2024	48	5.770	5.770 5.0	6.580	6.580 5.7	5.200	5.200 4.5
		6.200	6.200 5.4	6.880	6.880 6.0	5.990	5.990 5.2

**PENETRACION**

PENETRACION mm	CARGA STAND. kg/cm2	MOLDE Nº 78				MOLDE Nº 81				MOLDE Nº 48			
		Presion (kg/cm2)		CORRECCION		Presion (kg/cm2)		CORRECCION		Presion (kg/cm2)		CORRECCION	
		kg	%	kg	%	kg	%	kg	%	kg	%	kg	%
0.000		0				0				0			
0.635		0.8	16.5			0.7	13.8			0.6	11.5		
1.270		1.8	34.5			1.5	28.8			1.2	24.0		
1.905		2.6	51.2			2.2	42.7			1.8	35.6		
2.540	70.45	4.0	78.5			3.4	65.4			2.8	54.5		
3.180		5.1	98.5			4.2	82.1			3.5	68.4		
3.810		7.5	145.6			6.2	121.3			5.2	101.1		
5.080	105.68	10.8	210.2			9.0	175.2			7.5	146.0		
7.620		13.1	255.1			10.9	212.6			9.1	177.2		
10.160													
12.700													

**Referencia:**

- ASTM D 1883-05 Standard test method for CBR (California Bearing Ratio) of laboratory-compacted soils
- ASTM D 1557-02 Standard test methods for laboratory compaction characteristics of soil using modified effort - 56000 ft-lb/ft³ (2700 kN-m/m³)
- Máquina de Ensayos CBR (escala 3000 kgf). Unidades de medida: SI
- Pistón de penetración metálico de sección transversal circular de 49.75 mm
- Celda de Carga Tipo "S": S-QL-AQ20023579
- Sobrecarga de Saturación y Penetración: Dos pesas circulares de 150,81 mm de diámetro y masa total de 4,55 kg.

**Equipos utilizados**

- Balanza BAL-01: OHAUS - CMM-243-2019 (15-04-19)
- Horno METROTEST-01: CTM-112-2019 (15-04-19)
- Balanza BAL-03: OHAUS - CMM-245-2019 (15-04-19)
- Juego de tamices TMZ: GRANTEST
- Martillo de compactación de energía modificada MPM-01: METROTEST
- Máquina de Ensayos CBR-01: METROTEST-CFM-080-2019 (15-04-19)

**Elaborado por:**  
 Miguel Angel Alfaro Huayanay  
 Especialista en laboratorio de suelos, concreto y asfalto.  
 HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.  
 Firma:



**Revisado por:**  
 Juan Carlos Zapata Silva  
 Ing. Civil CIP 56346  
 HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.  
 Firma:





**INFORME**  
**CBR DE SUELOS (LABORATORIO)**  
**MTC E 132 - 2016**

Código	IF-TS-LJSM-PN
Versión	01
Fecha	04-10-2021
Página	6 de 6

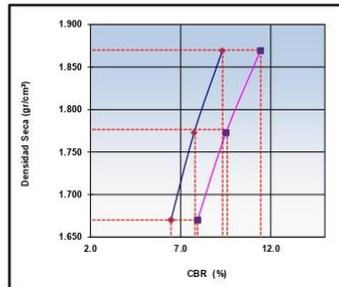
**DATOS GENERALES**

Solicitante : Villanueva Gamarra Abelardo Leonardo / Fernández Villeqas Arnold Darwin  
Universidad : César Vallejo Sede Norte  
Especialidad : Ingeniería Civil  
Tema de tesis : Estabilización de subrasante aplicando fibra de plátano y ceniza de ichu en la carretera José Gálvez, Chanchamayo 2023  
Ubicación : Chanchamayo  
Fecha de emisión : 15/04/2024

**DATOS DE LA MUESTRA**

Muestra : 4.5 % F. DE PLATANO

SUCS : ML  
AASHTO : A-4 (4)

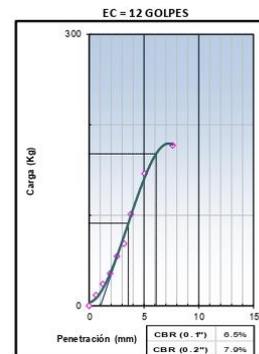
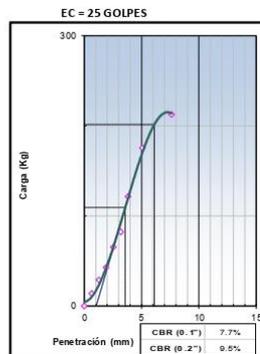
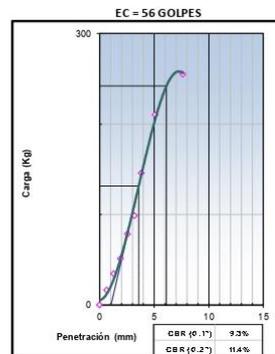


MÉTODO DE COMPACTACIÓN : ASTM D1557  
MÁXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³) : 1.870  
ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%) : 11.7  
95% MÁXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³) : 1.776

C.B.R. al 100% de M.D.S. (%)	0.1": 9.3	0.2": 11.4
C.B.R. al 95% de M.D.S. (%)	0.1": 7.8	0.2": 9.6

**RESULTADOS (0.2"):**  
Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. = 11.4 (%)  
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. = 9.6 (%)

**RESULTADOS (0.1"):**  
Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. = 9.3 (%)  
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. = 7.8 (%)



**Referencia:**

- ASTM D 1883-05 Standard test method for CBR (California Bearing Ratio) of laboratory-compacted soils
- ASTM D 1557-02 Standard test methods for laboratory compaction characteristics of soil using modified effort - 56000 ftlb/ft³ (2700 kN-m/m³)
- Máquina de Ensayos CBR (escala 5000 kgf), Unidades de medida: SI
- Pistón de penetración metálico de sección transversal circular de 49.75 mm
- Celda de Carga Tipo "5": S-OL-M2D023579
- Sobrecarga de Saturación y Penetración: Dos pesas circulares de 150,81 mm de diámetro y masa total de 4,55 kg.

**Equipos utilizados**

- Balanza BAL-01: OHAUS - CMM-243-2019 (15-04-19)
- Horno METROTEST-01: CTM-112-2019 (15-04-19)
- Balanza BAL-03: OHAUS - CMM-245-2019 (15-04-19)
- Martillo de compactación de energía modificada MPM-01: METROTEST
- Máquina de Ensayos CBR-01: METROTEST-CFM-080-2019 (15-04-19)

Elaborado por:  
Miguel Ángel Alfaro Husayan  
Especialista en laboratorio de suelos, concreto y asfalto.  
HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.  
Firma:

Revisado por:  
Juan Carlos Zapata Silva  
Ing. Civil CIP 56346  
HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.  
Firma:



**INFORME**

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO  
MTC E 107 - 2016**

Código	IF-TS-LJSM-PN
Versión	01
Fecha	04-01-2024
Página	1 de 6

**DATOS GENERALES**

Solicitante	: Villanueva Gamarra Abelardo Leonardo / Fernández Villegas Arnold Darwin
Universidad	: César Vallejo Sede Norte
Especialidad	: Ingeniería Civil
Tema de tesis	: Estabilización de subrasante aplicando fibra de plátano y ceniza de ichu en la carretera José Gálvez, Chanchamayo 2023
Ubicación	: Chanchamayo
Fecha de emisión	: 15/04/2024

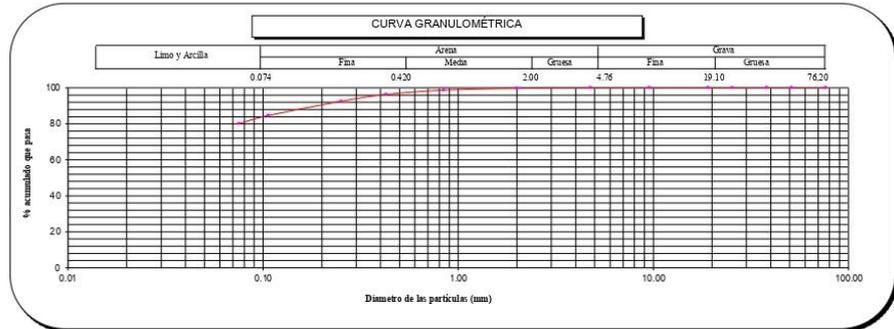
**DATOS DE LA MUESTRA**

Muestra	: 5.5 % F. DE PLATANO.
---------	------------------------

Malla	Malla		Peso (g)	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% que pasa	CARACTERIZACIÓN DEL SUELO
	N°	Abertura (mm)					
3"	76.200	0	0	0.0	0.0	100.0	Límite Líquido ( LL ) 29.0
2"	50.800	0	0	0.0	0.0	100.0	Límite Plástico ( LP ) 23.0
1 1/2"	38.100	0	0	0.0	0.0	100.0	Índice Plástico ( IP ) 6.0
1"	25.400	0	0	0.0	0.0	100.0	Clasificación ( S.U.C.S. ) ASTM-D2487 ML
3/4"	19.100	0	0	0.0	0.0	100.0	Clasificación ( AASHTO ) ASTM-D3282 A-4
3/8"	9.520	0	0	0.0	0.0	100.0	Índice de Grupo 4
N° 4	4.760	0	0	0.0	0.0	100.0	% Grava 0.0
N° 10	2.000	2.1	0.3	0.3	0.3	99.7	% Arena 19.9
N° 20	0.840	7.0	1.0	1.3	1.3	98.7	% < N° 200 80.1
N° 40	0.425	16.8	2.4	3.7	3.7	96.3	
N° 60	0.250	26.6	3.8	7.5	7.5	92.5	
N° 140	0.106	55.3	7.9	15.4	15.4	84.6	
N° 200	0.075	31.5	4.5	19.9	19.9	80.1	
< 200	MTC E 137	560.7	80.1	100.0	100.0	0.0	

Límite Líquido ( LL )	ASTM-D4318	29
Límite Plástico ( LP )	ASTM-D4318	23
Índice Plástico ( IP )		6
Clasificación ( S.U.C.S. )	ASTM-D2487	ML
Clasificación ( AASHTO )	ASTM-D3282	-
Índice de Grupo		4

Nombre de grupo : Limo de baja plasticidad con arena



- Referencias :
- ASTM D 422-63-02 Standard test method for sieve analysis of fine and coarse aggregates
  - ASTM D 4318-05 Standard test method for liquid limit, plastic limit and plasticity index of soils
  - ASTM D 2487-05 Standard classification of soils for engineering purposes (Unified soil classification system)
  - ASTM D 2216-05 Standard test methods for laboratory determination of water (moisture) content of soil and rock by mass
  - ASTM D 3282-04e1 Standard practice for classification of soils-aggregate mixtures for highway construction purposes
  - ASTM D 1140-00 Standard test for a amount of material in soils finer than the N° 200 (75 µm) sieve

- Equipos utilizados
- Balanza BAL-01: OHAUS - CMM-248-2019 (15-04-19)
  - Horno METROTEST-01: CTM-112-2019 (15-04-19)
  - Balanza BAL-03: OHAUS - CMM-248-2019 (15-04-19)
  - Juego de tamices TMZ: Gran Test

Elaborado por:  
Miguel Angel Alfaro Huaymay  
Especialista en laboratorio de suelos, concreto y asfalto.  
HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.  
Firma:

Revisado por:  
Juan Carlos Zapata Silva  
Ing. Civil CIP 50346  
HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.  
Firma:



HISGEOLAB S.A.C

INFORME

CONTENIDO DE HUMEDAD DE UN SUELO  
MTC E 108 - 2016

Código	IF-TS-LJSM-PN
Versión	01
Fecha	04-01-2024
Página	2 de 6

DATOS GENERALES

Solicitante : Villanueva Gamarra Abelardo Leonardo / Fernández Villegas Arnold Darwin  
Universidad : César Vallejo Sede Norte  
Especialidad : Ingeniería Civil  
Tema de tesis : Estabilización de subrasante aplicando fibra de plátano y ceniza de ichu en la carretera José Gálvez, Chanchamayo 2023  
Ubicación : Chanchamayo  
Fecha de emisión : 15/04/2024

DATOS DE LA MUESTRA

Muestra : 5.5 % F. DE PLATANO.

Muestra N°	1	2	3	4	5
Peso tara (g)	53.0	52.0	52.0		
Peso tara + muestra húmeda (g)	742.0	562.3	620.3		
Peso tara + muestra seca (g)	660.0	502.0	552.2		
Peso de agua (g)	82.0	60.3	68.1		
Peso de suelo seco (g)	607.0	450.0	500.2		
Contenido de Humedad (%)	13.5	13.4	13.6		
PROMEDIO (%)	13.5				

Observaciones:

Referencia:

ASTM D 2216-05 Standard test methods for laboratory determination of water (moisture) content of soil and rock by mass.

Equipos utilizados

- Balanza BAL-01: OHAUS - CMM-243-2019 (15-04-19)
- Horno METROTTEST-01: CTM-112-2019 (15-04-19)
- Balanza BAL-03: OHAUS - CMM-245-2019 (15-04-19)

Elaborado por:  
Miguel Angel Alfaro Huayanay  
Especialista en laboratorio de suelos, concreto y asfalto.  
HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.  
Firma:

Revisado por:  
Juan Carlos Zapata Silva  
Ing. Civil CIP 56346  
HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.  
Firma:

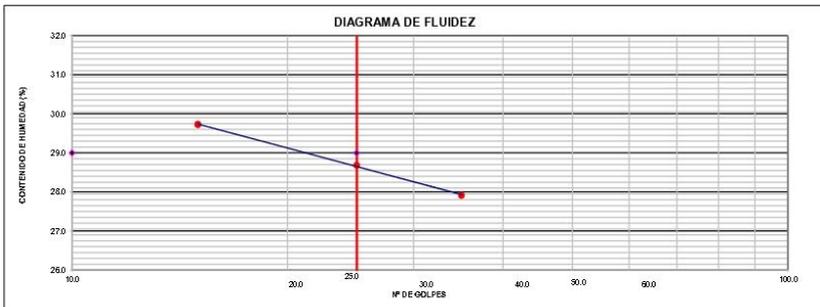
 <b>HISGEOLAB S.A.C</b>	<b>INFORME</b>	<b>Código</b>	IF-TS-LJSM.PN
	<b>LÍMITES DE ATTERBERG</b>	<b>Versión</b>	01
	<b>MTC E 110 &amp; E 111 - 2016</b>	<b>Fecha</b>	04-01-2024
		<b>Página</b>	3 de 6

DATOS GENERALES	
Solicitante	: Villanueva Gamarra Abelardo Leonardo / Fernández Villegas Arnold Darwin
Universidad	: César Vallejo Sede Norte
Especialidad	: Ingeniería Civil
Tema de tesis	: Estabilización de subrasante aplicando fibra de plátano y ceniza de ichu en la carretera José Gálvez, Chanchamayo 2023
Ubicación	: Chanchamayo
Fecha de emisión	: 15/04/2024

DATOS DE LA MUESTRA	
Muestra	: 5.5 % F. DE PLATANO.

LÍMITE LÍQUIDO (MTC E 110 - 2016)				
Nº TARRO		C - 1	C - 2	C - 3
TARRO + SUELO HÚMEDO	gr	52.15	51.65	52.14
TARRO + SUELO SECO	gr	46.95	46.30	46.75
AGUA	gr	5.20	5.35	5.39
PESO DEL TARRO	gr	28.32	27.65	28.62
PESO DEL SUELO SECO	gr	18.63	18.65	18.13
% DE HUMEDAD		27.91	28.69	29.73
Nº DE GOLPES		35	25	15

LÍMITE PLÁSTICO (MTC E 111 - 2016)				
Nº TARRO		A - 10	A - 11	
TARRO + SUELO HÚMEDO	gr	20.65	20.54	
TARRO + SUELO SECO	gr	19.45	19.45	
AGUA	gr	1.20	1.09	
PESO DEL TARRO	gr	14.25	14.62	
PESO DEL SUELO SECO	gr	5.20	4.83	
% DE HUMEDAD		23.08	22.57	



CONSTANTES FÍSICAS DE LA MUESTRA			OBSERVACIONES
LÍMITE LÍQUIDO	(%)	29.0	La muestra fue proporcionada por el solicitante. Ensayo efectuado al material pasante la malla N° 40. Ensayo realizado mediante el "MÉTODO DE MULTIPUNTO".
LÍMITE PLÁSTICO	(%)	23.0	
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	(%)	6.0	

**Referencia:**

ASTM D 4318-05 Standard test methods for liquid limit, plastic limit, and plasticity index of soils.

**Equipos utilizados**

- Balanza BAL-01: OHAUS - CMM-243-2019 (15-04-19)
- Horno METROTEST-01: CTM-112-2019 (15-04-19)
- Copa Casagrande CCG-01: Pinzuar-CLM-386-2019 (15-04-2019)

**Elaborado por:**  
Miguel Angel Alfaro Huayanay  
Especialista en laboratorio de suelos, concreto y asfalto.  
HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.

**Firma:**



**Revisado por:**  
Juan Carlos Zapata Silva  
Ing. Civil CIP 56346  
HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.

**Firma:**



**INFORME****COMPACTACIÓN DE SUELOS  
(PROCTOR MODIFICADO)  
MTC E 115 - 2016**

Código IF-TS-LJSM-PN

Versión 01

Fecha 04-10-2021

Página de 6 4

**DATOS GENERALES**

Solicitante : Villanueva Gamarra Abelardo Leonardo / Fernández Villegas Arnold Darwin  
Universidad : César Vallejo Sede Norte  
Especialidad : Ingeniería Civil  
Tema de tesis : Estabilización de subrasante aplicando fibra de plátano y ceniza de ichu en la carretera José Gálvez, Chanchamayo 2023  
Ubicación : Chanchamayo  
Fecha de emisión : 15/04/2024

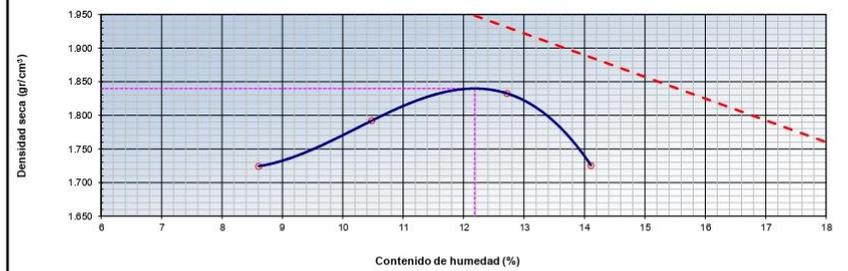
**DATOS DE LA MUESTRA**

Muestra : 5.5 % F. DE PLATANO. SUCS : ML  
AASHTO : A-4 (4)

Método : A

**COMPACTACIÓN**

Peso suelo + molde	gr	5630.00	5730.00	5810.00	5720.00
Peso molde	gr	3882.00	3882.00	3882.00	3882.00
Peso suelo húmedo compactado	gr	1748.00	1848.00	1928.00	1838.00
Volumen del molde	cm <sup>3</sup>	933.40	933.40	933.40	933.40
Peso volumétrico húmedo	gr	1.87	1.98	2.07	1.97
Peso del suelo húmedo+tara	gr	325.20	362.30	345.20	326.20
Peso del suelo seco + tara	gr	302.20	332.20	310.20	290.20
Tara	gr	35.00	45.00	35.00	35.00
Peso de agua	gr	23.00	30.10	35.00	36.00
Peso del suelo seco	gr	267.20	287.20	275.20	255.20
Contenido de agua	%	8.61	10.48	12.72	14.11
Peso volumétrico seco	gr/cm <sup>3</sup>	1.724	1.792	1.833	1.726
Gravedad Específica (gr/cm <sup>3</sup> )		2.530	Densidad máxima (gr/cm <sup>3</sup> )		1.840
			Humedad óptima (%)		12.2

**RELACIÓN HUMEDAD-DENSIDAD****Referencia**

- ASTM D 1557-02 Standard test methods for laboratory compaction characteristics of soil using modified effort - 56000 ftlb/ft<sup>3</sup> (2700 kN-m/m<sup>3</sup>)

**Observaciones:**

- Método Seco.  
- Pison Manual.  
- Pasante la N<sup>o</sup> 4.  
- Método de Gravedad Específica MTC E 205 y MTC E 206.

**Equipos utilizados**

- Balanza BAL-01: OHAUS - CMM-243-2019 (15-04-19)  
- Horno METROTEST-01: CTM-112-2019 (15-04-19)  
- Balanza BAL-03: OHAUS - CMM-245-2019 (15-04-19)  
- Juego de tamices TM2: GranTest  
- Martillo de compactación de energía modificada.

Elaborado por:  
Miguel Angel Alfaro Huayanay  
Especialista en laboratorio de suelos, concreto y asfalto.  
HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.  
Firma:

Revisado por:  
Juan Carlos Zapata Silva  
Ing. Civil CIP 56346  
HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.  
Firma:

	<b>INFORME</b>	<b>Código</b>	<b>IF-TS-LJSM-PN</b>
	<b>CBR DE SUELOS (LABORATORIO) MTC E 132 - 2016</b>	<b>Versión</b>	<b>01</b>
		<b>Fecha</b>	<b>04-10-2021</b>
		<b>Página</b>	<b>5 de 6</b>

DATOS GENERALES	
Soitante	: Villanueva Gamarra Abelardo Leonardo / Fernández Villegas Arnold Darwin
Universidad	: César Vallejo Sede Norte
Especialidad	: Ingeniería Civil
Tema de tesis	: Estabilización de subrasante aplicando fibra de plátano y ceniza de ichu en la carretera José Gálvez, Chanchamayo 2023
Ubicación	: Chanchamayo
Fecha de emisión	: 15/04/2024

DATOS DE LA MUESTRA	
Muestra	: 5.5 % F. DE PLATANO.
	SUCS : ML AASHTO: A-4 (4)

COMPACTACION						
	54		55		53	
	5		5		5	
	55		26		12	
Molde Nº						
Capas Nº						
Golpes por capa Nº						
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso de molde + Suelo húmedo (g)	11685.00	11842.00	11930.00	12150.00	11502.00	11745.00
Peso de molde (g)	7357.00	7357.00	7924.00	7924.00	7896.00	7896.00
Peso del suelo húmedo (g)	4328.00	4485.00	4006.00	4226.00	3606.00	3849.00
Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	2084.99	2084.99	2049.62	2049.62	2074.07	2074.07
Densidad húmeda (g/cm <sup>3</sup> )	2.076	2.151	1.955	2.062	1.739	1.856
Peso suelo húmedo + tara (g)	362.20	295.30	366.30	411.00	324.00	503.00
Peso suelo seco + tara (g)	325.20	262.30	330.20	384.00	308.00	472.00
Peso de tara (g)	35.00	32.00	32.00	35.00	31.00	53.00
Peso de agua (g)	37.00	33.00	36.10	27.00	16.00	31.00
Peso de suelo seco (g)	290.20	230.30	298.20	349.00	277.00	419.00
Contenido de humedad (%)	12.7	14.3	12.1	7.7	5.8	7.4
Densidad seca (g/cm <sup>3</sup> )	1.841	1.881	1.743	1.914	1.644	1.728

EXPANSION										
FECHA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
			mm	%		mm	%		mm	%
10/04/2024	0	0.000	0.000	0.0	0.000	0.000	0.0	0.000	0.000	0.0
11/04/2024	24	5.200	5.200	4.5	6.300	6.300	5.5	5.600	5.600	4.8
12/04/2024	48	5.450	5.450	4.7	6.540	6.540	5.7	6.200	6.200	5.4
		6.200	6.200	5.4	6.880	6.880	6.0	6.850	6.850	5.9

PENETRACION													
PENETRACION mm	CARGA STAND. kg/cm2	MOLDE Nº 54				MOLDE Nº 55				MOLDE Nº 53			
		Presion (kg/cm2)	CARGA kg	CORRECCION kg	%	Presion (kg/cm2)	CARGA kg	CORRECCION kg	%	Presion (kg/cm2)	CARGA kg	CORRECCION kg	%
0.000		0				0				0			
0.635		1.0	18.5			0.8	15.4			0.7	12.8		
1.270		1.7	32.3			1.4	26.9			1.2	22.4		
1.905		3.3	64.2			2.8	53.5			2.3	44.6		
2.540	70.45	4.9	95.2			4.1	79.3			3.4	66.1		
3.180		6.8	132.2			5.7	110.2			4.7	91.8		
3.810		9.0	175.2			7.5	146.0			6.3	121.7		
5.080	105.68	10.3	200.1			8.6	166.8			7.2	139.0		
7.620		13.5	262.2			11.2	218.5			9.4	182.1		
10.160													
12.700													

- Referencia:**
- ASTM D 1883-05 Standard test method for CBR (California Bearing Ratio) of laboratory-compacted soils
  - ASTM D 1557-02 Standard test methods for laboratory compaction characteristics of soil using modified effort- 56000 ft-lb/ft<sup>3</sup> (2700 kN-m/m<sup>3</sup>)
  - Máquina de Ensayos CBR (escala 5000 kgf). Unidades de medida: SI
  - Pistón de penetración metálico de sección transversal circular de 49.75 mm
  - Celda de Carga Tipo "S": S-OL-M2D023579
  - Sobrecarga de Saturación y Penetración: Dos pesas circulares de 150,81 mm de diámetro y masa total de 4,55 kg.

- Equipos utilizados**
- Balanza BAL-01: OHAUS - CMM-243-2019 (15-04-19)
  - Horno METROTEST-01: CTM-112-2019 (15-04-19)
  - Balanza BAL-03: OHAUS - CMM-245-2019 (15-04-19)
  - Juego de tamices TMZ: GRANTEST
  - Martillo de compactación de energía modificada MPM-01: METROTEST
  - Máquina de Ensayos CBR-01: METROTEST-CFM-080-2019 (15-04-19)

Elaborado por:  
Miguel Angel Alfaro Huayanay  
Especialista en laboratorio de suelos, concreto y asfalto.  
HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.

Firma:



Revisado por:  
Juan Carlos Zapata Silva  
Ing. Civil CIP 56346  
HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.

Firma:

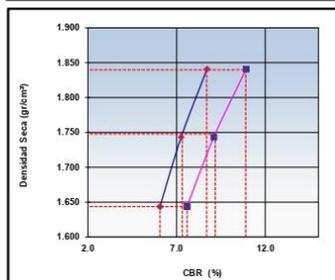


**DATOS GENERALES**

**Solicitante** : Villanueva Gamarra Abelardo Leonardo / Fernández Villeqas Arnold Darwin  
**Universidad** : César Vallejo Sede Norte  
**Especialidad** : Ingeniería Civil  
**Tema de tesis** : Estabilización de subrasante aplicando fibra de plátano y ceniza de ichu en la carretera José Gálvez, Chanchamayo 2023  
**Ubicación** : Chanchamayo  
**Fecha de emisión** : 15/04/2024

**DATOS DE LA MUESTRA**

**Muestra** : 5.5 % F. DE PLATANO. SUCS : ML  
AASHTO: A-4 (4)

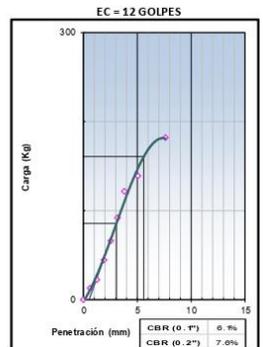
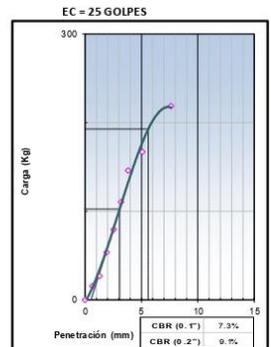
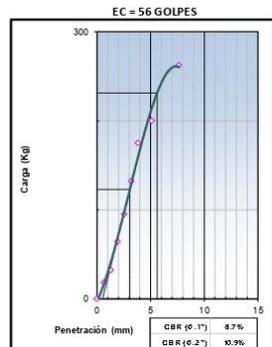


**MÉTODO DE COMPACTACIÓN** : ASTM D1557  
**MÁXIMA DENSIDAD SECA (g/cm3)** : 1.840  
**ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)** : 12.2  
**95% MÁXIMA DENSIDAD SECA (g/cm3)** : 1.748

C.B.R. al 100% de M.D.S. (%)	0.1": 8.7	0.2": 10.9
C.B.R. al 95% de M.D.S. (%)	0.1": 7.3	0.2": 9.2

**RESULTADOS (0.2"):**  
 Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. = 10.9 (%)  
 Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. = 9.2 (%)

**RESULTADOS (0.1"):**  
 Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. = 8.7 (%)  
 Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. = 7.3 (%)



- Referencia:**
- ASTM D 1883-05 Standard test method for CBR (California Bearing Ratio) of laboratory-compacted soils
  - ASTM D 1557-02 Standard test methods for laboratory compaction characteristics of soil using modified effort - 56000 ftlb/ft³ (2700 kN-m/m³)
  - Máquina de Ensayos CBR (escala 5000 kgf), Unidades de medida: SI
  - Pistón de penetración metálico de sección transversal circular de 49.75 mm
  - Celda de Carga Tipo "S": S-OL-M2D03579
  - Sobrecarga de Saturación y Penetración: Dos pesas circulares de 150,81 mm de diámetro y masa total de 4,55 kg.
- Equipos utilizados**
- Balanza BA4-01: OHAUS - CMM-243-2019 (15-04-19)
  - Horno METROTEST-01: CTM-112-2019 (15-04-19)
  - Balanza BA4-03: OHAUS - CMM-245-2019 (15-04-19)
  - Martillo de compactación de energía modificada MPM-01: METROTEST
  - Máquina de Ensayos CBR-01: METROTEST-CFM-080-2019 (15-04-19)

**Elaborado por:**  
 Miguel Ángel Alfaro Huayanay  
 Especialista en laboratorio de suelos, concreto y asfalto.  
 HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.  
**Firma:**

**Revisado por:**  
 Juan Carlos Zapata Silva  
 Ing. Civil CIP-56346  
 HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.  
**Firma:**






**ENSAYO DE CORTE DIRECTO BAJO CONDICIONES  
CONSOLIDADAS NO DRENADAS  
ASTM 3080**

Código	IF-TS-VGAL/FVAD-PN
Versión	01
Fecha	03-01-2024
Página	1 de 2

Tesis : Estabilización de subrasante aplicando fibra de plátano y ceniza de ichu en la carretera José Gálvez, Chanchamayo 2023  
Solicitante : Villanueva Gamarra Abelardo Leonardo / Fernández Villegas Arnold Darwin  
Ubicación : Chanchamayo  
Material : Arena arcillosa SUCS : CL  
Profundidad (m) : 0.00 - 1.50

Velocidad de corte : 0.5 mm/min

ESPECIMEN 1	
Altura Inicial:	21.9 mm
Lado de caja :	50.1 mm
Area Inicial:	20.3 cm <sup>2</sup>
Densidad Seca:	1.408 gr/cm <sup>3</sup>
Humedad Inic.:	16.9 %
Esf. Normal :	0.99 kg/cm <sup>2</sup>
Esf. Corte:	0.65 kg/cm <sup>2</sup>

ESPECIMEN 2	
Altura Inicial:	21.9 mm
Lado de caja :	50.1 mm
Area Inicial:	20.3 cm <sup>2</sup>
Densidad Seca:	1.408 gr/cm <sup>3</sup>
Humedad Inic.:	16.9 %
Esf. Normal :	1.97 kg/cm <sup>2</sup>
Esf. Corte:	0.91 kg/cm <sup>2</sup>

ESPECIMEN 3	
Altura Inicial:	21.9 mm
Lado de caja :	50.1 mm
Area Inicial:	20.3 cm <sup>2</sup>
Densidad Seca:	1.408 gr/cm <sup>3</sup>
Humedad Inic.:	16.9 %
Esf. Normal :	3.95 kg/cm <sup>2</sup>
Esf. Corte:	1.50 kg/cm <sup>2</sup>

Deformacion horizontal (%)	Esfuerzo de Corte (kg/cm <sup>2</sup> )
0.000	0.000
0.011	0.169
0.023	0.253
0.046	0.379
0.068	0.464
0.091	0.542
0.114	0.599
0.137	0.636
0.160	0.646
0.183	0.629
0.205	0.596
0.228	0.568
0.251	0.533
0.274	0.513
0.297	0.494
0.320	0.482
0.342	0.478
0.365	0.474
0.388	0.471
0.411	0.468
0.434	0.464
0.457	0.458

Deformacion horizontal (%)	Esfuerzo de Corte (kg/cm <sup>2</sup> )
0.000	0.000
0.011	0.229
0.023	0.388
0.046	0.585
0.068	0.771
0.091	0.876
0.114	0.896
0.137	0.901
0.160	0.904
0.183	0.911
0.205	0.908
0.228	0.904
0.251	0.901
0.274	0.896
0.297	0.891
0.320	0.889
0.342	0.883
0.365	0.880
0.388	0.876
0.411	0.872
0.434	0.868
0.457	0.862

Deformacion horizontal (%)	Esfuerzo de Corte (kg/cm <sup>2</sup> )
0.000	0.000
0.011	0.330
0.023	0.503
0.046	0.847
0.068	1.112
0.091	1.266
0.114	1.379
0.137	1.443
0.160	1.447
0.183	1.465
0.205	1.486
0.228	1.489
0.251	1.494
0.274	1.498
0.297	1.494
0.320	1.489
0.342	1.484
0.365	1.480
0.388	1.475
0.411	1.471
0.434	1.465
0.457	1.461

**OBSERVACIONES:**

- Muestra tomada en campo por personal del cliente.
- Las muestras fueron remoldeadas al 95% de la densidad máxima 1.408 g/cm<sup>3</sup> a una humedad de 16.9%

Elaborado por:  
Miguel Angel Alfaro Huayanay  
Técnico de laboratorio de suelos, concreto y asfalto.  
HISGEO LAB S.A.C.

Firma:

Revisado por:  
Juan Carlos Zapata Silva  
Ing. Civil CIP 56346  
HISGEO LAB S.A.C.

Firma:



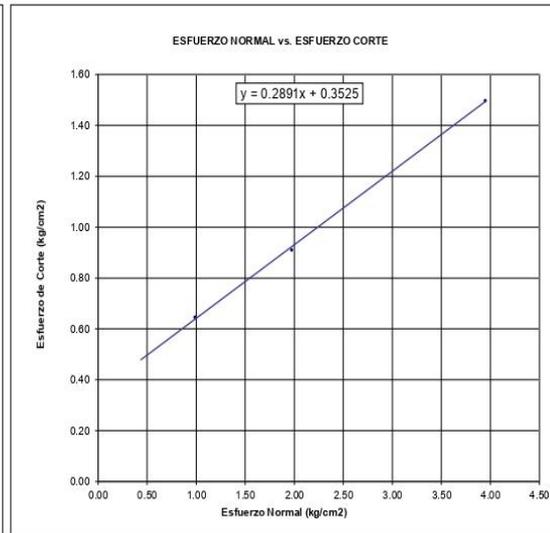
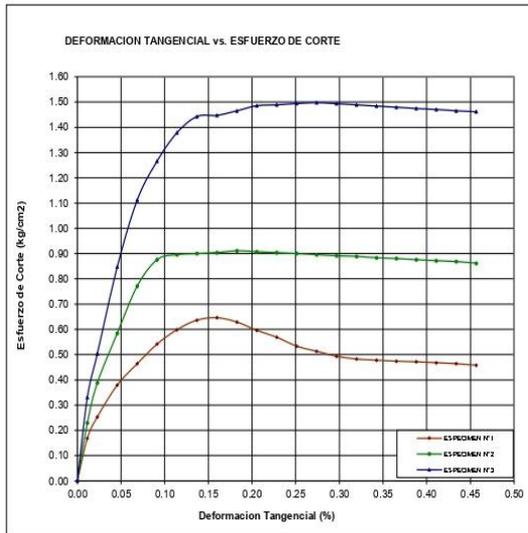
## ENSAYO DE CORTE DIRECTO BAJO CONDICIONES CONSOLIDADAS NO DRENADAS ASTM 3080

Código	IF-S-VGAL/FVAD-PN
Versión	01
Fecha	04-01-2024
Página	2 de 2

Tesis : Estabilización de subrasante aplicando fibra de plátano y ceniza de ichu en la carretera José Gálvez, Chanchamayo 2023  
Solicitante : Villanueva Gamarra Abelardo Leonardo / Fernández Villegas Arnold Darwin  
Ubicación : Chanchamayo  
Estado : Muestra Remoldeada  
Material : Arena arcillosa SUCS : CL  
Profundidad (m) : 0.00 - 1.50

### GRÁFICOS

Velocidad de corte : 0.5 mm/min



#### Resultados:

Cohesión  $c$  : 0.35 kg/cm<sup>2</sup>  
Angulo de fricción ( $\phi$ ) : 16.1°

#### OBSERVACIONES:

- Muestra tomada en campo por personal del cliente.
- Las muestras fueron remoldeadas al 95% de la densidad máxima 1.408 g/cm<sup>3</sup> a una humedad de 16.9%

Elaborado por:  
Miguel Angel Alfaro Huayanay  
Técnico de laboratorio de suelos, concreto y asfalto.  
HISGEOLAB S.A.C.

Firma:

Revisado por:  
Juan Carlos Zapata Silva  
Ing. Civil CIP 56346  
HISGEOLAB S.A.C.

Firma:



**ENSAYO DE CORTE DIRECTO BAJO CONDICIONES  
CONSOLIDADAS NO DRENADAS  
ASTM 3080**

Código	IF-S-VGAL/FVAD-PN
Versión	01
Fecha	04-01-2024
Página	1 de 2

Tesis : Estabilización de subrasante aplicando fibra de plátano y ceniza de ichu en la carretera José Gálvez, Chanchamayo 2023  
Solicitante : Villanueva Gamarra Abelardo Leonardo / Fernández Villegas Arnold Darwin  
Ubicación : Chanchamayo  
Estado : Muestra Remoldeada  
Material : Arena arcillosa SUCS : CL  
Profundidad (m) : 0.00 - 1.50

Velocidad de corte : 0.5 mm/min

ESPECIMEN 1			ESPECIMEN 2			ESPECIMEN 3		
Altura Inicial:	21.9	mm	Altura Inicial:	21.9	mm	Altura Inicial:	21.9	mm
Lado de caja :	50.1	mm	Lado de caja :	50.1	mm	Lado de caja :	50.1	mm
Area Inicial:	20.3	cm <sup>2</sup>	Area Inicial:	20.3	cm <sup>2</sup>	Area Inicial:	20.3	cm <sup>2</sup>
Densidad Seca:	1.408	gr/cm <sup>3</sup>	Densidad Seca:	1.408	gr/cm <sup>3</sup>	Densidad Seca:	1.408	gr/cm <sup>3</sup>
Humedad Inic.:	16.9	%	Humedad Inic.:	16.9	%	Humedad Inic.:	16.9	%
Esf. Normal :	0.99	kg/cm <sup>2</sup>	Esf. Normal :	1.97	kg/cm <sup>2</sup>	Esf. Normal :	3.95	kg/cm <sup>2</sup>
Esf. Corte:	0.64	kg/cm <sup>2</sup>	Esf. Corte:	0.89	kg/cm <sup>2</sup>	Esf. Corte:	1.50	kg/cm <sup>2</sup>

Deformacion horizontal (%)	Esfuerzo de Corte (kg/cm <sup>2</sup> )
0.000	0.000
0.011	0.164
0.023	0.259
0.046	0.351
0.068	0.437
0.091	0.477
0.114	0.532
0.137	0.558
0.160	0.580
0.183	0.595
0.205	0.601
0.228	0.615
0.251	0.618
0.274	0.630
0.297	0.634
0.320	0.642
0.342	0.642
0.365	0.642
0.388	0.638
0.411	0.630
0.434	0.621
0.457	0.614

Deformacion horizontal (%)	Esfuerzo de Corte (kg/cm <sup>2</sup> )
0.000	0.000
0.011	0.208
0.023	0.446
0.046	0.568
0.068	0.649
0.091	0.759
0.114	0.786
0.137	0.841
0.160	0.850
0.183	0.856
0.205	0.865
0.228	0.877
0.251	0.886
0.274	0.892
0.297	0.886
0.320	0.881
0.342	0.877
0.365	0.887
0.388	0.892
0.411	0.886
0.434	0.881
0.457	0.877

Deformacion horizontal (%)	Esfuerzo de Corte (kg/cm <sup>2</sup> )
0.000	0.000
0.011	0.398
0.023	0.619
0.046	0.895
0.068	1.173
0.091	1.310
0.114	1.348
0.137	1.398
0.160	1.444
0.183	1.475
0.205	1.487
0.228	1.498
0.251	1.496
0.274	1.487
0.297	1.484
0.320	1.468
0.342	1.461
0.365	1.455
0.388	1.450
0.411	1.441
0.434	1.434
0.457	1.428

**OBSERVACIONES:**

- Muestra tomada en campo por personal del cliente.
- Las muestras fueron remoldeadas al 95% de la densidad máxima 1.408 g/cm<sup>3</sup> a una humedad de 16.9%

**Elaborado por:**  
Miguel Angel Alfaro Huayanay  
Técnico de laboratorio de suelos, concreto y asfalto.  
HISGEOLAB S.A.C.

Firma:

**Revisado por:**  
Juan Carlos Zapata Silva  
Ing. Civil CIP 56346  
HISGEOLAB S.A.C.

Firma:



## ENSAYO DE CORTE DIRECTO BAJO CONDICIONES CONSOLIDADAS NO DRENADAS ASTM 3080

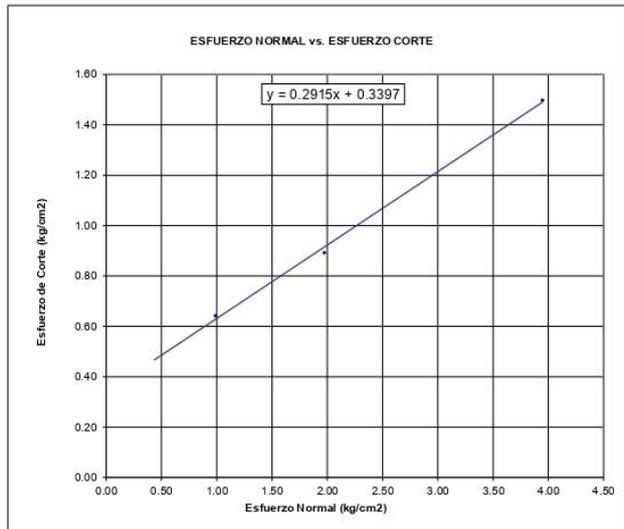
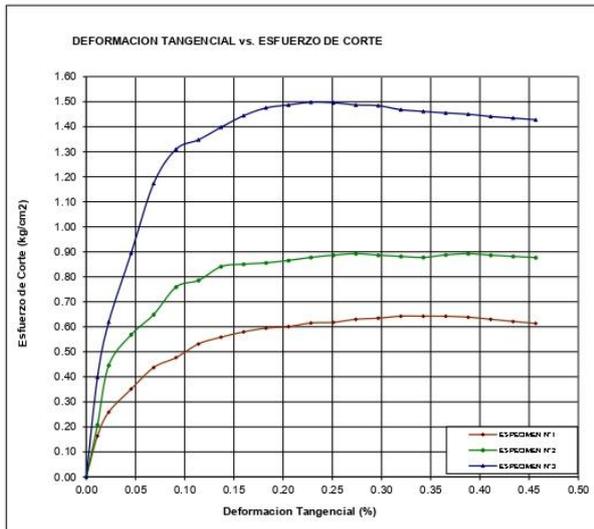
Código	IF-TS-VGAL/FVAD-PN
Versión	01
Fecha	04-01-2024
Página	2 de 2

Tesis : Estabilización de subrasante aplicando fibra de plátano y ceniza de ichu en la carretera José Gálvez, Chanchamayo 2023  
Solicitante : Villanueva Gamarra Abelardo Leonardo / Fernández Villegas Arnold Darwin  
Ubicación : Chanchamayo  
Estado : Muestra Remoldeada  
Material : Arena arcillosa  
Profundidad (m) : 0.00 - 1.50

SUCS : CL

### GRÁFICOS

Velocidad de corte : 0.5 mm/min



**Resultados:**  
Cohesión ©  
Angulo de fricción (φ)

: 0.34 kg/cm<sup>2</sup>  
: 16.3°

#### OBSERVACIONES:

- Muestra tomada en campo por personal del cliente.
- Las muestras fueron remoldeadas al 95% de la densidad máxima 1.408 g/cm<sup>3</sup> a una humedad de 16.9%

Elaborado por:  
Miguel Angel Alfaro Huayanay  
Técnico de laboratorio de suelos, concreto y asfalto.  
HISGEOLAB S.A.C.  
Firma:

Revisado por:  
Juan Carlos Zapata Silva  
Ing. Civil CIP 56346  
HISGEOLAB S.A.C.

Firma:



## ENSAYO DE CORTE DIRECTO BAJO CONDICIONES CONSOLIDADAS NO DRENADAS ASTM 3080

Código	IF-TS-VGAL/FVAD-PN
Versión	01
Fecha	04-01-2024
Página	1 de 2

Tesis : Estabilización de subrasante aplicando fibra de plátano y ceniza de ichu en la carretera José Gálvez, Chanchamayo 2023  
Solicitante : Villanueva Gamarra Abelardo Leonardo / Fernández Villegas Arnold Darwin  
Ubicación : Chanchamayo  
Material : Arena arcillosa SUCS : CL  
Profundidad (m) : 0.00 - 1.50

Velocidad de corte : 0.5 mm/min

ESPECIMEN 1			ESPECIMEN 2			ESPECIMEN 3		
Altura Inicial:	21.9	mm	Altura Inicial:	21.9	mm	Altura Inicial:	21.9	mm
Lado de caja :	50.1	mm	Lado de caja :	50.1	mm	Lado de caja :	50.1	mm
Area Inicial:	20.3	cm <sup>2</sup>	Area Inicial:	20.3	cm <sup>2</sup>	Area Inicial:	20.3	cm <sup>2</sup>
Densidad Seca:	1.408	gr/cm <sup>3</sup>	Densidad Seca:	1.408	gr/cm <sup>3</sup>	Densidad Seca:	1.408	gr/cm <sup>3</sup>
Humedad Inic.:	16.9	%	Humedad Inic.:	16.9	%	Humedad Inic.:	16.9	%
Esf. Normal :	0.99	kg/cm <sup>2</sup>	Esf. Normal :	1.97	kg/cm <sup>2</sup>	Esf. Normal :	3.95	kg/cm <sup>2</sup>
Esf. Corte:	0.54	kg/cm <sup>2</sup>	Esf. Corte:	0.84	kg/cm <sup>2</sup>	Esf. Corte:	1.20	kg/cm <sup>2</sup>

Deformacion horizontal (%)	Esfuerzo de Corte (kg/cm <sup>2</sup> )
0.000	0.000
0.011	0.241
0.023	0.366
0.046	0.456
0.068	0.483
0.091	0.485
0.114	0.496
0.137	0.521
0.160	0.529
0.183	0.522
0.205	0.521
0.228	0.529
0.251	0.536
0.274	0.536
0.297	0.529
0.320	0.521
0.342	0.513
0.365	0.507
0.388	0.496
0.411	0.487
0.434	0.483
0.457	0.472

Deformacion horizontal (%)	Esfuerzo de Corte (kg/cm <sup>2</sup> )
0.000	0.000
0.011	0.364
0.023	0.464
0.046	0.546
0.068	0.586
0.091	0.634
0.114	0.681
0.137	0.701
0.160	0.738
0.183	0.774
0.205	0.798
0.228	0.811
0.251	0.813
0.274	0.823
0.297	0.817
0.320	0.823
0.342	0.829
0.365	0.835
0.388	0.829
0.411	0.823
0.434	0.817
0.457	0.811

Deformacion horizontal (%)	Esfuerzo de Corte (kg/cm <sup>2</sup> )
0.000	0.000
0.011	0.547
0.023	0.738
0.046	0.854
0.068	0.944
0.091	0.985
0.114	1.042
0.137	1.100
0.160	1.155
0.183	1.183
0.205	1.189
0.228	1.193
0.251	1.204
0.274	1.199
0.297	1.204
0.320	1.193
0.342	1.187
0.365	1.181
0.388	1.176
0.411	1.164
0.434	1.158
0.457	1.147

### OBSERVACIONES:

- Muestra tomada en campo por personal del cliente.
- Las muestras fueron remoldeadas al 95% de la densidad máxima 1.408 g/cm<sup>3</sup> a una humedad de 16.9%

Elaborado por:  
Miguel Angel Alfaro Huayanay  
Técnico de laboratorio de suelos, concreto y asfalto.  
HISGEOLAB S.A.C.

Firma:

Revisado por:  
Juan Carlos Zapata Silva  
Ing. Civil CIP 56346  
HISGEOLAB S.A.C.

Firma:



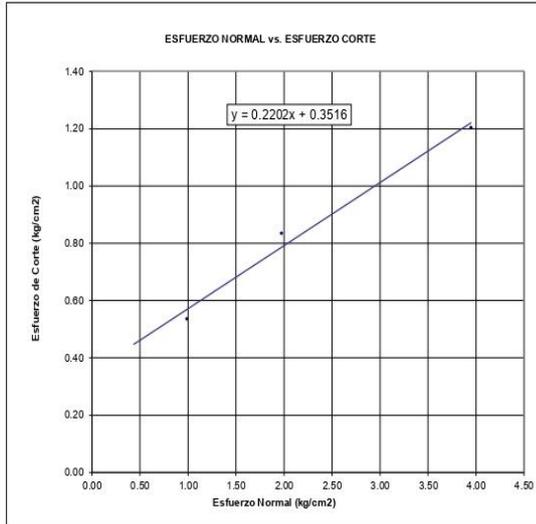
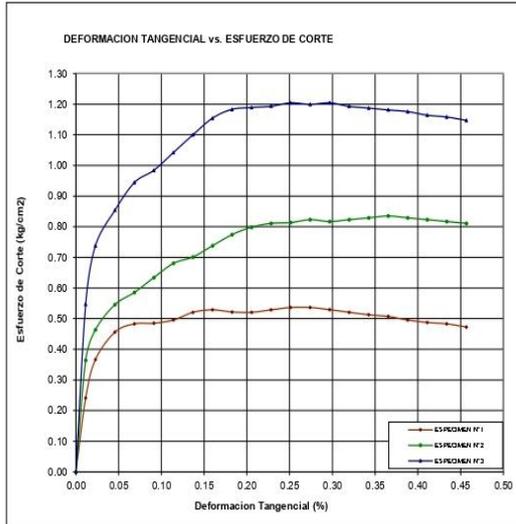
**ENSAYO DE CORTE DIRECTO BAJO CONDICIONES CONSOLIDADAS  
NO DRENADAS  
ASTM 3080**

Código	IF-TS-VGAL/FVAD-PN
Versión	01
Fecha	04-01-2024
Página	2 de 2

Tesis : Estabilización de subrasante aplicando fibra de plátano y ceniza de ichu en la carretera José Gálvez, Chanchamayo 2023  
Solicitante : Villanueva Gamarra Abelardo Leonardo / Fernández Villegas Arnold Darwin  
Ubicación : Chanchamayo  
Material : Arena arcillosa SUCS : CL  
Profundidad (m) : 0.00 - 1.50

**GRÁFICOS**

Velocidad de corte : 0.5 mm/min



**Resultados:**  
Cohesión  $c$  : 0.35 kg/cm<sup>2</sup>  
Angulo de fricción  $\phi$  : 12.4°

**OBSERVACIONES:**

- Muestra tomada en campo por personal del cliente.
- Las muestras fueron remoldeadas al 95% de la densidad máxima 1.408 g/cm<sup>3</sup> a una humedad de 16.9%

Elaborado por:  
Miguel Angel Alfaro Huayanay  
Técnico de laboratorio de suelos, concreto y asfalto.  
HISGEOLAB S.A.C.

Firma:

Revisado por:  
Juan Carlos Zapata Silva  
Ing. Civil CIP 56346  
HISGEOLAB S.A.C.

Firma:



## CAPACIDAD PORTANTE

### Método de Terzaghi

DATOS GENERALES	
Solicitante	: Villanueva Gamarra Abelardo Leonardo / Fernández Villegas Arnold Darwin
Universidad	: César Vallejo Sede Norte
Especialidad	: Ingeniería Civil
Tema de tesis	: Estabilización de subrasante aplicando fibra de plátano y ceniza de ichu en la carretera José Gálvez, Chanchamayo 2023
Ubicación	: Chanchamayo
Fecha de emisió	: 15/04/2024

### Cálculo de la capacidad de carga - Método de Terzaghi

Fórmula general:

$$q_u = C * N_c * S_c + q_o * N_q + \frac{1}{2} * \gamma * B * N_\gamma * S_\gamma$$

**Datos:** - Se asume base cuadrada

$$\gamma_{\text{suelo}} = 2.02 \text{ gr/cm}^3 \quad \Phi = 12.4^\circ \quad C = 350.0 \text{ gr/cm}^2$$

$$B = 50.0 \text{ cm} \quad D_f = 150.0 \text{ cm} \quad F_s = 3.00$$

$$q_o = D_f * \gamma_{\text{suelo}} \quad q_o = 303.0 \text{ gr/cm}^2$$

Factores de capacidad de carga:

$$N_q = \frac{a^2}{2 * \text{Cos}^2 \left( 45 + \frac{\Phi}{2} \right)}$$

$$N_c = \text{Cot}\Phi * [ N_q - 1 ]$$

$$a = e \left[ 3\pi/4 - \Phi/2 \right] * \tan\Phi$$

$$N_\gamma = \frac{\tan\Phi}{2} * \frac{K_{p\gamma}}{\text{Cos}^2\Phi} - 1$$

$$K_{p\gamma} = 3 * \tan^2 \left( 45 + \frac{\Phi + 33}{2} \right)$$

$$a = e \left[ 3\pi/4 - \Phi/2 \right] * \tan\Phi$$

$$a = 1.64$$

$$N_q = \frac{a^2}{2 * \text{Cos}^2 \left( 45 + \frac{\Phi}{2} \right)}$$

$$N_q = \frac{2.687}{0.785}$$

$$N_q = 3.42$$

$$N_c = \text{Cot}\Phi * (N_q - 1)$$

$$N_c = 4.548 * 2.42$$

$$N_c = 11.02$$

$$K_{py} = 3 * \tan^2 \left( 45 + \frac{\Phi + 33}{2} \right)$$

$$K_{py} = 297.25$$

$$N_y = \frac{\tan\Phi}{2} * \frac{K_{py}}{\text{Cos}^2\Phi} - 1$$

$$N_y = 0.11 * 311$$

$$N_y = 34.15$$

Factores de forma:

	Continua	Circular	Cuadrada
S <sub>c</sub>	1.00	1.30	1.30
S <sub>y</sub>	1.00	0.60	0.80

$$S_c = 1.30$$

$$S_y = 0.80$$

Aplicando la fórmula general:

#### Capacidad de carga última

$$q_u = C * N_c * S_c + q_o * N_q + \frac{1}{2} * \gamma * B * N_y * S_y$$

$$q_u = 350.0 * 11.0 * 1.3 + 303.0 * 3.4 + \frac{1}{2} * 2.02 * 50.0 * 34.1 * 0.8$$

$$q_u = 7428.749 \text{ gr/cm}^2 \qquad q_u = 74287.489 \text{ Kg/m}^2$$

#### Capacidad de carga admisible

$$q_{adm} = \frac{q_u}{F_s}$$

$$q_{adm} = \frac{7428.749}{3.00}$$

$$q_{adm} = 2476.250 \text{ gr/cm}^2$$

$$q_{adm} = 24762.496 \text{ Kg/m}^2$$

$$\rightarrow q_{adm} = 2.476 \text{ Kg/cm}^2 \text{ Suelo natural}$$

Elaborado por:

Miguel Angel Alfaro Huayanay  
Técnico de laboratorio de suelos, concreto y asfalto.  
HISGEOLAB S.A.C.

Firma:



Revisado por:

Juan Carlos Zapata Silva  
Ing. Civil CIP 56346  
HISGEOLAB S.A.C.

Firma:





## CAPACIDAD PORTANTE

### Método de Terzaghi

#### DATOS GENERALES

Solicitante	: Villanueva Gamarra Abelardo Leonardo / Fernández Villegas Arnold Darwin
Universidad	: César Vallejo Sede Norte
Especialidad	: Ingeniería Civil
Tema de tesis	: Estabilización de subrasante aplicando fibra de plátano y ceniza de ichu en la carretera José Gálvez, Chanchamayo 2023
Ubicación	: Chanchamayo
Fecha de emisión	: 15/04/2024

### Cálculo de la capacidad de carga - Método de Terzaghi

#### Fórmula general:

$$q_u = C * N_c * S_c + q_o * N_q + \frac{1}{2} * \gamma * B * N_\gamma * S_\gamma$$

**Datos:** - Se asume base cuadrada

$$\gamma_{\text{suelo}} = 1.79 \text{ gr/cm}^3 \quad \Phi = 16.3^\circ \quad C = 340.00 \text{ gr/cm}^2$$

$$B = 50.0 \text{ cm} \quad D_f = 150.0 \text{ cm} \quad F_s = 3.00$$

$$q_o = D_f * \gamma_{\text{suelo}} \quad q_o = 268.5 \text{ gr/cm}^2$$

#### Factores de capacidad de carga:

$$N_q = \frac{a^2}{2 * \cos^2 \left( 45 + \frac{\Phi}{2} \right)}$$

$$N_c = \cot \Phi * (N_q - 1)$$

$$a = e^{\left[ 3\pi/4 - \Phi/2 \right] * \tan \Phi}$$

$$N_\gamma = \frac{\tan \Phi}{2} * \frac{K_{p\gamma}}{\cos^2 \Phi} - 1$$

$$K_{p\gamma} = 3 * \tan^2 \left( 45 + \frac{\Phi + 33}{2} \right)$$

$$a = e^{\left[ 3\pi/4 - \Phi/2 \right] * \tan \Phi}$$

$$a = 1.91$$

$$N_q = \frac{a^2}{2 * \cos^2 \left( 45 + \frac{\Phi}{2} \right)}$$

$$N_q = \frac{3.650}{0.719}$$

$$N_q = 5.07$$

$$N_c = \text{Cot}\Phi * (N_q - 1) \quad N_c = 3.42 * 4.07 \quad N_c = 13.93$$

$$K_{py} = 3 * \tan^2 \left( 45 + \frac{\Phi + 33}{2} \right) \quad K_{py} = 363.45$$

$$N_y = \frac{\tan\Phi}{2} * \frac{K_{py}}{\text{Cos}^2\Phi} - 1 \quad N_y = 0.146 * 394 \quad N_y = 57.54$$

Factores de forma:

	Continua	Circular	Cuadrada
S <sub>c</sub>	1.00	1.30	1.30
S <sub>y</sub>	1.00	0.60	0.80

$$S_c = 1.30$$

$$S_y = 0.80$$

Aplicando la fórmula general:

#### Capacidad de carga última

$$q_u = C * N_c * S_c + q_o * N_q + \frac{1}{2} * \gamma * B * N_y * S_y$$

$$q_u = 340.0 * 13.9 * 1.3 + 268.5 * 5.1 + \frac{1}{2} * 1.79 * 50.0 * 57.5 * 0.8$$

$$q_u = 9581.173 \text{ gr/cm}^2 \quad q_u = 95811.725 \text{ Kg/m}^2$$

#### Capacidad de carga admisible

$$q_{adm} = \frac{q_u}{F_s} \quad q_{adm} = \frac{9581.173}{3.00}$$

$$q_{adm} = 3193.724 \text{ gr/cm}^2 \quad q_{adm} = 31937.242 \text{ Kg/m}^2$$

$$\rightarrow q_{adm} = 3.194 \text{ Kg/cm}^2 \text{ Suelo natural + Fibra de plátano}$$

Elaborado por:  
Miguel Angel Alfaro Huayanay  
Técnico de laboratorio de suelos, concreto y asfalto.  
HISGEOLAB S.A.C.

Firma:



Revisado por:  
Juan Carlos Zapata Silva  
Ing. Civil CIP 56346  
HISGEOLAB S.A.C.

Firma:





## CAPACIDAD PORTANTE

### Método de Terzaghi

DATOS GENERALES	
Solicitante	: Villanueva Gamarra Abelardo Leonardo / Fernández Villegas Arnold Darwin
Universidad	: César Vallejo Sede Norte
Especialidad	: Ingeniería Civil
Tema de tesis	: Estabilización de subrasante aplicando fibra de plátano y ceniza de ichu en la carretera José Gálvez, Chanchamayo 2023
Ubicación	: Chanchamayo
Fecha de emisión	: 15/04/2024

### Cálculo de la capacidad de carga - Método de Terzaghi

#### Fórmula general:

$$q_u = C * N_c * S_c + q_o * N_q + \frac{1}{2} * \gamma * B * N_\gamma * S_\gamma$$

**Datos:** - Se asume base cuadrada

$$\gamma_{\text{suelo}} = 1.91 \text{ gr/cm}^3 \quad \Phi = 16.1^\circ \quad C = 350.00 \text{ gr/cm}^2$$

$$B = 50.0 \text{ cm} \quad D_f = 150.0 \text{ cm} \quad F_s = 3.00$$

$$q_o = D_f * \gamma_{\text{suelo}} \quad q_o = 286.5 \text{ gr/cm}^2$$

#### Factores de capacidad de carga:

$$N_q = \frac{a^2}{2 * \text{Cos}^2 \left( 45 + \frac{\Phi}{2} \right)}$$

$$N_c = \text{Cot} \Phi * (N_q - 1)$$

$$a = e \left[ \frac{3\pi}{4} - \frac{\Phi}{2} \right] * \tan \Phi$$

$$N_\gamma = \frac{\tan \Phi}{2} * \frac{K_{p\gamma}}{\text{Cos}^2 \Phi} - 1$$

$$K_{p\gamma} = 3 * \tan^2 \left( 45 + \frac{\Phi}{2} + \frac{33}{2} \right)$$

$$a = e \left[ \frac{3\pi}{4} - \frac{\Phi}{2} \right] * \tan \Phi$$

$$a = 1.9$$

$$N_q = \frac{a^2}{2 * \text{Cos}^2 \left( 45 + \frac{\Phi}{2} \right)}$$

$$N_q = \frac{3.593}{0.723}$$

$$N_q = 4.97$$

$$N_c = \text{Cot}\Phi * (N_q - 1) \quad N_c = 3.465 * 3.97 \quad N_c = 13.76$$

$$K_{py} = 3 * \tan^2 \left( 45 + \frac{\Phi + 33}{2} \right) \quad K_{py} = 359.59$$

$$N_y = \frac{\tan\Phi}{2} * \frac{K_{py}}{\text{Cos}^2\Phi} - 1 \quad N_y = 0.144 * 389 \quad N_y = 56.07$$

**Factores de forma:**

	Continua	Circular	Cuadrada
S <sub>c</sub>	1.00	1.30	1.30
S <sub>y</sub>	1.00	0.60	0.80

$$S_c = 1.30$$

$$S_y = 0.80$$

**Aplicando la fórmula general:**

**Capacidad de carga última**

$$q_u = C * N_c * S_c + q_o * N_q + \frac{1}{2} * \gamma * B * N_y * S_y$$

$$q_u = 350.0 * 13.8 * 1.3 + 286.5 * 5.0 + \frac{1}{2} * 1.91 * 50.0 * 56.1 * 0.8$$

$$q_u = 9828.048 \text{ gr/cm}^2 \quad q_u = 98280.477 \text{ Kg/m}^2$$

**Capacidad de carga admisible**

$$q_{adm} = \frac{q_u}{F_s}$$

$$q_{adm} = \frac{9828.048}{3.00}$$

$$q_{adm} = 3276.016 \text{ gr/cm}^2$$

$$q_{adm} = 32760.159 \text{ Kg/m}^2$$

$$\rightarrow q_{adm} = 3.276 \text{ Kg/cm}^2 \text{ Suelo natural + Ceniza de ichu}$$

**Elaborado por:**

Miguel Angel Alfaro Huayanay  
Técnico de laboratorio de suelos, concreto y asfalto.  
HISGEOLAB S.A.C.

**Firma:**



**Revisado por:**

Juan Carlos Zapata Silva  
Ing. Civil CIP 56346  
HISGEOLAB S.A.C.

**Firma:**





INFORME		Código	IF-S-CPLF-PJ
DENSIDAD NATURAL POR EL MÉTODO DE REEMPLAZO DE ARENA EN EXCAVACIÓN MÉTODO DEL CONO DE ARENA		Versión	01
		Fecha	03-01-2023
		Página	1 de 3

FECHA: 15/04/2024

#### LABORATORIO MECANICA DE SUELOS

PROYECTO : Estabilización de subrasante aplicando fibra de plátano y ceniza de ichu en la carretera José Gálvez, Chanchamayo 2023

SOLICITANTE : Villanueva Gamarra Abelardo Leonardo / Fernández Villegas Arnold Darwin

UBICACIÓN : Chanchamayo

#### ENSAYO DE DENSIDAD DE CAMPO

MUESTRA: C - 01  
PROF (m): 1.50m

#### ENSAYO DE DENSIDAD DE CAMPO

##### MTC E 117 - 2016

1	Peso Equipo + Arena Inicial (gr)	7120.00		
2	Peso Equipo + Arena que queda (gr)	2852.00		
3	Peso Arena Empleada (1-2) (gr)	4268.00		
4	Peso Arena en Punta de Cono (gr)	1725.00		
5	Peso Arena del Hoyo (3-4) (gr)	2543.00		
6	Densidad de Arena Seca (gr)	1.53		
7	Volumen de Hoyo (5/6) (gr/cm <sup>3</sup> )	1658.84		
8	Peso del Suelo (gr)	2650.00		
9	Volumen del Suelo (7) (gr/cm <sup>3</sup> )	1658.84		
10	Densidad Húmeda (8/9) (gr/cm <sup>3</sup> )	1.60		

#### CONTENIDO DE HUMEDAD

##### MTC E 108 - 2016

11	Peso Recipiente + Suelo Húmedo (gr)	460.00		
12	Peso Recipiente + Suelo Seco (gr)	420.00		
13	Peso del Agua (11-12) (gr)	40.00		
14	Peso del Recipiente (gr)	40.00		
15	Peso Suelo Seco (12-14) (gr)	380.00		
16	Contenido de Humedad (13/15)*100 (%)	10.53%		
17	Densidad Seca (10/(100%+16))*100 (gr/cm <sup>3</sup> )	1.45		

#### Observaciones y Comentarios:

Elaborado por:  
Miguel Angel Alfaro Huayanay  
Especialista en laboratorio de suelos, concreto y asfalto.  
HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.

Revisado por:  
Juan Carlos Zapata Silva  
Ing. Civil CIP 56346  
HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.



INFORME		Código	IF-S-CPLF-PJ
DENSIDAD NATURAL POR EL MÉTODO DE REEMPLAZO DE ARENA EN EXCAVACIÓN MÉTODO DEL CONO DE ARENA		Versión	01
		Fecha	03-01-2023
		Página	1 de 3

FECHA: 15/04/2024

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS	
<b>PROYECTO</b>	: Estabilización de subrasante aplicando fibra de plátano y ceniza de ichu en la carretera José Gálvez, Chanchamayo 2023
<b>SOLICITANTE</b>	: Villanueva Gamarra Abelardo Leonardo / Fernández Villegas Arnold Darwin
<b>UBICACIÓN</b>	: Chanchamayo
ENSAYO DE DENSIDAD DE CAMPO	
<b>MUESTRA:</b>	C - 02
<b>PROF (m):</b>	1.50m

ENSAYO DE DENSIDAD DE CAMPO			
MTC E 117 - 2016			
1	Peso Equipo + Arena Inicial (gr)	7023.00	
2	Peso Equipo + Arena que queda (gr)	2860.00	
3	Peso Arena Empleada (1-2) (gr)	4163.00	
4	Peso Arena en Punta de Cono (gr)	1725.00	
5	Peso Arena del Hoyo (3-4) (gr)	2438.00	
6	Densidad de Arena Seca (gr)	1.53	
7	Volumen de Hoyo (5/6) (gr/cm <sup>3</sup> )	1590.35	
8	Peso del Suelo (gr)	2610.00	
9	Volumen del Suelo (7) (gr/cm <sup>3</sup> )	1590.35	
10	Densidad Húmeda (8/9) (gr/cm <sup>3</sup> )	1.64	

CONTENIDO DE HUMEDAD			
MTC E 108 - 2016			
11	Peso Recipiente + Suelo Húmedo (gr)	325.00	
12	Peso Recipiente + Suelo Seco (gr)	298.00	
13	Peso del Agua (11-12) (gr)	27.00	
14	Peso del Recipiente (gr)	35.00	
15	Peso Suelo Seco (12-14) (gr)	263.00	
16	Contenido de Humedad (13/15)*100 (%)	10.27%	
17	Densidad Seca (10/(100%+16))*100 (gr/cm <sup>3</sup> )	1.49	

Observaciones y Comentarios:

--

**Elaborado por:**  
Miguel Angel Alfaro Huayanay  
Especialista en laboratorio de suelos, concreto y asfalto.  
HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.

**Revisado por:**  
Juan Carlos Zapata Silva  
Ing. Civil CIP 56346  
HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.



## INFORME

### DENSIDAD NATURAL POR EL MÉTODO DE REEMPLAZO DE ARENA EN EXCAVACIÓN MÉTODO DEL CONO DE ARENA

Código	IF-S-CPLF-PJ
Versión	01
Fecha	03-01-2023
Página	1 de 3

FECHA: 15/04/2024

#### LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS

##### PROYECTO

: Estabilización de subrasante aplicando fibra de plátano y ceniza de ichu en la carretera José Gálvez, Chanchamayo 2023

SOLICITANTE : Villanueva Gamarra Abelardo Leonardo / Fernández Villegas Arnold Darwin

UBICACIÓN : Chanchamayo

#### ENSAYO DE DENSIDAD DE CAMPO

MUESTRA: C-03  
PROF (m): 1.50m

#### ENSAYO DE DENSIDAD DE CAMPO

##### MTC E 117 - 2016

1	Peso Equipo + Arena Inicial (gr)	7023.00		
2	Peso Equipo + Arena que queda (gr)	3020.00		
3	Peso Arena Empleada (1-2) (gr)	4003.00		
4	Peso Arena en Punta de Cono (gr)	1725.00		
5	Peso Arena del Hoyo (3-4) (gr)	2278.00		
6	Densidad de Arena Seca (gr)	1.53		
7	Volumen de Hoyo (5/6) (gr/cm <sup>3</sup> )	1485.98		
8	Peso del Suelo (gr)	2452.00		
9	Volumen del Suelo (7) (gr/cm <sup>3</sup> )	1485.98		
10	Densidad Húmeda (8/9) (gr/cm <sup>3</sup> )	1.65		

#### CONTENIDO DE HUMEDAD

##### MTC E 108 - 2016

11	Peso Recipiente + Suelo Húmedo (gr)	315.30		
12	Peso Recipiente + Suelo Seco (gr)	285.00		
13	Peso del Agua (11-12) (gr)	30.30		
14	Peso del Recipiente (gr)	35.00		
15	Peso Suelo Seco (12-14) (gr)	250.00		
16	Contenido de Humedad (13/15)*100 (%)	12.12%		
17	Densidad Seca (10/(100%+16))*100 (gr/cm <sup>3</sup> )	1.47		

#### Observaciones y Comentarios:

Elaborado por:  
Miguel Angel Alfaro Huayanay  
Especialista en laboratorio de suelos, concreto y asfalto.  
HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.

Revisado por:  
Juan Carlos Zapata Silva  
Ing. Civil CIP 56346  
HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.

# Certificados de calibración de equipos



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



## Certificado de Calibración

**TC - 24536 - 2023**

Proforma : 25560A Fecha de emisión : 2023-12-21

**Solicitante** : HISGEOLAB S.A.C.  
Dirección : Av. Chimpu Ocllo 155. Urb. Santa Isabel Carabayllo

**Instrumento de medición** : **Balanza**  
Tipo : Electrónica  
Marca : OHAUS  
Modelo : R31P30  
N° de Serie : 8335460393  
Capacidad Máxima : 30000 g  
Resolución : 10 g  
División de Verificación : 10 g  
Clase de Exactitud : III  
Capacidad Mínima : 200 g  
Procedencia : CHINA  
Identificación : No indica  
Ubicación : LABORATORIO DE SUELOS  
Variación de  $\Delta T$  Local : 7 °C  
Fecha de Calibración : 2023-12-21

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).

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

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.

**Lugar de calibración**  
Instalaciones de HISGEOLAB S.A.C.

**Método de calibración**  
La calibración se realizó por comparación directa entre las indicaciones de lectura de la balanza y las cargas aplicadas mediante pesas patrones 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.

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



Certificado de Calibración  
TC - 24536 - 2023

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-03039-2023 Abril 2023
Patrones de Referencia de TEST & CONTROL	Juego de Pesas 2 kg Clase de Exactitud M2	TC-08248-2023 Abril 2023
Patrones de Referencia de TEST & CONTROL	Juego de Pesas 5 kg Clase de Exactitud M2	TC-08249-2023 Abril 2023
Patrones de Referencia de TEST & CONTROL	Juego de Pesas 10 kg Clase de Exactitud M2	TC-08250-2023 Abril 2023
Patrones de Referencia de TEST & CONTROL	Juego de Pesas 20 kg Clase de Exactitud M2	TC-08151-2023 Abril 2023

RESULTADOS DE MEDICIÓN

Inspección visual

Ajuste de Cero	Tiene	Escala	No Tiene
Oscilación Libre	Tiene	Cursor	No Tiene
Plataforma	Tiene	Nivelación	Tiene
Sistema de Traba	No Tiene		

Ensayo de repetibilidad

Magnitud	Inicial	Final
Temperatura	22,0 °C	21,9 °C
Humedad Relativa	66 %	65 %

Medición N°	Carga (g)	I (g)	$\Delta L$ (g)	E (g)	Medición N°	Carga (g)	I (g)	$\Delta L$ (g)	E (g)
1	15000	15 000,00	6,00	-1,00	1	30000	30 000,00	4,00	1,00
2		15 000,00	6,00	-1,00	2		30 000,00	3,00	2,00
3		15 000,00	7,00	-2,00	3		30 000,00	6,00	-1,00
4		15 000,00	6,00	-1,00	4		30 000,00	4,00	1,00
5		15 000,00	7,00	-2,00	5		30 000,00	3,00	2,00
6		15 000,00	6,00	-1,00	6		30 000,00	6,00	-1,00
7		15 000,00	7,00	-2,00	7		30 000,00	6,00	-1,00
8		15 000,00	7,00	-2,00	8		30 000,00	4,00	1,00
9		15 000,00	6,00	-1,00	9		30 000,00	6,00	-1,00
10		15 000,00	4,00	1,00	10		30 000,00	4,00	1,00
Emax - Emin   (g)				3,00	Emax - Emin   (g)				3,00
e.m.p. $\pm$ (g)				20	e.m.p. $\pm$ (g)				30

Certificado de Calibración  
TC - 24536 - 2023

2	5
3	4

Ensayo de excentricidad

Magnitud	Inicial	Final
Temperatura	21,9 °C	21,9 °C
Humedad Relativa	65 %	65 %

N°	Determinación de Eo				Determinación del Error Corregido Ec					e.m.p. ± (g)
	Carga (g)	I (g)	ΔL (g)	Eo (g)	Carga (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)	
1	10	10,00	8,00	-3,00	10000	10 000,00	6,00	-1,00	2,00	20
2		10,00	9,00	-4,00		10 000,00	7,00	-2,00	2,00	
3		10,00	8,00	-3,00		10 000,00	7,00	-2,00	1,00	
4		10,00	7,00	-2,00		10 000,00	6,00	-1,00	1,00	
5		10,00	8,00	-3,00		10 000,00	7,00	-2,00	1,00	

Ensayo de pesaje

Magnitud	Inicial	Final
Temperatura	21,9 °C	21,8 °C
Humedad Relativa	65 %	65 %

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)	
10,00	10,00	9,00	-4,00						
200,00	200,00	8,00	-3,00	1,00	200,00	9,00	-4,00	0,00	10
500,00	500,00	7,00	-2,00	2,00	500,00	8,00	-3,00	1,00	10
2 000,01	2 000,00	6,00	-1,01	2,99	2 000,00	7,00	-2,01	1,99	10
6 000,17	6 000,00	8,00	-3,17	0,83	6 000,00	8,00	-3,17	0,83	20
8 000,18	8 000,00	7,00	-2,18	1,82	8 000,00	7,00	-2,18	1,82	20
10 000,50	10 000,00	6,00	-1,50	2,50	10 000,00	7,00	-2,50	1,50	20
15 000,66	15 000,00	4,00	0,34	4,34	15 000,00	6,00	-1,66	2,34	20
20 000,80	20 000,00	3,00	1,20	5,20	20 000,00	9,00	-4,80	-0,80	20
25 000,96	25 000,00	4,00	0,04	4,04	25 000,00	6,00	-1,96	2,04	30
30 001,30	30 000,00	4,00	-0,30	3,70	30 000,00	9,00	-5,30	-1,30	30

Donde:

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

ΔL : Carga incrementada  
E : Error encontrado

Eo : Error en cero  
Ec : Error corregido

Lectura corregida e incertidumbre de la balanza

$$\begin{aligned} \text{Lectura Corregida} &= R - 2,01 \times 10^{-4} \times R \\ \text{Incertidumbre Expandida} &= 2 \times \sqrt{2,13 \times 10^{-1} \text{ g}^2 + 2,45 \times 10^{-9} \times R^2} \end{aligned}$$

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 29 995,00 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

## Certificado de Calibración

**TC - 24539 - 2023**

Proforma : 25560A Fecha de emisión : 2023-12-21

**Solicitante** : HISGEOLAB S.A.C.  
Dirección : Av. Chimpu Ocllo 155. Urb. Santa Isabel Carabayllo

**Instrumento de medición** : Balanza  
Tipo : Electrónica  
Marca : OHAUS  
Modelo : PR4202 / E  
N° de Serie : C117636428  
Capacidad Máxima : 4200 g  
Resolución : 0,01 g  
División de Verificación : 0,1 g  
Clase de Exactitud : II  
Capacidad Mínima : 0,5 g  
Procedencia : CHINA  
Identificación : ING-EG-070  
Ubicación : LABORATORIO DE SUELOS  
Variación de  $\Delta T$  Local : 4 °C  
Fecha de Calibración : 2023-12-21

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 HISGEOLAB 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 patrones según procedimiento PC-011 "Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento No Automático Clase I y II". Cuarta 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.



**Lic. Nicolás Ramos Paucar**  
Gerente Técnico  
CFP: 0316

Certificado de Calibración  
TC - 24539 - 2023

Trazabilidad

Trazabilidad	Patrón de trabajo	Certificado de calibración
Patrones de Referencia de KOSSOMET	Juego de Pesas 1 mg a 1 kg Clase de Exactitud F1	PE23-C-0191 Marzo 2023
Patrones de Referencia de DM-INACAL	Juego de Pesas 1 kg a 5 kg Clase de Exactitud F1	LM-C-026-2023 Enero 2023

RESULTADOS DE MEDICIÓN

Inspección visual

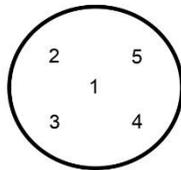
Ajuste de Cero	Tiene	Escala	No Tiene
Oscilación Libre	Tiene	Cursor	No Tiene
Plataforma	Tiene	Nivelación	Tiene
Sistema de Traba	No Tiene		

Ensayo de repetibilidad

Magnitud	Inicial	Final
Temperatura	22,0 °C	21,9 °C
Humedad Relativa	65 %	64 %

Medición N°	Carga (g)	I (g)	ΔL (mg)	E (mg)	Medición N°	Carga (g)	I (g)	ΔL (mg)	E (mg)
1	2 100,000	2 100,00	8	-3	1	4 200,000	4 200,01	6	9
2		2 100,00	7	-2	2		4 200,00	7	-2
3		2 100,00	7	-2	3		4 200,00	8	-3
4		2 100,00	8	-3	4		4 200,01	8	7
5		2 100,00	7	-2	5		4 200,01	7	8
6		2 100,00	6	-1	6		4 200,00	6	-1
7		2 100,00	7	-2	7		4 200,00	7	-2
8		2 100,00	8	-3	8		4 200,00	8	-3
9		2 100,00	7	-2	9		4 200,00	7	-2
10		2 100,00	6	-1	10		4 200,00	8	-3
Emáx - Emin   (mg)				2	Emáx - Emin   (mg)				12
error máximo permitido (±mg)				300	error máximo permitido (±mg)				300

Certificado de Calibración  
TC - 24539 - 2023



Ensayo de excentricidad

Magnitud	Inicial	Final
Temperatura	21,9 °C	22,1 °C
Humedad Relativa	64 %	65 %

N°	Determinación de Error Eo				Determinación de Error Corregido Ec					e.m.p. (±mg)
	Carga (g)	I (g)	ΔL (mg)	Eo (mg)	Carga (g)	I (g)	ΔL (mg)	E (mg)	Ec (mg)	
1	1,000	1,00	9	-4	1 400,000	1 400,00	8	-3	1	200
2		1,00	8	-3		1 399,99	7	-12	-9	
3		1,00	9	-4		1 400,00	6	-1	3	
4		1,00	8	-3		1 400,00	7	-2	1	
5		1,00	9	-4		1 399,99	6	-11	-7	

Ensayo de pesaje

Magnitud	Inicial	Final
Temperatura	22,1 °C	22,0 °C
Humedad Relativa	65 %	65 %

Carga (g)	Crecientes				Decrecientes				e.m.p. (±mg)
	I (g)	ΔL (mg)	E (mg)	Ec (mg)	I (g)	ΔL (mg)	E (mg)	Ec (mg)	
0,100	0,10	9	-4						
0,500	0,50	8	-3	1	0,50	9	-4	0	100
100,000	100,00	7	-2	2	100,00	8	-3	1	100
500,001	500,00	8	-3	1	500,00	7	-2	2	100
840,001	840,00	7	-3	1	840,00	8	-4	0	200
1 000,001	1 000,00	6	-2	2	1 000,00	6	-2	2	200
1 500,002	1 500,00	7	-4	1	1 500,00	7	-4	1	200
2 000,004	2 000,00	7	-6	-2	2 000,00	6	-5	-1	200
2 500,004	2 500,00	6	-5	-1	2 500,00	7	-6	-2	300
3 000,005	3 000,00	4	-4	0	3 000,00	4	-4	0	300
4 200,001	4 200,01	4	10	14	4 200,01	4	10	14	300

Donde:

I : Indicación de la balanza  
R : Lectura de la balanza posterior a la calibración (g)  
ΔL : Carga adicional  
E : Error del instrumento  
Eo : Error en cero  
Ec : Error corregido

Lectura corregida e incertidumbre de la balanza

Lectura Corregida	:	$R_{\text{corregida}} = R - 8,23 \times 10^{-7} \times R$
Incertidumbre Expandida	:	$U_R = 2 \times \sqrt{2,62 \times 10^{-3} \text{ g}^2 + 1,21 \times 10^{-9} \times R^2}$

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 4 199,82 g para una carga de valor nominal 4200 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

## Certificado de Calibración

**TC - 24631 - 2023**

PROFORMA : 25560A Fecha de emisión: 2023-12-21

Página : 1 de 2

**SOLICITANTE : HISGEOLAB S.A.C.**  
DIRECCIÓN : Av. Chimpu Oclo 155. Urb. Santa Isabel Carabaylo

**INSTRUMENTO DE MEDICIÓN : COPA CASAGRANDE**  
Marca : PINZUAR  
Modelo : PS11  
N° de Serie : 1983  
Procedencia : COLOMBIA  
N° de Parte : NO INDICA  
Identificación : NO INDICA  
Ubicación : Laboratorio de suelos  
Fecha de Calibración : 2023-12-21

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 HISGEOLAB 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 MTCE 110 - 2000 en base a ASTM-D4318 .

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

### CONDICIONES AMBIENTALES

Magnitud	Inicial	Final
Temperatura	24,1 °C	24,3 °C
Humedad Relativa	64,0 %	65,0 %

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
Bloque patrón de longitud Grado 0 DM - INACAL	Pie de Rey 0 mm a 300 mm	TC - 21586 - 2022
Láser estabilizado de He-Ne 633 nm Con incertidumbre del orden de 0,08 µm.	REGLA 0mm a 1000 mm	LLA-034-2023

**RESULTADOS DE MEDICIÓN**

Descripción		Dimensiones					
		Valor Nominal (mm)	Valor Medido (mm)	Error (mm)	Tolerancia (mm)	Incertidumbre (mm)	
COPA	Radio de la copa	A	54	54,12	0,12	0,5	0,02
	Espesor de la copa	B	2	2,01	0,01	0,1	0,02
	Profundidad de la copa	C	27	27,24	0,24	0,5	0,02
BASE	Copa desde la guía del elevador hasta la base	U	47	47,19	0,19	1	0,02
	Espesor de la copa	K	50	51,35	1,35	2	0,02
	Largo	L	150	149,51	-0,49	2	0,02
	Ancho	M	125	125,31	0,31	2	0,02

Elemento / Característica	Especificación	Tolerancia	Promedio Obtenido	Estado	Conclusión
Base de Goma (rebote por resiliencia)	Según norma ASTM-D4318 Mín. 7,7 in y Máx. 9 in	N.A	8,4 in	conforme	Se acepta

**OBSERVACIONES**

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

**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



## Certificado de Calibración

### TC - 24635 - 2023

Proforma : 25560A Fecha de emisión: 2023-12-21 Página : 1 de 2

Solicitante : HISGEOLAB S.A.C.  
Dirección : Av. Chimpu Ocllo 155. Urb. Santa Isabel Carabayllo

**Instrumento de medición** : PRENSA CBR  
Marca : METROTEST  
Modelo : H3-C3-5t-6B  
N° de Serie : No Indica  
Alcance de indicación : 5000 kg  
Resolución : 0,1 kg  
Procedencia : No Indica  
Identificación : 455  
Ubicación : Laboratorio De Suelos  
Fecha de Calibración : 2023-12-21

**Lugar de calibración**  
Instalaciones de HISGEOLAB S.A.C.

**Método de calibración**  
La calibración se efectuó por comparación directa tomando como referencia la norma UNE-EN ISO 376. Calibración de los instrumentos de medida de fuerza utilizados para la verificación de las máquinas de ensayo uniaxial.

#### Condiciones de calibración

Magnitud	Inicial	Final
Temperatura	24,2 °C	24,2 °C
Humedad Relativa	58,2 %HR	59,2 %HR

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.

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).

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.

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.



Lic. Nicolás Ramos Paucar  
Gerente Técnico  
CFP: 0316



Certificado : TC - 24635 - 2023

Página : 2 de 2

**Trazabilidad**

Patrón de Referencia	Patrón de Trabajo	Certificado de Calibración
Patrones de Referencia de AEP TRANSDUCERS	Celda de carga de capacidad 3 MN Modelo CLFlex Indicador digital modelo MP6plus	LAT 093 9623F
Patrón de Referencia del DM-INACAL	Manómetro Digital 0 bar a 700 bar Clase de Exactitud 0,05	LFP-C-049-2023 Abril 2023

**Resultados de calibración**

RESULTADOS			
INDICACIÓN DEL EQUIPO BAJO CALIBRACIÓN	INDICACIÓN DEL PATRÓN	ERROR	INCERTIDUMBRE
kg	kg	kg	kg
500,7	500,00	0,70	0,06
1 000,2	1 000,00	0,20	0,07
1 499,6	1 500,00	-0,40	0,08
1 998,7	2 000,00	-1,30	0,08
2 496,4	2 500,00	-3,60	0,10
2 994,7	3 000,00	-5,30	0,11
3 492,1	3 500,00	-7,90	0,12
3 991,1	4 000,00	-8,90	0,12
4 489,7	4 500,00	-10,30	0,13
4 987,4	5 000,00	-12,60	0,13

**Observaciones**

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

**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%.

FIN DEL DOCUMENTO



## Certificado de Calibración

### TC - 24683 - 2023

**Proforma** : 25560A      Fecha de emisión: 2023-12-22      **Página** : 1 de 2

**Solicitante** : HISGEOLAB S.A.C.  
Dirección : Av. Chimpu Oclo 155. Urb. Santa Isabel Carabaylo

**Instrumento de medición** : MÁQUINA DE CORTE DIRECTO DE SUELOS  
Marca : PINZUAR  
Modelo : PS-107-C  
N° de Serie : 131  
Alcance de indicación : 2500 N  
Resolución : 0,2 N  
Procedencia : No Indica  
Identificación : No Indica  
Ubicación : Laboratorio De Suelos  
Fecha de Calibración : 2023-12-22

**Lugar de calibración**  
Instalaciones de HISGEOLAB S.A.C.

**Método de calibración**  
La calibración se efectuó por comparación directa tomando como referencia la norma UNE-EN ISO 376. Calibración de los instrumentos de medida de fuerza utilizados para la verificación de las máquinas de ensayo uniaxial.

#### Condiciones de calibración

Magnitud	Inicial	Final
Temperatura	25,1 °C	25,3 °C
Humedad Relativa	54,1 %HR	54,1 %HR

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

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).

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.

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.



Certificado : TC - 24683 - 2023

Página : 2 de 2

**Trazabilidad**

Patrón de Referencia	Patrón de Trabajo	Certificado de Calibración
Patrones de Referencia de AEP TRANSDUCERS	Celda de carga de capacidad 3 MN Modelo CLFlex Indicador digital modelo MP6plus	LAT 093 9623F

**Resultados de calibración**

RESULTADOS			
INDICACIÓN DEL EQUIPO BAJO CALIBRACIÓN	INDICACIÓN DEL PATRÓN	ERROR	INCERTIDUMBRE
N	N	N	N
200,0	210,91	-10,91	0,12
400,0	421,03	-21,03	0,14
600,0	627,64	-27,64	0,14
800,0	833,95	-33,95	0,14
1 000,0	1 039,52	-39,52	0,15
1 200,0	1 245,34	-45,34	0,16
1 400,0	1 451,35	-51,35	0,17
1 600,0	1 652,48	-52,48	0,18
1 800,0	1 853,89	-53,89	0,18
2 000,0	2 064,71	-64,71	0,19

**Observaciones**

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

**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%.

FIN DEL DOCUMENTO



## Certificado de Calibración

### TC - 24686 - 2023

Proforma : 25560A Fecha de emisión: 2023-12-22 Página : 1 de 2

**Solicitante** : HISGEOLAB S.A.C.  
Dirección : Av. Chimpu Odlo 155. Urb. Santa Isabel Carabayllo

**Instrumento de medición** : **MARTILLO ENSAYO PROCTOR MODIFICADO**

Marca : METROTEST  
Modelo : No Indica  
N° de Serie : No Indica  
Procedencia : No Indica  
Identificación : No Indica  
Fecha de Calibración : 2023-12-22  
Ubicación : Laboratorio De Suelos

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 HISGEOLAB 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-1557.

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 de calibración

Magnitud	Inicial	Final
Temperatura	25,2 °C	25,5 °C
Humedad Relativa	53,1 %HR	52,1 %HR

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. Nicolás Ramos Paucar  
Gerente Técnico  
CFP: 0316



Certificado : TC - 24686 - 2023

Página : 2 de 2

**Trazabilidad**

Patrón de Referencia	Patrón de Trabajo	Certificado de Calibración
Juego de Pesas CLASE F1	Balanza 22 kg Clase II	TC-06542-2023
Bloque patrón de longitud Grado 0 DM - INACAL	Pie de Rey 0 mm a 300 mm	TC-21586-2022
Láser estabilizado de He-Ne 633 nm DM-INACAL	Regla 0 mm a 1000 mm	LLA -034-2023

**Resultados de medición**

**Altura de Caída del Pistón**

Valor Nominal ( mm )	Valor Medido ( mm )	Corrección ( mm )	Incertidumbre ( mm )
457,0	458,20	1,20	0,02

**Diametro del Pistón**

Valor Nominal ( mm )	Valor Medido ( mm )	Corrección ( mm )	Incertidumbre ( mm )
50,80	50,12	-0,68	0,01

**Masa del Pistón**

Valor Nominal ( g )	Valor Medido ( g )	Corrección ( g )	Incertidumbre ( g )
4540,0	4503,00	-37,00	0,11

**Observaciones**

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

**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%.

FIN DEL DOCUMENTO



## Certificado de Calibración

### TC - 24687 - 2023

Proforma : 25560A Fecha de emisión: 2023-12-22 Página : 1 de 2

**Solicitante** : HISGEOLAB S.A.C.  
Dirección : Av. Chimpu Odlo 155. Urb. Santa Isabel Carabaylo

**Instrumento de medición** : **MARTILLO ENSAYO PROCTOR MODIFICADO**  
Marca : METROTEST  
Modelo : No Indica  
N° de Serie : No Indica  
Procedencia : No Indica  
Identificación : No Indica  
Fecha de Calibración : 2023-12-22  
Ubicación : Laboratorio De Suelos

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 HISGEOLAB 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-1557.

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 de calibración**

Magnitud	Inicial	Final
Temperatura	25,3 °C	25,5 °C
Humedad Relativa	53,1 %HR	53,1 %HR

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. Nicolás Ramos Paucar*  
Gerente Técnico  
CFP: 0316



Certificado : TC - 24687 - 2023

Página : 2 de 2

**Trazabilidad**

Patrón de Referencia	Patrón de Trabajo	Certificado de Calibración
Juego de Pesas CLASE F1	Balanza 22 kg Clase II	TC-06542-2023
Bloque patrón de longitud Grado 0 DM - INACAL	Pie de Rey 0 mm a 300 mm	TC-21586-2022
Láser estabilizado de He-Ne 633 nm DM-INACAL	Regla 0 mm a 1000 mm	LLA -034-2023

**Resultados de medición**

**Altura de Caída del Pistón**

Valor Nominal ( mm )	Valor Medido ( mm )	Corrección ( mm )	Incertidumbre ( mm )
457,0	453,10	-3,90	0,02

**Diametro del Pistón**

Valor Nominal ( mm )	Valor Medido ( mm )	Corrección ( mm )	Incertidumbre ( mm )
50,80	50,20	-0,60	0,01

**Masa del Pistón**

Valor Nominal ( g )	Valor Medido ( g )	Corrección ( g )	Incertidumbre ( g )
4540,0	4510,00	-30,00	0,11

**Observaciones**

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

**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%.

FIN DEL DOCUMENTO



# Boleta de ensayos de laboratorio

**HIS GEOLAB S.A.C.**  
 AV. CHIMPU OCLLO 155 URB. SANTA ISABEL CARABAYLLO  
 CARABAYLLO - LIMA - LIMA

**BOLETA DE VENTA ELECTRONICA**  
**RUC: 20608533321**  
**EB01-1**

Fecha de Vencimiento :  
 Fecha de Emisión : **21/05/2024**  
 Señor(es) : **ABELARDO LEONARDO VILLANUEVA**  
 : **GAMARRA**  
 DNI : **74929307**  
 Tipo de Moneda : **SOLES**  
 Observación :

Cantidad	Unidad Medida	Descripción	Valor Unitario(*)	Descuento(*)	Importe de Venta(**)	ICBPER
1.00	UNIDAD	ELABORACION DE ENSAYOS PARA LA TESIS DE INVESTIGACION CUYO TITULO ES ESTABILIZACION DE SUBRASANTE APLICANDO FIBRA DE PLATANO Y CENIZA DE ICHU EN LA CARRETERA JOSE GALVEZ	3838.984	0.00	4,530.00112	0.00
Otros Cargos :						S/ 0.00
Otros Tributos :						S/0.00
ICBPER :						S/ 0.00
Importe Total :						S/4,530.00

**SON: CUATRO MIL QUINIENTOS TREINTA Y 00/100 SOLES**

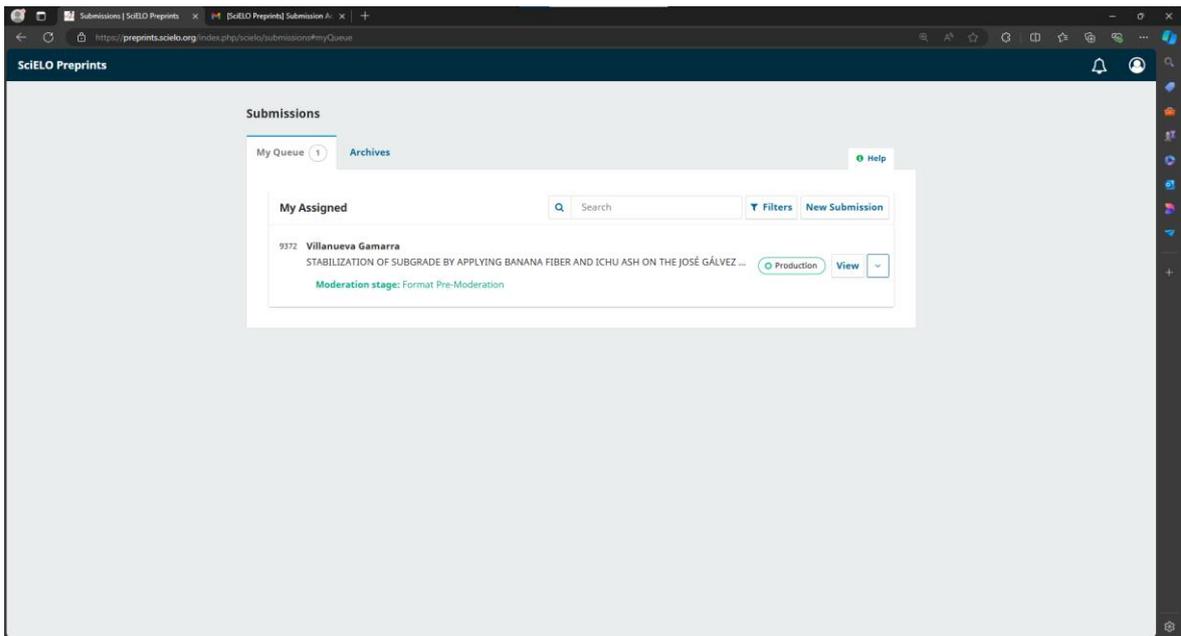
(\*) Sin impuestos.  
 (\*\*) Incluye impuestos, de ser Op. Gravada.

Op. Gravada :	S/ 3,838.98
Op. Exonerada :	S/ 0.00
Op. Inafecta :	S/ 0.00
ISC :	S/ 0.00
IGV :	S/ 691.02
ICBPER :	S/ 0.00
Otros Cargos :	S/ 0.00
Otros Tributos :	S/ 0.00
Monto de Redondeo :	S/ 0.00
<b>Importe Total :</b>	<b>S/ 4,530.00</b>

*Esta es una representación impresa de la Boleta de Venta Electrónica, generada en el Sistema de la SUNAT. El Emisor Electrónico puede verificarla utilizando su clave SOL, el Adquirente o Usuario puede consultar su validez en SUNAT Virtual: [www.sunat.gob.pe](http://www.sunat.gob.pe), en Opciones sin Clave SOL/ Consulta de Validez del CPE.*

# Evidencia de postulación a Revista Científica

## Entregado a la revista Scielo PrePrints



## Correo electrónico de la evidencia

