UNIVERSIDAD NACIONAL INTERCULTURAL "FABIOLA SALAZAR LEGUÍA" DE BAGUA

FACULTAD DE INGENIERÍAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Evaluación de la capacidad de soporte (CBR) de suelos A-6 mediante la sustitución parcial de cal por ceniza de cáscara de arroz en Cajaruro, Amazonas

TESIS PARA OBTENER

EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

Autores:

Bach. Jean Carlos Bardales Suarez

Bach. Jean Erich Vasquez Delgado

Asesor:

Mg. Ing. Wilmer Rojas Pintado

Coasesor:

Dr. Papa Pio Ascona Garcia

BAGUA – PERÚ

2026

DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD DEL ASESOR

Yo, Rojas Pintado, Wilmer, docente de la escuela profesional de Ingeniería Civil de la Universidad Nacional Intercultural Fabiola Salazar Leguía de Bagua, asesor del informe de tesis titulado: "Evaluación de la capacidad de soporte (CBR) de suelos A-6 mediante la sustitución parcial de la cal por ceniza de cáscara de arroz en Cajaruro, Amazonas" de los autores Jean Carlos Bardales Suarez y Jean Erich Vasquez Delgado, 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 al plagio. A mi leal saber y entender el proyecto de investigación cumple con las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad Nacional Intercultural Fabiola Salazar Leguía de Bagua.

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 Nacional Intercultural Fabiola Salazar Leguía de Bagua.

Bagua, 31 de agosto del 2026

Apellidos y Nombres del Asesor: Rojas Pintado, Wilmer	
DNI: 41000674	FIRMA
ORCID: https://orcid.org/0000-0002-5529-4451	
CORREO: wrojasp@unibagua.edu.pe	

DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD DEL COASESOR

Yo, Ascona Garcia, Papa Pio, docente de la escuela profesional de Ingeniería Civil de la Universidad Nacional Intercultural Fabiola Salazar Leguía de Bagua, coasesor del informe de tesis titulado: "Evaluación de la capacidad de soporte (CBR) de suelos A-6 mediante la sustitución parcial de la cal por ceniza de cáscara de arroz en Cajaruro, Amazonas" de los autores Jean Carlos Bardales Suarez y Jean Erich Vasquez Delgado, 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 al plagio. A mi leal saber y entender el proyecto de investigación cumple con las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad Nacional Intercultural Fabiola Salazar Leguía de Bagua.

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 Nacional Intercultural Fabiola Salazar Leguía de Bagua.

Bagua, 31 de agosto del 2026

Apellidos y Nombres del Coasesor: Acona Garcia, Papa Pio	
DNI: 23523733	FIRMA
ORCID: https://orcid.org/0000-0001-5795-6079	
CORREO: pascona@unibagua.edu.pe	

DECLARATORIA DE ORIGINALIDAD DEL AUTOR

Yo, Jean Carlos Bardales Suarez, egresado de la escuela profesional de Ingeniería Civil de la Universidad Nacional Intercultural Fabiola Salazar Leguía de Bagua, declaro bajo juramento que todos los datos e información que acompañe al informe de tesis titulado: *"Evaluación de la capacidad de soporte (CBR) de suelos A-6 mediante la sustitución parcial de cal por ceniza de cáscara de arroz en Cajaruro, Amazonas"* es de mi autoría, por lo tanto, declaro que el proyecto de investigación:

1). No ha sido plagiado ni total, ni parcial.

2) He mencionado todas las fuentes empleadas, identificando correctamente toda cita textual o de paráfrasis provenientes de otras fuentes.

3) No ha sido publicado ni presentado 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, asumo la responsabilidad que corresponde 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 vigente de la Universidad Nacional Intercultural Fabiola Salazar Leguía de Bagua.

Bagua, 31 de agosto del 2026.

Apellidos y Nombres del Autor: Bardales Suarez	
DNI: 76288597	FIRMA: 
ORCID: https://orcid.org/0000-0001-6966-9579	
CORREO: jbardales@unibagua.edu.pe	

DECLARATORIA DE ORIGINALIDAD DEL AUTOR

Yo, Jean Erich Vasquez Delgado, egresado de la escuela profesional de Ingeniería Civil de la Universidad Nacional Intercultural Fabiola Salazar Leguía de Bagua, declaro bajo juramento que todos los datos e información que acompañe al informe de tesis titulado: *"Evaluación de la capacidad de soporte (CBR) de suelos A-6 mediante la sustitución parcial de cal por ceniza de cáscara de arroz en Cajaruro, Amazonas"* es de mi autoría, por lo tanto, declaro que el proyecto de investigación:

1). No ha sido plagiado ni total, ni parcial.

2) He mencionado todas las fuentes empleadas, identificando correctamente toda cita textual o de paráfrasis provenientes de otras fuentes.

3) No ha sido publicado ni presentado 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, asumo la responsabilidad que corresponde 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 vigente de la Universidad Nacional Intercultural Fabiola Salazar Leguía de Bagua.

Bagua, 31 de agosto del 2026.

Apellidos y Nombres del Autor: Vasquez Delgado, Jean Erich	
DNI: 70561650	FIRMA: 
ORCID: https://orcid.org/0000-0002-8642-9793	
CORREO: jvasquezd@unibagua.edu.pe	

DEDICATORIA

A mis padres y a mi familia, ya que son el soporte más importante en cada etapa de este camino, debido a su amor, entrega, confianza constante, consejos oportunos, muestras de afecto, los cuales representaron la fuerza necesaria para afrontar los retos presentados, perseverar hasta lograr este objetivo que también simboliza un reconocimiento a su esfuerzo y dedicación.

Con profunda gratitud, dedico este trabajo como un sincero homenaje a su guía, dedicación y fe en mí, pues sin su respaldo nada de esto habría sido posible.

Jean Carlos Bardales Suarez

A mis padres, por darme cariño, guía y apoyo durante mi formación; a mi hermano, por su cariño, alegría, compañía permanente que me motivó a seguir adelante ante cada desafío.

A mis abuelos, por sus enseñanzas, afecto, respaldo a lo largo de mi vida, especialmente a mi abuela, quien desde el cielo continúa siendo una fuente de inspiración en cada logro alcanzado.

Jean Erich Vasquez Delgado

AGRADECIMIENTO

A mis padres, tíos, abuelos, por ser mi mayor fuente de fortaleza mediante su cariño, sacrificios, consejos, acompañamiento permanente durante este camino, cuya dedicación permitió superar dificultades, alcanzar cada meta propuesta, valorar profundamente el vínculo familiar que me impulsa a continuar con gratitud en cada etapa.

Jean Carlos Bardales Suarez

A Dios, por brindarme fortaleza para alcanzar esta meta; a mi alma mater, por contribuir en mi formación profesional, proporcionándome conocimientos, experiencias, herramientas esenciales para el desarrollo de este estudio; a mi familia, por su respaldo constante, a mis asesores de tesis, por su orientación, acompañamiento académico durante cada etapa de este proceso.

Jean Erich Vasquez Delgado

ÍNDICE DE CONTENIDOS

DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD DEL ASESOR 2

DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD DEL COASESOR 3

DECLARATORIA DE ORIGINALIDAD DE LOS AUTORES 4

DEDICATORIA 6

AGRADECIMIENTO 7

ÍNDICE DE CONTENIDOS 8

ÍNDICE DE TABLAS 10

ÍNDICE DE FIGURAS 12

RESUMEN 14

ABSTRACT 15

INTRODUCCIÓN 16

I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA 17

1.1. Determinación del problema de investigación 17

1.2. Formulación del problema 18

1.3. Objetivos: General y específico 18

1.4. Importancia y alcances de la investigación 18

1.5. Limitaciones 19

1.6. Justificación 19

II. MARCO TEÓRICO 20

2.1. Antecedentes de estudio 20

2.2. Teorías 23

2.3. Definición de términos básicos 28

III. HIPÓTESIS 30

3.1. Hipótesis 30

3.2. Variables 30

3.3. Operacionalización de variables 30

IV. METODOLOGÍA 32

4.1. Enfoque de investigación 32

4.2. Método 32

4.3. Tipo de investigación 32
4.4. Diseño de investigación 32
4.5. Población y muestra 33
4.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos 33
4.7. Tratamiento estadístico de los datos 34
4.8. Procedimientos 34
V. RESULTADO 35
5.1. Presentación y análisis de los resultados 35
5.2. Discusión de resultados 68
VI. CONCLUSIONES 71
VII. RECOMENDACIONES 72
VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS 73
ANEXOS 77

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Cantidad mínima de calicatas requeridas para la exploración del suelo 23
Tabla 2. Clasificación del suelo en función del tamaño de sus partículas 24
Tabla 3. Clasificación de suelos según índice de plasticidad 25
Tabla 4. Procedimientos aplicables al ensayos de Proctor 26
Tabla 5. Categorías de subrasante 26
Tabla 6. Composición química de la CCA 27
Tabla 7. Caracterización química de la ceniza obtenida de la cáscara de arroz 27
Tabla 8. Operacionalización de variables 31
Tabla 9. Normas del MTC para cada ensayo realizado 34
Tabla 10. Propiedades físicas del suelo patrón 35
Tabla 11. Propiedades mecánicas (MDS y OCH) del suelo patrón 39
Tabla 12. Propiedades mecánicas CBR con 0.1" de penetración 40
Tabla 13. Propiedades mecánicas CBR con 0.2" de penetración 41
Tabla 14. Propiedades físicas del suelo con adición de cal 43
Tabla 15. Propiedades mecánicas (MDS y OCH) del suelo con adición de cal 47
Tabla 16. Propiedades mecánicas CBR con 0.1" de penetración con adición de cal 48
Tabla 17. Propiedades mecánicas CBR con 0.2" de penetración con adición de cal 50
Tabla 18. Matriz de tratamientos y repeticiones 51
Tabla 19. Prueba Anova para la plasticidad con adición de cal 52
Tabla 20. Prueba Tukey para la plasticidad con adición de cal 52
Tabla 21. *Prueba Anova para CBR, 0.1" de penetración y 100% de MDS con adición de cal* 53
Tabla 22. *Prueba Tukey para CBR, 0.1" de penetración y 100% de MDS con adición de cal* 53
Tabla 23. Prueba Anova para CBR, 0.1" de penetración y 95% de MDS con adición de cal 53
Tabla 24. Prueba Tukey para CBR, 0.1" de penetración y 95% de MDS con adición de cal 54
Tabla 25. Prueba Anova para CBR, 0.2" de penetración y 100% de MDS con adición de cal 54
Tabla 26. Prueba Tukey para CBR, 0.2" de penetración y 100% de MDS con adición de cal 55
Tabla 27. Prueba Anova para CBR, 0.2" de penetración y 95% de MDS con adición de cal 55
Tabla 28. Prueba Tukey para CBR, 0.2" de penetración y 95% de MDS con adición de cal 55
Tabla 29. Propiedades físicas con sustitución del 8% de cal por CCA 56
Tabla 30. MDS y OCH con sustitución del 8% de cal por CCA 59
Tabla 31. CBR con 0.1" de penetración y sustitución de 8% de cal por CCA 61
Tabla 32. CBR con 0.2" de penetración y sustitución del 8% de cal por CCA 63
Tabla 33. Prueba Anova para plasticidad con sustitución del 8% de cal por CCA 64

Tabla 34. Prueba Tukey para plasticidad con sustitución del 8% de cal por CCA 64
Tabla 35. Prueba Anova para CBR con 0.1" de penetración y 100% de MDS con sustitución del 8% de cal por CCA..... 65
Tabla 36. Prueba Tukey para CBR con 0.1" de penetración y 100% de MDS con sustitución del 8% de cal por CCA..... 65
Tabla 37. Prueba Anova para CBR con 0.1" de penetración y 95% de MDS con sustitución del 8% de cal por CCA..... 65
Tabla 38. Prueba Tukey para CBR con 0.1" de penetración y 95% de MDS con sustitución del 8% de cal por CCA..... 66
Tabla 39. Prueba Anova para CBR con 0.2" de penetración y 100% de MDS con sustitución del 8% de cal por CCA..... 66
Tabla 40. Prueba Tukey para CBR con 0.2" de penetración y 100% de MDS con sustitución del 8% de cal por CCA..... 66
Tabla 41. Prueba Anova para CBR con 0.2" de penetración y 95% de MDS con sustitución del 8% de cal por CCA..... 67
Tabla 42. Prueba Tukey para CBR con 0.2" de penetración y 95% de MDS con sustitución del 8% de cal por CCA..... 67

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Humedad del suelo patrón 36
Figura 2. Porcentaje de grava del suelo patrón 36
Figura 3. Porcentaje de arena del suelo patrón 37
Figura 4. Porcentaje de finos del suelo patrón 37
Figura 5. LL del suelo patrón 38
Figura 6. LP del suelo patrón. 38
Figura 7. IP del suelo patrón 39
Figura 8. Máxima densidad seca del suelo patrón 39
Figura 9. OCH del suelo patrón 40
Figura 10. CBR con 0.1" de penetración y 100% de MDS del suelo patrón 40
Figura 11. CBR con 0.1" de penetración y 95% de MDS del suelo patrón 41
Figura 12. CBR con 0.2" de penetración y 100% de MDS del suelo patrón 42
Figura 13. CBR con 0.2" de penetración y 95% de MDS del suelo patrón 42
Figura 14. Humedad del suelo con adición de cal 43
Figura 15. Porcentaje de grava del suelo con adición de cal 44
Figura 16. Porcentaje de arena del suelo con adición de cal 44
Figura 17. Porcentaje de finos del suelo con adición de cal 45
Figura 18. LL del suelo con adición de cal 45
Figura 19. LP del suelo con adición de cal 46
Figura 20. IP del suelo con adición de cal 46
Figura 21. Máxima densidad seca del suelo con adición de cal 47
Figura 22. OCH del suelo con adición de cal 48
Figura 23. CBR con 0.1" de penetración y 100% de MDS con adición de cal 49
Figura 24. CBR con 0.1" de penetración y 95% de MDS con adición de cal 49
Figura 25. CBR con 0.2" de penetración y 100% de MDS con adición de cal 50
Figura 26. CBR con 0.2" de penetración y 95% de MDS con adición de cal 51
Figura 27. Humedad con sustitución del 8% de cal por CCA 56
Figura 28. Porcentaje de grava con sustitución del 8% de cal por CCA 57
Figura 29. Porcentaje de arena con sustitución del 8% de cal por CCA 57
Figura 30. Porcentaje de finos con sustitución del 8% de cal por CCA 58
Figura 31. Límite líquido con sustitución del 8% de cal por CCA 58
Figura 32. Límite plástico con sustitución del 8% de cal por CCA 59
Figura 33. Índice de plasticidad con sustitución del 8% de cal por CCA. 59
Figura 34. Máxima densidad seca con sustitución del 8% de cal por CCA 60
Figura 35. OCH con sustitución del 8% de cal por CCA 61
Figura 36. CBR con 0.1" de penetración y 100% de su MDS sustituyendo 8% de cal por CCA 62

Figura 37. CBR con 0.1" de penetración y 95% de su MDS sustituyendo 8% de cal por CCA 62
Figura 38. CBR con 0.2" de penetración y 100% de su MDS sustituyendo 8% de cal por CCA 63
Figura 39. CBR con 0.2" de penetración y 95% de su MDS sustituyendo 8% de cal por CCA 64
Figura 40. Ubicación de calicatas 78
Figura 41. Elaboración de la calicata N° 1 80
Figura 42. Muestreo de suelos de la calicata N° 2 80
Figura 43. Corroboración de profundidad de la calicata N° 3 81
Figura 44. Muestreo de suelos de la calicata N° 4 81
Figura 45. Obtención de ceniza de cáscara de arroz 82
Figura 46. Obtención de ceniza de cáscara de arroz 82
Figura 47. Pesado de la muestra para realizar el contenido de humedad de C-01 83
Figura 48. Ensayos de límites de consistencia de C-02 83
Figura 49. Ensayo de análisis granulométrico de C-04 84
Figura 50. Ensayo de Proctor modificado de C-03 84
Figura 51. Ensayo de CBR de C-04 85
Figura 52. Ensayo de CBR de C-03 85
Figura 53. Contenido de humedad de la C-01 con adición de 2% de cal 86
Figura 54. Límite líquido de C-1 con adición de 6% de cal 86
Figura 55. Análisis granulométrico de C-01 con adición de 2% de cal 87
Figura 56. Proctor modificado de C-01 con adición de 4% de cal 87
Figura 57. Ensayo de CBR de la calicata N° 1 con sustitución de 6% de cal 88
Figura 58. Ensayo de CBR de la calicata N° 1 con sustitución de 8% de cal 88
Figura 59. Contenido de humedad con la sustitución de 8% de cal por 5% de CCA 89
Figura 60. Límite plástico con la sustitución de 8% de cal por 10% de CCA 89
Figura 61. Análisis granulométrico con la sustitución de 8% de cal por 15% de CCA 90
Figura 62. Proctor modificado con la sustitución de 8% de cal por 5% de CCA 90
Figura 63. CBR con la sustitución de 8% de cal por 10% de CCA 91
Figura 64. CBR con la sustitución de 8% de cal por 15% de CCA 91

RESUMEN

Esta investigación se propuso analizar la influencia de la sustitución parcial de cal por ceniza de cáscara de arroz sobre el índice CBR de suelos A-6 ubicados en Cajaruro, Amazonas, considerando la problemática generada por la presencia de suelos arcillosos en determinadas vías no pavimentadas, los cuales dificultan el desplazamiento vehicular y peatonal, especialmente durante temporadas de precipitaciones; en este sentido, se ejecutó en la metodología un tipo de estudio básica, enfoque cuantitativo y diseño experimental, tomando como población los suelos correspondientes a calles sin pavimentar y como muestra el material extraído de cuatro calicatas ejecutadas, donde inicialmente se incorporaron porcentajes de 2%, 4%, 6% y 8% de cal a la muestra obtenida de la primera calicata, determinándose posteriormente que el 8% representaba la proporción óptima, por lo que esta fue parcialmente reemplazada por ceniza de cáscara de arroz en concentraciones de 5%, 10% y 15%; los resultados evidenciaron que el suelo con condiciones más desfavorables de la C-01 se clasificó como CL basado en SUCS y A-6(9) según AASHTO, presentando un CBR de 4.81% con 0.1" de penetración al 95% de su MDS, valor correspondiente a una subrasante insuficiente, mientras que la incorporación de cal permitió aminorar el índice de plasticidad promedio de 16 a 14 y aumentar el CBR hasta 31.17% con la adición de 8%, y la sustitución parcial de cal por ceniza de cáscara de arroz generó una reducción adicional de la plasticidad de 13 a 11 con el 15% de CCA, además de elevar el CBR con 0.1" de penetración al 95% de su MDS de 31.17% a 35.98%; concluyéndose que la aplicación combinada de cal y ceniza de cáscara de arroz produce efectos favorables en las propiedades físicas-mecánicas de los suelos evaluados.

Palabras clave: Cal, ceniza de cáscara de arroz, suelos.

ABSTRACT

This study aimed to analyze the effect of partially replacing lime with rice husk ash on the CBR index of A-6 soils located in Cajaruro, Amazonas, given the problems caused by the presence of clay soils on certain unpaved roads, which hinder vehicular and pedestrian traffic, especially during the rainy season; To this end, a basic methodology was developed, employing a quantitative approach and an experimental design, using as the population the soils from unpaved streets and as the sample the material extracted from four test pits, where percentages of 2%, 4%, 6%, and 8% lime were initially incorporated into the sample obtained from the first test pit; it was subsequently determined that 8% represented the optimal proportion, so this was partially replaced by rice husk ash at concentrations of 5%, 10%, and 15%; the results showed that the soil with the most unfavorable conditions in C-01 was classified as CL according to SUCS and A-6(9) according to AASHTO, with a CBR of 4.81% and 0.1" of penetration at 95% of its MDS—a value corresponding to an insufficient subgrade, whereas the incorporation of lime reduced the average plasticity index from 16 to 14 and increased the CBR to 31.17% with an 8% addition, and the partial replacement of lime with rice husk ash resulted in a further reduction in plasticity from 13 to 11 with 15% RHA, in addition to raising the CBR with 0.1" of penetration at 95% of its MDS from 31.17% to 35.98%; it was concluded that the combined application of lime and rice husk ash produces favorable effects on the physical and mechanical properties of the evaluated soils.

Keywords: Lime, rice husk ash, soils.

INTRODUCCIÓN

La investigación se organiza de la siguiente forma: como capítulo uno se incluye el planteamiento del problema, donde se desarrolla la identificación y formulación del problema de estudio, los objetivos general y específicos, la importancia, los alcances y la justificación del estudio; el capítulo dos tiene el marco teórico, en el cual se colocan los antecedentes, las bases teóricas y la conceptualización de los términos fundamentales; como tercer capítulo se aborda la formulación de la hipótesis, las variables de investigación y su respectiva operacionalización; el cuarto capítulo describe la metodología, considerando el enfoque, método, tipo y diseño, además de la población y muestra, así como las técnicas e instrumentos para la recopilación de información, el tratamiento estadístico previsto para el análisis de resultados y procedimientos para obtener datos; posteriormente, se incluyen los aspectos administrativos relacionados con los recursos, servicios, presupuesto y cronograma de actividades, luego le siguen las referencias bibliográficas y los anexos, donde se incorpora la matriz de consistencia y la ubicación de calicatas.

I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Determinación del problema de investigación

En el plano internacional Karami et al., (2021) mediante su investigación desarrollada en Australia, evidenciaron que los suelos arcillosos existentes en determinadas zonas del país presentan baja capacidad resistente, elevada compresibilidad y una considerable variación volumétrica, condiciones que representan causas del deterioro de las carreteras, afectando su periodo de servicio y sostenibilidad; mientras que, en el ámbito nacional. Centeno (2022), desarrollada en el distrito de Cieneguilla, Lima, identificó la presencia de zonas críticas en la red vial del suelo, lo que ocasiona deformaciones en el pavimento, congestión vehicular, reclamos por parte de transeúntes y conductores. También se tiene a la investigación realizada por Burga (2023) desarrollada en Chota, en la que identificó como problemática la existencia de fallas en la subrasante debido a la presencia de suelos arcillosos, generando defectos como baches y deformaciones, limitando tránsito vehicular, el comercio y perjudicando la economía local.

La presencia de suelos arcillosos con deficientes propiedades geotécnicas ha impulsado la búsqueda de alternativas para su mejoramiento; aunque existen estabilizadores convencionales regulados como la cal, su uso presenta limitaciones asociadas a los procesos de carbonatación, el ataque de sulfatos y reacciones negativas, además que la contaminación del suelo por metales pesados constituye una problemática ambiental que representa un riesgo humano (Melendez, 2024); menciona que la estabilización de suelos se plantea como un procedimiento orientado a incrementar su resistencia y mejorar sus características geotécnicas, sin embargo, los métodos químicos tradicionales pueden representar costos elevados, por lo que el empleo de residuos agroindustriales como la ceniza de cascarilla de arroz (CCA) surge como una opción económica, por su aporte de silíce, propiedad que favorece al mejoramiento de suelos arcillosos (Delgado y Nureña, 2024).

A nivel local, en algunas calles pertenecientes al distrito de Cajaruro, en la provincia de Utcubamba, región Amazonas, el estudio técnico elaborado en el año 2023 para el mejoramiento de la vía Cajaruro – San Juan de La Libertad, predomina un suelo arcilloso clasificado como A-6 según la normativa AASHTO, se genera como consecuencia que, estas calles se encuentran en condiciones que no se puede transitar con comodidad, dificultando el tránsito vehicular y peatonal, agravándose más esta situación de enero a marzo, donde las precipitaciones pluviales son más fuertes, lo cual puede generar la formación de fallas ante la construcción de un pavimento. Frente a este problema, existe la necesidad de estabilizar el suelo, una alternativa es el uso de cal; sin embargo, su uso enfrenta limitaciones, debido al costo y las exigencias de permisos, lo que implica la necesidad de utilizar materiales que sustituyan o complementen parcialmente su uso.

Así mismo, el Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego (2021) Amazonas produjo 471,004 toneladas de arroz, siendo Utcubamba la provincia con mayor producción, destacando a nivel distrital Cajaruro, donde luego de su cosecha pasa por un proceso de pilado para obtener el grano como alimento, generando un gran volumen de cáscara, que luego al ser quemada genera la ceniza, la cual generalmente se desecha, produciendo polución y contaminación de suelos, por lo que, dado su contenido de elementos como el sílice, óxido de calcio, hierro, magnesio, entre otros; se plantea su aprovechamiento como sustituto parcial de la cal en la equilibrio de suelos A-6, en las calles no pavimentadas delimitadas del distrito de Cajaruro.

1.2. Formulación del problema

¿Cuál es el efecto de la sustitución parcial de cal por ceniza de cáscara de arroz en el CBR de suelos A-6, Cajaruro, Amazonas 2025?

1.3. Objetivos: General y específico

1.3.1. General

Evaluar el efecto de la sustitución parcial de cal por ceniza de cáscara de arroz en el CBR de suelos A-6 en Cajaruro, Amazonas 2025.

1.3.2. Específicos

a) Caracterizar las propiedades físico-mecánicas de los suelos en calles no pavimentadas de Cajaruro, Amazonas 2025.
b) Determinar la dosificación óptima de cal para la estabilización de suelos A-6 mediante la evaluación con adiciones al 2%, 4%, 6% y 8%.
c) Analizar el efecto de la sustitución parcial de la dosificación óptima de cal por 5%, 10% y 15% de ceniza de cáscara de arroz en el CBR de suelos A-6 en Cajaruro, Amazonas 2025.

1.4. Importancia y alcances de la investigación

Se plantea el uso de CCA como sustituto parcial de la cal para mejorar suelos arcillosos, buscando reducir los costos de la estabilización, mitigar la contaminación por ceniza y mejorar la transitabilidad y durabilidad de las vías rurales mediante el aprovechamiento de un residuo industrial abundante en los molinos de arroz cercanos, brindando así a los gobiernos locales una alternativa accesible y sostenible para la infraestructura vial en regiones con condiciones geotécnicas similares.

En cuanto al alcance, se centra en examinar el efecto del reemplazo parcial de cal por ceniza del tipo mencionada en el CBR de suelos arcillosos por el análisis de diferentes proporciones con el objetivo de determinar su viabilidad técnica considerando los posibles beneficios económicos y ambientales, tiendo como base para caminos rurales

1.5. Limitaciones

En el estudio se identificó la presencia de partículas de gran tamaño en la CCA, debido a la posible incorporación de partículas de suelo y otros residuos durante su obtención, se aplicó un proceso de tamizado mediante el tamiz N° 40 para eliminar dichas impurezas.

1.6. Justificación

Desde el aspecto técnico, porque debido a diversos estudios científicos relacionados con el tema, los cuales indican que la CCA contribuye propiciamente para mejorar el procedimiento de suelos arcillosos de alta plasticidad, este material no solo ofrece hacia una solución sostenible, sino que también impulsa investigaciones.

Desde la perspectiva ambiental, se justifica por el uso de subproductos agrícolas para reducir materiales convencionales e impactos asociados a la producción de cal; la CCA, al ser un residuo generado en grandes cantidades por los molinos arroceros, representa una alternativa ecoeficiente para la estabilización de suelos, evitando su acumulación como desecho y minimizando la contaminación derivada de su disposición inadecuada por parte de algunos molinos que se dedican al pilado del arroz en el distrito de Cajaruro.

En el ámbito social, se justifica porque se aborda un problema frecuente en la localidad de Cajaruro, que es el mal estado de las subrasantes en las vías no pavimentadas, lo que genera malestar a la mayoría de la población; en estos casos, la CCA ofrece una solución para estabilizar estos suelos, mejorando las condiciones de las carreteras, de aplicarse en condiciones reales se podrá logra como resultados un transporte más seguro, incrementando así el flujo de mercancía y favorece el intercambio de productos, promoviendo así el desarrollo económico y sociales.

Considerando el impacto económico, se justifica porque responde a la necesidad de reducir costos en los proyectos viales y garantizar la durabilidad de las carreteras, ya que, en muchas partes del Perú, los métodos tradicionales de estabilización resultan económicamente inviables principalmente debido a la escasez de materiales locales o al alto costo del transporte; en este sentido, el uso de CCA disponible localmente representa una alternativa económica y sostenible, que no solo disminuiría los costos de mantenimiento de carreteras, sino que también contribuiría con al desarrollo económico de las comunidades dinamizando la económica local.

II. MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de estudio

Internacionales

Andaluz (2022), elaboró un estudio realizado en Puyo, Ecuador, en el que valoró el efecto de incorporar CCA en el comportamiento físico-mecánico de suelos finos mediante una metodología experimental de enfoque cuantitativo, aplicando pruebas realizadas en campo y laboratorio como pozo exploratorio a cielo abierto, densidad de campo, humedad, gravedad específica, Proctor modificado, CBR, granulometría y límites de Atterberg, con dosificaciones de ceniza de 0%, 1%, 3%, 5% y 8%; los resultados evidenciaron mejoras del CBR en Santa Isabel, Fátima y Veracruz, cuyos valores se elevaron de 7.80% a 12.10%, de 8.60% a 13.20% y de 8.40% a 13.50%, respectivamente, concluyendo que este material permite reducir los espesores del pavimento flexible, la subbase disminuye de 27 cm a 20 cm y la base de 20 a 18 cm, en tanto que la carpeta asfáltica se mantiene en 10 cm, lo que optimiza el diseño estructural.

Ayodele et al., (2022), en Nigeria, se evaluó con residuos estabilizantes (CCR) y CCA mediante un diseño experimental cuantitativo, aplicando ensayos de plasticidad, densidad, humedad, CBR, resistencia a la compresión no confinada (UCS), así como durabilidad; sus hallazgos exhibieron que la mezcla redujo la plasticidad hasta 16.23% con 10% de adición, mejoró el CBR con una combinación del 6% que cumplió con los requisitos para subrasantes y aumentó la resistencia a la compresión, aunque decreció al superar el 10%; concluyeron que, la combinación de CCR y RHA al 6% como aditivos mejoró las propiedades geotécnicas del suelo, destacándose como una opción efectiva para aplicaciones viales.

Raja et al., (2022) realizaron una revisión documentada mediante estabilización con residuo., evaluando su uso tanto por separado como en combinación, la metodología fue no experimental a nivel cuantitativo, revisando estudios previos sobre el límite líquido, resistencia mecánica, comparándolos para identificar las proporciones óptimas. Los resultados dieron a conocer que la implementación de RHA ocasionó una reducción del LL de 47.6 a 39.6 al incrementar el porcentaje de 5% a 20%, y de 37 a 29 al aumentar de 5% a 15%, en cuanto al UCS, aumentó de 60 kN/m² a 72 kN/m² con un 10% de RHA, pero después de este porcentaje, el UCS disminuyó por el aumento de fricción del suelo, el CBR disminuyó al superar el 10% de RHA, pero la combinación de RHA con lodos de cal mejoró el CBR; concluyeron que no se debe adicionar más del 10% de RHA, siendo también otra opción viable la combinación de 10% de RHA con 15% de lodos de cal.

Licuy y Román (2020), en Manabí, Ecuador, se evaluaron experimentalmente, con enfoque cuantitativo, el efecto de puzolanas naturales en proporciones de 10%, 20% y 30% para evaluar su efecto en las características mecánicas de las arcillas expansivas, mediante ensayos de plasticidad, densidad seca máxima, índice de expansión y coeficiente de consolidación en tres muestras de arcilla natural, evidenciando que la incorporación de puzolanas redujo el LL de 32% a 16%, disminuyó el LP, redujo la densidad seca máxima entre 21% y 41%, índice de expansión entre 34% y 62%, e incrementó el coeficiente de consolidación hasta un 40%; concluyeron que el 20% de reemplazo representa la proporción óptima para mejorar eficientemente la estabilización de las arcillas expansivas.

Nacionales

Cáceres (2024), desarrollada en el Callao, Lima, se consideró la aplicación CCA y cal como estabilizadores de suelos de subrasante con baja capacidad resistente destinados a obras de pavimentación, mediante una investigación experimental de enfoque cuantitativo que incluyó ensayos de campo y laboratorio con adiciones de 3% y 6% de CCA, además de 1% y 3% de cal. Los resultados determinaron que el suelo presentó una clasificación ML, correspondiente a un limo arenoso de plasticidad baja, según el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos y que la mezcla con 3% de CCA y 1% de cal alcanzó el mayor CBR con 46.8%, frente al 13.0% obtenido con 3% de CCA, permitiendo reducir en 25 cm el espesor de la subbase granular, al pasar de 40 cm a 15 cm. En conclusión, evidenció que la combinación de CCA activada con cal mejora suelos para caminos sostenibles

López (2023), realizada en San Ignacio, Cajamarca, analizó incorporación de CCA en proporciones de 2%, 4% y 5% sobre las características físico-mecánicas del suelo de subrasante mediante un método experimental cuantitativa, aplicando ensayos geotécnicos; los resultados clasificaron el suelo como SC según SUCS y A-6(1) según ASSHTO, además evidenciaron un incremento progresivo del CBR de 10.65% sin ceniza a 10.90%, 11.20% y 11.50% con adiciones de 2%, 4% y 5%, respectivamente, alcanzando una mejora máxima de 7.98% con 5% de CCA, concluyendo que esta incorporación mejora suelo y pavimentos sostenibles

García (2022), en Samuel Pastor, Arequipa, se analizó el uso de la CCA como estabilizador para suelos arenosos, fomentando su reutilización para mejorar subrasantes de forma sostenible, la metodología fue cuantitativa-experimental, empleando adiciones del 5% y 10% de este material, realizó pruebas de granulometría, límites líquido y plástico, compactación Proctor modificado y CBR, realizadas conforme a las normativas ASTM y el Manual de Carreteras del MTC. Los hallazgos determinaron que el suelo correspondió a SP según SUCS y A-3(0) según ASSHTO; con 10% de CCA, el valor del CBR se incrementó de 12.3% hasta 26.1%, logrando una mejora de 13.8%, concluyendo que la CCA contribuyó

eficientemente las características del suelo arenoso, reducir residuos agrícolas y optimizar la transitabilidad en áreas rurales.

Jayo (2022), en Tarapoto, San Martín, ajustó la incidencia de la CCA sobre comportamiento del suelo arcilloso, mediante una investigación cuantitativa de diseño experimental, efectuando pruebas para determinar la plasticidad del suelo mediante los límites de Atterberg, establecer sus condiciones óptimas de compactación con el ensayo Proctor modificado; además de evaluar su resistencia al esfuerzo cortante y analizar los cambios producidos en su volumen, con adiciones de 10%, 20%, 30% y 40% de CCA, manteniendo 3% de cal; los resultados determinaron que el suele fue clasificado como una arcilla de baja plasticidad, identificada con el símbolo de CL, cuyo límite líquido alcanzó el 39%, índice de plasticidad de 23% y humedad natural de 17.3%, además, el 30% de CCA presentó la mayor resistencia al esfuerzo cortante, concluyó que la combinación de CCA y cal ayudó en la estabilidad del suelo arcilloso.

Locales

Gonzales (2023), en Cajaruro, Amazonas, analizó la mejora de la subrasante en la vía afirmada entre Naranjos Alto, Cocaenrique y San Juan de la Libertad mediante la incorporación de CCA, empleando una metodología cuantitativa-experimental con 10 calicatas distribuidas en 10.59 km, seleccionando las calicatas N° 2 y N° 4 por presentar suelos arcillosos, a los cuales se adicionó 5%, 10%, 15% y 20% de ceniza. Los hallazgos evidenciaron que el CBR incrementó en la calicata N° 2 de 9.5% a 10.4%, 12.8%, 14% y 12.2%, mientras que en la calicata N° 4 pasó de 4.3% a 10.5%, 10.7%, 11.5% y 10.6%, respectivamente, mejorando su capacidad y concluyendo que las adiciones de 5%, 10% y 15% de ceniza fueron las más eficientes para optimizar sus propiedades mecánicas.

Chavez (2022), en la carretera Vista Hermosa de Alto Perú, ubicada en Amazonas, examinó la incidencia de la CCA en la estabilización del suelo por medio de la ruta cuantitativa y diseño experimental, aplicando ensayos de clasificación del suelo y CBR, realizados específicamente en la cuarta y sétpima calicata, que presentaron suelos arcillosos, a estas muestras de suelo se les adicionó 1%, 3% y 5% de ceniza. Los resultados mostraron que, en la calicata N° 7, el CBR incrementó de 0.90% a 8.60% con 5% de CCA, mientras que en la calicata N° 4, el CBR aumentó de 1.05% a 8.25%. Además, incrementó parámetros de compactación, con valores de 1.704 g/cm³ y 14.7% en la calicata N° 4, y 1.716 g/cm³ y 15.8% en la calicata N° 7; concluyó que, la adición más favorable para el mejoramiento es de 5% de CCA, pero se debe evaluar el uso de porcentajes superiores hasta un máximo de 15%, para verificar si continúa la tendencia.

Mendoza (2021), en el tramo vial Pueblo Libre - La Libertad, ubicada en Amazonas, analizó el efecto de la CCA y la ceniza de madera para que se estabilice la subrasante mediante una metodología cuantitativa-experimental, aplicando ensayos de CBR con adiciones de 3%, 10% y 15% de ceniza; los resultados evidenciaron que la calicata N° 1 alcanzó una mejora del CBR de 7.95% con 15% de CCA, mientras que con 10% obtuvo 7.11%, además, se determinó que el mayor incremento de resistencia se obtuvo con la proporción más alta de ceniza, concluyendo que la dosificación de 15% de ceniza exhibió el mejor desempeño en el mejoramiento de la subrasante y reducir costos de mantenimiento vial mediante el aprovechamiento de residuos.

2.2. Teorías

2.2.1. Suelo

Los suelos actúan a menudo como base para soportar las cargas aplicadas en todo proyecto de ingeniería civil. Sin embargo, sus propiedades geotécnicas no son adecuadas para todos los suelos para esta función. Por lo tanto, es necesario modificarlos para que sean resistentes y duraderos (Delgado y Nureña, 2024).

2.2.2. Exploración de suelos

De acuerdo con el MTC (2014), para reconocer y clasificar los suelos existentes, se realiza previamente el reconocimiento del terreno y la exploración mediante calicatas en la vía y áreas de préstamo, con la finalidad de analizar las características tanto físicas como mecánicas del suelo de subrasante.

Tabla 1. Cantidad mínima de calicatas requeridas para la exploración del suelo

Tipo de carretera	Profundidad (m)	Cantidad mínima de calicatas
Carreteras de Bajo Volumen de Tránsito: carreteras con un IMDA ≤ 200 veh/día con una sola calzada.	1.50 m desde el nivel proyectado de la subrasante	1 calicata por km

Fuente*:* MTC, 2014

2.2.3. Propiedades físico-mecánicas del suelo

Para caracterizar el suelo destinado a la pavimentación, se realizarán calicatas de 1.5 metros y pruebas de laboratorio orientadas a identificar sus propiedades principales.

2.2.3.1. Contenido de humedad

Incide en la resistencia de la subrasante y representa la proporción de agua respecto a las partículas sólidas del suelo (MTC, 2014).

2.2.3.2. Análisis granulométrico

Clasificación granulométrica del suelo mediante tamizado; este proceso permite estimar con un buen grado de precisión otras propiedades de los agregados que puedan ser relevantes para el estudio. Principalmente, la granulometría de un suelo se realiza para determinar el porcentaje de varios componentes clasificados por tamaño (MTC, 2014).

Tabla 2. Clasificación del suelo en función del tamaño de sus partículas

Tipo de material		Tamaño de partículas (mm)
Grava		75 - 4.75
Arena		Gruesa: 4.75 - 2.00
		Media: 2.00 - 0.425
		Fina: 0.425 - 0.075
Material	Limo	0.075 - 0.005
Fino	Arcilla	Inferior a 0.005

Fuente*:* MTC, 2014

2.2.3.3. Plasticidad

El MTC (2014) señala que la plasticidad permite que el suelo conserve su integridad de humedad óptima sin desmoronarse, dependiendo únicamente de sus componentes finos.

a) Limite líquido (LL)

Como indica el MTC (2016), el límite líquido alude a la cantidad de humedad que tiene el suelo cuando pasa de un estado líquido a un estado plástico, determinado mediante la cuchara de Casagrande cuando la ranura se cierra 12.7 mm tras 25 golpes desde 1 cm de altura.

b) Limite plástico (LP)

Como señala el MTC (2016), determina el LP mediante barra de 3.2 mm.

c) Índice de plasticidad (IP)

Humedad donde el suelo mantiene comportamiento plástico (Das, 2015).

La clasificación del suelo puede establecerse con base en su índice de plasticidad, del modo siguiente:

Tabla 3. Clasificación de suelos según índice de plasticidad

IP	Plasticidad	Característica
IP > 20	Alta	Suelos con elevado contenido de arcilla
7 < IP ≤ 20	Media	Suelos de naturaleza arcillosa
IP < 7	Baja	Suelos con escasa presencia de arcilla
IP = 0	No plástico (NP)	Suelos carentes de arcilla

Fuente: MTC, 2014

Es importante destacar que un suelo que tiene alto contenido de arcilla puede comprometer el comportamiento de la subrasante, ya que la arcilla es muy susceptible a los cambios de humedad (MTC, 2014).

2.2.3.1. Proctor modificado

El ensayo Proctor modificado se caracteriza por usar un molde y aplicar una energía de compactación, lo que resulta densidades secas máximas más altas y humedades óptimas más bajas, permitiendo alcanzar niveles de compactación que soportan cargas de tráfico sin deformaciones significativas (Kraemer et al., 2004).

De acuerdo con las normativas del MTC, (2016), el ensayo de compactación utiliza moldes de 101,6 mm (4”) o 152,4 mm (6”), para esto se aplica una energía de 2700 kN-m/m³ mediante un apisonador de 44,5 N, el cual se deja caer desde 457 mm (18”) de altura, que es aplicable a suelos con menos del 30% de material retenido en el tamiz de 19,0 mm (¾”), bajo los métodos A, B y C.

Tabla 4. Procedimientos aplicables al ensayos de Proctor

Parámetro	Método		
	A	B	C
Molde	101,6 mm (4”) de diámetro	101,6 mm (4”) de diámetro	152,4 mm (6”) de diámetro
Material	Fracción que atraviesa el tamiz N°4 (4.75 mm)	Fracción que atraviesa el tamiz 3/8” (9.5 mm)	Fracción que atraviesa el tamiz ¾” (19 mm)
Capas	5	5	5
Golpes por capa	25	25	25
Uso	Cuando ≤ 20 % del peso del material queda retenido en el tamiz de 4,75 mm (Nº4).	Cuando ≥ 20% del peso del material queda retenido en el tamiz 4,75 mm (Nº4) y ≤ 20% queda retenido en el tamiz 9,5 mm (⅜”).	Cuando > 20% del peso del material queda retenido en el tamiz 9,5 mm (⅜”) y < 30% queda retenido en el tamiz 19 mm (¾”).

Fuente: MTC, 2016

2.2.3.2. CBR

El ensayo CBR permite estimar la capacidad de soporte del suelo empleado en estructuras de pavimento (Bermúdez et al., 2016). Para ello, se evalúa la resistencia del material compactado al 95% de su Máxima Densidad Seca, considerando una penetración de 2.54 mm (MTC, 2014).

Tabla 5. Categorías de subrasante

Categorías	CBR
S_0: Inadecuada	CBR < 3%
S_1: Insuficiente	3% ≥ CBR < 6%
S_2: Regular	6% ≥ CBR < 10%
S_3: Buena	10% ≥ CBR < 20%
S_4: Muy buena	20% ≥ CBR < 30%
S5: Excelente	CBR ≥ 30%

Fuente: MTC, 2014

2.2.4. Ceniza de cáscara de arroz (CCA)

La CCA presenta una elevada superficie específica, comprendida entre 50 a 100 m²/g, además de presentar un alto contenido de sílice, esto favorece a su empleo como puzolana en la formación de silicatos tricálcicos (C3S) y bicálcicos (C2S) que mejoran las propiedades del cemento (Giaccio et al., 2017).

2.2.4.1. Propiedades químicas de la CCA

Kumar Yadav et al. (2017) indican que la CCA, con hasta 96.5% de sílice, es un material estabilizante de suelos

La composición química detallada:

Tabla 6. Composición química de la CCA

Componente	% en peso
Sílice (SiO_2)	95.6
Óxido de aluminio (Al_2O_3)	0.30
Óxido de hierro (Fe_2O_3)	1.20
Óxido de calcio (CaO)	0.30
Óxido de magnesia (MgO)	0.20

Fuente*:* Kumar Yadav et al., 2017

2.2.4.2. Propiedades físicas de la CCA

Acorde con Kumar Yadav et al. (2017), la CCA obtuvo sílice amorfa mediante combustión controlada a 600 y 700 °C, evaluándose sus propiedades físicas en laboratorio.

Tabla 7. Caracterización química de la ceniza obtenida de la cáscara de arroz

Propiedad	Resultado
Color	Gris
Gravedad específica	1.89
Límite líquido	45.3
Límite plástico	No plástico
Contenido de humedad óptima (%)	43.56
Densidad máxima seca (g/cm³)	1.18

Fuente*:* Kumar Yadav et al., 2017

2.2.5. Cal

La cal es un aglomerante utilizado para estabilizar suelos; óxido cálcico o hidróxido de calcio, obtenidos de materiales calizos y endurecidos al reaccionar con agua y anhídrido carbónico (MTC, 2014).

2.2.6. Estabilización de suelos

Mejora sus propiedades físico-mecánicas mediante métodos mecánicos o la incorporación de aditivos, como cal, cemento o asfalto, especialmente en subrasantes inadecuadas (MTC, 2014).

2.3. Definición de términos básicos

Afirmado: Manto de material seleccionado colocada sobre la subrasante que funciona como rodadura y soporte del tránsito en vías no pavimentadas (MTC, 2016).

Arcillas: Partículas finas menores a 2 µm (0,002 mm) originadas por la alteración de rocas y minerales (MTC, 2016).

Calicata: Excavación superficial que permite identificar estratos del suelo y obtener muestras a diferentes profundidades (MTC, 2016).

Carretera: Vía no urbana destinada al tránsito vehicular (MTC, 2016).

Clasificación de suelos: Posibilita prever su comportamiento y desempeño antes distintas condiciones y delimitar sectores con características geotécnicas similares (MTC, 2014).

Ensayo Proctor: Determina la relación que existe entre contenido de humedad y densidad seca para verificar el grado de compactación de materiales en carreteras y explanadas (MTC, 2016).

Estabilización de suelos: Proceso que mejora suelos de baja capacidad portante y alta deformabilidad mediante técnicas de estabilización (MTC, 2014).

Estabilización mecánica: Optimiza el suelo sin alterar su composición (MTC, 2014).

Exploración de suelos: Comprende la ejecución de calicatas o pozos exploratorios para identificar las características del terreno (MTC, 2014).

Humedad: Proporción de agua contenida en una muestra de suelo o material, expresada en porcentaje (MTC, 2016).

Estabilización mediante combinación de suelos: Procediemiento que consiste en integrar el suelo natural con materiales de préstamo para mejorar sus propiedades (MTC, 2014).

Muestra: Porción de suelo cuyo tamaño y tipo dependen de los ensayos requeridos y características del material (MTC, 2016).

Módulo de finura: Valor obtenido al sumar los porcentajes retenidos en determinadas mallas y dividir el resultado entre 100 (MTC, 2016).

Muestreo de suelos: Procedimiento técnico regulado que permite recolectar muestras y determinar las condiciones del terreno (MTC, 2016).

Pavimento: Capas sobre subrasante para soportar cargas vehiculares (MTC, 2014).

Plasticidad: Propiedad del suelo que permite conservar cohesión y deformarse con humedad sin desintegrarse, determinada mediante los Límites de Atterberg (MTC, 2016).

Perfil estratigráfico: Representación de los estratos del suelo elaborada con datos de campo y laboratorio (MTC, 2014).

Subrasante: Superficie final del terreno sobre la cual se colocan las diferentes capas del pavimento, una vez finalizados los trabajos de movimiento de tierras (MTC, 2014).

Suelo: Mezcla natural de minerales y materia orgánica (MTC, 2016).

Suelos estabilizados: Suelos inadecuados o con baja capacidad resistente que requieren estabilizadores como cal, cemento o aditivos químicos o iónicos (MTC, 2016).

III. HIPÓTESIS

3.1. Hipótesis

El reemplazo parcial de la cal por ceniza de cáscara de arroz en proporciones de hasta 15% genera aumento del CBR de suelos A-6 en Cajaruro, Amazonas 2025.

3.2. Variables

Variable independiente:

Cal (2%, 4%, 6% y 8%) y cáscara de arroz (5%, 10% y 15 %)

Variable dependiente:

CBR de suelos A-6

3.3. Operacionalización de variables

Tabla 8. Operacionalización de variables

Variables	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Instrumento	Escala de medición
Variable independiente: Cal y CCA	Cal: Material aglomerante utilizado para estabilizar suelos; puede ser cal viva, compuesta principalmente por óxido de calcio o como cal hidratada, constituida por hidróxido de calcio, obtenida de materiales calizos y endurecida al mezclarse con agua y anhídrido carbónico (MTC, 2014). Material puzolánico obtenido mediante la combustión controlada de la cáscara de arroz, rico en silicio, aluminio, calcio y otros iones, utilizado para mejorar las propiedades físico-mecánicas de los suelos arcillosos (Quispe y Quispe, 2022).	Se adicionará cal al 2%, 4%, 6% y 8% del peso del suelo para definir el porcentaje óptimo; posteriormente, se sustituirá con 5%, 10% y 15% de CCA. Se adicionará cal al 2%, 4%, 6% y 8% del peso del suelo para definir el porcentaje óptimo; posteriormente, se sustituirá con **5%,** 10% y 15% de CCA	Dosificación de sustitución parcial de cal por ceniza cáscara de arroz.	Porcentajes de cal utilizados (2%, 4%, 6%, 8%)	Ficha de observación	Razón
				Porcentajes de sustitución parcial con CCA (5%, 10%, 15%)	Ficha de observación	Razón
Variable dependiente: CBR de suelos A-6	El CBR representa la capacidad de soporte o resistencia del suelo compactado al 95% de su máxima densidad seca, considerando una penetración de 2.54 mm. (MTC, 2016).	Para el estudio del CBR se realizará en primer lugar el ensayo de Proctor, el CBR natural se realizará de las cuatro calicatas, luego al que presente el valor más bajo se aplicarán los tratamientos con cal y ceniza	Propiedades físicas y mecánicas	Granulometría	Formato de acuerdo a la Norma MTC E107	Razón
				Contenido de Humedad	Formato de acuerdo con la Norma MTC E 108	Razón
				LL	Formato según la Norma MTC E 110	Razón
				LP	Formato basado en la Norma MTC E 110	Razón
				IP	Formato de acuerdo con la Norma MTC E 111	Razón
				Máxima densidad seca	Formato según la Norma MTC E 115	Razón
				Óptimo contenido de humedad	Formato según la Norma MTC E 115	Razón
				CBR	Formato de acuerdo a la Norma MTC E 132	Razón

Fuente: Elaboración propia

IV. METODOLOGÍA

4.1. Enfoque de investigación

Cuantitativo, debido a que los hallazgos logrados del CBR por medio de las distintas dosificaciones de cal y la sustitución parcial de CCA por cal, así como del estudio de las demás características del suelo, están expresados en valores numéricos y entre los diferentes tratamientos o adiciones planteadas de cal y sustitución de ceniza, está expresado en valores porcentuales de diferencia entre uno y otro tratamiento. El Método cuantitativo mide relaciones mediante datos numéricos (Villanueva, 2022).

4.2. Método

Deductivo – inductivo, ya que a partir de la problemática observada y descrita, la información bibliográfica de artículos científicos, normas técnicas, libros y tesis; sobre el tema en estudio, se deduce que la sustitución parcial de cal por CCA permite evaluar su efecto en el CBR de suelos A-6 en Cajaruro, valuando su efecto en la resistencia del suelo.

4.3. Tipo de investigación

Básica, para determinar los efectos de la sustitución parcial de cal por CCA en el CBR de suelos A-6, se realizaron ensayos con las muestras obtenidas de las calicatas elaboradas, sólo bajo condiciones de laboratorio siguiendo los procedimientos y equipos establecidos en las normas de cada ensayo; pero no se aplicaron los tratamientos en algún tramo crítico en específico. Este tipo borda problemáticas existentes mediante nuevos hallazgos que pueden servir de base para posteriores investigaciones de carácter aplicado. (Arias y Covinos, 2021).

4.4. Diseño de investigación

Experimental, se modificaron deliberadamente las variables independientes de estudio (cal y CCA) agregando en primer lugar el 2%, 4%, 6% y 8% de cal en relación al peso del suelo empleado para cada ensayo, posteriormente se determinó la dosificación óptima de cal, se sustituyó a esta cantidad, el 5%, 10% y 15% de CCA para establecer sus efectos, todo sobre la variable dependiente (CBR de suelos A-6), realizando un total de dos repeticiones para cada material adicionado; este diseño se caracteriza por ser sistemático para establecer relaciones causales. (Vizcaíno et al., 2023).

4.5. Población y muestra

4.5.1. Población

La población se conforma por el suelo de las calles no pavimentadas (dos cuadras del Jr. Copallín en el tramo de inicio, seguido de 10 cuadras del Jr. Pacasmayo y dos cuadras del Jr. Progreso al finalizar el tramo seleccionado) en Cajaruro, provincia de Utcubamba, región Amazonas; la población está denotada como una serie de elementos con rasgos compartidos que permiten su identificación dentro del estudio (Carhuancho et al., 2019).

4.5.2. Muestra

Estuvo conformada por el suelo de cuatro calicatas ubicadas en 1 km de calles no pavimentadas de Cajaruro; se seleccionó la calicata con menor CBR para aplicar tratamientos con 2%, 4%, 6% y 8% de cal, además de sustituciones de 5%, 10% y 15% de CCA respecto al peso de la cal óptima. La muestra constituye un subconjunto representativo (Ramírez y Calles, 2021).

4.5.3. Muestreo

Se aplicó un procedimiento de selección muestral no probabilístico, ya que la muestra no fue calculada mediante la fórmula de poblaciones finitas, sino que se ha aplicado los criterios establecidos en las normas del MTC, para lo cual se ha considerado realizar una calicata cada 250m de calle y a la muestra más desfavorable se aplicaron los tratamientos.

4.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

4.6.1. Técnicas

Se empleó la observación directa con el afán de recopilar datos sobre las características del suelo natural, mejorado con cal y CCA (Hernández y Mendoza, 2018).

4.6.2. Instrumentos

Los datos fueron registrados mediante fichas de observación utilizadas como instrumentos para recoger información y formatos de laboratorio elaborados en línea con las normas de cada ensayo, descritos en la tabla 9; permitieron recopilar datos de la investigación (Vizcaíno et al., 2023).

Tabla 9. Normas del MTC para cada ensayo realizado

Ensayo	Norma técnica
Muestreo de suelos	MTC E 101
Reducción de muestras de campo a tamaños de muestras de ensayo	MTC E 103
Conservación y transporte de muestras de suelos	MTC E 104
Análisis granulométrico	MTC E 107
Contenido de humedad	MTC E 108
Determinación del LL de los suelos	MTC E 110
Determinación del LP de los suelos e IP	MTC E 111
Proctor	MTC E 115
CBR	MTE E 132

Fuente: Obtenido de Manual de Ensayos de Materiales MTC (2016)

4.7. Tratamiento estadístico de los datos

Para analizar los datos se realizó mediante estadística inferencial empleando XRealStats, complemento de Excel, utilizando ANOVA y Tukey para establecer diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos y establecer los porcentajes óptimos de cal y CCA; ambas pruebas se realizaron con 95% de confianza y un Alpha teórico de 0.05. El análisis de datos permite organizar e interpretar resultados cuantitativos (Cohen y Gómez, 2019).

4.8. Procedimientos

4.8.1. Etapa 1: Elaboración de calicatas y muestreo de suelos

Durante la primera fase se elaboraron las cuatro calicatas, cada una con una profundidad de 1.50m y un ancho de 0.80m por lado que permitió ingresar para realizar el muestreo de suelos, se emplearon los equipos e instrumentos y siguiendo los procedimientos establecidos en la normativa MTC E 101 y el transporte de muestra en relación a la norma MTC E 104.

4.8.2. Etapa 2: Realización de ensayos de suelo natural

Las muestras fueron reducidas a tamaño de ensayo en línea con la norma MTC E 103; luego se efectuaron pruebas de contenido de humedad, límites de Atterberg, análisis granulométrico, CBR y Proctor, permitiendo categorizar el suelo en conformidad a los sistemas SUCS y AASHTO y determinar el tipo de subrasante acorde el Manual del MTC.

4.8.3. Etapa 3: Obtención de cal y ceniza de cáscara de arroz

Se obtuvo cal de proveedores autorizados y CCA de molinos cercanos a Cajaruro, trasladándolas al laboratorio para su aplicación en la muestra de suelo más desfavorable.

4.8.4. Etapa 4: Estudio de suelos con adición de cal

Durante esta fase, se adicionó a la muestra de suelo que presentó las condiciones más desfavorables se le incorporó cal en dosificaciones del 2%, 4%, 6% y 8%, en alusión al peso de la muestra de suelo empleada para cada ensayo, tanto para determinar su influencia sobre las características físicas, así como para las características mecánicas, de estos cuatro tratamientos o adiciones aplicados se determinó estadísticamente el porcentaje óptimo.

4.8.5. Etapa 5: Estudio de suelos sustituyendo el óptimo porcentaje de cal por CCA

En esta etapa se sustituyó el porcentaje óptimo de cal el cual fue reemplazado parcialmente por CCA en proporciones de 5%, 10% y 15%, evaluando su influencia en las características mecánicas, así como físicas del suelo de subrasante.

V. RESULTADO

5.1. Presentación y análisis de los resultados

5.1.1. Propiedades físico-mecánicas de los suelos en calles no pavimentadas de Cajaruro, Amazonas

Tabla 10. Propiedades físicas del suelo patrón

N° Calicata	Humedad (%)	Granulometría (%)			Límites de Atterberg			Clasificación	
		% Grava	% Arena	% Finos	L. L.	L. P.	I. P.	SUCS	AASHTO
C-01	8.02	14.00	19.70	66.3	35	19	16	CL	A-6(9)
C-02	8.10	12.80	13.40	73.8	46	25	21	CL	A-7-6(14)
C-03	14.09	5.80	5.60	88.6	53	24	29	CH	A-7-6(18)
C-04	17.57	0.10	5.50	94.4	54	24	30	CH	A-7-6(19)

Fuente: Elaboración propia

La tabla 10 detalla las propiedades físicas del suelo natural, incluyendo el contenido de humedad, la composición granulométrica, los límites de Atterberg y clasificación según SUCS y AASHTO; los certificados de los ensayos se encuentran en el anexo 9.

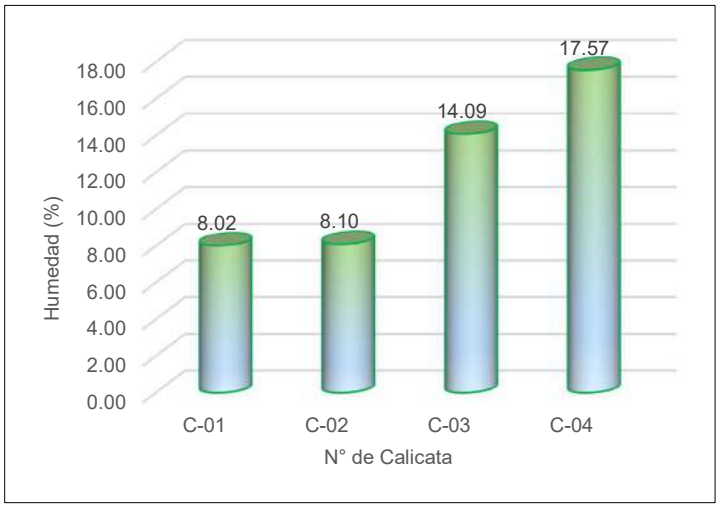


Figura 1. Humedad del suelo patrón

La figura 1 expone la humedad de las cuatro calicatas evaluadas, los resultados indican que, el suelo de la cuarta calicata presentó la humedad más alta, con un valor de 17.57% y el de la primera la más baja, con un valor de 8.02%; los resultados muestran en promedio humedades bajas menores de 20%, por lo que se está frente a suelos secos.

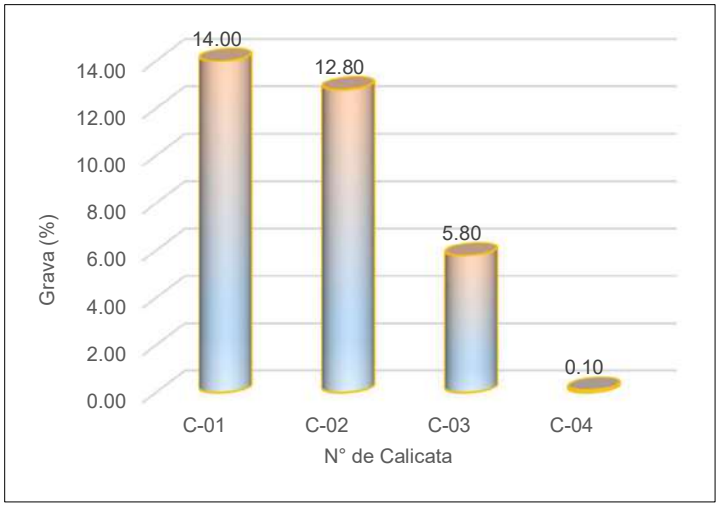


Figura 2. Porcentaje de grava del suelo patrón

La figura 2 presenta el contenido de grava de las cuatro calicatas evaluadas; la calicata 1 registró el mayor valor con 14% y tamaño máximo de 3/8”, mientras que la calicata 4 obtuvo el menor contenido con 0.10%.

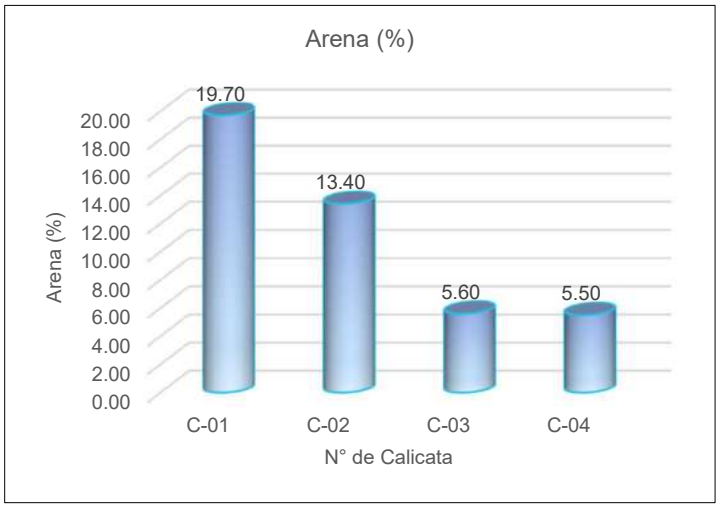


Figura 3. Porcentaje de arena del suelo patrón

La figura 3 expone el contenido de arena de las cuatro calicatas evaluadas; la calicata 1 presentó el mayor valor con 19.70%, mientras que la calicata 4 registró el menor con 5.50%.

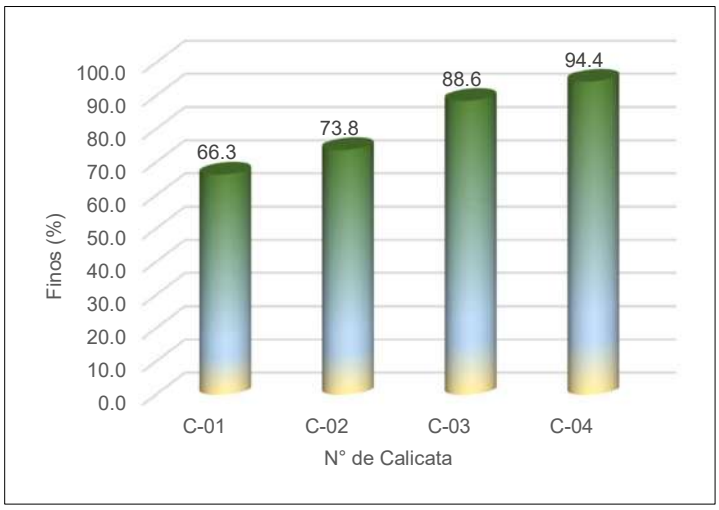


Figura 4. Porcentaje de finos del suelo patrón

La figura 4 evidencia que la cuarta calicata presentó el mayor contenido de finos con 94.4% y una muestra retenida de 1199.15 g, mientras que la primera obtuvo el menor valor con 66.3% y 1071.10 g; en promedio, el suelo analizado presenta una elevada proporción de partículas finas.

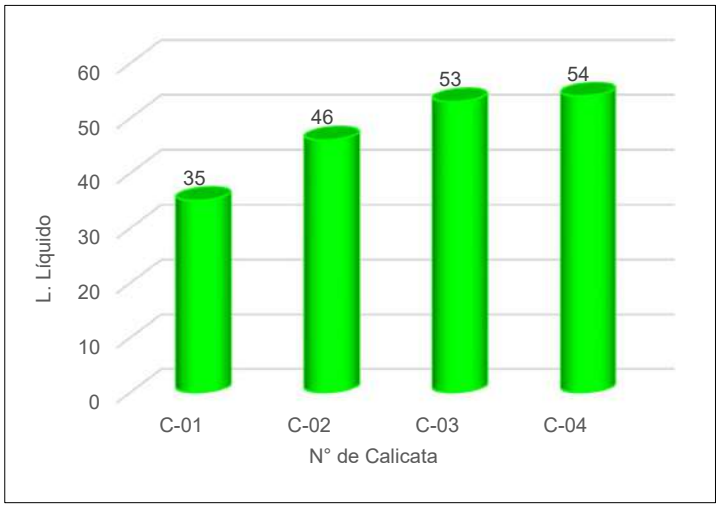


Figura 5. LL del suelo patrón

Figura 5 presenta el límite líquido de cuatro calicatas; se observa que la cuarta presentó el valor más alto con 54, mientras que la primera registró el menor valor con 35.

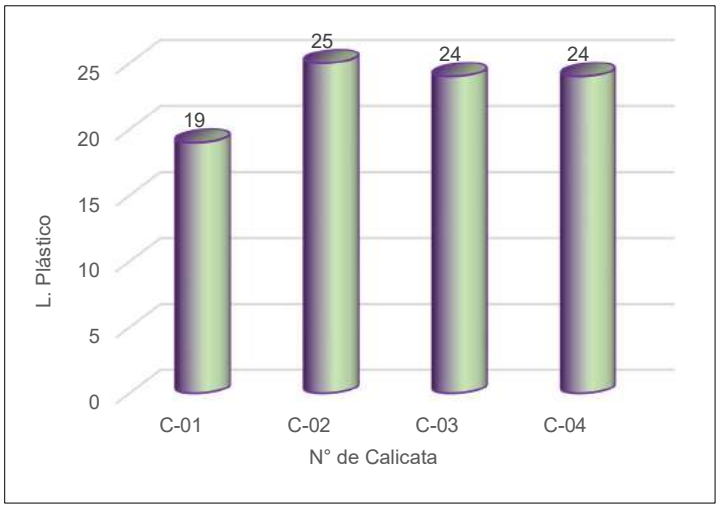


Figura 6. LP del suelo patrón.

La figura 6 evidencia los resultados del LP del suelo en las cuatro calicatas; se observa que la segunda calicata presentó el valor más alto con 25, mientras que la primera registró el menor valor con 19.

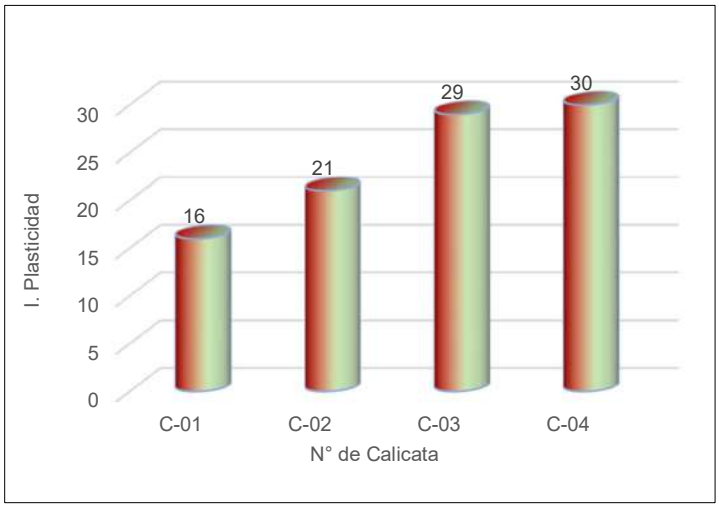


Figura 7. IP del suelo patrón

La figura 7 detalla el índice plástico: C4=30 y C1=16; según la clasificación del MTC, la primera calicata corresponde a un suelo de plasticidad media, mientras que la segunda, tercera y cuarta clasifican como suelos de plasticidad alta.

Tabla 11. Propiedades mecánicas (MDS y OCH) del suelo patrón

Calicata	MDS (g/cm3)	OCH (%)
C-1	1.877	11.83
C-2	1.878	11.68
C-3	1.867	12.84
C-4	1.897	12.90

Fuente: Elaboración propia

La tabla 11 muestra MDS y humedad óptima de cuatro calicatas (anexo 10).

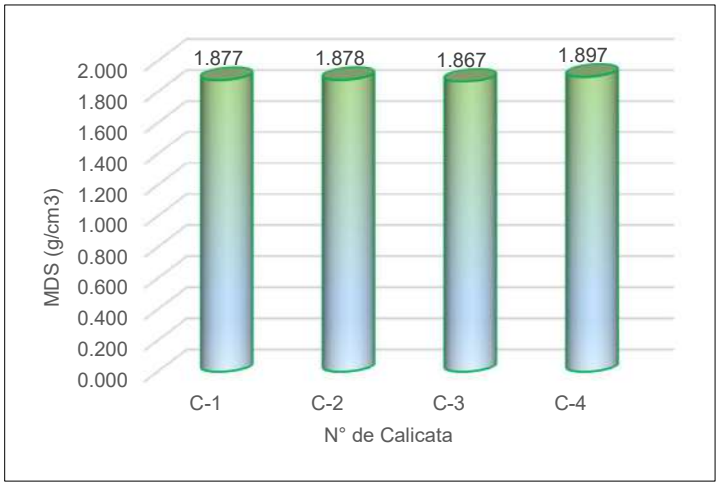


Figura 8. Máxima densidad seca del suelo patrón

La figura 8 presenta la MDS del suelo en cuatro calicatas; la mayor fue C4 con 1.897 g/cm³ y la menor C3 con 1.867 g/cm³.

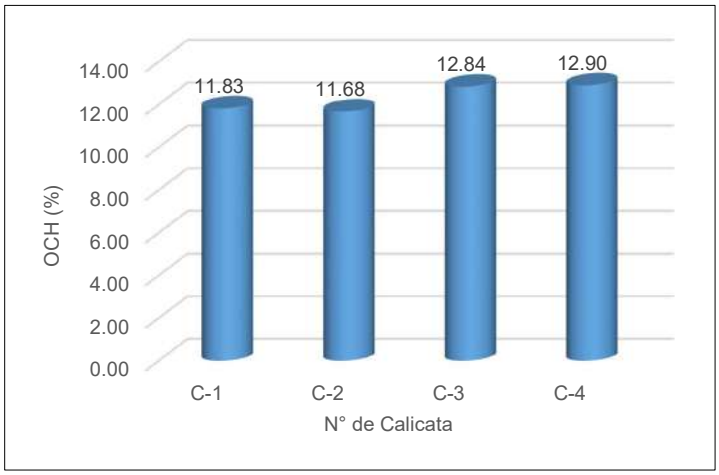


Figura 9. OCH del suelo patrón

La figura 9 presenta el OCH del suelo en cuatro calicatas; el mayor fue C4 con 12.90% y el menor C2 con 11.68%.

Tabla 12. Propiedades mecánicas CBR con 0.1" de penetración

N° de Calicata	CBR		Tipo de subrasante
	100%	95%	
C-1	5.28	4.81	Insuficiente
C-2	5.27	4.78	Insuficiente
C-3	5.37	4.75	Insuficiente
C-4	6.08	5.36	Regular- insuficiente

Fuente: Elaboración propia

La tabla 12 exhibe los valores del CBR obtenidos a una penetración de 0.1" al 100% y 95% de la MDS del suelo patrón de las cuatro calicatas; los certificados se presentan en el anexo 10.

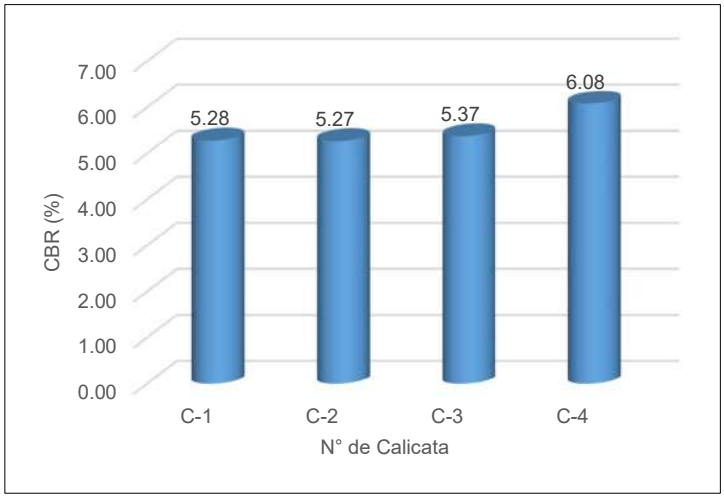


Figura 10. CBR con 0.1" de penetración y 100% de MDS del suelo patrón

La figura 10, ilustra los resultados del CBR del suelo con 0.1" de penetración y 100% de su MDS de las cuatro calicatas elaboradas, los hallazgos evidencian que, el suelo con el CBR más alto fue el de la cuarta calicata de 6.08% y el suelo con el CBR más bajo fue el de la primera y segunda calicata de 5.28% y 5.27% respectivamente. De acuerdo a esta propiedad física, el suelo de la primera, segunda y tercera calicata clasifica como subrasante insuficiente y el suelo de la cuarta calicata, mencionado por el MTC.

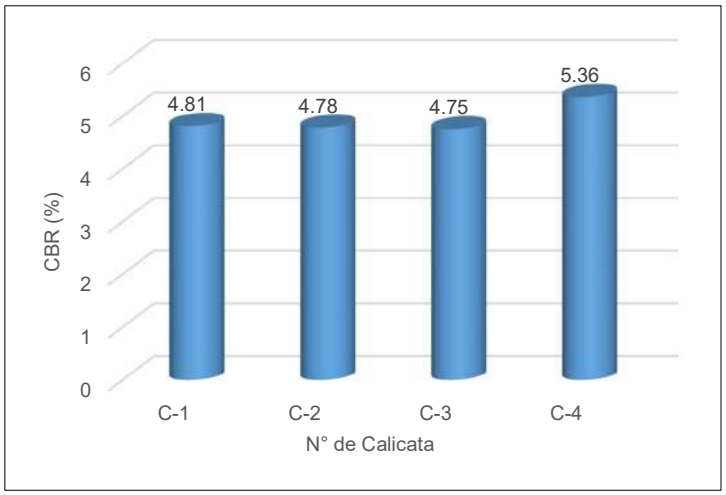


Figura 11. CBR con 0.1" de penetración y 95% de MDS del suelo patrón

La figura 11, expone los hallazgos obtenidos del CBR del suelo con 0.1" de penetración y 95% de su MDS de las cuatro calicatas elaboradas, los hallazgos evidencian que, el suelo con el CBR más alto fue el de la cuarta calicata de 5.36% y el suelo con el CBR más bajo fue el de la primera y segunda calicata con un valor de 4.81% y 4.78% respectivamente. De acuerdo a esta propiedad física, el suelo de todas las calicatas clasifica como insuficiente, de acuerdo a la clasificación del MTC.

Tabla 13. Propiedades mecánicas CBR con 0.2" de penetración

N° de Calicata	CBR		Tipo de subrasante
	100%	95%	
C-1	7.69	6.94	Regular
C-2	7.58	6.84	Regular
C-3	6.30	5.58	Regular - Insuficiente
C-4	6.99	6.17	Regular

Fuente: Elaboración propia

La tabla 13 expone los hallazgos del CBR logrado a una penetración de 0.2 pulgadas, considerando el 100% y 95% de la MDS del suelo patrón de las cuatro calicatas; los certificados se presentan en el anexo 10.

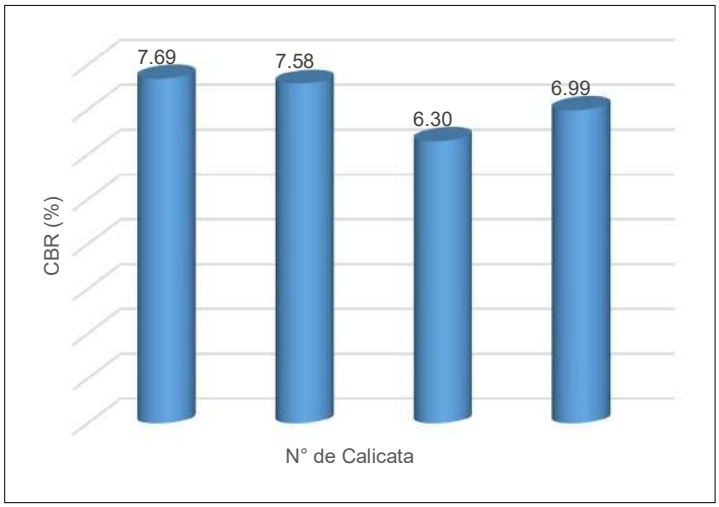


Figura 12. CBR con 0.2" de penetración y 100% de MDS del suelo patrón

La figura 12, ilustra los hallazgos del CBR del suelo con 0.2" de penetración y 100% de su MDS de las cuatro calicatas elaboradas, los hallazgos revelan que, el suelo con el CBR más alto fue el de la primera calicata con un valor de 7.69% y el suelo con el CBR más bajo fue el de la tercera calicata con un valor de 6.30%. De acuerdo a esta propiedad física, el suelo de todas las calicatas clasifica como regular, de acuerdo a la clasificación del MTC.

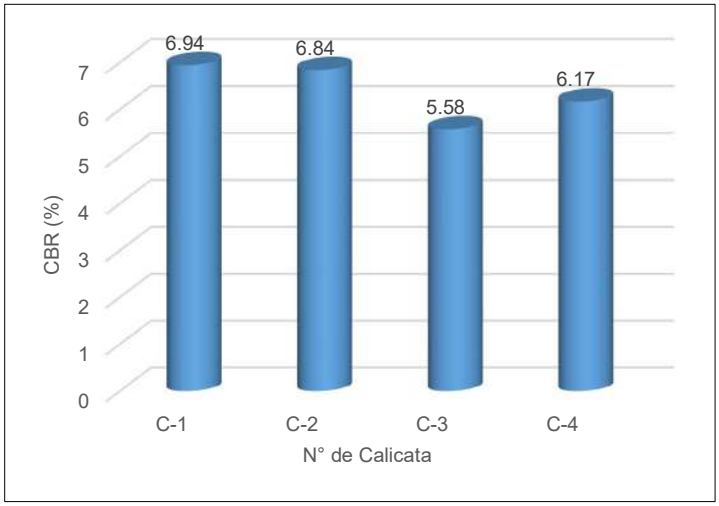


Figura 13. CBR con 0.2" de penetración y 95% de MDS del suelo patrón

La figura 13, exhibe los hallazgos del CBR del suelo con 0.2" de penetración y 95% de su MDS de las cuatro calicatas elaboradas, los resultados señalan que, el suelo con el CBR más alto fue el de la primera calicata de 6.94% y el suelo con el CBR más bajo fue el de la tercera calicata con un valor de 5.58%. De acuerdo a esta propiedad física, el suelo de la primera, segunda y cuarta calicata clasifican como subrasante regular y el suelo de la tercera calicata se categoriza como subrasante insuficiente, de acuerdo a la clasificación del MTC.

5.1.2. Propiedades físicas y mecánicas del suelo con adición de cal

Tabla 14. Propiedades físicas del suelo con adición de cal

N° de repetición	Adición o tratamiento	Humedad (%)	Granulometría (%)			Límites			Clasificación	
			Grava	Arena	Finos	L. L.	L. P.	I. P.	SUCCS	AASHTO
R1	0%	8.02	14.00	19.70	66.30	35.00	19.00	16.00	CL	A-6(9)
	2%	6.11	16.50	28.70	54.80	44	25	19	CL	A-7-6(8)
	4%	5.73	13.50	20.00	66.50	36	19	17	CL	A-6(9)
	6%	4.91	8.90	20.90	70.20	35	20	15	CL	A-6(9)
	8%	2.83	15.90	16.60	67.50	31	18	13	CL	A-6(8)
R2	0%	8.02	14.00	19.70	66.30	35.00	19.00	16.00	CL	A-6(9)
	2%	6.73	16.40	23.90	59.70	43	25	18	CL	A-7-6(7)
	4%	5.23	14.10	21.00	64.90	37	19	18	CL	A-6(9)
	6%	4.69	9.60	21.60	68.80	36	20	16	CL	A-6(9)
	8%	2.35	16.90	17.40	65.70	32	18	14	CL	A-6(8)
Promedio	0%	8.02	14.00	19.70	66.30	35.00	19.00	16.00	CL	A-6(9)
	2%	6.42	16.45	26.30	57.25	44	25	19	CL	A-7-6(7)
	4%	5.48	13.80	20.50	65.70	37	19	18	CL	A-6(9)
	6%	4.80	9.25	21.25	69.50	36	20	16	CL	A-6(9)
	8%	2.59	16.40	17.00	66.60	32	18	14	CL	A-6(8)

Fuente: Elaboración propia

La tabla 14, expone las propiedades físicas obtenidas en el suelo tratado con la dosificación de 2%, 4%, 6% y 8% de cal, se presentan los resultados de las dos repeticiones desarrolladas de cada ensayo para cada tratamiento o adición. Los certificados de los resultados se presentan en el anexo 11.

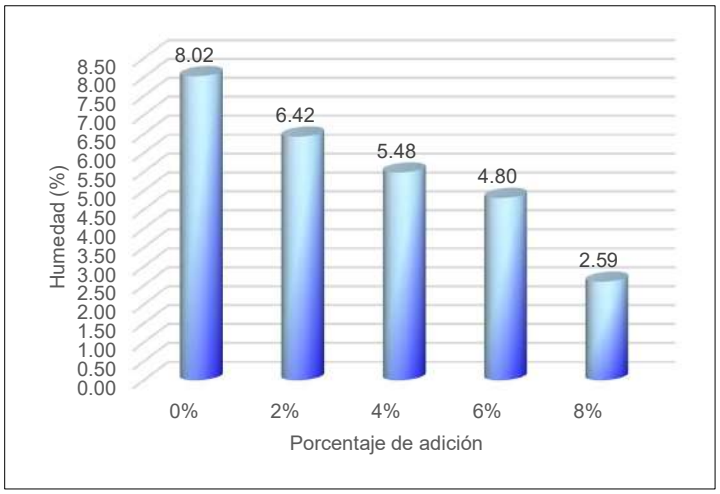


Figura 14. Humedad del suelo con adición de cal

La figura 14 muestra que el contenido de humedad del suelo aminora según aumenta la proporción de cal; el suelo patrón presentó el mayor valor (8.02%), mientras que el tratamiento con 8% de cal registró el menor (2.59%).

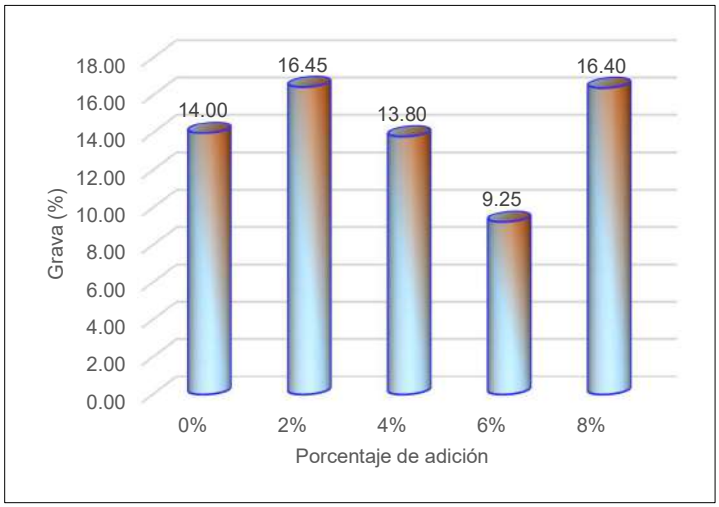


Figura 15. Porcentaje de grava del suelo con adición de cal

La figura 15, muestra la grava promedio del suelo tratado con 2%, 4%, 6% y 8% de cal, para esta propiedad física, los resultados indican que, no existe un comportamiento que sigan una tendencia, siendo su valor más alto para el suelo tratado con 2% de cal con un valor promedio de 16.45% y el más bajo para el suelo tratado con 6% con un valor de 9.25%.

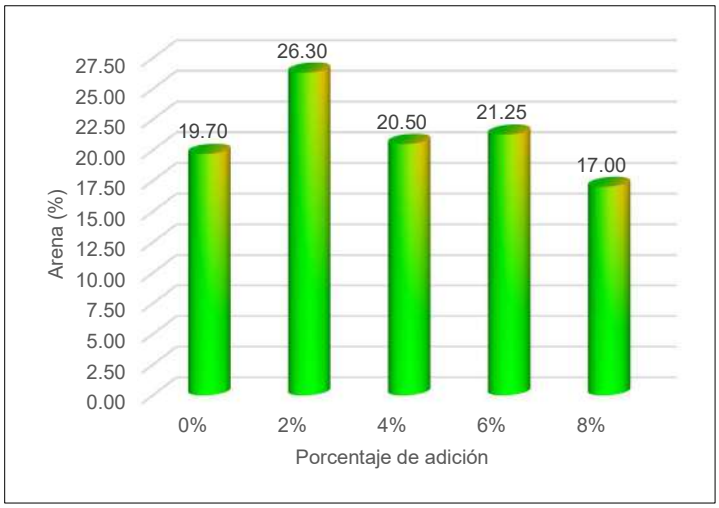


Figura 16. Porcentaje de arena del suelo con adición de cal

La figura 16, la arena promedio del suelo tratado con 2%, 4%, 6% y 8% de cal, para esta propiedad física, los resultados indican que, no existe un comportamiento que sigan una tendencia, siendo su valor más alto para el suelo tratado con 2% de cal con un valor promedio de 26.30% y el más bajo para el suelo tratado con 8% con un valor de 17%.

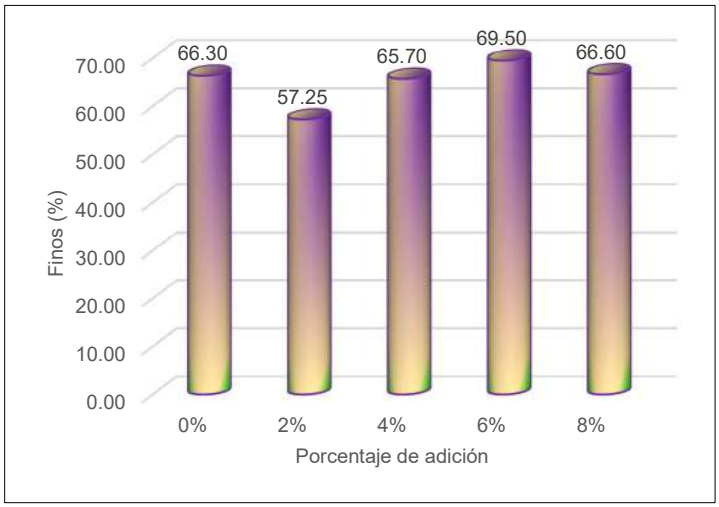


Figura 17. Porcentaje de finos del suelo con adición de cal

La figura 17, valores finos promedio del suelo tratado con 2%, 4%, 6% y 8% de cal, para esta propiedad física, los resultados indican que, no existe un comportamiento que sigan una tendencia, siendo su valor más alto para el suelo tratado con 6% de cal con un valor promedio de 69.50% y el más bajo para el suelo tratado con 2% con un valor de 57.25%.

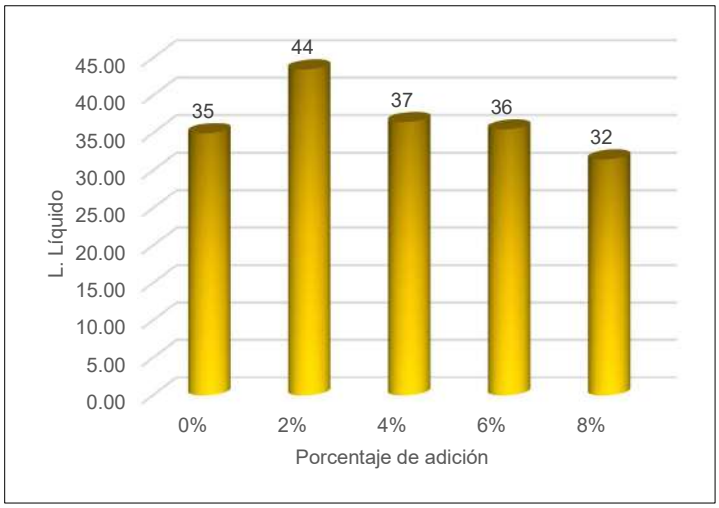


Figura 18. LL del suelo con adición de cal

La figura 18, LL promedio del suelo tratado con 2%, 4%, 6% y 8% de cal, para esta propiedad física, los resultados indican que, existe un breve incremento con la adición del 2% obteniendo con este porcentaje el valor más alto, con un valor promedio de 44, luego a partir de ese porcentaje se reduce el límite líquido, alcanzando su valor más bajo para el suelo tratado con 8% de cal, con un valor de 32.

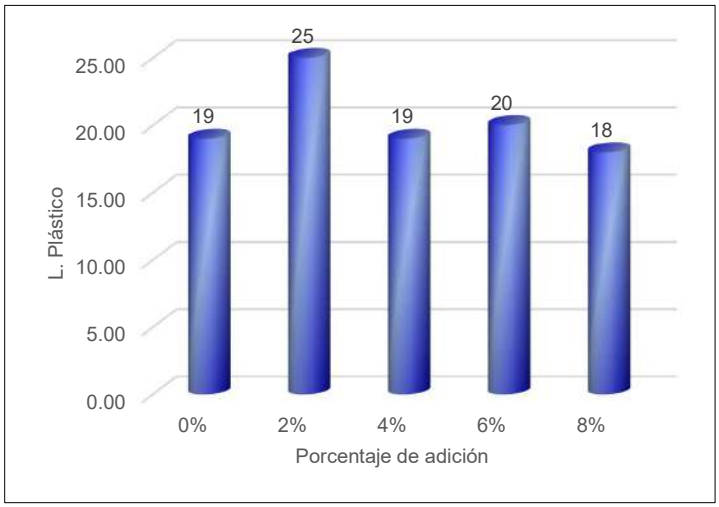


Figura 19. LP del suelo con adición de cal

La figura 19, el plástico promedio del suelo tratado con 2%, 4%, 6% y 8% de cal, para esta propiedad física, los resultados indican que, no existe un comportamiento que sigan una tendencia, siendo su valor más alto para el suelo tratado con 2% de cal con un valor promedio de 25 y el más bajo para el suelo tratado con 8% con un valor de 18.

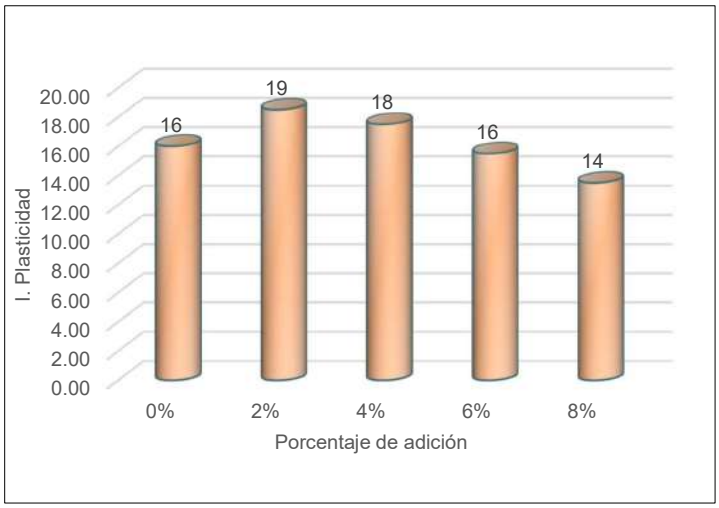


Figura 20. IP del suelo con adición de cal

La figura 20, muestra los resultados del IP promedio del suelo tratado con 2%, 4%, 6% y 8% de cal, para esta propiedad física, los resultados indican que, existe un breve incremento con la adición del 2% obteniendo con este porcentaje el valor más alto, con un valor promedio de 19, luego a partir de ese porcentaje se reduce el IP, alcanzando su valor más bajo para el suelo tratado con 8% de cal, con un valor de 14. De acuerdo a esta propiedad el suelo clasifica como uno de plasticidad media para todos los tratamientos incluido el suelo patrón.

Tabla 15. Propiedades mecánicas (MDS y OCH) del suelo con adición de cal

N° repetición	Adición o tratamiento	Máxima Densidad Seca (g/cm3)	Óptimo contenido de humedad (%)
R1	0%	1.877	11.83
	2%	1.896	12.82
	4%	1.917	12.76
	6%	1.931	12.71
	8%	1.945	12.66
R2	0%	1.877	11.83
	2%	1.897	12.84
	4%	1.918	12.70
	6%	1.933	12.66
	8%	1.947	12.60
Promedio	0%	1.877	11.83
	2%	1.897	12.83
	4%	1.918	12.73
	6%	1.932	12.69
	8%	1.946	12.63

Fuente: Elaboración propia

Tabla 15 presenta MDS y OCH del suelo con cal al 2%, 4%, 6% y 8%, incluyendo dos repeticiones por ensayo (anexo 12).

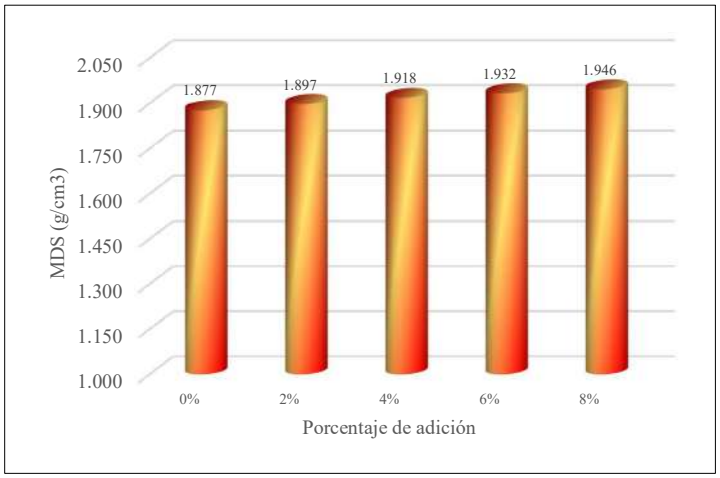


Figura 21. Máxima densidad seca del suelo con adición de cal

La figura 21 muestra la MDS promedio del suelo con adiciones de 2%, 4%, 6% y 8% de cal; los hallazgos exhiben un aumento de la MDS conforme incrementa la adición, registrándose el menor valor en el suelo patrón (1.877 g/cm³) y el mayor con 8% de cal (1.946 g/cm³).

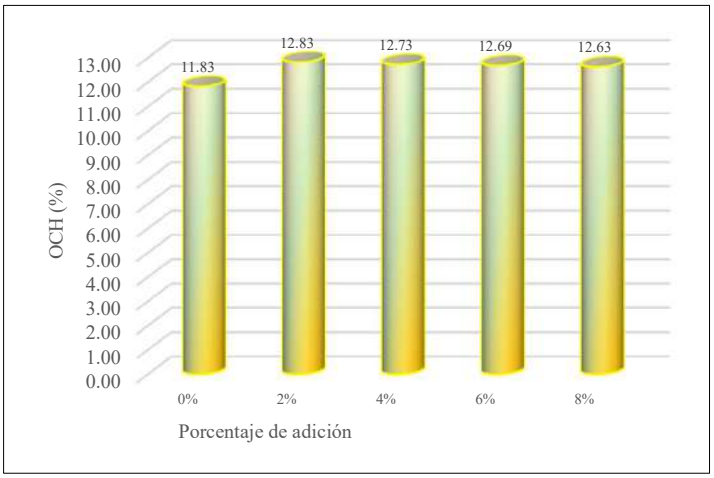


Figura 22. OCH del suelo con adición de cal

La figura 22 muestra que el OCH del suelo con adiciones de 2%, 4%, 6% y 8% de cal presenta variaciones sin un comportamiento uniforme, siendo su valor más bajo para el suelo patrón con un valor promedio de 11.83% y el más alto para el suelo tratado con 2% de adición con un valor de 12.83%.

Tabla 16. Propiedades mecánicas CBR con 0.1" de penetración con adición de cal

N° repetición	Adición o tratamiento	CBR (%)		Tipo de subrasante
		100%	95%	
R1	0%	5.28	4.81	Insuficiente
	2%	13.69	12.75	Buena
	4%	19.63	17.52	Buena
	6%	27.08	24.31	Muy buena
	8%	34.21	30.94	Excelente
R2	0%	5.28	4.81	Insuficiente
	2%	13.71	12.65	Buena
	4%	19.48	17.66	Buena
	6%	27.13	24.53	Muy buena
	8%	34.85	31.39	Excelente
Promedio	0%	5.28	4.81	Insuficiente
	2%	13.70	12.70	Buena
	4%	19.56	17.59	Buena
	6%	27.11	24.42	Muy buena
	8%	34.53	31.17	Excelente

Fuente: Elaboración propia

La tabla 16, expone los hallazgos del CBR con 0.1" de penetración como principal propiedad mecánica del suelo tratado con la adición de 2%, 4%, 6% y 8% de cal, se presentan los resultados de las dos repeticiones ejecutadas de cada ensayo para cada tratamiento o adición y la clasificación de la subrasante para cada tratamiento. Los certificados de los resultados se presentan en el anexo 12.

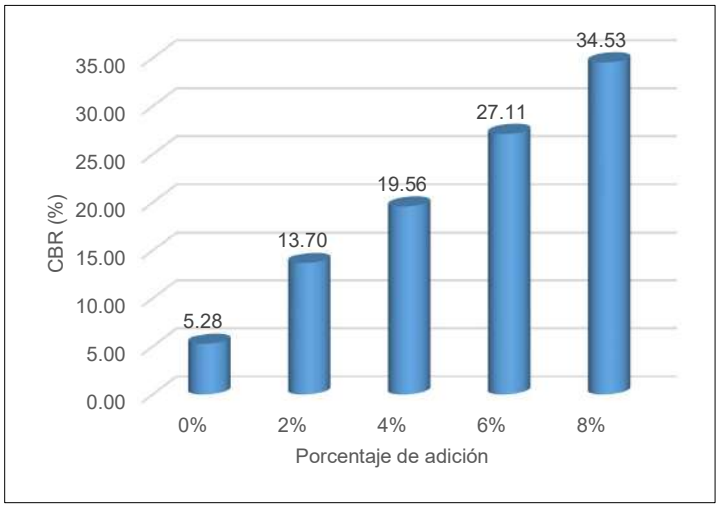


Figura 23. CBR con 0.1" de penetración y 100% de MDS con adición de cal

La figura 23, CBR promedio con penetración de 0.1" y 100% de MDS del suelo tratado con 2%, 4%, 6% y 8% de cal, los resultados indican que, al aumentar la adición, el CBR se incrementa considerablemente, siendo su valor más bajo para el suelo patrón con un valor promedio de 5.28% y el más alto para el suelo tratado con 8% de adición con un valor de 34.53%.

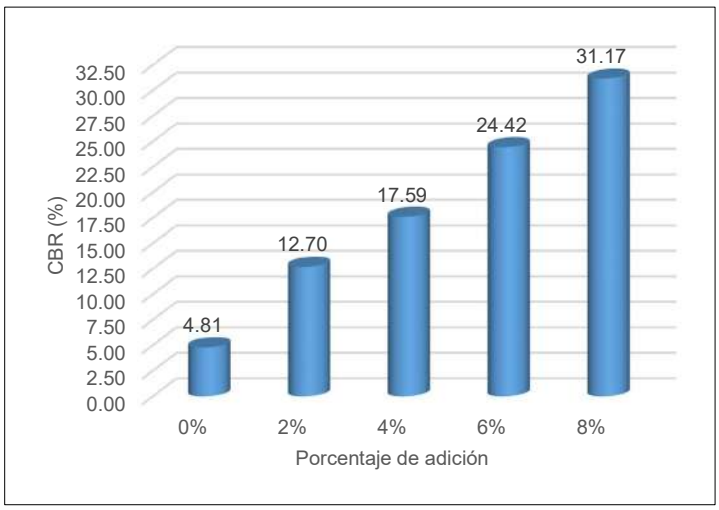


Figura 24. CBR con 0.1" de penetración y 95% de MDS con adición de cal

La figura 24, muestra los resultados del CBR promedio con penetración de 0.1" y 95% de MDS del suelo tratado con 2%, 4%, 6% y 8% de cal, los resultados indican que, al incrementar la adición, el CBR se incrementa considerablemente, siendo su valor más bajo para el suelo patrón con un valor promedio de 4.81% y el más alto para el suelo tratado con 8% de adición con un valor de 31.17%.

Tabla 17. Propiedades mecánicas CBR con 0.2" de penetración con adición de cal

N° repetición	Adición o tratamiento	CBR (%)		Tipo de subrasante
		100%	95%	
R1	0%	7.69	6.94	Regular
	2%	14.98	13.96	Buena
	4%	23.21	20.73	Muy buena
	6%	29.73	26.75	Muy buena
	8%	37.52	33.98	Excelente
R2	0%	7.69	6.94	Regular
	2%	14.93	13.78	Buena
	4%	23.90	21.65	Muy buena
	6%	30.25	27.37	Excelente-Muy buena
	8%	37.79	34.11	Excelente
Promedio	0%	7.69	6.94	Regular
	2%	14.96	13.87	Buena
	4%	23.56	21.19	Muy buena
	6%	29.99	27.06	Muy buena
	8%	37.66	34.05	Excelente

Fuente: Elaboración propia

La tabla 17, CBR promedio con 0.2" de penetración como principal propiedad mecánica del suelo tratado con la adición de 2%, 4%, 6% y 8% de cal, se detallan los resultados de las 2 repeticiones del ensayo, cada tratamiento o adición y la clasificación de la subrasante para cada tratamiento. Los certificados de los resultados se presentan en el anexo 12.

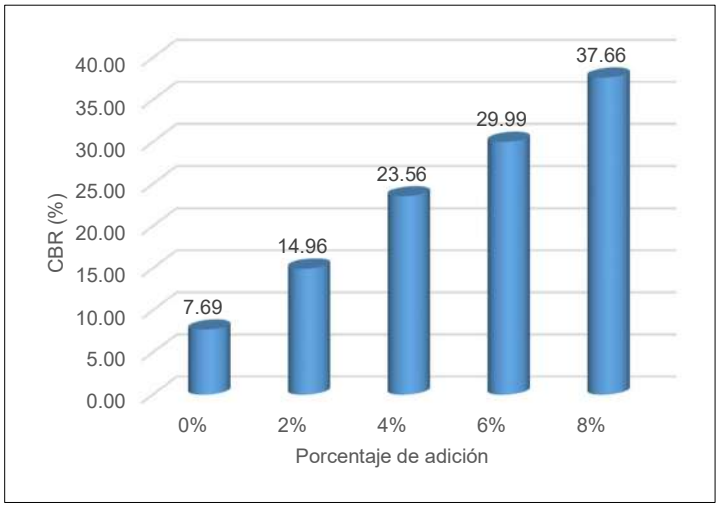


Figura 25. CBR con 0.2" de penetración y 100% de MDS con adición de cal

La figura 25, muestra los resultados del CBR promedio con 0.2" de penetración y 100% de MDS del suelo tratado con 2%, 4%, 6% y 8% de cal, los resultados indican que, al aumentar la adición, el CBR se incrementa considerablemente, siendo su valor más bajo para el suelo patrón con un valor promedio de 7.69% y el más alto para el suelo tratado con 8% de adición con un valor de 37.66%.

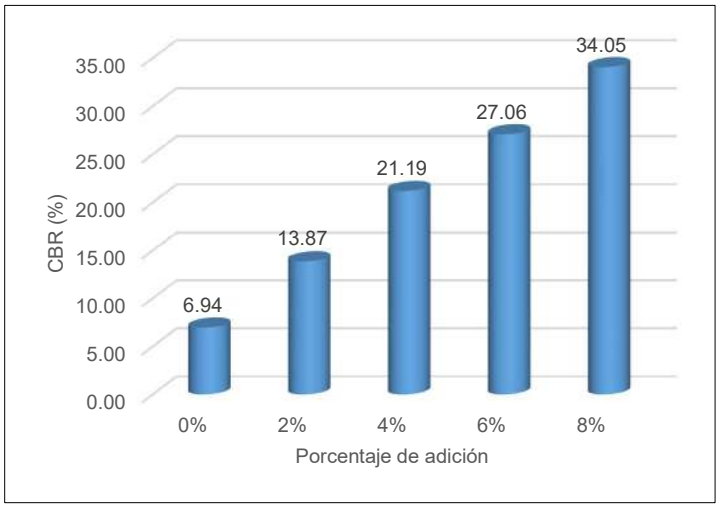


Figura 26. CBR con 0.2" de penetración y 95% de MDS con adición de cal

La figura 26, muestra los resultados del CBR promedio con 0.2" de penetración y 95% de MDS del suelo tratado con 2%, 4%, 6% y 8% de cal, los resultados indican que, al aumentar la adición, el CBR se incrementa considerablemente, siendo su valor más bajo para el suelo patrón con un valor promedio de 6.94% y el más alto para el suelo tratado con 8% de adición con un valor de 34.05%.

Tabla 18. Matriz de tratamientos y repeticiones

N° Repetición	Tratamiento				
	T0 (0%)	**T1 (2%)**	**T2 (4%)**	**T3 (6%)**	**T3 (8%)**
R1	$r_{1(T0)}$	$r_{1(T1)}$	$r_{1(T2)}$	$r_{1(T3)}$	$r_{1(T4)}$
R2	$r_{2(T0)}$	$r_{2(T1)}$	$r_{2(T2)}$	$r_{2(T3)}$	$r_{2(T4)}$

Fuente: Elaboración propia

La tabla 18 exhibe los tratamientos aplicados y el número de repeticiones, los tratamientos son las adiciones de cal, definidos de la siguiente manera: T0 (0%), T1 (2%), T2 (4%), T3 (6%) y T4 (8%); mientras que, las repeticiones están dadas por la cantidad de veces que se realizó el mismo ensayo (dos veces o dos repeticiones), esta matriz permite el análisis estadístico de los resultados de las propiedades mecánicas (CBR) y físicas (plasticidad) del suelo.

Pruebas estadísticas Anova y Tukey al 95% de confianza

La prueba ANOVA determinó que existen diferencias significativas entre tratamientos, mientras que Tukey efectuó la comparación múltiple; ambas se aplicaron con 95% de confianza y un Alpha teórico de 0.05, comparando este valor con el P value obtenido para su interpretación.

Si Alpha > P: Existen diferencias significativas

Si Alpha < P: No existen diferencias significativas

Entre los principales datos estadísticos que se presentan en las tablas son: El grupo de tratamientos, la cantidad de repeticiones, la suma de los resultados, el promedio, la varianza, la desviación estándar, el error estadístico, el valor más bajo, el valor más alto y el dato más importante el valor de P value.

Tabla 19. Prueba Anova para la plasticidad con adición de cal

Group	Count	Sum	Mean	Variance	SS	Std Err	Lower	Upper
0 %	2	32.00	16.00	0	0	0.447	14.850	17.150
2 %	2	37.00	18.50	0.5	0.5	0.447	17.350	19.650
4 %	2	35.00	17.50	0.5	0.5	0.447	16.350	18.650
6 %	2	31.00	15.50	0.5	0.5	0.447	14.350	16.650
8 %	2	27.00	13.50	0.5	0.5	0.447	12.350	14.650
Sources	**SS**	**df**	**MS**	**F**	**P value**	**Eta-sq**	**RMSSE**	**Omega Sq**
Between Groups	29.6	4	7.4	18.5	0.0034	0.937	3.041	0.875
Within Groups	2	5	0.4					
Total	31.6	9	3.511					
Sí existen diferencias significativas								

Fuente: Elaboración propia

La tabla 19 expone que el ANOVA del índice de plasticidad presenta diferencias significativas entre tratamientos, ya que el Alpha (0.05) es mayor que el P value (0.0034).

Tabla 20. Prueba Tukey para la plasticidad con adición de cal

group 1	group 2	mean	std err	q-stat	lower	upper	p-value	mean-crit	Cohen d	Interpretación
0 %	2 %	2.5	0.447	5.590	-0.037	5.037	0.053	2.537	3.953	No existen dif. significativas
0 %	4 %	1.5	0.447	3.354	-1.037	4.037	0.260	2.537	2.372	No existen dif. significativas
0 %	6 %	0.5	0.447	1.118	-2.037	3.037	0.923	2.537	0.791	No existen dif. significativas
0 %	8 %	2.5	0.447	5.590	-0.037	5.037	0.053	2.537	3.953	No existen dif. significativas
2 %	4 %	1	0.447	2.236	-1.537	3.537	0.563	2.537	1.581	No existen dif. significativas
2 %	6 %	3	0.447	6.708	0.463	5.537	0.026	2.537	4.743	Sí existen dif. significativas
2 %	8 %	5	0.447	11.180	2.463	7.537	0.003	2.537	7.906	Sí existen dif. significativas
4 %	6 %	2	0.447	4.472	-0.537	4.537	0.115	2.537	3.162	No existen dif. significativas
4 %	8 %	4	0.447	8.944	1.463	6.537	0.008	2.537	6.325	Sí existen dif. significativas
6 %	8 %	2	0.447	4.472	-0.537	4.537	0.115	2.537	3.162	No existen dif. significativas

Fuente: Elaboración propia

La tabla 20, expone los resultados de la prueba Tukey, para el IP del suelo, los hallazgos revelan que, sí existen diferencias significativas para las comparaciones entre 2% con 6%, 2% con 8% y 4% con 8%, porque el Alpha 0.05 es mayor que los valores P de 0.026, 0.003 y 0.008 respectivamente; mientras que para las demás comparaciones no hay diferencias significativas.

Tabla 21. *Prueba Anova para CBR, 0.1" de penetración y 100% de MDS con adición de cal*

Group	Count	Sum	Mean	Variance	SS	Std Err	Lower	Upper
0 %	2	10.56	5.28	0	0	0.147	4.901	5.659
2 %	2	27.40	13.70	0.0002	0.0002	0.147	13.321	14.079
4 %	2	39.11	19.56	0.01125	0.0112	0.147	19.176	19.934
6 %	2	54.21	27.11	0.00125	0.0013	0.147	26.726	27.484
8 %	2	69.06	34.53	0.2048	0.2048	0.147	34.151	34.909
Sources	**SS**	**df**	**MS**	**F**	**P value**	**Eta-sq**	**RMSSE**	**Omega Sq**
Between Groups	1036.325	4	259.08	5955.892	2.23E-09	0.9998	54.5706	0.9996
Within Groups	0.218	5	0.044					
Total	1036.543	9	115.17					
Sí existen diferencias significativas								

Fuente: Elaboración propia

La tabla 21, muestra los resultados de la prueba estadística Anova, aplicado para el CBR con 0.1" de penetración y 100% de MDS con adición de cal, los hallazgos corroboran que existen diferencias significativas en los resultados de esta propiedad mecánica del suelo, debido a que, el Alpha 0.05 es mayor que el P value de 2.23E-09.

Tabla 22. *Prueba Tukey para CBR, 0.1" de penetración y 100% de MDS con adición de cal*

group 1	group 2	mean	std err	q-stat	lower	upper	p-value	mean-crit	Cohen d	Interpretación
0 %	2 %	8.42	0.147	57.093	7.583	9.257	1.80E-06	0.837	40.371	
0 %	4 %	14.28	0.147	96.794	13.438	15.112	1.79E-07	0.837	68.443	
0 %	6 %	21.83	0.147	147.987	20.988	22.662	1.72E-07	0.837	104.643	
0 %	8 %	29.25	0.147	198.334	28.413	30.087	1.72E-07	0.837	140.243	
2 %	4 %	5.86	0.147	39.701	5.018	6.692	6.83E-06	0.837	28.073	Sí existen dif. significativas
2 %	6 %	13.41	0.147	90.894	12.568	14.242	1.92E-07	0.837	64.272	
2 %	8 %	20.83	0.147	141.241	19.993	21.667	1.72E-07	0.837	99.872	
4 %	6 %	7.55	0.147	51.194	6.713	8.387	2.93E-06	0.837	36.199	
4 %	8 %	14.98	0.147	101.540	14.138	15.812	1.75E-07	0.837	71.800	
6 %	8 %	7.43	0.147	50.346	6.588	8.262	3.13E-06	0.837	35.600	

Fuente: Elaboración propia

La tabla 22, prueba estadística Tukey, aplicado para el CBR con 0.1" de penetración y 100% de MDS con adición de cal, los resultados indican que sí existen brechas importantes para todas las comparaciones determinadas mediante esta prueba, debido a que, el Alpha 0.05 es mayor que el P value resultante de cada una de las comparaciones.

Tabla 23. Prueba Anova para CBR, 0.1" de penetración y 95% de MDS con adición de cal

Group	Count	Sum	Mean	Variance	SS	Std Err	Lower	Upper
0 %	2	9.62	4.81	0	0	0.118	4.506	5.114
2 %	2	25.40	12.70	0.005	0.005	0.118	12.396	13.004
4 %	2	35.18	17.59	0.0098	0.0098	0.118	17.286	17.894
6 %	2	48.84	24.42	0.0242	0.0242	0.118	24.116	24.724
8 %	2	62.33	31.17	0.1013	0.1013	0.118	30.861	31.469
Sources	**SS**	**df**	**MS**	**F**	**P value**	**Eta-sq**	**RMSSE**	**Omega Sq**
Between Groups	833.348	4	208.33699	7427.3437	1.29E-09	0.9998	60.9399	0.9997
Within Groups	0.14025	5	0.02805					
Total	833.488	9	92.609801					
Sí existen diferencias significativas								

Fuente: Elaboración propia

La tabla 23, prueba estadística Anova, aplicado para el CBR con 0.1" de penetración y 95% de MDS con adición de cal, los hallazgos corroboran que existen diferencias significativas en los resultados de esta propiedad mecánica del suelo, debido a que, el Alpha 0.05 es mayor que el P value de 1.29E-09.

Tabla 24. Prueba Tukey para CBR, 0.1" de penetración y 95% de MDS con adición de cal

group 1	group 2	mean	std err	q-stat	lower	upper	p-value	mean-crit	Cohen d	Interpretación
0 %	2 %	7.89	0.118	66.623	7.218	8.562	7.68E-07	0.672	47.110	Sí existen dif. significativas
0 %	4 %	12.78	0.118	107.914	12.108	13.452	1.73E-07	0.672	76.307	
0 %	6 %	19.61	0.118	165.587	18.938	20.282	1.72E-07	0.672	117.088	
0 %	8 %	26.36	0.118	222.542	25.683	27.027	1.72E-07	0.672	157.361	
2 %	4 %	4.89	0.118	41.291	4.218	5.562	6.05E-06	0.672	29.197	
2 %	6 %	11.72	0.118	98.964	11.048	12.392	1.77E-07	0.672	69.978	
2 %	8 %	18.47	0.118	155.919	17.793	19.137	1.72E-07	0.672	110.251	
4 %	6 %	6.83	0.118	57.673	6.158	7.502	1.71E-06	0.672	40.781	
4 %	8 %	13.58	0.118	114.627	12.903	14.247	1.72E-07	0.672	81.054	
6 %	8 %	6.75	0.118	56.955	6.073	7.417	1.82E-06	0.672	40.273	

Fuente: Elaboración propia

La tabla 24, prueba estadística Tukey, aplicado para el CBR con 0.1" de penetración y 95% de MDS con adición de cal, los hallazgos corroboran que sí existen diferencias significativas para todas las comparaciones determinadas mediante esta prueba, debido a que, el Alpha 0.05 es mayor que el P value resultante de cada una de las comparaciones.

Tabla 25. Prueba Anova para CBR, 0.2" de penetración y 100% de MDS con adición de cal

Group	Count	Sum	Mean	Variance	SS	Std Err	Lower	Upper
0 %	2	15.38	7.69	0	0	0.203	7.169	8.211
2 %	2	29.91	14.96	0.001	0.001	0.203	14.434	15.476
4 %	2	47.11	23.56	0.238	0.238	0.203	23.034	24.076
6 %	2	59.98	29.99	0.135	0.135	0.203	29.469	30.511
8 %	2	75.31	37.66	0.036	0.036	0.203	37.134	38.176
Sources	**SS**	**df**	**MS**	**F**	**P value**	**Eta-sq**	**RMSSE**	**Omega Sq**
Between Groups	1125.577	4	281.394	3423.704	8.90E-09	0.9996	41.375	0.999
Within Groups	0.411	5	0.082					
Total	1125.988	9	125.110					
Sí existen diferencias significativas								

Fuente: Elaboración propia

La tabla 25, con la prueba Anova, aplicado para el CBR con 0.2" de penetración y 100% de MDS con adición de cal, los hallazgos corroboran que existen diferencias significativas en los resultados de esta propiedad mecánica del suelo, debido a que, el Alpha 0.05 es mayor que el P value de 8.90E-09.

Tabla 26. Prueba Tukey para CBR, 0.2" de penetración y 100% de MDS con adición de cal

group 1	group 2	mean	std err	q-stat	lower	upper	p-value	mean-crit	Cohen d	Interpretación
0 %	2 %	7.27	0.203	35.838	6.115	8.415	9.76E-06	1.150	25.341	Sí existen dif. significativas
0 %	4 %	15.87	0.203	78.261	14.715	17.015	3.08E-07	1.150	55.339	
0 %	6 %	22.30	0.203	110.004	21.150	23.450	1.73E-07	1.150	77.785	
0 %	8 %	29.97	0.203	147.815	28.815	31.115	1.72E-07	1.150	104.521	
2 %	4 %	8.60	0.203	42.423	7.450	9.750	5.57E-06	1.150	29.998	
2 %	6 %	15.04	0.203	74.167	13.885	16.185	4.07E-07	1.150	52.444	
2 %	8 %	22.70	0.203	111.978	21.550	23.850	1.72E-07	1.150	79.180	
4 %	6 %	6.44	0.203	31.743	5.285	7.585	1.67E-05	1.150	22.446	
4 %	8 %	14.10	0.203	69.554	12.950	15.250	5.93E-07	1.150	49.182	
6 %	8 %	7.67	0.203	37.811	6.515	8.815	8.02E-06	1.150	26.736	

Fuente: Elaboración propia

La tabla 26, prueba estadística Tukey, aplicado para el CBR con 0.2" de penetración y 100% de MDS con adición de cal, los hallazgos corroboran que sí existen diferencias significativas para todas las comparaciones determinadas mediante esta prueba, debido a que, el Alpha 0.05 es mayor que el P value resultante de cada una de las comparaciones.

Tabla 27. Prueba Anova para CBR, 0.2" de penetración y 95% de MDS con adición de cal

Group	Count	Sum	Mean	Variance	SS	Std Err	Lower	Upper
0 %	3	20.82	6.94	0	0	0.1461	6.6145	7.2655
2 %	3	41.61	13.87	0.0081	0.0162	0.1461	13.5445	14.1955
4 %	3	63.57	21.19	0.2116	0.4232	0.1461	20.8645	21.5155
6 %	3	81.18	27.06	0.0961	0.1922	0.1461	26.7345	27.3855
8 %	3	102.14	34.05	0.0042	0.0085	0.1461	33.7195	34.3705

Sources	SS	df	MS	F	P value	Eta-sq	RMSSE	Omega Sq
Between Groups	1364.202	4	341.051	5328.498	1.36E-16	0.9995	42.1446	0.9993
Within Groups	0.64005	10	0.064					
Total	1364.842	14	97.489					

Sí existen diferencias significativas

Fuente: Elaboración propia

La tabla 27, prueba estadística Anova, aplicado para el CBR con 0.2" de penetración y 95% de MDS con adición de cal, los hallazgos corroboran que existen diferencias significativas en los resultados de esta propiedad mecánica del suelo, debido a que, el Alpha 0.05 es mayor que el P value de 1.36E-16.

Tabla 28. Prueba Tukey para CBR, 0.2" de penetración y 95% de MDS con adición de cal

group 1	group 2	mean	std err	q-stat	lower	upper	p-value	mean-crit	Cohen d	Interpretación
0 %	2 %	6.93	0.146	47.445	6.250	7.610	6.16E-11	0.680	27.392	
0 %	4 %	14.25	0.146	97.559	13.570	14.930	5.87E-13	0.680	56.326	
0 %	6 %	20.12	0.146	137.747	19.440	20.800	5.07E-13	0.680	79.528	
0 %	8 %	27.11	0.146	185.568	26.425	27.785	5.07E-13	0.680	107.138	
2 %	4 %	7.32	0.146	50.115	6.640	8.000	4.16E-11	0.680	28.934	
2 %	6 %	13.19	0.146	90.302	12.510	13.870	7.75E-13	0.680	52.136	Sí existen dif. significativas
2 %	8 %	20.18	0.146	138.123	19.495	20.855	5.07E-13	0.680	79.746	
4 %	6 %	5.87	0.146	40.188	5.190	6.550	4.00E-10	0.680	23.202	
4 %	8 %	12.86	0.146	88.009	12.175	13.535	8.93E-13	0.680	50.812	
6 %	8 %	6.99	0.146	47.821	6.305	7.665	5.78E-11	0.680	27.610	

Fuente: Elaboración propia

La tabla 28, prueba Tukey aplicada al CBR con 0.2" de penetración y 95% de MDS presenta diferencias significativas en todas las comparaciones, debido a que el Alpha (0.05) es mayor que los P value obtenidos.

5.1.3. Propiedades físicas y mecánicas del suelo con sustitución de 8% de cal por 5%, 10% y 15% de CCA

Tabla 29. Propiedades físicas con sustitución del 8% de cal por CCA

N° de repetición	Adición o tratamiento	Humedad (%)	Granulometría (%)			Límites de Atterberg			Clasificación	
			Grava	Arena	Finos	L. L.	L. P.	I. P.	SUCCS	AASHTO
R1	8% Cal	2.83	15.90	16.60	67.50	31	18	13	CL	A-6(8)
	5% CCA	7.89	2.30	47.20	50.50	30	18	12	CL	A-6(6)
	10% CCA	6.95	3.30	34.90	61.80	29	18	11	CL	A-6(10)
	15% CCA	5.81	0.50	23.40	76.10	28	17	11	CL	A-6(13)
R2	8% Cal	2.83	15.90	16.60	67.50	31	18	13	CL	A-6(8)
	5% CCA	7.74	13.40	25.90	60.70	30	17	14	CL	A-6(9)
	10% CCA	6.80	0.80	31.70	67.50	29	17	13	CL	A-6(11)
	15% CCA	5.78	18.60	16.40	65.00	28	18	11	CL	A-6(11)
Promedio	8% Cal	2.83	15.90	16.60	67.50	31	18	13	CL	A-6(8)
	5% CCA	7.82	7.85	36.55	55.60	30	18	13	CL	A-6(9)
	10% CCA	6.88	2.05	33.30	64.65	29	18	12	CL	A-6(11)
	15% CCA	5.80	9.55	19.90	70.55	28	18	11	CL	A-6(11)

Fuente: Elaboración propia

La tabla 29, hallazgos de las propiedades físicas del suelo con sustitución de 8% de cal por 5%, 10% y 15% de CCA; incluye las repeticiones de cada ensayo y sus certificados en el anexo 13.

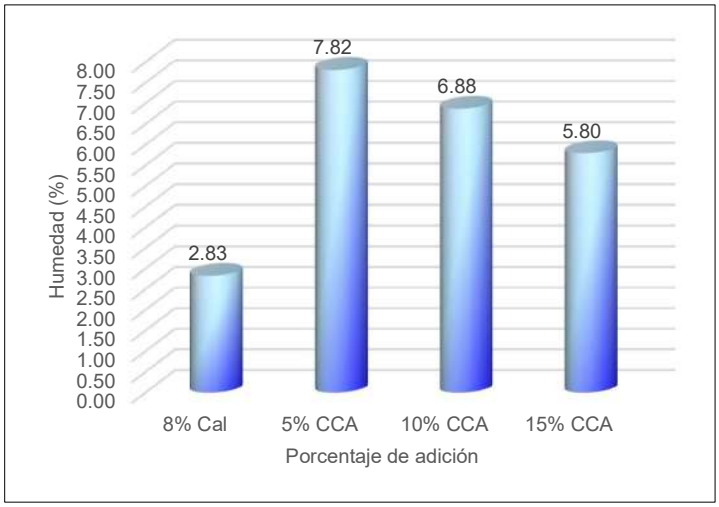


Figura 27. Humedad con sustitución del 8% de cal por CCA

La figura 27, contenido de humedad promedio del suelo tratado con sustitución del 8% de cal por el 5%, 10% y 15% de CCA, los resultados indican que, existe un breve incremento con la adición del 5% de CCA, consiguiendo con este porcentaje el valor más alto, con un valor promedio de 7.82%, luego a partir de ese porcentaje se reduce la humedad, alcanzando

su valor más bajo para el suelo tratado con 15% de CCA, con un valor de 5.80% con los tratamientos y el valor más bajo en general para el suelo con el 8% de cal con un valor de 2.83%.

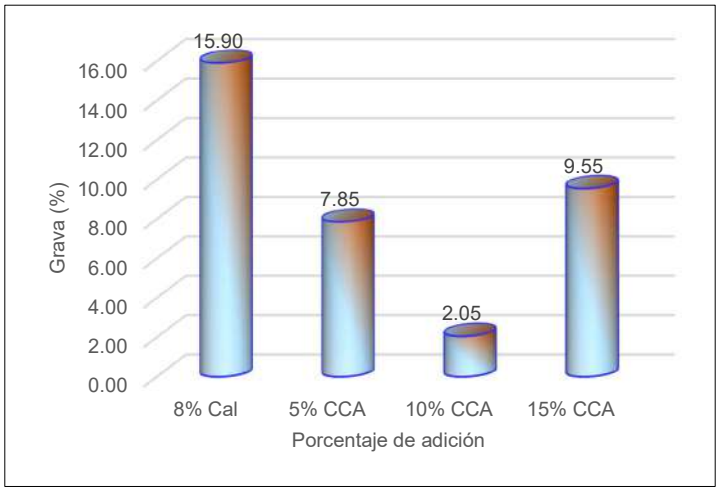


Figura 28. Porcentaje de grava con sustitución del 8% de cal por CCA

La figura 28, contenido de grava promedio del suelo tratado con sustitución del 8% de cal por el 5%, 10% y 15% de CCA, los resultados indican que, no existe un comportamiento que sigan una tendencia, siendo su valor más alto para el suelo tratado con 8% de cal con un valor promedio de 15.90% y el más bajo para el suelo tratado con 15% de CCA un valor de 2.05%.

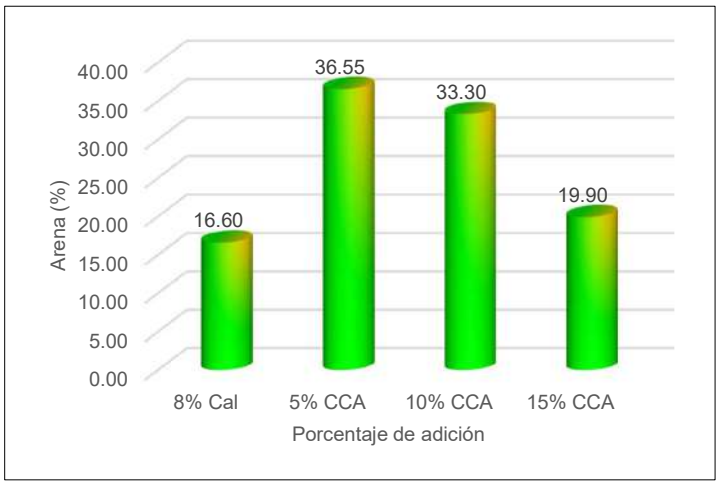


Figura 29. Porcentaje de arena con sustitución del 8% de cal por CCA

La figura 29, contenido de arena promedio del suelo tratado con sustitución del 8% de cal por el 5%, 10% y 15% de CCA, los resultados indican que, no existe un comportamiento que siga una tendencia, en donde su valor más bajo para el suelo tratado con la sustitución de 5% de CCA con un valor promedio de 36.55% y el más alto para el suelo tratado con 8% de cal un valor de 16.60%.

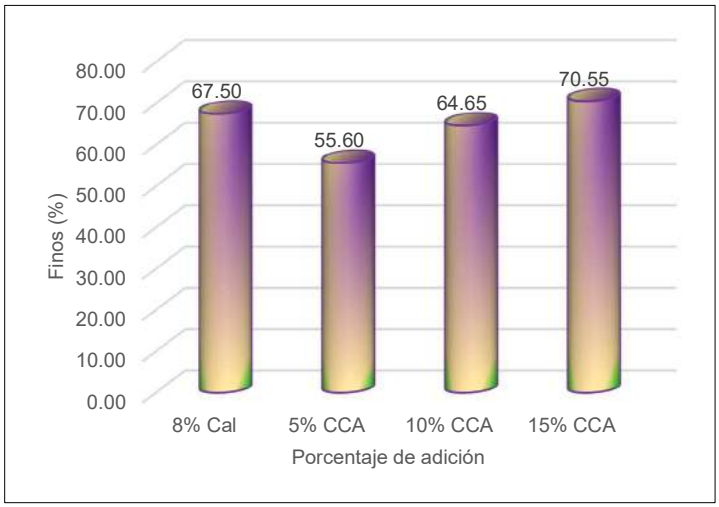


Figura 30. Porcentaje de finos con sustitución del 8% de cal por CCA

La figura 30, valor de finos promedio del suelo tratado con sustitución del 8% de cal por el 5%, 10% y 15% de CCA, los resultados indican que, no existe un comportamiento que sigan una tendencia, donde el valor más bajo para el suelo tratado con 5% de CCA con un valor promedio de 55.60% y el más alto para el suelo tratado con la sustitución de 15% de CCA un valor de 70.55%.

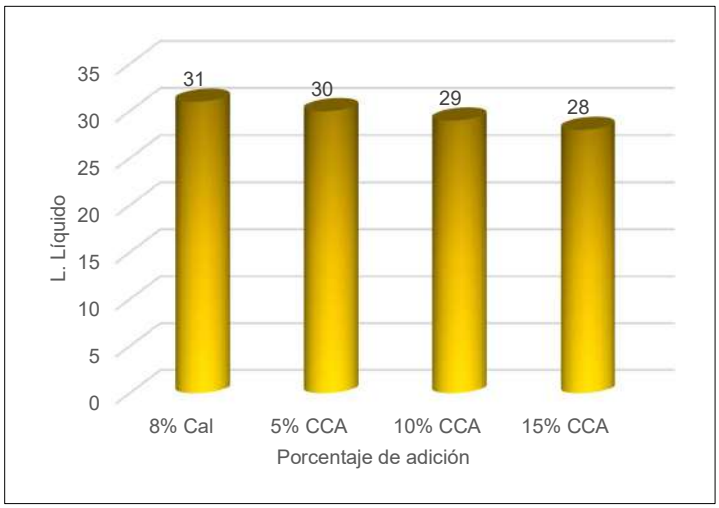


Figura 31. Límite líquido con sustitución del 8% de cal por CCA

La figura 31, límite líquido promedio del suelo tratado con sustitución del 8% de cal por el 5%, 10% y 15% de CCA, los resultados señalan que, conforme se incrementa la adición, el límite líquido se disminuye, siendo su valor más alto para el suelo tratado con 8% de cal con un valor promedio de 31 y el más bajo para el suelo tratado con la sustitución de 15% con un valor de 28.

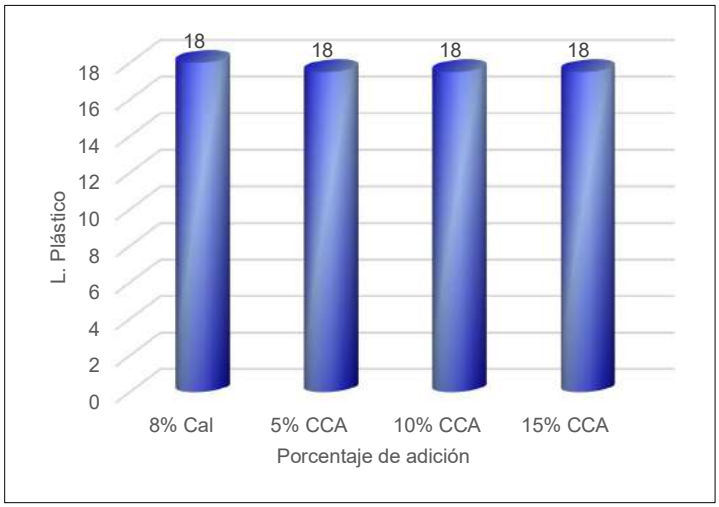


Figura 32. Límite plástico con sustitución del 8% de cal por CCA

La figura 32, límite plástico promedio del suelo tratado con sustitución del 8% de cal por el 5%, 10% y 15% de CCA, los resultados indican que, para todos los tratamientos no existe ninguna influencia, porque el límite plástico alcanza el mismo valor de 18 para todos los tratamientos con la sustitución de CCA y para el suelo tratado con 8% de cal.

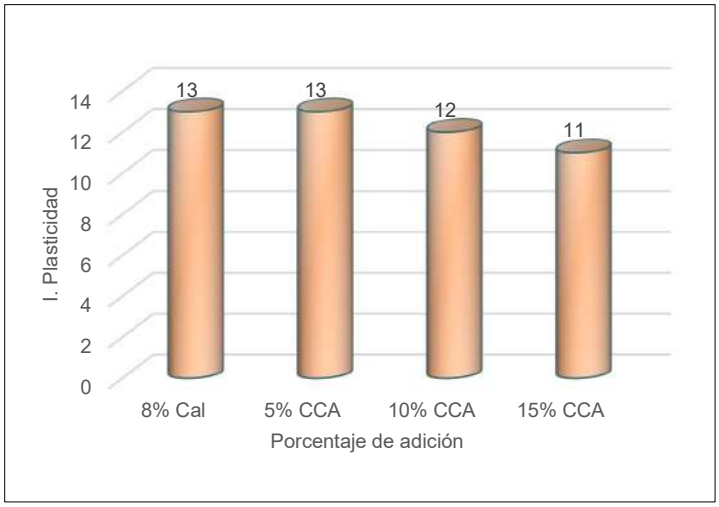


Figura 33. Índice de plasticidad con sustitución del 8% de cal por CCA

La figura 33, IP del suelo disminuye al sustituir el 8% de cal por 5%, 10% y 15% de CCA, evidenciando una reducción conforme aumenta la adición, siendo su valor más alto para el suelo tratado con 8% de cal con un valor promedio de 13 y el más bajo para el suelo tratado con la sustitución de 15% con un valor de 11. De acuerdo a esta propiedad el suelo clasifica como uno de plasticidad media para todos los tratamientos.

Tabla 30. MDS y OCH con sustitución del 8% de cal por CCA

N° repetición	Adición o tratamiento	MDS (g/cm3)	OCH (%)
R1	8% Cal	1.945	12.66
	5% CCA	1.964	13.82
	10% CCA	1.979	14.04
	15% CCA	1.988	14.22
R2	8% Cal	1.945	12.66
	5% CCA	1.962	13.79
	10% CCA	1.979	14.07
	15% CCA	1.988	14.18
Promedio	8% Cal	1.945	12.66
	5% CCA	1.963	13.81
	10% CCA	1.979	14.06
	15% CCA	1.988	14.20

Fuente: Elaboración propia

La tabla 30, MDS y OCH del suelo con sustitución de 8% de cal por 5%, 10% y 15% de CCA; incluye las repeticiones de cada ensayo y sus certificados en el anexo 13.

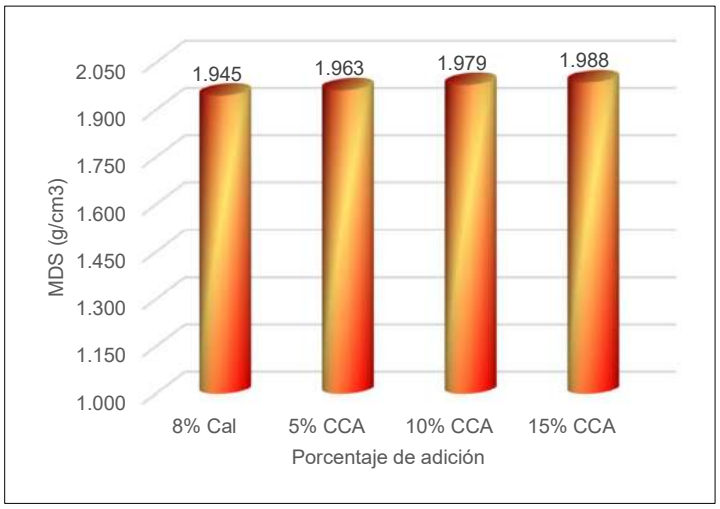


Figura 34. Máxima densidad seca con sustitución del 8% de cal por CCA

La figura 34, MDS aumenta con la sustitución de 8% de cal por 5%, 10% y 15% de CCA; el menor valor corresponde al suelo con 8% de cal (1.945 g/cm³) y el mayor al tratamiento con 15% de CCA (1.988 g/cm³).

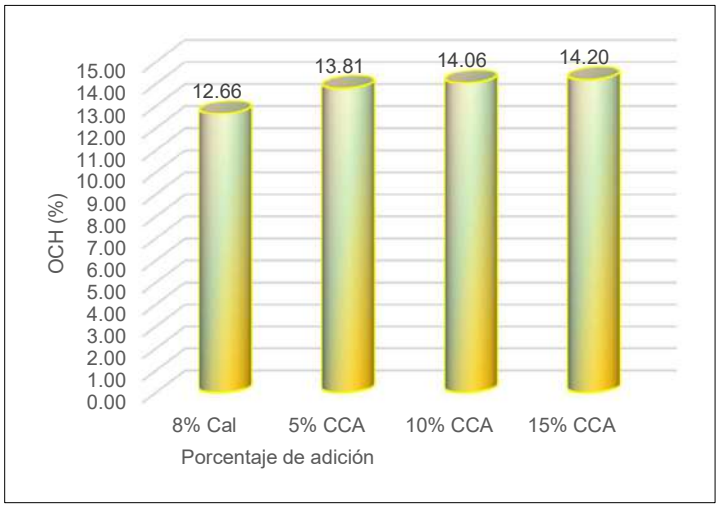


Figura 35. OCH con sustitución del 8% de cal por CCA

La figura, OCH incrementa al sustituir el 8% de cal por 5%, 10% y 15% de CCA; el menor valor se obtuvo con 8% de cal (12.66%) y el mayor con 15% de CCA (14.20%).

Tabla 31. CBR con 0.1" de penetración y sustitución de 8% de cal por CCA

N° repetición	Adición o tratamiento	CBR (%)		Tipo de subrasante
		100%	95%	
R1	8% Cal	34.53	31.17	Excelente
	5% CCA	36.33	32.34	
	10% CCA	39.57	35.45	
	15% CCA	43.58	38.97	
R2	8% Cal	34.53	31.17	
	5% CCA	37.22	33.10	
	10% CCA	40.19	36.04	
	15% CCA	43.94	32.98	
Promedio	8% Cal	34.53	31.17	Excelente
	5% CCA	36.78	32.72	
	10% CCA	39.88	35.75	
	15% CCA	43.76	35.98	

Fuente: Elaboración propia

La tabla 31, expone los resultados del CBR con 0.1" de penetración como principal propiedad mecánica del suelo tratado con la sustitución del 8% de cal por el 5%, 10% y 15% de CCA, se presentan los resultados de las dos repeticiones ejecutadas de cada ensayo para cada tratamiento o adición y la clasificación de la subrasante para cada tratamiento. Los certificados de los resultados se presentan en el anexo 13.

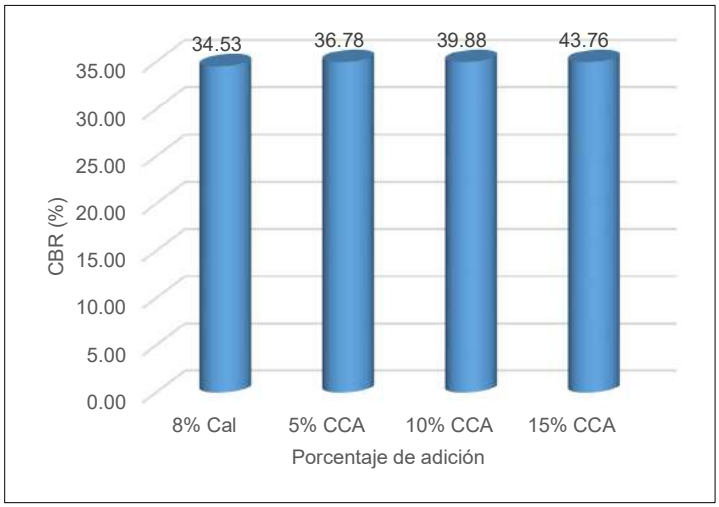


Figura 36. CBR con 0.1" de penetración y 100% de su MDS sustituyendo 8% de cal por CCA

La figura 36 muestra que el CBR aumenta al sustituir el 8% de cal por 5%, 10% y 15% de CCA; el menor valor se obtuvo con 8% de cal (34.53%) y el mayor con 15% de CCA (43.76%).

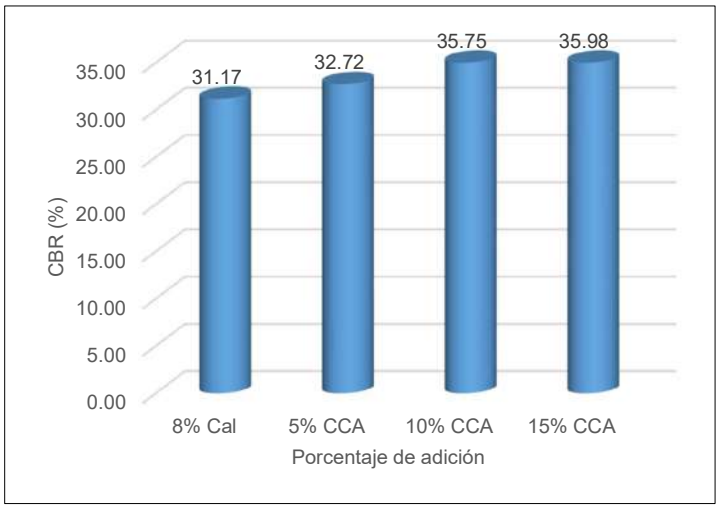


Figura 37. CBR con 0.1" de penetración y 95% de su MDS sustituyendo 8% de cal por CCA

La figura 37 muestra que el CBR aumenta al sustituir el 8% de cal por 5%, 10% y 15% de CCA; el menor valor se obtuvo con 8% de cal (21.17%) y el mayor con 15% de CCA (35.98%).

Tabla 32. CBR con 0.2" de penetración y sustitución del 8% de cal por CCA

N° repetición	Adición o tratamiento	CBR (%)		Tipo de subrasante
		100%	95%	
R1	8% Cal	37.66	34.05	Excelente
	5% CCA	38.84	34.67	
	10% CCA	41.59	37.36	
	15% CCA	45.59	41.17	
R2	8% Cal	37.66	34.05	
	5% CCA	39.66	35.37	
	10% CCA	42.19	37.93	
	15% CCA	46.38	41.53	
Promedio	8% Cal	37.66	34.05	Excelente
	5% CCA	39.25	35.02	
	10% CCA	41.89	37.65	
	15% CCA	46.17	41.35	

Fuente: Elaboración propia

La tabla 32, CBR con penetración de 0.2" como principal propiedad mecánica del suelo tratado con la sustitución del 8% de cal por el 5%, 10% y 15% de CCA, se presentan los resultados de las dos repeticiones ejecutadas de cada ensayo para cada tratamiento o adición y la clasificación de la subrasante para cada tratamiento. Los certificados de los resultados se presentan en el anexo 13.

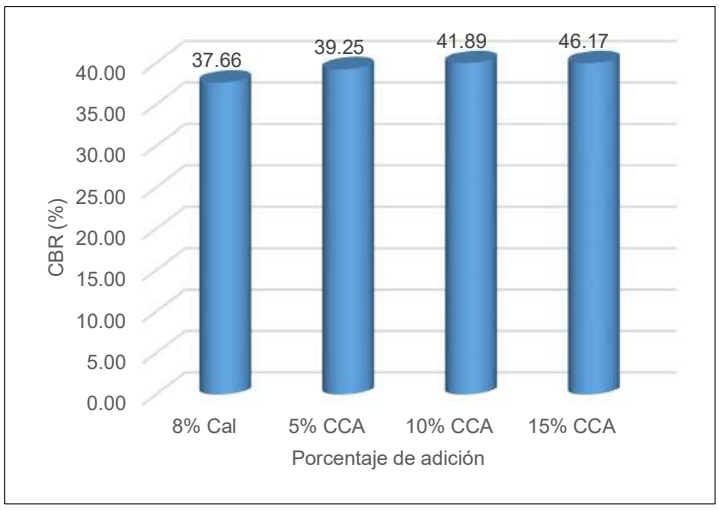


Figura 38. CBR con 0.2" de penetración y 100% de su MDS sustituyendo 8% de cal por CCA

La figura 38, CBR promedio con 0.2" de penetración y 100% de su MDS sustituyendo 8% de cal por el 5%, 10% y 15% de CCA, los hallazgos evidencian que, confirme se aumenta la adición, el CBR se incrementa, siendo su valor más bajo para el suelo tratado con 8% de cal con un valor promedio de 37.66% y el más alto para el suelo tratado con la sustitución de 15% con un valor de 46.17%.

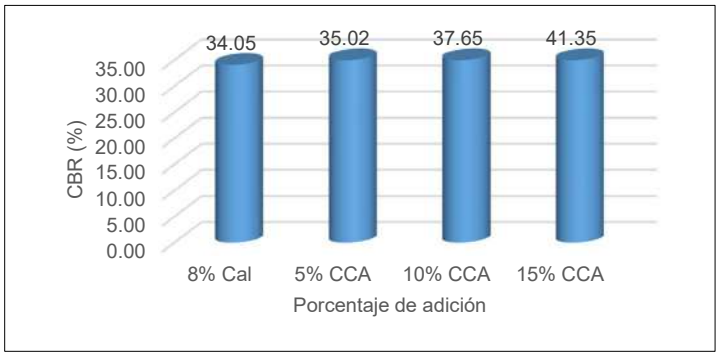


Figura 39. CBR con 0.2" de penetración y 95% de su MDS sustituyendo 8% de cal por CCA

La figura 39, muestra los resultados del CBR promedio con 0.2" de penetración y 95% de su MDS sustituyendo 8% de cal por el 5%, 10% y 15% de CCA, los hallazgos evidencian que, conforme se incrementa la adición, el CBR se incrementa, siendo su valor más bajo para el suelo tratado con 8% de cal con un valor promedio de 34.05% y el más alto para el suelo tratado con la sustitución de 15% con un valor de 41.35%.

Tabla 33. Prueba Anova para plasticidad con sustitución del 8% de cal por CCA

Group	Count	Sum	Mean	Variance	SS	Std Err	Lower	Upper
8% Cal	2	26.00	13.00	0	0	0.433	11.798	14.202
5% CCA	2	25.00	12.50	0.5	0.5	0.433	11.298	13.702
10% CCA	2	23.00	11.50	0.5	0.5	0.433	10.298	12.702
15% CCA	2	21.00	10.50	0.5	0.5	0.433	9.298	11.702
Sources	**SS**	**df**	**MS**	**F**	**P value**	**Eta-sq**	**RMSSE**	**Omega Sq**
Between Groups	7.38	3	2.46	6.556	0.0504	0.831	1.810	0.676
Within Groups	1.50	4	0.38					
Total	8.88	7	1.27					
No existen diferencias significativas								

Fuente: Elaboración propia

La tabla 33 muestra que el ANOVA aplicado al IP del suelo con CCA no presenta diferencias significativas entre tratamientos, ya que que el Alpha (0.05) resulta menor que el P value (0.0504).

Tabla 34. Prueba Tukey para plasticidad con sustitución del 8% de cal por CCA

group 1	group 2	mean	std err	q-stat	lower	upper	p-value	mean-crit	Cohen d	Interpretación
8% Cal	5% CCA	0.5	0.433	1.155	-1.993	2.993	0.8446	2.493	0.816	No existen dif. significativas
8% Cal	10% CCA	1.5	0.433	3.464	-0.993	3.993	0.2086	2.493	2.449	No existen dif. significativas
8% Cal	15% CCA	2.5	0.433	5.774	0.007	4.993	0.0495	2.493	4.082	Sí existen dif. significativas
5% CCA	10% CCA	1	0.433	2.309	-1.493	3.493	0.4552	2.493	1.633	No existen dif. significativas
5% CCA	15% CCA	2	0.433	4.619	-0.493	4.493	0.0980	2.493	3.266	No existen dif. significativas
10% CCA	15% CCA	1	0.433	2.309	-1.493	3.493	0.4552	2.493	1.633	No existen dif. significativas

Fuente: Elaboración propia

La tabla 34 expone que Tukey identifica diferencias significativas solo entre 8% y 15% de CCA (P value = 0.0495 < 0.05); las demás comparaciones no presentan diferencias notables.

Tabla 35. Prueba Anova para CBR con 0.1" de penetración y 100% de MDS con sustitución del 8% de cal por CCA

Group	Count	Sum	Mean	Variance	SS	Std Err	Lower	Upper
8% Cal	2	69.06	34.53	0	0	0.286	33.737	35.323
5% CCA	2	73.55	36.78	0.396	0.396	0.286	35.982	37.568
10% CCA	2	79.76	39.88	0.192	0.192	0.286	39.087	40.673
15% CCA	2	87.52	43.76	0.065	0.065	0.286	42.967	44.553
Sources	**SS**	**df**	**MS**	**F**	**P value**	**Eta-sq**	**RMSSE**	**Omega Sq**
Between Groups	96.17	3	32.06	196.35	8.51E-05	0.993	9.908	0.987
Within Groups	0.653	4	0.163					
Total	96.82	7	13.83					
Sí existen diferencias significativas								

Fuente: Elaboración propia

La tabla 35 expone que el ANOVA del CBR con 0.1" de penetración y 100% de MDS presenta diferencias significativas entre tratamientos con CCA, debido a que el Alpha (0.05) es mayor que el P value (7.62E-05).

Tabla 36. Prueba Tukey para CBR con 0.1" de penetración y 100% de MDS con sustitución del 8% de cal por CCA

group 1	group 2	mean	std err	q-stat	lower	upper	p-value	mean-crit	Cohen d	Interpretación
8% Cal	5% CCA	2.25	0.286	7.858	0.600	3.890	1.74E-02	1.645	5.556	Sí existen dif. significativas
8% Cal	10% CCA	5.35	0.286	18.725	3.705	6.995	6.60E-04	1.645	13.241	
8% Cal	15% CCA	9.23	0.286	32.305	7.585	10.875	8.12E-05	1.645	22.843	
5% CCA	10% CCA	3.11	0.286	10.868	1.460	4.750	5.34E-03	1.645	7.685	
5% CCA	15% CCA	6.99	0.286	24.448	5.340	8.630	2.29E-04	1.645	17.287	
10% CCA	15% CCA	3.88	0.286	13.580	2.235	5.525	2.29E-03	1.645	9.603	

Fuente: Elaboración propia

La tabla 36, expone los resultados de la prueba estadística Tukey, aplicado para el CBR con 0.1" de penetración y 100% de MDS con adición de cal, los hallazgos corroboran que sí diferencias significativas para todas las comparaciones determinadas mediante esta prueba, debido a que, el Alpha 0.05 es mayor que el P value de cada una de las comparaciones.

Tabla 37. Prueba Anova para CBR con 0.1" de penetración y 95% de MDS con sustitución del 8% de cal por CCA

Group	Count	Sum	Mean	Variance	SS	Std Err	Lower	Upper
8% Cal	2	62.34	31.17	0	0	1.517	26.959	35.381
5% CCA	2	65.44	32.72	0.289	0.289	1.517	28.509	36.931
10% CCA	2	71.49	35.75	0.174	0.174	1.517	31.534	39.956
15% CCA	2	71.95	35.98	17.940	17.940	1.517	31.764	40.186
Sources	**SS**	**df**	**MS**	**F**	**P value**	**Eta-sq**	**RMSSE**	**Omega Sq**
Between Groups	33.11	3	11.04	2.3988864	2.09E-01	0.643	1.095	0.344
Within Groups	18.403	4	4.601					
Total	51.51	7	7.36					
No existen diferencias significativas								

Fuente: Elaboración propia

La tabla 37 muestra que el ANOVA del CBR con 0.1" de penetración y 95% de MDS no presenta diferencias notorias entre tratamientos con CCA, ya que el Alpha (0.05) resulta menor que el P value (1.90E-01).

Tabla 38. Prueba Tukey para CBR con 0.1" de penetración y 95% de MDS con sustitución del 8% de cal por CCA

group 1	group 2	mean	std err	q-stat	lower	upper	p-value	mean-crit	Cohen d	Interpretación
8% Cal	5% CCA	1.55	1.517	1.022	-7.182	10.282	8.84E-01	8.732	0.723	No existen dif. significativas
8% Cal	10% CCA	4.58	1.517	3.016	-4.157	13.307	2.83E-01	8.732	2.133	
8% Cal	15% CCA	4.80	1.517	3.168	-3.927	13.537	2.55E-01	8.732	2.240	
5% CCA	10% CCA	3.03	1.517	1.994	-5.707	11.757	5.55E-01	8.732	1.410	
5% CCA	15% CCA	3.26	1.517	2.146	-5.477	11.987	5.05E-01	8.732	1.518	
10% CCA	15% CCA	0.23	1.517	0.152	-8.502	8.962	9.99E-01	8.732	0.107	

Fuente: Elaboración propia

La tabla 38 exhibe que la prueba Tukey del CBR con 0.1" de penetración y 95% de MDS no presenta diferencias características entre comparaciones, ya que el Alpha (0.05) resulta menor que los P value obtenidos.

Tabla 39. Prueba Anova para CBR con 0.2" de penetración y 100% de MDS con sustitución del 8% de cal por CCA

Group	Count	Sum	Mean	Variance	SS	Std Err	Lower	Upper
8% Cal	2	75.32	37.66	0	0	0.2758	36.8942	38.4258
5% CCA	2	78.50	39.25	0.336	0.336	0.2758	38.4842	40.0158
10% CCA	2	83.78	41.89	0.180	0.180	0.2758	41.1242	42.6558
15% CCA	2	92.33	46.17	0.092	0.092	0.2758	45.3992	46.9308
Sources	**SS**	**df**	**MS**	**F**	**P value**	**Eta-sq**	**RMSSE**	**Omega Sq**
Between Groups	82.91	3	27.64	181.62	9.93E-05	0.9927	9.5295	0.985
Within Groups	0.60865	4	0.15					
Total	83.52	7	11.93					
Sí existen diferencias significativas								

Fuente: Elaboración propia

La tabla 39 muestra los resultados del ANOVA aplicado al CBR con 0.2" de penetración y 100% de MDS con adición de ceniza de cáscara de arroz; se determinó que existen diferencias significativas en la propiedad mecánica del suelo, debido a que el Alpha 0.05 es mayor que el P value de 9.47E-05.

Tabla 40. Prueba Tukey para CBR con 0.2" de penetración y 100% de MDS con sustitución del 8% de cal por CCA

group 1	group 2	mean	std err	q-stat	lower	upper	p-value	mean-crit	Cohen d	Interpretación
8% Cal	5% CCA	1.59	0.276	5.764	0.002	3.178	4.98E-02	1.588	4.076	Sí existen dif. significativas
8% Cal	10% CCA	4.23	0.276	15.336	2.642	5.818	1.44E-03	1.588	10.844	
8% Cal	15% CCA	8.51	0.276	30.834	6.917	10.093	9.49E-05	1.588	21.803	
5% CCA	10% CCA	2.64	0.276	9.571	1.052	4.228	8.56E-03	1.588	6.768	
5% CCA	15% CCA	6.92	0.276	25.070	5.327	8.503	2.08E-04	1.588	17.727	
10% CCA	15% CCA	4.28	0.276	15.499	2.687	5.863	1.38E-03	1.588	10.959	

Fuente: Elaboración propia

La tabla 40, revela los resultados de la prueba Tukey, aplicado para el CBR con 0.1" de penetración y 100% de MDS con adición de cal, los resultados evidencian que existen diferencias significativas para todas las comparaciones determinadas mediante esta prueba, debido a que, el Alpha 0.05 es mayor que el P value de cada una de las comparaciones.

Tabla 41. Prueba Anova para CBR con 0.2" de penetración y 95% de MDS con sustitución del 8% de cal por CCA

Group	Count	Sum	Mean	Variance	SS	Std Err	Lower	Upper
8% Cal	2	68.10	34.05	0	0	0.243	33.375	34.725
5% CCA	2	70.04	35.02	0.2450	0.2450	0.243	34.345	35.695
10% CCA	2	75.29	37.65	0.16245	0.16245	0.243	36.970	38.320
15% CCA	2	82.70	41.35	0.0648	0.0648	0.243	40.675	42.025
Sources	**SS**	**df**	**MS**	**F**	**P value**	**Eta-sq**	**RMSSE**	**Omega Sq**
Between Groups	63.92	3	21.31	180.47	1.01E-04	0.993	9.499	0.985
Within Groups	0.472	4	0.118					
Total	64.39	7	9.20					
Sí existen diferencias significativas								

Fuente: Elaboración propia

La tabla 41, muestra los resultados de la prueba estadística Anova, aplicado para el CBR con 0.2" de penetración y 95% de MDS con adición de ceniza de cáscara de arroz, los resultados indican que sí existen diferencias significativas entre los resultados obtenidos de esta propiedad mecánica del suelo, debido a que, el Alpha 0.05 es mayor que el P value de 9.80E-05.

Tabla 42. Prueba Tukey para CBR con 0.2" de penetración y 95% de MDS con sustitución del 8% de cal por CCA

group 1	group 2	mean	std err	q-stat	lower	upper	p-value	mean-crit	Cohen d	Interpretación
8% Cal	5% CCA	0.97	0.243	3.992	-0.429	2.369	1.46E-01	1.399	2.823	No existen dif. significativas
8% Cal	10% CCA	3.60	0.243	14.796	2.196	4.994	1.65E-03	1.399	10.463	Sí existen dif. significativas
8% Cal	15% CCA	7.30	0.243	30.046	5.901	8.699	1.04E-04	1.399	21.245	Sí existen dif. significativas
5% CCA	10% CCA	2.63	0.243	10.804	1.226	4.024	5.46E-03	1.399	7.640	Sí existen dif. significativas
5% CCA	15% CCA	6.33	0.243	26.053	4.931	7.729	1.78E-04	1.399	18.422	Sí existen dif. significativas
10% CCA	15% CCA	3.71	0.243	15.249	2.306	5.104	1.47E-03	1.399	10.783	Sí existen dif. significativas

Fuente: Elaboración propia

La tabla 42, revela los resultados de la prueba Tukey, aplicado para el CBR con 0.1" de penetración y 95% de MDS con adición de cal, los hallazgos señalan que existen diferencias significativas para todas las comparaciones determinadas mediante esta prueba, debido a que, el Alpha 0.05 es mayor que el P value de cada una de las comparaciones, a excepción de la comparación entre el 8% de cal y el5% de CCA donde se obtiene un p value de 1.21E-01, que es mayor que Alpha.

5.2. Discusión de resultados

Del primer objetivo, el cual fue caracterizar las propiedades físico-mecánicas de los suelos en calles no pavimentadas de Cajaruro, se obtuvo para las propiedades físicas que el suelo se clasificó como A-6(9), A-7-6(14), A-7-6(18) y A-7-6(19) según AASHTO para C-1, C-2, C-3 y C-4 respectivamente, para la humedad la C-4 presentó la humedad más alta con un valor de 17.57% y en C-1 la más baja con un valor de 8.02%, para el contenido de grava el suelo con mayor contenido fue la C-1 con un valor de 14% siendo el tamaño máximo de grava de 3/8” con un peso retenido de 102.4g y el suelo con menor contenido de grava fue la C-4 con un valor de 0.10% siendo el tamaño máximo de grava el retenido en el tamiz N° 4 con un peso retenido de 0.8g, el suelo con mayor contenido de arena fue el de la C-1 con un valor de 19.70% y el menor fue la C-4 con un valor de 5.50%,el suelo con mayor contenido de finos fue la C-4 con un valor de 94.4% con una muestra retenida en el fondo de los tamices de 1199.15g y el suelo más bajo fue la C-1 con un valor de 66.3% con una muestra retenida de los tamices de 1071.10g, el suelo con el límite líquido más elevado fue la C-4 con un valor de 54 y más bajo fue el de la C-1 con un valor de 35, el suelo con el límite plástico más elevado fue la C-2 con 25 y el suelo más bajo fue la C-1 con 19, el suelo con el índice de plasticidad más alto fue de la C-4 con 30 y el más bajo fue de la C-1 con 16; para las propiedades mecánicas el suelo con la MDS más alta fue el de la C-4 con un valor de 1.897g/cm3 y la más baja fue de la C-3 con un valor de 1.867g/cm3, el suelo con el OCH más alto fue de la C-4 con un valor de 12.90% y el más bajo fue de la C-2 con un valor de 11.68%, el suelo con el CBR más alto fue de la C-4 con un valor de 6.08% y el más bajo fue de la C1 y C-2 con un valor de 5.28% y 5.27% respectivamente para el 0.1" de penetración y 100% de su MDS, para el 0.1" de penetración y 95% de su MDS el suelo con el CBR más alto fue el de la C-4 con un valor de 5.36% y el más bajo fue de la C-1 yC-2 con un valor de 4.81% y 4.78% respectivamente, para el 0.2" de penetración y 100% de su MDS el suelo con el CBR más alto fue el de la C-1 con un valor de 7.69% y el más bajo fue de la C-3 con un valor de 6.30%, para el 0.2" de penetración y 95% de su MDS el suelo con el CBR más alto fue de la C-1 con un valor de 6.94% y el más bajo fue el de la C-3 con un valor de 5.58%. Estos resultados se pueden comparar con los que realizó Cáceres (2024) que obtuvo que el suelo extraído fue clasificado como ML (limo arenoso de baja plasticidad) conforme a la clasificación SUCS. También con la que realizó Jayo (2022) que obtuvo que el suelo se clasificó como arcilla de baja plasticidad (CL), con un límite líquido de 39%, un índice de plasticidad de 23% y un contenido de humedad natural de 17.3%. Por último, con la que realizó García (2022) que consiguió la clasificación del suelo como SP según SUCS y como A-3(0) según ASSHTO, el óptimo contenido de humedad (OCH) de 13.9% y el CBR del suelo de 12.3%.

Del segundo objetivo que consistió en determinar la dosificación óptima de cal para la estabilización de suelos A-6 mediante la evaluación con adiciones al 2%, 4%, 6% y 8%, se consiguió que coforme se incrementa la adición la humedad del suelo se reduce siendo su

valor más alto para el suelo patrón con un valor promedio de 8.02% y el más bajo con 8% de adición con 2.59%, para el contenido de grava su valor más alto fue para el suelo tratado con 2% de cal con un promedio de 16.45% y el más bajo con 6% con un valor de 9.25%, para el porcentaje de arena su valor más alto fue con 2% de cal con un valor promedio de 26.30% y el más bajo con 8% con un valor de 17%, el porcentaje de finos su valor más alto fue con 6% de cal con un valor promedio de 69.50% y el más bajo con 2% con un valor de 57.25%, para el límite líquido existe un breve incremento con la adición del 2% con un valor promedio de 44 y su valor más bajo con 8% de cal con un valor de 32, para el límite plástico su valor más alto con 2% de cal con un valor promedio de 25 y el más bajo con 8% con un valor de 18, para el índice de plasticidad hay un breve incremento con la adición del 2% con un valor promedio de 19 luego a partir de ese porcentaje se disminuye el índice de plasticidad alcanzando su valor más bajo con 8% de cal con un valor de 14, esto con respecto a las características físicas con adición de cal; para las propiedades mecánicas se observa que conforme se incrementa la adición, la MDS se reduce, siendo su valor más bajo para el suelo patrón con un valor promedio de 1.877g/cm3 y el más alto con 8% de adición con un valor de 1.946g/cm3, para el OCH su valor más bajo fue para el suelo patrón con un valor promedio de 11.83% y el más alto con 2% de adición con un valor de 12.83%, para el 0.1" de penetración y 100% de su MDS el CBR se incrementa siendo su valor más bajo para el suelo patrón con un valor promedio de 5.28% y el más alto con 8% de adición con un valor de 34.53%, para el 0.1" de penetración y 95% de su MDS su valor más bajo para el suelo patrón con un valor promedio de 4.81% y el más alto con 8% de adición con un valor de 31.17%, para el 0.2" de penetración y 100% de su MDS el CBR hay un incremento siendo su valor más bajo para el patrón con un valor promedio de 7.69% y el más alto con 8% de adición con un valor de 37.66%, para el 0.2" de penetración y 95% de su MDS su valor más bajo para el suelo patrón con un valor promedio de 6.94% y el más alto con 8% de adición con un valor de 34.05%, pasando de una subrasante Regular a Excelente. Estos resultados se pueden comparar con la que realizaron Licuy y Román (2020) que obtuvieron que la adición de puzolanas redujo el LL de 32% a 16% al aumentar de 10% a 30%, para el LP, la reducción fue más notoria con un reemplazo de 10%, el 20% de reemplazo redujo la densidad seca máxima entre 21% y 41. También con la que realizó Cáceres (2024) que observó la capacidad portante máxima se obtuvo con la combinación de 3% de CCA y 1% de cal, alcanzando un valor de CBR de 46.8%; al adicionar sólo 3% de CCA, el CBR fue de 13.0%, se clasificó como bueno. Por último, la que realizó Gonzales (2023) que observó en la calicata N° 2, el CBR del suelo natural aumentó de 9.5% a 10.4%, 12.8%, 14% y 12.2% con las respectivas adiciones de ceniza, en la calicata N° 4, el CBR del suelo natural subió de 4.3% a 10.5%, 10.7%, 11.5% y 10.6%, se evidenció una mejora significativa en la capacidad des soporte del suelo, lo que permitió clasificarlo como bueno.

Con referencia al tercer objetivo desarrollado, que fue analizar la influencia de la sustitución parcial de la dosificación óptima de cal con 5%, 10% y 15% de ceniza de cáscara de arroz en el CBR de suelos A-6, se ha obtenido como resultados que, para la principal propiedad física, la plasticidad, esta se ve influenciada de manera positiva, porque se reduce de 13 a 11 comparando el suelo tratado con adición del 8% de cal, comparado con el suelo tratado con la sustitución parcial del 15% de CCA; con respecto al CBR del suelo como principal propiedad mecánica se ha obtenido que, para el CBR con 0.1" de penetración y 100% de su MDS, conforme se incrementa la adición, el CBR se incrementa, donde su valor más bajo para el suelo tratado con 8% de cal con un valor promedio de 34.21% y el más alto para el suelo tratado con la sustitución de 15% con un valor de 43.76%; para el CBR con penetración de 0.1" y 95% de su MDS, el CBR también se incrementa, siendo su valor más bajo para el suelo tratado con 8% de cal con un valor promedio de 30.94% y el más alto para el suelo tratado con la sustitución de 15% con un valor de 35.98%; para el CBR con 0.2" de penetración y 100% de su MDS, el CBR se incrementa, siendo su valor más bajo para el suelo tratado con 8% de cal con un valor promedio de 37.52% y el más alto para el suelo tratado con la sustitución de 15% con un valor de 46.17%; y para el CBR con 0.2" de penetración y 95% de su MDS el CBR se incrementa, siendo su valor más bajo para el suelo tratado con 8% de cal con un valor promedio de 33.98% y el más alto para el suelo tratado con la sustitución de 15% con un valor de 41.35%; para todos los casos se logra mejorar el CBR con una clasificación de excelente. Estos hallazgos se equiparan con los alcanzados en otros estudios, como la que ejecutó Mendoza (2021) quien obtuvo que, la adición de 15% de CCA mejoró el CBR en 7.95%, con la adición de 10% mostraron una menor mejora, con un CBR de 7.11%; también se compara con Chavez (2022) que obtuvo que el CBR incrementó de 0.90% a 8.60% con 5% de CCA; y por último se compara con Gonzales (2023) que obtuvo que, con la adición de 5%, 10%, 15% y 20% de ceniza, el CBR del suelo natural subió de 4.3% a 10.5%, 10.7%, 11.5% y 10.6%. De estas comparaciones se determina similitud entre los resultados, porque en todas se logra mejorar el CBR del suelo, pasando a mejorar también su clasificación.

VI. CONCLUSIONES

De acuerdo a sus características físicas del suelo natural presentado en la tabla 10, el suelo en calles no pavimentadas de Cajaruro, clasifican como suelos con presencia de arcillas entre los más desfavorables fueron los suelos de la primera calicata, que clasifica como CL basado en SUCS y A-6(9) según AASHTO; mientras que de acuerdo al valor del CBR como principal propiedad mecánica presentado en las tablas 12 y 13, la subrasante clasifica como insuficiente.

La adición del 8% de cal en relación al peso de la muestra de suelo, es la dosificación apropiada para estabilizar suelos A-6, logrando como principales ventajas la reducción de la humedad y la plasticidad de acuerdo a lo mostrado en la tabla 14 y 15, además del incremento del valor del CBR conforme a lo mostrado en las tablas 16 y 17, pasando a clasificar de una subrasante insuficiente a una excelente.

La sustitución parcial del 8% de cal como dosificación óptima para estabilizar suelos, por el 5%, 10% y 15% de ceniza de cáscara de arroz, conforme a lo mostrado en las tablas 31 y 32, logra una influencia positiva en el CBR de suelos A-6 en Cajaruro, logrando que el CBR se siga incrementando a medida que se aumenta la adición de ceniza.

VII. RECOMENDACIONES

Para futuros estudios se sugiere realizar estudios especiales como SPT, principalmente en la zona cercana al lugar donde se realizó la primera calicata, para identificar sus características a mayor profundidad.

Analizar el uso de otro estabilizador químico especificado en el manual de carreteras del MTC, con la finalidad de poder realizar una comparación de resultados para poder elegir el que logra los mejores resultados para todas las propiedades físicas y mecánicas del suelo.

Sustituir la cal por porcentajes mayores a 15% de ceniza de cáscara de arroz, para poder identificar si se sigue incrementando el valor del CBR y reduciendo el valor de la plasticidad.

VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Andaluz - López, R. S. (2022). *Estudio del efecto de la ceniza de cáscara de arroz en las propiedades físico-mecánicas en suelos finos de subrasante.* [Tesis de pregrado, Universidad Técnica de Ambato]. Archivo digital. https://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/34106

Ayodele , F., Fajimi, M., & Alo, B. (2022). Stabilization of tropical soil using calcium carbide residue and rice husk ash. *Materials Today: Proceedings, 60*(1), 216-222. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.matpr.2021.12.465

Burga - Vásquez, J. C. (2023). *Mejoramiento de subrasante arcillosa con la finalidad de incrementar propiedades físico mecánicas adicionando polvo de piedra caliza, Chota-Cajamarca, 2023.* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Federico Villarreal]. Archivo digital. https://repositorio.unfv.edu.pe/handle/20.500.13084/8312

Caceres - Crispin, L. E. (2024). *Evaluación de ensayos de compactación e índice CBR de suelos mejorados con ceniza de cáscara de arroz activada alcalinamente con cal.* [Tesis de pregrado, Pontificia Universidad Católica del Perú]. Archivo digital. https://tesis.pucp.edu.pe/repositorio//handle/20.500.12404/29357

Carhuancho Mendoza, I. M., Nolazco Labajos, F. A., Sicheri Monteverde, L., Guerrero Bejarano, M. A., & Casana Jara, K. M. (2019). *Metodología para la investigación holística* (Primera ed.). https://repositorio.uide.edu.ec/handle/37000/3893

Cconislla-Caceres, E. S. (2023). *Influencia de ceniza de bagazo de caña en la subrasante de la vía asillo Marcahuasi progresiva 0+00 a 6+475, Abancay – Apurímac, 2022.* [Tesis de pregrado, Universidad César Vallejo[. Archivo digital. https://hdl.handle.net/20.500.12692/114306

Centeno - Samaniego, J. G. (2023). *Estabilización de subrasante con ceniza de eucalipto y maíz en Av. Felipe de las Casas, distrito de Cieneguilla, Lima-2022.* [Tesis de pregrado, Universidad César Vallejo]. Archivo digital. https://doi.org/https://hdl.handle.net/20.500.12692/115878

Chavez - Vasquez, J. S. (2022). *Influencia de ceniza de cáscara de arroz para estabilización de subrasante en la carretera Vista Hermosa – Alto Perú, Amazonas, 2022.* [Tesis de pregrado, Universidad César Vallejo]. Archivo digital. https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/109584

Chavez-Vasquez, J. S. (2022). *Influencia de ceniza de cáscara de arroz para estabilización de subrasante en la carretera Vista Hermosa – Alto Perú, Amazonas, 2022.* [Tesis de pregrado, Universidad César Vallejo]. Repositorio institucional UCV. https://hdl.handle.net/20.500.12692/109584

Cohen, N., & Gómez Rojas, G. (2019). *Metodología de la investigación, ¿para qué?* (Primera ed.). http://up-rid2.up.ac.pa:8080/xmlui/handle/123456789/1363

Delgado - Carranza, W., & Nureña - Ascencio, A. M. (2024). *Estabilización de suelos arcillosos utilizando cenizas de cascarilla de arroz y cenizas de carbón para pavimentos.* [Tesis de pregrado, Universidad Señor de Sipan]. Archivo digital. https://hdl.handle.net/20.500.12802/13425

Delgado-Guevara, Y. E., & Diaz-Mendoza, A. (2023). *Evaluación de la subrasante utilizando cal y ceniza de cáscara de café en una trocha carrozable en Lamud, Amazonas, 2023.* [Tesis de pregrado, Universidad César Vallejo]. Archivo digital. https://hdl.handle.net/20.500.12692/139022

Escobar-Blas, G. E., & Reyes-Asto, D. A. (2022). *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.* [Tesis de pregrado, Universidad Privada del Norte]. Archivo digital. https://hdl.handle.net/11537/31294

Garcia - Condorcallo, A. (2022). *Mejoramiento de la subrasante mediante ceniza de cáscara de arroz en el distrito de Samuel Pastor – Arequipa 2022.* [Tesis de pregrado, Universidad César Vallejo]. Archivo digital. https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/97823

Gonzales - Perez, D. L. (2023). *Mejoramiento de la subrasante con cenizas de cáscara de arroz en el distrito de Cajaruro, Utcubamba, Amazonas 2021.* [Tesis de pregrado, Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo]. Archivo digital. http://tesis.usat.edu.pe/handle/20.500.12423/6618

Gonzales-Perez, D. L. (2023). *Mejoramiento de la subrasante con cenizas de cáscara de arroz en el distrito de Cajaruro, Utcubamba, Amazonas 2021.* [Tesis de pregrado, Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo]. Repositorio institucional USAT. https://tesis.usat.edu.pe/handle/20.500.12423/6618

Hernández Sampieri, R., & Mendoza Torres, C. P. (2018). *Metodología de la investigación las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta* (Primera ed.). https://virtual.cuautitlan.unam.mx/rudics/?p=2612

Huancapaza-Laura, A. P. (2021). *Influencia de la ceniza de cascara de café en las propiedades físico mecánicas de la sub rasante, Yanahuaya-Sandia-Puno 2021.* [Tesis de pregrado, Universidad César Vallejo]. Archivo digital. https://hdl.handle.net/20.500.12692/80822

Iquira-Canaza, M. R. (2022). *Estabilidad de suelos arcillosos con cenizas cisco de café para el mejoramiento de subrasante.* [Tesis de pregrado, Universidad Peruana unión]. Archivo digital. http://repositorio.upeu.edu.pe/handle/20.500.12840/6054

Jayo - Vidal, B. M. (2023). *Estudio experimental de la influencia de la adición de ceniza de cáscara de arroz en la resistencia al esfuerzo cortante y variación volumétrica de una arcilla de baja plasticidad de Tarapoto.* [Tesis de pregrado, Universidad Peruana de

Ciencias Aplicadas]. Archivo digital. https://repositorioacademico.upc.edu.pe/handle/10757/667963

Karami, H., Pooni, J., Robert, D., Costa, S., Li, J., & Setunge, S. (2021). Use of secondary additives in fly ash based soil stabilization for soft subgrades. *29*. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.trgeo.2021.100585

Laguna-Peñaloza, O. I., & Chacón-Charcas, J. M. (2020). *Análisis comparativo del comportamiento a la resistencia de un suelo fino con adición de ceniza de cascarilla de arroz y ceniza de cascarilla de café.* [Tesis de pregrado, Universidad Piloto de Colombia]. Archivo digital. http://repository.unipiloto.edu.co/handle/20.500.12277/9352

Licuy - Ordóñez, C. A., & Román - Solórzano, K. E. (2020). *Estudio de la estabilización de arcillas expansivas utilizando el 10, 20 y 30% en peso, de puzolanas de ceniza del volcán Tungurahua y ceniza de la cascarilla de arroz en composiciones iguales.* [Tesis de pregrado, Universidad Politécnica Nacional]. Archivo digital. http://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/20630

López - Ramírez, J. C. (2023). *Mejoramiento de subrasante con ceniza de cáscara de arroz para pavimentación de avenida aviación, Distrito y Provincia San Ignacio, Cajamarca.* [Tesis de pregrado, Universidad nacional de Cajamarca]. Archivo digital. http://repositorio.unc.edu.pe/handle/20.500.14074/6193

Malqui-Liñan, E. F. (2023). *Influencia de cenizas de cáscara trigo y cebada en subrasante de la Av. Canto Grande, distrito de S.J.L., Lima-2021.* [Tesis de pregrado, Universidad César Vallejo]. Archivo digital. https://hdl.handle.net/20.500.12692/126354

Mamani Gonzalo, G., De La Cruz Vega, S. A., Vega Neyr, C. S., Yllescas Rodríguez, P. M., & Rea Olivare, W. M. (2022). Estabilización de la subrasante con ceniza de quinua y cal en la Carretera Lago Sagrado, Puno, Perú. *Infraestructura Vial, 5*(44). https://doi.org/http://dx.doi.org/10.15517/iv.v25i44.53569

Melendez - Torres, S. M. (2024). *Estudio del efecto de cal y escorias siderúrgicas de alto horno en la estabilización de suelos para fines de pavimentación.* [Tesis de pregrado, Universidad Señor de Sipán]. Archivo digital. https://hdl.handle.net/20.500.12802/13560

Mendoza - Peralta, P. W. (2021). *Estabilización de subrasante con cenizas de cáscara de arroz y madera para la vía Pueblo Libre-La Libertad, Amazonas, 2021.* [Tesis de pregrado, Universidad César vallejo]. Archivo digital. https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/85037

Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC). (2014). *Manual de Carreteras, Suelos Goelogía, Geotecnia y Pavimentos Sección Suelos y Pavimentos.* https://cdn-web.construccion.org/normas/files/tecnicas/Manual_Suelos_Pavimentos.pdf

Ministerio De Transportes y Comunicaciones (MTC). (2016). *Manual de Ensayo de Materiales.* https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/documentos/manuales/Manual%20Ensayo%20de%20Materiales.pdf

Pahlevi Munirwan, R., Raihan Taha, M., Mohd Taib, A., & Munirwansyah Munirwansyah. (2022). Shear Strength Improvement of Clay Soil Stabilized by Coffee Husk Ash. *Applied sciences, 12*(11). https://doi.org/ https://doi.org/10.3390/app12115542

Pérez-Murillo, F. C., Insuasty-Almario, L. A., & Buesaquillo-Tulcan, M. J. (2022). *Evaluación de la ceniza de bagazo de caña de azúcar para el mejoramiento de la subrasante en el sector de "El molino el Escobal" b/ Picaleña km 11 vía Ibagué – Girardot.* [Tesis de pregrado, Universidad Cooperativa de Colombia]. Repositorio institucional UCC. https://repository.ucc.edu.co/handle/20.500.12494/45778

Raja, K., Venkatachalam, S., Vishnuvardhan, K., Rama Krishnan, R. S., Tamil Selvan, V., & Vetriselvan, N. (2022). A review on soil stabilization using rice husk ash and lime sludge. *Materials Today: Proceedings, 60*(2), 1205-1212. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.matpr.2022.04.178

Ramírez Montañez, J. C., & Calles Moreno, R. J. (2021). *Manual de metodología de la investigación en negocios internacionales.* https://www.ecoeediciones.com/wp-content/uploads/2021/06/9789585030893.pdf

Rezabala Leone, D. M., & Ortiz Hernández, E. (2023). Estabilización de suelos arcillosos con enzima orgánica para subrasante de carreteras. *Revista ciencia y construcción, 4*(2). https://doi.org/https://doi.org/10.23857/dc.v9i3.3534

Sredevi , S., & Sreeja , V. (2024). Effect of Curing Strength in Lime –Coffee Husk Ash Mixture on Clay. *Sustainability, Agri, Foodand Environmental Research, 12*. https://safer.uct.cl/index.php/safer/article/view/772

Tilahun Tessema, A., Melsew Wolelaw, N., Eyasu Abebe, A., Asefa Alene, G., & Tesfaye Abeje, B. (2023). Utilization of Coffee Husk Ash on the Geotechnical Properties of Gypsum-Stabilized Expansive Clayey Soil. *Advances in Civil Engineering, 2023*(3101774). https://doi.org/https://doi.org/10.1155/2023/3101774

Vizcaíno Zúñiga, P. I., Cedeño Cedeño, R. J., & Maldonado Palacios, I. A. (2023). Metodología de la investigación científica: guía práctica. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar, 7*(4). https://doi.org/https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v7i4.7658

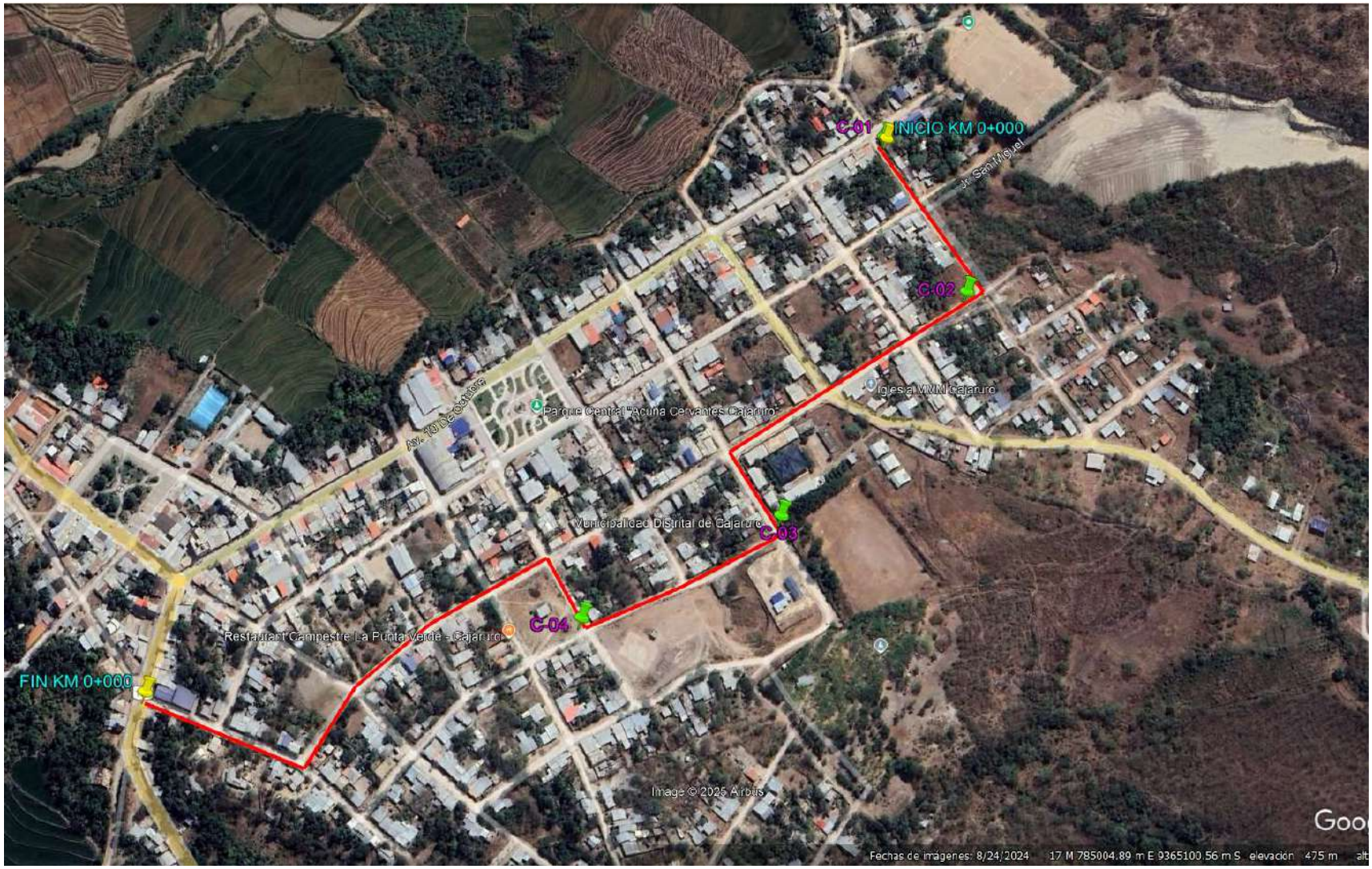
ANEXOS

Anexo 1. Matriz de consistencia

<table>
<tr><th>Título</th><th>Problema</th><th>Hipótesis</th><th>Objetivo general</th><th>Tipo y diseño de investigación</th><th>Técnicas e instrumentos de recolección da datos</th></tr>
<tr><td rowspan="3">Evaluación de la sustitución parcial de cal por ceniza de cáscara de arroz en el CBR de suelos A-6 en Cajaruro, Amazonas 2025</td><td>En la mayoría de las calles del distrito de Cajaruro, provincia de Utcubamba, región Amazonas, de acuerdo al estudio técnico elaborado en el año 2023 para el mejoramiento de la transitabilidad de la vía Cajaruro – San Juan de La Libertad, predomina un suelo arcilloso clasificado como A-6 según la normativa AASHTO, estas calles se encuentran en condiciones que no se puede transitar con comodidad, dificultando el tránsito vehicular y peatonal, agravándose más esta situación durante los meses de enero a marzo</td><td>La sustitución parcial de cal por ceniza de cáscara de arroz en proporciones de hasta 15% genera aumento del CBR de suelos A-6 en Cajaruro, Amazonas 2025.</td><td>Evaluar los efectos de la sustitución parcial de cal por ceniza de cáscara de arroz en el CBR de suelos A-6 en Cajaruro, Amazonas 2025.</td><td>Enfoque: Cuantitativo
Método: Deductivo – inductivo
Tipo: Básica
Diseño: Experimental</td><td>Técnica: La observación
Instrumento: Fichas de observación</td></tr>
<tr><td>Formulación del problema</td><td>Justificación</td><td>Objetivos específicos</td><td>Variables
Independientes: Cal y ceniza de cáscara de arroz
Dependiente: CBR de suelos A-6</td><td>Método de análisis de datos</td></tr>
<tr><td>¿Cuáles son los efectos de la sustitución parcial de cal por ceniza de cáscara de arroz en el CBR de suelos A-6, Cajaruro, Amazonas 2025?</td><td>Porque promueve el uso de subproductos agrícolas, reduciendo la dependencia de materiales convencionales y disminuyendo el impacto ambiental asociado a la extracción y producción de cal</td><td>a) Caracterizar las propiedades físico-mecánicas de los suelos en calles no pavimentadas de Cajaruro, Amazonas 2025.
b) Determinar la dosificación óptima de cal para la estabilización de suelos A-6 mediante la evaluación de proporciones de 2%, 4%, 6% y 8%.
c) Analizar la influencia de la sustitución parcial de la dosificación óptima de cal con 5%, 10% y 15% de ceniza de cáscara de arroz en el CBR de suelos A-6 en Cajaruro, Amazonas 2025.</td><td>Población: El suelo de las calles no pavimentadas de Cajaruro
Muestra: El suelo de cuatro calicatas que serán elaboradas a lo largo de 1km de calles no pavimentadas de Cajaruro</td><td>Análisis de datos, se aplicarán las pruebas estadísticas Anova para establecer diferencias significativas de manera general y Tukey para establecer diferencias de manera múltiple</td></tr>
</table>

Anexo 2. Ubicación de calicatas en las calles sin pavimentar seleccionadas

Figura 40. *Ubicación de calicatas*



Anexo 3. Autorización municipal para la realización de la investigación

MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE CAJARURO
PROVINCIA DE UTCUBAMBA – AMAZONAS
CREADO POR LEY Nº 15146 DEL 17 - 09 - 64
RUC Nº 20165778121

"AÑO DE LA RECUPERACIÓN Y CONSOLIDACIÓN DE LA ECONOMÍA PERUANA"

Cajaruro, 13 de agosto del 2025

CARTA Nº 021-2025-GDTI/MDC

PARA : JEAN ERICH VÁSQUEZ DELGADO
JEAN CARLOS BARDALES SUAREZ

DE : **ING. AMÉRICO ANTONIO SOLORZANO ALCÁNTARA**
Gerente de la Gerencia de Desarrollo Territorial e Infraestructura

ASUNTO : AUTORIZACIÓN PARA EJECUCIÓN DE CALICATAS CON FINES DE INVESTIGACIÓN

REFERENCIA: CARTA Nº001-2025-UNIFSLB/JEVD/JCBS

De mi mayor consideración:

Es grato dirigirme a usted para saludarlo cordialmente y en atención a su carta presentada con fecha 05 de Agosto de 2025, mediante la cual solicita autorización para la ejecución de (04) calicatas distribuidas a lo largo de un kilómetro de calles no pavimentadas del Distrito de Cajaruro, en el marco de la tesis titulada *"Evaluación de la Capacidad de Soporte (CBR) de suelos A-6 mediante la sustitución parcial de cal por ceniza de cáscara de arroz en Cajaruro, Amazonas"*, aprobada mediante resolución Nº004-2025-UNIFSLB-VPA/FI, se informa lo siguiente:

La municipalidad distrital de Cajaruro, a través de la **Gerencia de Desarrollo Territorial e Infraestructura, AUTORIZA** la ejecución de las calicatas en las siguientes ubicaciones:

- Dos cuadras del Jr. Copallin (*inicio de tramo*)
- Diez cuadras del Jr. Pacasmayo (*tramo intermedio*)
- Dos cuadras del Jr. Progreso (*final de tramo*)

Finalmente, se le reitera que esta información podrá ser usada para fines educativos, tal como ha indicado en su carta. Esperamos que los datos proporcionados sean de utilidad en el desarrollo de su tesis.

Sin otro particular, me despido de usted, no sin antes expresarle mi consideración y respeto.

Atentamente,

MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE CAJARURO
UTCUBAMBA - AMAZONAS

GERENCIA DE DESARROLLO TERRITORIAL E INFRAESTRUCTURA
¡Construyendo tu futuro!

Anexo 4. Panel fotográfico de la elaboración de calicatas y muestreo de suelos



Figura 41. Elaboración de la calicata N° 1



Figura 42. Muestreo de suelos de la calicata N° 2



Figura 43. Corroboración de profundidad de la calicata N° 3



Figura 44. Muestreo de suelos de la calicata N° 4

Anexo 5. Panel fotográfico de la obtención de ceniza de cáscara de arroz



Figura 45. Obtención de ceniza de cáscara de arroz



Figura 46. Obtención de ceniza de cáscara de arroz

Anexo 6. Panel fotográfico de los ensayos del suelo patrón



Figura 47. Pesado de la muestra para realizar el contenido de humedad de C-01



Figura 48. Ensayos de límites de consistencia de C-02



Figura 49. Ensayo de análisis granulométrico de C-04



Figura 50. Ensayo de Proctor modificado de C-03



Figura 51. Ensayo de CBR de C-04



Figura 52. Ensayo de CBR de C-03

Anexo 7. Panel fotográfico de los ensayos del suelo con adición de cal



Figura 53. Contenido de humedad de la C-01 con adición de 2% de cal



Figura 54. Límite líquido de C-1 con adición de 6% de cal



Figura 55. Análisis granulométrico de C-01 con adición de 2% de cal



Figura 56. *Proctor modificado de C-01 con adición de 4% de cal*



Figura 57. Ensayo de CBR de la calicata N° 1 con sustitución de 6% de cal



Figura 58. Ensayo de CBR de la calicata N° 1 con sustitución de 8% de cal

Anexo 8. Panel fotográfico de los ensayos del suelo con sustitución de cal por CCA



Figura 59. Contenido de humedad con la sustitución de 8% de cal por 5% de CCA



Figura 60. Límite plástico con la sustitución de 8% de cal por 10% de CCA



Figura 61. Análisis granulométrico con la sustitución de 8% de cal por 15% de CCA



Figura 62. Proctor modificado con la sustitución de 8% de cal por 5% de CCA



Figura 63. CBR con la sustitución de 8% de cal por 10% de CCA



Figura 64. CBR con la sustitución de 8% de cal por 15% de CCA

Anexo 9. Certificados de resultados de propiedades físicas del suelo patrón

F&M
Ingeniería Gerencia de Proyectos y Construcción

SERVICIOS TÉCNICOS PROFESIONALES DE MECÁNICA DE SUELOS, PAVIMENTOS Y ENSAYO DE MATERIALES

PROYECTO	: "EVALUACIÓN DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DE SUELOS A-6 MEDIANTE LA SUSTITUCIÓN PARCIAL DE CAL POR CENIZA DE CÁSCARA DE ARROZ EN CAJARURO, AMAZONAS".		
UBICACIÓN	: CAJARURO - AMAZONAS		
CANTERA	: NO APLICA	**CÓDIGO INTERNO**	: ----
SOLICITANTES	: JEAN CARLOS BARDALES SUAREZ	**ENSAYO POR**	: A.C.H.T.
	: JEAN ERICH VÁSQUEZ DELGADO	**F. DE RECEPCIÓN**	: Set-25
F. DE INICIO DE ENSAYO	: 14/09/2025	**F. DE EMESIÓN**	: Oct-25
F. DE TERMINO DE ENSAYO	: 15/09/2025	**PÁGINA**	: 1 de 8

INFORME DE ENSAYO - 2025/F&M

SUELOS.MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL CONTENIDO DE HUMEDAD DE UN SUELO

NTP 339.127.1998 (revisada el 2019)

DATOS DE ENSAYO	*Und*	CONTENIDO DE HUMEDAD			
Calicata		C - 01			
Código Interno		: ----			
Estrato		E-1			
Coordenadas	*UTM*	Este :	-----	Norte :	------
Profundidad	*m*	0.00 - 1.50			
N° de tara	.....	10.2		10.22	
Tara + Suelo Húmedo	*g*	2474.1		2841.9	
Tara + Suelo Seco	*g*	2300.6		2653.7	
Masa de Agua	*g*	**173.50**		**188.20**	
Masa de Tara	*g*	213.43		220.10	
Masa del Suelo Seco	*g*	**2087.17**		**2433.60**	
Porcentaje de humedad	%	**8.31**		**7.73**	
Promedio	%	**8.02**			

Observaciones:

* *Muestreo realizado por el Solicitante*
* *Los resultados se relacionan solamente con los items sometidos a ensayo*
* *En el informe se indica que los resultados se aplican a la muestra como se recibió*

RANNEYER HERNÁNDEZ ARCA
INGENIERO CIVIL
REG. CIP. 152285
ESP. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

PROYECTO	: "EVALUACIÓN DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DE SUELOS A-6 MEDIANTE LA SUSTITUCIÓN PARCIAL DE CAL POR CENIZA DE CÁSCARA DE ARROZ EN CAJARURO, AMAZONAS".		
UBICACIÓN	: CAJARURO - AMAZONAS		
CANTERA	: NO APLICA	**CÓDIGO INTERNO**	: ----
SOLICITANTES	: JEAN CARLOS BARDALES SUAREZ	**ENSAYO POR**	: A.C.H.T.
	: JEAN ERICH VÁSQUEZ DELGADO	**F. DE RECEPCIÓN**	: Set-25
F. DE INICIO DE ENSAYO	: 16/09/2025	**F. DE EMESIÓN**	: Oct-25
F. DE TERMINO DE ENSAYO	: 18/09/2025	**PÁGINA**	: 2 de 8

INFORME DE ENSAYO - 2025/F&M

SUELOS.MÉTODO DE ENSAYO PARA EL ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

NTP 339.128.(2019)

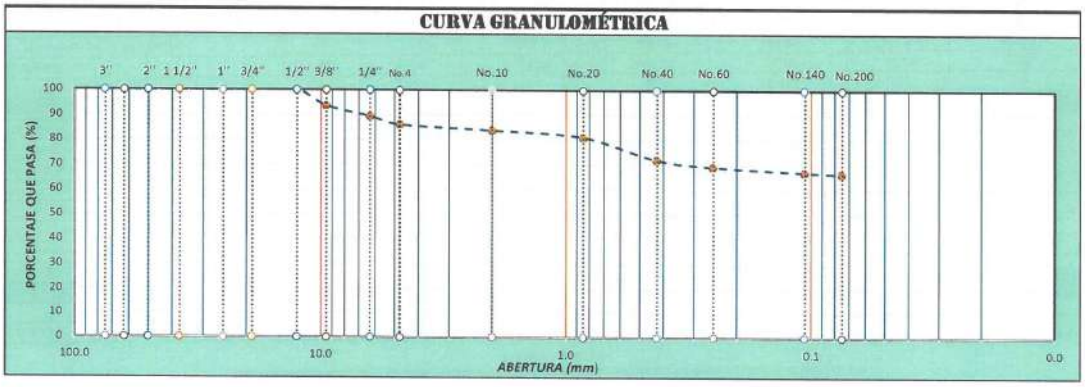
PUNTO DE EXPLORACIÓN :C - 01	Muesra: E - 01 (0.00 m - 1.50 m)

TAMICES		*PESO RETENIDO*	*% RETENIDO*	*% RETENIDO*	*% QUE*
(Pul)	*(mm)*	*(g)*	*PARCIAL*	*ACUMULADO*	*PASA*
3"	75.000	0.0	0.0%	0.0%	100.0%
2 1/2"	63.000	0.0	0.0%	0.0%	100.0%
2"	50.000	0.0	0.0%	0.0%	100.0%
1 1/2"	37.500	0.0	0.0%	0.0%	100.0%
1"	25.000	0.0	0.0%	0.0%	100.0%
3/4"	19.000	0.0	0.0%	0.0%	100.0%
1/2"	12.500	0.0	0.0%	0.0%	100.0%
3/8"	9.500	102.4	6.3%	6.3%	93.7%
1/4"	6.300	69.7	4.3%	10.7%	89.3%
No. 4	4.750	53.8	3.3%	14.0%	86.0%
No. 10	2.000	36.9	2.3%	16.3%	83.7%
No. 20	0.850	46.1	2.9%	19.1%	80.9%
No. 40	0.425	143.7	8.9%	28.0%	72.0%
No.60	0.250	45.8	2.8%	30.9%	69.1%
No. 140	0.106	35.7	2.2%	33.1%	66.9%
No. 200	0.075	10.0	0.6%	33.7%	66.3%
<No.200	FONDO	1071.10	66.3%	100.0%	0.0%

MASA TOTAL:	1615.2	g
MASA LAVADO:	544.1	g
MASA DE FINO:	1071.1	g

DISTRIBUCIÓN GRANULOMÉTRICO			
% GRAVA	G.G. %	0.0%	14.0%
	G.F. %	14.0%	
% ARENA	A.G. %	2.3%	19.7%
	A.M. %	11.8%	
	A.F. %	5.7%	
% ARCILLA Y LIMO		66.3%	66.3%
TOTAL			100.0%

CURVA GRANULOMÉTRICA



OBSERVACIONES:

** Muestreo realizado por el Solicitante*
** Los resultados se relacionan solamente con los items sometidos a ensayo*
** En el informe se indica que los resultados se aplican a la muestra como se recibió*

MINEYER HERNÁNDEZ ARCA
INGENIERO CIVIL
REG. CIP. 152285
ESP. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

PROYECTO	: "EVALUACIÓN DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DE SUELOS A-6 MEDIANTE LA SUSTITUCIÓN PARCIAL DE CAL POR CENIZA DE CÁSCARA DE ARROZ EN CAJARURO, AMAZONAS".		
UBICACIÓN	: CAJARURO - AMAZONAS		
CANTERA	: NO APLICA	**CÓDIGO INTERNO**	: ----
SOLICITANTES	: JEAN CARLOS BARDALES SUAREZ	**ENSAYO POR**	: A.C.H.T.
	: JEAN ERICH VÁSQUEZ DELGADO	**F. DE RECEPCIÓN**	: Set-25
F. DE INICIO DE ENSAYO	: 16/09/2025	**F. DE EMESIÓN**	: Oct-25
F. DE TERMINO DE ENSAYO	: 18/09/2025	**PÁGINA**	: 3 de 8

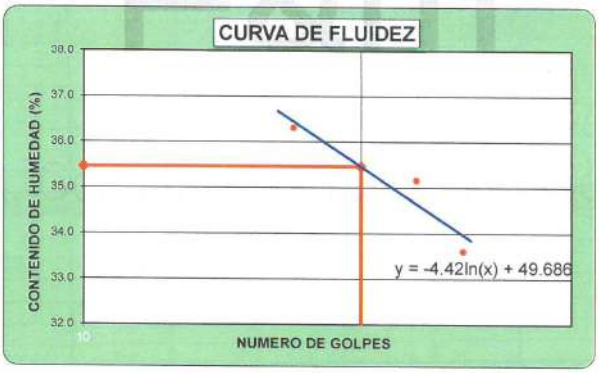
INFORME DE ENSAYO - 2025/F&M

SUELOS. MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICLDAD DE SUELOS

NTP 339.129.(2019)

PUNTO DE EXPLORACIÓN :C - 01	Muesra: E - 01	Profundidad: (0.00 m - 01.50 m)

DATOS DE ENSAYO		LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO		
N° DE TARA		765	928	792	2.25	2.24	2.13
N° DE GOLPES		20	35	30	-----	-----	-----
TARRO + SUELO HÚMEDO	g.	31.05	31.77	31.94	23.45	22.31	22.00
TARRO + SUELO SECO	g.	28.77	29.71	29.50	21.55	20.70	20.49
AGUA	g.	**2.28**	**2.06**	**2.44**	**1.90**	**1.61**	**1.51**
MASA DEL TARRO	g.	22.49	23.58	22.56	11.18	12.49	12.86
MASA DEL SUELO SECO	g.	**6.28**	**6.13**	**6.94**	**10.37**	**8.21**	**7.63**
PORCENTAJE DE HUMEDAD	%.	**36.31**	**33.61**	**35.16**	**18.32**	**19.61**	**19.79**



CONSISTENCIA FÍSICA DE LA MUESTRA	
LÍMITE LÍQUIDO	**35**
LÍMITE PLÁSTICO	**19**
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	**16**

ANNEYER HERNÁNDEZ ARCA
INGENIERO CIVIL
REG. CIP. 152285
ESP. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

OBSERVACIONES:

* *Muestreo realizado por el Solicitante*
* *Los resultados se relacionan solamente con los items sometidos a ensayo*
* *En el informe se indica que los resultados se aplican a la muestra como se recibió*

NORMATIVA DE REFERENCIA: * *NTP.339.127- SUELOS. Método de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo (2019)*

PROYECTO	: "EVALUACIÓN DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DE SUELOS A-6 MEDIANTE LA SUSTITUCIÓN PARCIAL DE CAL POR CENIZA DE CÁSCARA DE ARROZ EN CAJARURO, AMAZONAS".		
UBICACIÓN	: CAJARURO - AMAZONAS	**CÓDIGO INTERNO**	: ----
SOLICITANTES	: JEAN CARLOS BARDALES SUAREZ	**MUESTRADO POR**	: A.C.H.T.
	: JEAN ERICH VÁSQUEZ DELGADO	**NIVEL FREÁTICO**	: NO PRESENTA
F. DE EXCAVACIÓN	: Set-25	**F. DE RECEPCIÓN**	: Set-25
F. DE MUESTRO	: Set-25	**PÁGINA**	: 4 de 8

INFORME DE ENSAYO - 2025/F&M

PERFIL ESTRATIGRÁFICO DE LA CALICATA

PUNTO DE EXPLORACION	C - 01	COORDENADAS	---- ----

PROFUNDIDAD		ESTRATO	SIMBOLOGÍA SUCS	SIMBOLOGÍA AASTHO	HUMEDAD	LÍMITE LÍQUIDO	LÍMITE PLÁSTICO	ÍNDICE DE PLASTICIDAD	DESCRIPCIÓN VISUAL (IN - SITU)
0.10									
0.20									
0.30									
0.40									
0.50									
0.60									
0.70									
0.80	1.50	E-1			8.02%	35	19	16	Profundidad de 0,00 - 1,50m. Estrato clasificado en el Sistema "SUCS", como un suelo, "**CL**" "Arcilla de baja plasticidad", identificado en el sistema "ASSTHO", como un suelo, "**A-6 (9)**" "Suelos arcillosos". Suelo color marrón, conteniendo: Grava 14.0%, Arena 19,7% y Arcilla y Limo 66,3%, con un contenido de humedad bajo y sin presencia de la napa freática a la profundidad estudiada
0.90									
1.00									
1.10									
1.20									
1.30									
1.40									
1.50									

NOTA: ** N.F. = No presenta*

OBSERVACIONES: ** Muestreo realizado por el solicitante*

WINNEYER HERNÁNDEZ ARCA
INGENIERO CIVIL
REG. CIP. 152285
ESP. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

PROYECTO	: "EVALUACIÓN DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DE SUELOS A-6 MEDIANTE LA SUSTITUCIÓN PARCIAL DE CAL POR CENIZA DE CÁSCARA DE ARROZ EN CAJARURO, AMAZONAS".		
UBICACIÓN	: CAJARURO - AMAZONAS		
CANTERA	: NO APLICA	**CÓDIGO INTERNO**	: ----
SOLICITANTES	: JEAN CARLOS BARDALES SUAREZ	**ENSAYO POR**	: A.C.H.T.
	: JEAN ERICH VÁSQUEZ DELGADO	**F. DE RECEPCIÓN**	: Set-25
F. DE INICIO DE ENSAYO	: 14/09/2025	**F. DE EMESIÓN**	: Oct-25
F. DE TERMINO DE ENSAYO	: 15/09/2025	**PÁGINA**	: 1 de 8

INFORME DE ENSAYO - 2025/F&M

SUELOS.MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL CONTENIDO DE HUMEDAD DE UN SUELO

NTP 339.127.1998 (revisada el 2019)

DATOS DE ENSAYO	*Und*	CONTENIDO DE HUMEDAD	
Calicata		C - 02	
Código Interno		: ----	
Estrato		E-1	
Coordenadas	*UTM*	Este : -----	Norte : ------
Profundidad	*m*	0.00 - 1.50	
N° de tara	.....	10.18	10.33
Tara + Suelo Húmedo	*g*	2439.9	2822.7
Tara + Suelo Seco	*g*	2286.3	2623.7
Masa de Agua	*g*	**153.60**	**199.00**
Masa de Tara	*g*	287.72	287.91
Masa del Suelo Seco	*g*	**1998.58**	**2335.79**
Porcentaje de humedad	%	**7.69**	**8.52**
Promedio	%	**8.10**	

Observaciones:

** Muestreo realizado por el Solicitante*

** Los resultados se relacionan solamente con los items sometidos a ensayo*

** En el informe se indica que los resultados se aplican a la muestra como se recibió*

KENNEYER HERNÁNDEZ ARCA
INGENIERO CIVIL
REG. CIP. 152205
ESP. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

PROYECTO	: "EVALUACIÓN DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DE SUELOS A-6 MEDIANTE LA SUSTITUCIÓN PARCIAL DE CAL POR CENIZA DE CÁSCARA DE ARROZ EN CAJARURO, AMAZONAS".		
UBICACIÓN	: CAJARURO - AMAZONAS		
CANTERA	: NO APLICA	**CÓDIGO INTERNO**	: ----
SOLICITANTES	: JEAN CARLOS BARDALES SUAREZ	**ENSAYO POR**	: A.C.H.T.
	: JEAN ERICH VÁSQUEZ DELGADO	**F. DE RECEPCIÓN**	: Set-25
F. DE INICIO DE ENSAYO	: 16/09/2025	**F. DE EMESIÓN**	: Oct-25
F. DE TERMINO DE ENSAYO	: 18/09/2025	**PÁGINA**	: 2 de 8

INFORME DE ENSAYO - 2025/F&M

SUELOS.MÉTODO DE ENSAYO PARA EL ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

NTP 339.128.(2019)

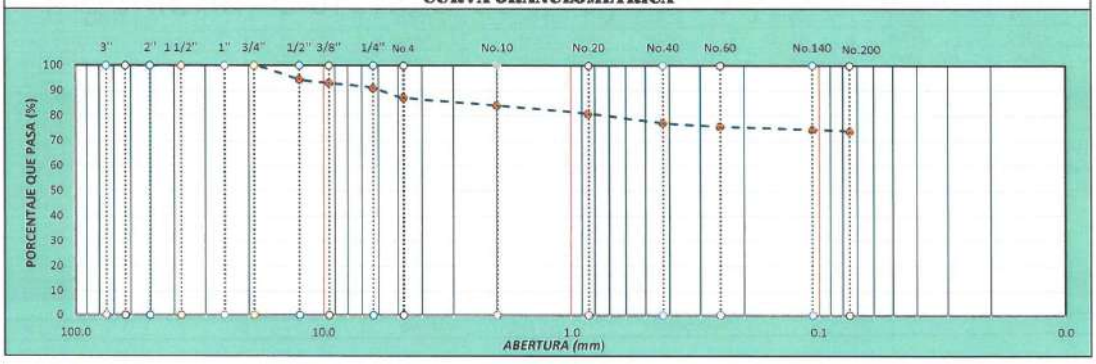
PUNTO DE EXPLORACIÓN :C - 02	Muesra: E - 01 (0.00 m - 1.50 m)

TAMICES		*PESO RETENIDO*	*% RETENIDO*	*% RETENIDO*	*% QUE*
(Pul)	*(mm)*	*(g)*	*PARCIAL*	*ACUMULADO*	*PASA*
3"	75.000	0.0	0.0%	0.0%	100.0%
2 1/2"	63.000	0.0	0.0%	0.0%	100.0%
2"	50.000	0.0	0.0%	0.0%	100.0%
1 1/2"	37.500	0.0	0.0%	0.0%	100.0%
1"	25.000	0.0	0.0%	0.0%	100.0%
3/4"	19.000	0.0	0.0%	0.0%	100.0%
1/2"	12.500	63.6	5.6%	5.6%	94.4%
3/8"	9.500	16.3	1.4%	7.0%	93.0%
1/4"	6.300	22.0	1.9%	9.0%	91.0%
No. 4	4.750	43.0	3.8%	12.8%	87.2%
No. 10	2.000	35.5	3.1%	15.9%	84.1%
No. 20	0.850	37.3	3.3%	19.2%	80.8%
No. 40	0.425	41.7	3.7%	22.9%	77.1%
No.60	0.250	16.0	1.4%	24.3%	75.7%
No. 140	0.106	15.1	1.3%	25.6%	74.4%
No. 200	0.075	6.9	0.6%	26.2%	73.8%
<No.200	FONDO	837.58	73.8%	100.0%	0.0%

MASA TOTAL:	1134.9	g
MASA LAVADO:	297.3	g
MASA DE FINO:	837.6	g

DISTRIBUCIÓN GRANULOMÉTRICO			
% GRAVA	G.G. %	0.0%	12.8%
	G.F. %	12.8%	
% ARENA	A.G. %	3.1%	13.4%
	A.M. %	7.0%	
	A.F. %	3.3%	
% ARCILLA Y LIMO		73.8%	73.8%
TOTAL			100.0%

CURVA GRANULOMÉTRICA



OBSERVACIONES:

** Muestreo realizado por el Solicitante*
** Los resultados se relacionan solamente con los ítems sometidos a ensayo*
** En el informe se indica que los resultados se aplican a la muestra como se recibió*

KENEYER HERNÁNDEZ ARCA
INGENIERO CIVIL
REG. CIP. 152285
ESP. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

PROYECTO	: "EVALUACIÓN DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DE SUELOS A-6 MEDIANTE LA SUSTITUCIÓN PARCIAL DE CAL POR CENIZA DE CÁSCARA DE ARROZ EN CAJARURO, AMAZONAS".		
UBICACIÓN	: CAJARURO - AMAZONAS		
CANTERA	: NO APLICA	**CÓDIGO INTERNO**	: ----
SOLICITANTES	: JEAN CARLOS BARDALES SUAREZ	**ENSAYO POR**	: A.C.H.T.
	: JEAN ERICH VÁSQUEZ DELGADO	**F. DE RECEPCIÓN**	: Set-25
F. DE INICIO DE ENSAYO	: 16/09/2025	**F. DE EMESIÓN**	: Oct-25
F. DE TERMINO DE ENSAYO	: 18/09/2025	**PÁGINA**	: 3 de 8

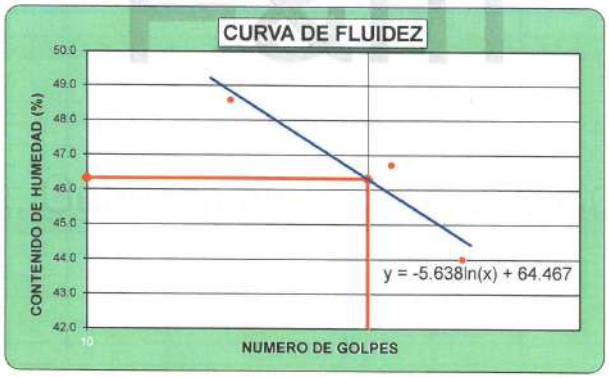
INFORME DE ENSAYO - 2025/F&M

SUELOS. MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICLDAD DE SUELOS

NTP 339.129.(2019)

PUNTO DE EXPLORACIÓN :C - 02	Muesra: E - 01	Profundidad: (0.00 m - 01.50 m)

DATOS DE ENSAYO		LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO		
N° DE TARA		780	948	910	2.3	2.9	2.16
N° DE GOLPES		16	27	34	-----	-----	-----
TARRO + SUELO HÚMEDO	g.	31.80	31.64	32.29	21.61	21.58	21.29
TARRO + SUELO SECO	g.	28.89	28.86	29.72	19.67	19.70	19.59
AGUA	g.	**2.91**	**2.78**	**2.57**	**1.94**	**1.88**	**1.70**
MASA DEL TARRO	g.	22.90	22.91	23.88	12.10	12.11	12.63
MASA DEL SUELO SECO	g.	**5.99**	**5.95**	**5.84**	**7.57**	**7.59**	**6.96**
PORCENTAJE DE HUMEDAD	%.	**48.58**	**46.72**	**44.01**	**25.63**	**24.77**	**24.43**



CONSISTENCIA FÍSICA DE LA MUESTRA	
LÍMITE LÍQUIDO	**46**
LÍMITE PLÁSTICO	**25**
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	**21**

OBSERVACIONES:

** Muestreo realizado por el Solicitante*
** Los resultados se relacionan solamente con los items sometidos a ensayo*
** En el informe se indica que los resultados se aplican a la muestra como se recibió*

NORMATIVA DE REFERENCIA: ** NTP.339.127- SUELOS. Método de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo (2019)*

KENEYER HERNÁNDEZ ARCA
INGENIERO CIVIL
REG. CIP. 152285
ESP. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

PROYECTO	: "EVALUACIÓN DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DE SUELOS A-6 MEDIANTE LA SUSTITUCIÓN PARCIAL DE CAL POR CENIZA DE CÁSCARA DE ARROZ EN CAJARURO, AMAZONAS".		
UBICACIÓN	: CAJARURO - AMAZONAS	**CÓDIGO INTERNO**	: ----
SOLICITANTES	: JEAN CARLOS BARDALES SUAREZ	**MUESTRADO POR**	: A.C.H.T.
	: JEAN ERICH VÁSQUEZ DELGADO	**NIVEL FREÁTICO**	: NO PRESENTA
F. DE EXCAVACIÓN	: Set-25	**F. DE RECEPCIÓN**	: Set-25
F. DE MUESTRO	: Set-25	**PÁGINA**	: 4 de 8

INFORME DE ENSAYO - 2025/F&M

PERFIL ESTRATIGRÁFICO DE LA CALICATA

PUNTO DE EXPLORACION	C - 02	COORDENADAS	----	----

PROFUNDIDAD		ESTRATO	SIMBOLOGÍA SUCS	SIMBOLOGÍA AASTHO	HUMEDAD	LÍMITE LÍQUIDO	LÍMITE PLÁSTICO	ÍNDICE DE PLASTICIDAD	DESCRIPCIÓN VISUAL (IN - SITU)
0.10									
0.20									
0.30									
0.40									
0.50									
0.60									
0.70									
0.80	1.50	E-1			8.10%	46	25	21	Profundidad de 0,00 - 1,50m. Estrato clasificado en el Sistema "SUCS", como un suelo, "**CL**" "Arcilla de baja plasticidad", identificado en el sistema "ASSTHO", como un suelo, "**A-7-6 (14)**" "Suelos arcillosos". Suelo color marrón, conteniendo: Grava 12.8%, Arena 13,4% y Arcilla y Limo 73,8%, con un contenido de humedad bajo y sin presencia de la napa freática a la profundidad estudiada
0.90									
1.00									
1.10									
1.20									
1.30									
1.40									
1.50									

NOTA: ** N.F. = No presenta*

OBSERVACIONES: ** Muestreo realizado por el solicitante*

MANEYER HERNÁNDEZ ARCA
INGENIERO CIVIL
REG. CIP. 152205
ESP. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

PROYECTO	: "EVALUACIÓN DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DE SUELOS A-6 MEDIANTE LA SUSTITUCIÓN PARCIAL DE CAL POR CENIZA DE CÁSCARA DE ARROZ EN CAJARURO, AMAZONAS".		
UBICACIÓN	: CAJARURO - AMAZONAS		
CANTERA	: NO APLICA	**CÓDIGO INTERNO**	: ----
SOLICITANTES	: JEAN CARLOS BARDALES SUAREZ	**ENSAYO POR**	: A.C.H.T.
	: JEAN ERICH VÁSQUEZ DELGADO	**F. DE RECEPCIÓN**	: Set-25
F. DE INICIO DE ENSAYO	: 14/09/2025	**F. DE EMESIÓN**	: Oct-25
F. DE TERMINO DE ENSAYO	: 15/09/2025	**PÁGINA**	: 1 de 8

INFORME DE ENSAYO - 2025/F&M

SUELOS.MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL CONTENIDO DE HUMEDAD DE UN SUELO

NTP 339.127.1998 (revisada el 2019)

DATOS DE ENSAYO	*Und*	CONTENIDO DE HUMEDAD			
Calicata		C - 03			
Código Interno		: ----			
Estrato		E-1			
Coordenadas	*UTM*	Este :	-----	Norte :	------
Profundidad	*m*	0.00 - 1.50			
N° de tara	.....	10.32		10.26	
Tara + Suelo Húmedo	*g*	2389.4		2470.6	
Tara + Suelo Seco	*g*	2128.9		2202.5	
Masa de Agua	*g*	**260.50**		**268.10**	
Masa de Tara	*g*	294.22		283.59	
Masa del Suelo Seco	*g*	**1834.68**		**1918.91**	
Porcentaje de humedad	%	**14.20**		**13.97**	
Promedio	%	**14.09**			

Observaciones:

* *Muestreo realizado por el Solicitante*
* *Los resultados se relacionan solamente con los ítems sometidos a ensayo*
* *En el informe se indica que los resultados se aplican a la muestra como se recibió*

MANEYER HERNÁNDEZ ARCA
INGENIERO CIVIL
REG. CIP. 152285
ESP. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

PROYECTO	: "EVALUACIÓN DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DE SUELOS A-6 MEDIANTE LA SUSTITUCIÓN PARCIAL DE CAL POR CENIZA DE CÁSCARA DE ARROZ EN CAJARURO, AMAZONAS".		
UBICACIÓN	: CAJARURO - AMAZONAS		
CANTERA	: NO APLICA	**CÓDIGO INTERNO**	: ----
SOLICITANTES	: JEAN CARLOS BARDALES SUAREZ	**ENSAYO POR**	: A.C.H.T.
	: JEAN ERICH VÁSQUEZ DELGADO	**F. DE RECEPCIÓN**	: Set-25
F. DE INICIO DE ENSAYO	: 16/09/2025	**F. DE EMESIÓN**	: Oct-25
F. DE TERMINO DE ENSAYO	: 18/09/2025	**PÁGINA**	: 2 de 8

INFORME DE ENSAYO - 2025/F&M

SUELOS.MÉTODO DE ENSAYO PARA EL ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

NTP 339.128.(2019)

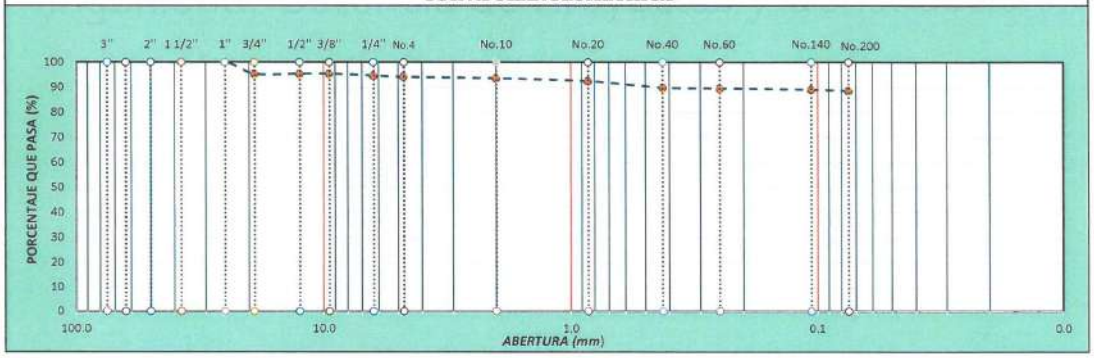
PUNTO DE EXPLORACIÓN :C - 03	Muesra: E - 01 (0.00 m - 1.50 m)

TAMICES		*PESO RETENIDO*	*% RETENIDO*	*% RETENIDO*	*% QUE*
(Pul)	*(mm)*	*(g)*	*PARCIAL*	*ACUMULADO*	*PASA*
3"	75.000	0.0	0.0%	0.0%	100.0%
2 1/2"	63.000	0.0	0.0%	0.0%	100.0%
2"	50.000	0.0	0.0%	0.0%	100.0%
1 1/2"	37.500	0.0	0.0%	0.0%	100.0%
1"	25.000	0.0	0.0%	0.0%	100.0%
3/4"	19.000	63.9	4.7%	4.7%	95.3%
1/2"	12.500	0.0	0.0%	4.7%	95.3%
3/8"	9.500	0.0	0.0%	4.7%	95.3%
1/4"	6.300	10.0	0.7%	5.4%	94.6%
No. 4	4.750	5.8	0.4%	5.8%	94.2%
No. 10	2.000	8.3	0.6%	6.4%	93.6%
No. 20	0.850	15.5	1.1%	7.6%	92.4%
No. 40	0.425	35.1	2.6%	10.2%	89.8%
No.60	0.250	5.5	0.4%	10.6%	89.4%
No. 140	0.106	6.0	0.4%	11.0%	89.0%
No. 200	0.075	6.4	0.5%	11.5%	88.5%
<No.200	FONDO	1206.82	88.5%	100.0%	0.0%

MASA TOTAL:	1363.2	g
MASA LAVADO:	156.4	g
MASA DE FINO:	1206.8	g

DISTRIBUCIÓN GRANULOMÉTRICO			
% GRAVA	G.G. %	0.0%	5.8%
	G.F. %	5.8%	
% ARENA	A.G. %	0.6%	5.6%
	A.M. %	3.7%	
	A.F. %	1.3%	
% ARCILLA Y LIMO		88.5%	88.5%
TOTAL			100.0%

CURVA GRANULOMÉTRICA



OBSERVACIONES:

** Muestreo realizado por el Solicitante*
** Los resultados se relacionan solamente con los items sometidos a ensayo*
** En el informe se indica que los resultados se aplican a la muestra como se recibió*

YANEYER HERNÁNDEZ ARCA
INGENIERO CIVIL
REG. CIP. 152285
ESP. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

PROYECTO	: "EVALUACIÓN DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DE SUELOS A-6 MEDIANTE LA SUSTITUCIÓN PARCIAL DE CAL POR CENIZA DE CÁSCARA DE ARROZ EN CAJARURO, AMAZONAS".		
UBICACIÓN	: CAJARURO - AMAZONAS		
CANTERA	: NO APLICA	**CÓDIGO INTERNO**	: ----
SOLICITANTES	: JEAN CARLOS BARDALES SUAREZ	**ENSAYO POR**	: A.C.H.T.
	: JEAN ERICH VÁSQUEZ DELGADO	**F. DE RECEPCIÓN**	: Set-25
F. DE INICIO DE ENSAYO	: 16/09/2025	**F. DE EMESIÓN**	: Oct-25
F. DE TERMINO DE ENSAYO	: 18/09/2025	**PÁGINA**	: 3 de 8

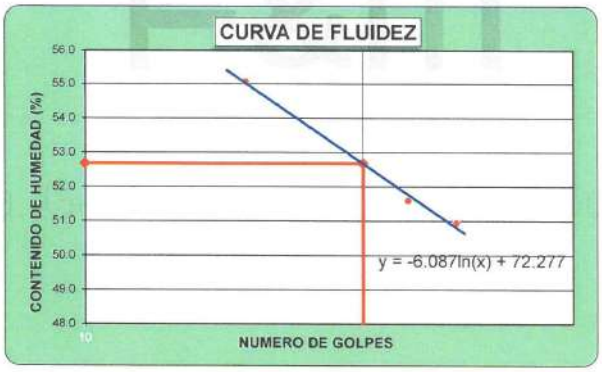
INFORME DE ENSAYO - 2025/F&M

SUELOS. MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICLDAD DE SUELOS

NTP 339.129.(2019)

PUNTO DE EXPLORACIÓN :C - 03	Muesra: E - 01	Profundidad: (0.00 m - 01.50 m)

DATOS DE ENSAYO		LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO		
N° DE TARA		881	878	837	2.26	2.29	2.17
N° DE GOLPES		34	29	17	-----	-----	-----
TARRO + SUELO HÚMEDO	g.	31.55	31.15	32.15	21.12	21.16	21.25
TARRO + SUELO SECO	g.	28.87	28.41	29.11	19.27	19.32	19.45
AGUA	g.	**2.68**	**2.74**	**3.04**	**1.85**	**1.84**	**1.80**
MASA DEL TARRO	g.	23.61	23.10	23.59	11.38	11.77	11.83
MASA DEL SUELO SECO	g.	**5.26**	**5.31**	**5.52**	**7.89**	**7.55**	**7.62**
PORCENTAJE DE HUMEDAD	%.	**50.95**	**51.60**	**55.07**	**23.45**	**24.37**	**23.62**



CONSISTENCIA FÍSICA DE LA MUESTRA	
LÍMITE LÍQUIDO	**53**
LÍMITE PLÁSTICO	**24**
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	**29**

KENEYER HERNÁNDEZ ARCA
INGENIERO CIVIL
REG. CIP. 152285
ESP. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

OBSERVACIONES:

* *Muestreo realizado por el Solicitante*
* *Los resultados se relacionan solamente con los items sometidos a ensayo*
* *En el informe se indica que los resultados se aplican a la muestra como se recibió*

NORMATIVA DE REFERENCIA:

* *NTP.339.127- SUELOS. Método de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo (2019)*

PROYECTO	: "EVALUACIÓN DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DE SUELOS A-6 MEDIANTE LA SUSTITUCIÓN PARCIAL DE CAL POR CENIZA DE CÁSCARA DE ARROZ EN CAJARURO, AMAZONAS".		
UBICACIÓN	: CAJARURO - AMAZONAS	**CÓDIGO INTERNO**	: ----
SOLICITANTES	: JEAN CARLOS BARDALES SUAREZ	**MUESTRADO POR**	: A.C.H.T.
	: JEAN ERICH VÁSQUEZ DELGADO	**NIVEL FREÁTICO**	: NO PRESENTA
F. DE EXCAVACIÓN	: Set-25	**F. DE RECEPCIÓN**	: Set-25
F. DE MUESTRO	: Set-25	**PÁGINA**	: 4 de 8

INFORME DE ENSAYO - 2025/F&M

PERFIL ESTRATIGRÁFICO DE LA CALICATA

PUNTO DE EXPLORACION	C - 03	COORDENADAS	----	----

PROFUNDIDAD		ESTRATO	SIMBOLOGÍA SUCS	SIMBOLOGÍA AASTHO	HUMEDAD	LÍMITE LÍQUIDO	LÍMITE PLÁSTICO	ÍNDICE DE PLASTICIDAD	DESCRIPCIÓN VISUAL (IN - SITU)
0.10									
0.20									
0.30									
0.40									
0.50									
0.60									
0.70									
0.80	1.50	E-1			14.09%	53	24	29	Profundidad de 0,00 - 1,50m. Estrato clasificado en el Sistema "SUCS", como un suelo, "**CH**" "Arcilla de alta plasticidad", identificado en el sistema "ASSTHO", como un suelo, "**A-7-6 (18)**" "Suelos arcillosos". Suelo color marrón, conteniendo: Grava 5.8%, Arena 5,6% y Arcilla y Limo 88,5%, con un contenido de humedad medio y sin presencia de la napa freática a la profundidad estudiada
0.90									
1.00									
1.10									
1.20									
1.30									
1.40									
1.50									

NOTA: ** N.F. = No presenta*

OBSERVACIONES: ** Muestreo realizado por el solicitante*

DENEYER HERNÁNDEZ ARCA
INGENIERO CIVIL
REG. CIP. 152285
ESP. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

PROYECTO	: "EVALUACIÓN DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DE SUELOS A-6 MEDIANTE LA SUSTITUCIÓN PARCIAL DE CAL POR CENIZA DE CÁSCARA DE ARROZ EN CAJARURO, AMAZONAS".		
UBICACIÓN	: CAJARURO - AMAZONAS		
CANTERA	: NO APLICA	**CÓDIGO INTERNO**	: ----
SOLICITANTES	: JEAN CARLOS BARDALES SUAREZ	**ENSAYO POR**	: A.C.H.T.
	: JEAN ERICH VÁSQUEZ DELGADO	**F. DE RECEPCIÓN**	: Set-25
F. DE INICIO DE ENSAYO	: 14/09/2025	**F. DE EMESIÓN**	: Oct-25
F. DE TERMINO DE ENSAYO	: 15/09/2025	**PÁGINA**	: 1 de 8

INFORME DE ENSAYO - 2025/F&M

SUELOS.MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL CONTENIDO DE HUMEDAD DE UN SUELO

NTP 339.127.1998 (revisada el 2019)

DATOS DE ENSAYO	*Und*	CONTENIDO DE HUMEDAD			
Calicata		C - 04			
Código Interno		: ----			
Estrato		E-1			
Coordenadas	*UTM*	Este :	-----	Norte :	------
Profundidad	*m*	0.00 - 1.50			
N° de tara	.....	10.3		10.23	
Tara + Suelo Húmedo	*g*	2962.1		2762.6	
Tara + Suelo Seco	*g*	2564.5		2391.7	
Masa de Agua	*g*	**397.60**		**370.90**	
Masa de Tara	*g*	291.11		289.93	
Masa del Suelo Seco	*g*	**2273.39**		**2101.77**	
Porcentaje de humedad	%	**17.49**		**17.65**	
Promedio	%	**17.57**			

Observaciones:

** Muestreo realizado por el Solicitante*

** Los resultados se relacionan solamente con los items sometidos a ensayo*

** En el informe se indica que los resultados se aplican a la muestra como se recibió*

KENEYER HERNÁNDEZ ARCA
INGENIERO CIVIL
REG. CIP. 152205
ESP. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

PROYECTO	: "EVALUACIÓN DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DE SUELOS A-6 MEDIANTE LA SUSTITUCIÓN PARCIAL DE CAL POR CENIZA DE CÁSCARA DE ARROZ EN CAJARURO, AMAZONAS".		
UBICACIÓN	: CAJARURO - AMAZONAS		
CANTERA	: NO APLICA	**CÓDIGO INTERNO**	: ----
SOLICITANTES	: JEAN CARLOS BARDALES SUAREZ	**ENSAYO POR**	: A.C.H.T.
	: JEAN ERICH VÁSQUEZ DELGADO	**F. DE RECEPCIÓN**	: Set-25
F. DE INICIO DE ENSAYO	: 16/09/2025	**F. DE EMESIÓN**	: Oct-25
F. DE TERMINO DE ENSAYO	: 18/09/2025	**PÁGINA**	: 2 de 8

INFORME DE ENSAYO - 2025/F&M

SUELOS.MÉTODO DE ENSAYO PARA EL ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

NTP 339.128.(2019)

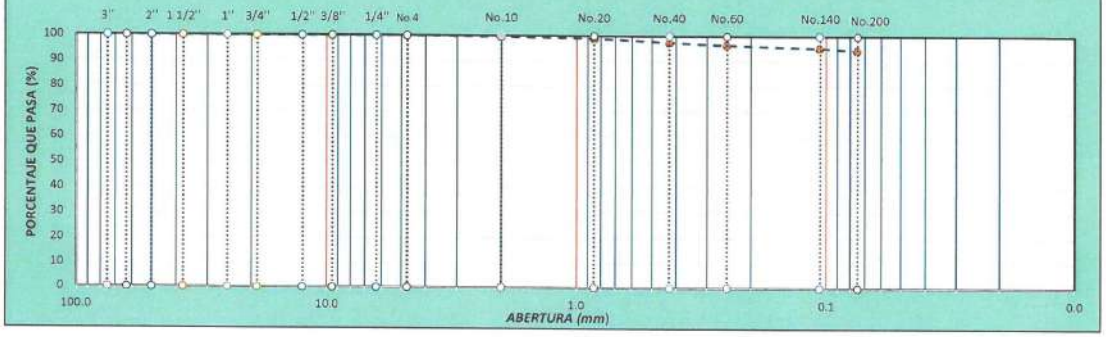
PUNTO DE EXPLORACIÓN :C - 04	Muesra: E - 01 (0.00 m - 1.50 m)

TAMICES		*PESO RETENIDO*	*% RETENIDO*	*% RETENIDO*	*% QUE*
(Pul)	*(mm)*	*(g)*	*PARCIAL*	*ACUMULADO*	*PASA*
3"	75.000	0.0	0.0%	0.0%	100.0%
2 1/2"	63.000	0.0	0.0%	0.0%	100.0%
2"	50.000	0.0	0.0%	0.0%	100.0%
1 1/2"	37.500	0.0	0.0%	0.0%	100.0%
1"	25.000	0.0	0.0%	0.0%	100.0%
3/4"	19.000	0.0	0.0%	0.0%	100.0%
1/2"	12.500	0.0	0.0%	0.0%	100.0%
3/8"	9.500	0.0	0.0%	0.0%	100.0%
1/4"	6.300	0.0	0.0%	0.0%	100.0%
No. 4	4.750	0.8	0.1%	0.1%	99.9%
No. 10	2.000	4.4	0.3%	0.4%	99.6%
No. 20	0.850	9.7	0.8%	1.2%	98.8%
No. 40	0.425	17.6	1.4%	2.6%	97.4%
No.60	0.250	12.8	1.0%	3.6%	96.4%
No. 140	0.106	15.3	1.2%	4.8%	95.2%
No. 200	0.075	10.5	0.8%	5.6%	94.4%
<No.200	FONDO	1199.15	94.4%	100.0%	0.0%

MASA TOTAL:	1270.2	g
MASA LAVADO:	71.1	g
MASA DE FINO:	1199.2	g

DISTRIBUCIÓN GRANULOMÉTRICO			
% GRAVA	G.G. %	0.0%	0.1%
	G.F. %	0.1%	
% ARENA	A.G. %	0.3%	5.5%
	A.M. %	2.2%	
	A.F. %	3.0%	
% ARCILLA Y LIMO		94.4%	94.4%
TOTAL			100.0%

CURVA GRANULOMÉTRICA



OBSERVACIONES:

** Muestreo realizado por el Solicitante*
** Los resultados se relacionan solamente con los items sometidos a ensayo*
** En el informe se indica que los resultados se aplican a la muestra como se recibió*

MAYER HERNANDEZ ARCA
INGENIERO CIVIL
REG. CIP. 152285
ESP. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

PROYECTO	: "EVALUACIÓN DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DE SUELOS A-6 MEDIANTE LA SUSTITUCIÓN PARCIAL DE CAL POR CENIZA DE CÁSCARA DE ARROZ EN CAJARURO, AMAZONAS".		
UBICACIÓN	: CAJARURO - AMAZONAS		
CANTERA	: NO APLICA	**CÓDIGO INTERNO**	: ----
SOLICITANTES	: JEAN CARLOS BARDALES SUAREZ	**ENSAYO POR**	: A.C.H.T.
	: JEAN ERICH VÁSQUEZ DELGADO	**F. DE RECEPCIÓN**	: Set-25
F. DE INICIO DE ENSAYO	: 16/09/2025	**F. DE EMESIÓN**	: Oct-25
F. DE TERMINO DE ENSAYO	: 18/09/2025	**PÁGINA**	: 3 de 8

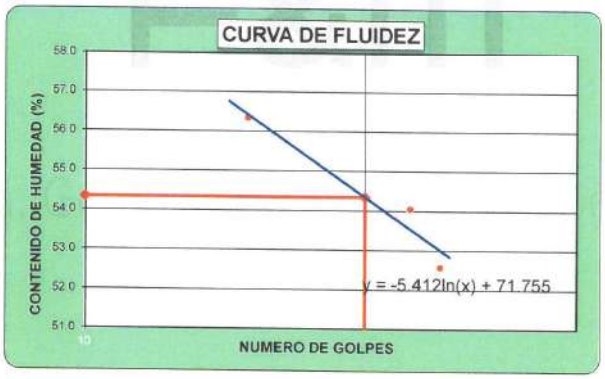
INFORME DE ENSAYO - 2025/F&M

SUELOS. MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICLDAD DE SUELOS

NTP 339.129.(2019)

PUNTO DE EXPLORACIÓN :C - 04	Muesra: E - 01	Profundidad: (0.00 m - 01.50 m)

DATOS DE ENSAYO		LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO		
N° DE TARA		888	955	887	2.21	2.23	2.5
N° DE GOLPES		17	32	29	-----	-----	-----
TARRO + SUELO HÚMEDO	g.	31.92	33.34	33.31	24.16	23.76	24.22
TARRO + SUELO SECO	g.	28.90	29.76	29.90	22.17	21.66	22.09
AGUA	g.	**3.02**	**3.58**	**3.41**	**1.99**	**2.10**	**2.13**
MASA DEL TARRO	g.	23.54	22.95	23.59	13.64	12.90	13.11
MASA DEL SUELO SECO	g.	**5.36**	**6.81**	**6.31**	**8.53**	**8.76**	**8.98**
PORCENTAJE DE HUMEDAD	%.	**56.34**	**52.57**	**54.04**	**23.33**	**23.97**	**23.72**



CONSISTENCIA FÍSICA DE LA MUESTRA	
LÍMITE LÍQUIDO	54
LÍMITE PLÁSTICO	24
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	31

OBSERVACIONES:

** Muestreo realizado por el Solicitante*
** Los resultados se relacionan solamente con los items sometidos a ensayo*
** En el informe se indica que los resultados se aplican a la muestra como se recibió*

NORMATIVA DE REFERENCIA:

** NTP.339.127- SUELOS. Método de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo (2019)*

WENEYER HERNÁNDEZ ANCA
INGENIERO CIVIL
REG. CIP. 152205
ESP. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

PROYECTO	: "EVALUACIÓN DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DE SUELOS A-6 MEDIANTE LA SUSTITUCIÓN PARCIAL DE CAL POR CENIZA DE CÁSCARA DE ARROZ EN CAJARURO, AMAZONAS".		
UBICACIÓN	: CAJARURO - AMAZONAS	**CÓDIGO INTERNO**	: ----
SOLICITANTES	: JEAN CARLOS BARDALES SUAREZ	**MUESTRADO POR**	: A.C.H.T.
	: JEAN ERICH VÁSQUEZ DELGADO	**NIVEL FREÁTICO**	: NO PRESENTA
F. DE EXCAVACIÓN	: Set-25	**F. DE RECEPCIÓN**	: Set-25
F. DE MUESTRO	: Set-25	**PÁGINA**	: 4 de 8

INFORME DE ENSAYO - 2025/F&M

PERFIL ESTRATIGRÁFICO DE LA CALICATA

PUNTO DE EXPLORACION	C - 04	COORDENADAS	----	----

PROFUNDIDAD		ESTRATO	SIMBOLOGÍA SUCS	SIMBOLOGÍA AASTHO	HUMEDAD	LÍMITE LÍQUIDO	LÍMITE PLÁSTICO	ÍNDICE DE PLASTICIDAD	DESCRIPCIÓN VISUAL (IN - SITU)
0.10									
0.20									
0.30									
0.40									
0.50									
0.60									
0.70									
0.80	1.50	E-1			17.57%	54	24	31	Profundidad de 0,00 - 1,50m. Estrato clasificado en el Sistema "SUCS", como un suelo, "**CH**" "Arcilla de alta plasticidad", identificado en el sistema "ASSTHO", como un suelo, "**A-7-6 (19)**" "Suelos arcillosos". Suelo color marrón, conteniendo: Grava 0.1%, Arena 5,5% y Arcilla y Limo 94,4%, con un contenido de humedad medio y sin presencia de la napa freática a la profundidad estudiada
0.90									
1.00									
1.10									
1.20									
1.30									
1.40									
1.50									

NOTA: ** N.F. = No presenta*

OBSERVACIONES: ** Muestreo realizado por el solicitante*

RENEYER HERNÁNDEZ ARÉVALO
INGENIERO CIVIL
REG. CIP. 152285
ESP. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

Anexo 10. Certificados de resultados de propiedades mecánicas del suelo patrón

F&M
Ingeniería, Gerencia de Proyectos y Construcción

SERVICIOS TÉCNICOS PROFESIONALES DE MECÁNICA DE SUELOS, PAVIMENTOS Y ENSAYO DE MATERIALES

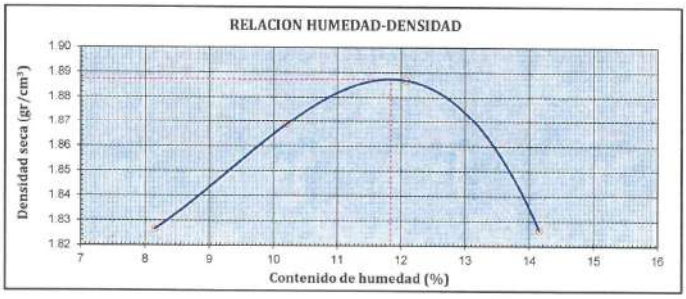
PROYECTO	: "EVALUACIÓN DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DE SUELOS A-6 MEDIANTE LA SUSTITUCIÓN PARCIAL DE CAL POR CENIZA DE CÁSCARA DE ARROZ EN CAJARURO, AMAZONAS".		
UBICACIÓN	: CAJARURO - UTCUBAMBA - AMAZONAS		
CANTERA	: NO APLICA	**CÓDIGO INTERNO**	: ----
SOLICITANTES	: JEAN CARLOS BARDALES SUAREZ	**ENSAYO POR**	: A.J.S.G.
	: JEAN ERICH VÁSQUEZ DELGADO	**F. DE RECEPCIÓN**	: Set-25
F. DE TERMINO DE ENSAYO	: 22/09/2025	**F. DE EMESIÓN**	: Oct-25
F. DE INICIO DE ENSAYO	: 23/09/2025	**PÁGINA**	: 6 de 8

INFORME DE ENSAYO - 2025/F&M

SUELOS. MÉTODO DE ENSAYO PARA LA COMPACTACIÓN DEL SUELO EN LABORATORIO UTILIZANDO UNA ENERGÍA MODIFICADA (2700Kn-m/m3(56 000 pie-lbf/pie3))
NTP 339.141.1998 (revisada el 2019)

CALICATA :	C-01	ESTRATO :	E-01 (MP)	PROFUNDIDAD:	(0.00 - 1.50 m)

COMPACTACIÓN DE LAS MUESTRAS		MÉTODO DE ENSAYO			A
PRUEBA	***UND***	**1**	**2**	**3**	**4**
NUMERO DE MOLDE	N°	2	2	2	2
NUMERO DE CAPAS	---	5	5	5	5
NUMERO DE GOLPES POR CAPA	N°	25	25	25	25
VOLUMEN MOLDE	cm^3	905.61	905.61	905.61	905.61
MASA MUESTRA HUMEDA Y MOLDE	gr	6214.00	6290.00	6340.00	6313.00
MASA MOLDE	gr	4425.00	4425.00	4425.00	4425.00
MASA MUESTRA HUMEDA	gr	1789.00	1865.00	1915.00	1888.00
HUMEDAD DE COMPACTACIÓN					
NUMERO DE TARA	-	B-14	A-5	4.2	A-7
MASA DE SUELO HUMEDO + TARA	gr	350.77	410.07	420.12	410.07
MASA SUELO SECO + TARA	gr	327.95	378.67	382.32	367.30
MASA DE TARA	gr	48.28	70.87	69.33	65.22
MASA DEL AGUA	gr	22.82	31.40	37.80	42.77
MASA SUELO SECO	gr	279.67	307.80	312.99	302.08
% DE NUMEDAD	%	**8.16**	**10.20**	**12.08**	**14.16**
DETERMINACIÓN DEL PESOS UNITARIOS DE LOS ESPECÍMENES					
DENSIDAD HUMEDO	gr/cm^3	**1.975**	**2.059**	**2.115**	**2.085**
DENSIDAD SECA	gr/cm^3	**1.826**	**1.869**	**1.887**	**1.826**



MAXIMA DENSIDAD SECA	
1.887	g/cm^3

OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD	
11.83	(%)



Observaciones:

* *Muestreo realizado por el Solicitante*
* *Los resultados se relacionan solamente con los items sometidos a ensayo*
* *En el informe se indica que los resultados se aplican a la muestra como se recibió*

Normativa de referencia:

* *NTP 339.127-SUELOS. Método de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo (2019)*

RAINEYER HERNÁNDEZ ARCA
INGENIERO CIVIL
REG. CIP. 152285
ESP. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

PROYECTO	: "EVALUACIÓN DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DE SUELOS A-6 MEDIANTE LA SUSTITUCIÓN PARCIAL DE CAL POR CENIZA DE CÁSCARA DE ARROZ EN CAJARURO, AMAZONAS".		
UBICACIÓN	: CAJARURO - UTCUBAMBA - AMAZONAS		
CANTERA	: NO APLICA	**CÓDIGO INTERNO**	: ----
SOLICITANTES	: JEAN CARLOS BARDALES SUAREZ	**ENSAYO POR**	: A.J.S.G.
	: JEAN ERICH VÁSQUEZ DELGADO	**F. DE RECEPCIÓN**	: Set-25
F. DE INICIO DE ENSAYO	: 23/09/2025	**F. DE EMESIÓN**	: Oct-25
F. DE TERMINO DE ENSAYO	: 27/09/2025	**PÁGINA**	: 7 de 8

INFORME DE ENSAYO - 2025/F&M

Suelos. Métodos de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio.
NTP 339.145 (2019)

CALICATA : C-01	**ESTRATO :** E-01 (MP)	**COORDENADAS:** ----- -----

DATOS								
1.1 N° de molde	-	12		2		7		
1.2 Diametro interior de molde	cm	15.12		15.10		15.16		
1.3 Altura molde descontando disco espaciador	cm	11.65		11.62		11.61		
1.4 Masa del molde (incluye base)	g	8 511		8 620		8 668		
1.5 N° de capas	-	5		5		5		
1.6 N° de golpes por capa	-	**56**		**25**		**10**		
1.7 Condición de muestra	-	S/Mojar	Mojada	S/Mojar	Mojada	S/Mojar	Mojada	
1.8 Masa de molde(incluye base) + Masa húmedo	g	11806	12055	11530	11850	11299	11522	
CÁLCULO DE CONTENIDO DE HUMEDAD								
2.1 N° Tara	-	A-6	5.3	3.6	5.1	B-7	4.3	
2.2 Masa de tara	g	69.00	91.40	44.90	80.30	46.70	69.20	
2.3 Masa de tara + Suelo Húmedo	g	303.40	375.21	297.30	345.21	321.40	386.54	
2.4 Masa de tara + Suelo Seco	g	279.72	343.21	271.54	313.90	293.00	346.77	
2.5 Masa de agua contenida (2.3-2.4)	g	23.68	32.00	25.76	31.31	28.40	39.77	
2.6 Masa de suelo seco (2.4-2.2)	g	210.72	251.81	226.64	233.60	246.30	277.57	
2.7 Contenido de Humedad (2.5/2.6)	%	11.2	12.7	11.4	13.4	11.5	14.3	
RESULTADOS								
3.1 Área superficial del molde	pulg2	27.83		27.76		27.98		
3.2 Volúmen de suelo	cm3	2 091.80		2 080.89		2 095.66		
3.3Masa del suelo húmedo (1.8-1.4)	g	3295	3544	2910	3230	2631	2854	
3.4 Densidad húmeda (3.3/3.2)	g/cm3	1.58	1.69	1.40	1.55	1.26	1.36	
3.5 Densidad Seca (3.4/(1+2.7/100))	g/cm3	1.53	1.65	1.36	1.51	1.22	1.33	

EXPANSIÓN												
MOLDE			12			2			7			
FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	Expansión		DIAL	Expansión		DIAL	Expansión		
		(horas)	pulg	(mm)	(%)	pulg	(mm)	(%)	pulg	(mm)	(%)	
23/09/2025	11:00:00 a. m.	0	0.000	-	-	0.000	-	-	0.000	-	-	
24/09/2025	11:00:00 a. m.	24	0.106	2.692	2.32%	0.117	2.972	2.56%	0.126	3.200	2.76%	
25/09/2025	11:00:00 a. m.	48	0.111	2.819	2.43%	0.119	3.023	2.61%	0.129	3.277	2.82%	
26/09/2025	11:00:00 a. m.	72	0.114	2.896	2.50%	0.122	3.099	2.67%	0.132	3.353	2.89%	
27/09/2025	11:00:00 a. m.	96	0.117	2.972	2.56%	0.124	3.150	2.72%	0.140	3.556	3.07%	

PENETRACIÓN																	
MOLDE			12					2					7				
PENETRACION		ESTANDAR	CARGA					CARGA					CARGA				
pulgadas	mm	(lb/pulg2)	Lectura	lb	lb/pulg2	Correc.	%	Lectura	lb	lb/pulg2	Correc.	%	Lectura	lb	lb/pulg2	Correc.	%
0.000			0.0	0.0	0.0			0.0	0.0	0.0			0.0	0.0	0.0		
0.025	0.64		9.3	20.5	6.7			6.2	13.7	4.5			4.1	9.0	3.0		
0.050	1.27		16.5	36.4	12.0			10.4	22.9	7.5			10.4	22.9	7.5		
0.075	1.91		28.4	62.6	20.6			19.3	42.6	14.0			14.8	32.6	10.7		
0.100	2.54	1000	32.4	71.4	23.5	35.2	3.5	26.4	58.2	19.1	26.7	2.7	21.2	46.7	15.4	19.8	2.0
0.125	3.18		47.8	105.4	34.6			40.6	89.5	29.4			30.5	67.3	22.1		
0.150	3.81		64.6	142.4	46.8			50.6	111.6	36.7			38.2	84.2	27.7		
0.175	4.45		88.3	194.7	64.0			65.3	144.0	47.3			46.0	101.4	33.3		
0.200	5.08	1500	113.6	250.5	82.3	73.4	4.9	70.6	155.7	51.2	51.0	3.4	52.2	115.1	37.8	36.0	2.4
0.300	7.62		141.3	311.6	102.4			97.3	214.5	70.5			63.2	139.4	45.8		
0.400	10.16		170.4	375.7	123.5			108.2	238.6	78.4			73.3	161.6	53.1		
0.500	12.70		191.1	421.4	138.5			128.0	282.2	92.7			80.1	176.6	58.0		

Observaciones:
* *Muestreo realizado por el Solicitante*
* *Los resultados se relacionan solamente con los items sometidos a ensayo*
* *En el informe se indica que los resultados se aplican a la muestra como se recibió*

Normativa de referei * *NTP 339.127-SUELOS. Método de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo (2019)*
* *NTP 339.141-SUELOS. Método de ensayo para la compactación del suelo en laboratorio utilizando energía modificada (2700kn-m/m3(56 000 pie-lbf/pie3))*

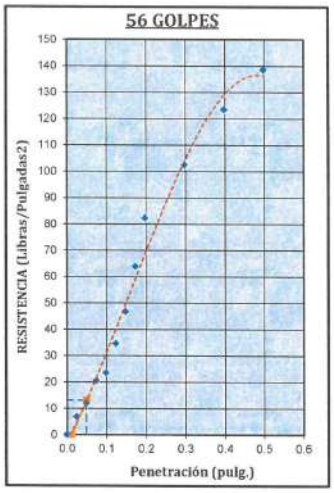
ENEYER HERNÁNDEZ ARCA
INGENIERO CIVIL
REG. CIP. 152285
ESP. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

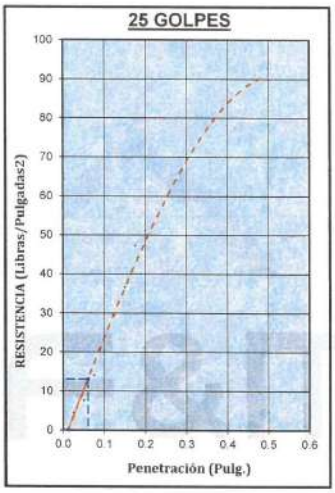
PROYECTO	: "EVALUACIÓN DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DE SUELOS A-6 MEDIANTE LA SUSTITUCIÓN PARCIAL DE CAL POR CENIZA DE CÁSCARA DE ARROZ EN CAJARURO, AMAZONAS".		
UBICACIÓN	: CAJARURO - UTCUBAMBA - AMAZONAS		
CANTERA	: NO APLICA	**CÓDIGO INTERNO**	: ----
SOLICITANTES	: JEAN CARLOS BARDALES SUAREZ	**ENSAYO POR**	: A.J.S.G.
	: JEAN ERICH VÁSQUEZ DELGADO	**F. DE RECEPCIÓN**	: Set-25
F. DE INICIO DE ENSAYO	: 23/09/2025	**F. DE EMESIÓN**	: Oct-25
F. DE TERMINO DE ENSAYO	: 27/09/2025	**PÁGINA**	: 8 de 8

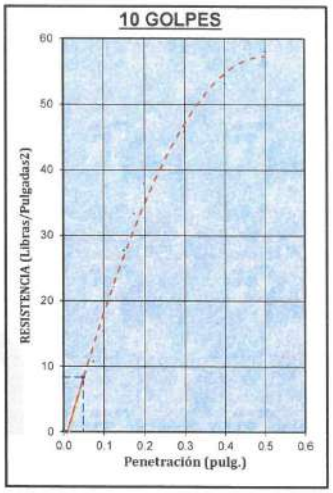
INFORME DE ENSAYO - 2025/F&M

Suelos. Métodos de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio.
NTP 339.145 (2019)

CALICATA :	C-01	**ESTRATO :**	E-01 (MP)	**COORDENADAS:**	----- -----







DATOS DE PROCTOR	
ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%) :	11.83
MÁXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm3) :	1.89
95% MÁXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm3) :	1.79

RESULTADOS DE CBR	
C.B.R. al 100% de M.D.S (0,1") :	5.28
C.B.R. al 95% de M.D.S (0,1") :	4.81
C.B.R. al 100% de M.D.S (0,2") :	7.69
C.B.R. al 95% de M.D.S (0,2") :	6.94



Observaciones:

* *Muestreo realizado por el Solicitante*
* *Los resultados se relacionan solamente con los ítems sometidos a ensayo*
* *En el informe se indica que los resultados se aplican a la muestra como se recibió*

Normativa de referencia:

* *NTP 339.127-SUELOS. Método de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo (2019)*
* *NTP 339.141-SUELOS. Método de ensayo para la compactación del suelo en laboratorio utilizando energía modificada (2700kn-m/m3(56 000 pie-lbf/pie3))*

RANEYER HERNÁNDEZ ARCA
INGENIERO CIVIL
REG. CIP. 152285
ESP. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

PROYECTO	: "EVALUACIÓN DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DE SUELOS A-6 MEDIANTE LA SUSTITUCIÓN PARCIAL DE CAL POR CENIZA DE CÁSCARA DE ARROZ EN CAJARURO, AMAZONAS".		
UBICACIÓN	: CAJARURO - UTCUBAMBA - AMAZONAS		
CANTERA	: NO APLICA	**CÓDIGO INTERNO**	: ----
SOLICITANTES	: JEAN CARLOS BARDALES SUAREZ	**ENSAYO POR**	: A.J.S.G.
	: JEAN ERICH VÁSQUEZ DELGADO	**F. DE RECEPCIÓN**	: Set-25
F. DE TERMINO DE ENSAYO	: 22/09/2025	**F. DE EMESIÓN**	: Oct-25
F. DE INICIO DE ENSAYO	: 23/09/2025	**PÁGINA**	: 6 de 8

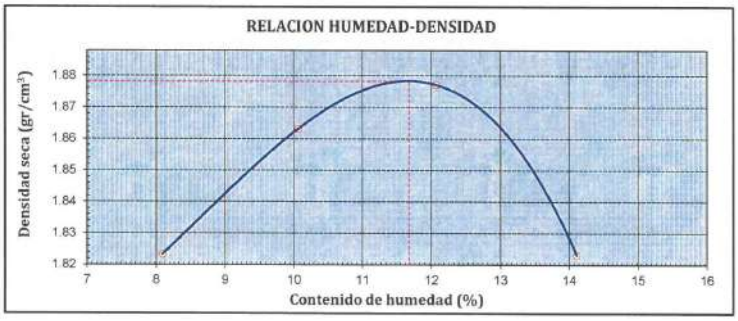
INFORME DE ENSAYO - 2025/F&M

SUELOS. MÉTODO DE ENSAYO PARA LA COMPACTACIÓN DEL SUELO EN LABORATORIO UTILIZANDO UNA ENERGÍA MODIFICADA (2700Kn-m/m3(56 000 pie-lbf/pie3))

NTP 339.141.1998 (revisada el 2019)

CALICATA :	C-02	ESTRATO :	E-01 (MP)	PROFUNDIDAD:	(0.00 - 1.50 m)

COMPACTACIÓN DE LAS MUESTRAS		MÉTODO DE ENSAYO			A
PRUEBA	***UND***	**1**	**2**	**3**	**4**
NUMERO DE MOLDE	*N°*	2	2	2	2
NUMERO DE CAPAS	---	5	5	5	5
NUMERO DE GOLPES POR CAPA	*N°*	25	25	25	25
VOLUMEN MOLDE	cm^3	905.61	905.61	905.61	905.61
MASA MUESTRA HUMEDA Y MOLDE	gr	6210.00	6282.00	6330.00	6309.00
MASA MOLDE	gr	4425.00	4425.00	4425.00	4425.00
MASA MUESTRA HUMEDA	gr	1785.00	1857.00	1905.00	1884.00
HUMEDAD DE COMPACTACIÓN					
NUMERO DE TARA	-	A-10	6.1	B-11	4.3
MASA DE SUELO HUMEDO + TARA	gr	375.43	399.42	403.26	435.65
MASA SUELO SECO + TARA	gr	352.72	374.42	364.82	390.33
MASA DE TARA	gr	72.40	126.00	46.30	69.20
MASA DEL AGUA	gr	22.71	25.00	38.44	45.32
MASA SUELO SECO	gr	280.32	248.42	318.52	321.13
% DE NUMEDAD	%	**8.10**	**10.06**	**12.07**	**14.11**
DETERMINACIÓN DEL PESOS UNITARIOS DE LOS ESPECÍMENES					
DENSIDAD HUMEDO	gr/cm^3	**1.971**	**2.051**	**2.104**	**2.080**
DENSIDAD SECA	gr/cm^3	**1.823**	**1.863**	**1.877**	**1.823**



MAXIMA DENSIDAD SECA	
1.878	g/cm^3

OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD	
11.68	(%)



Observaciones:

* *Muestreo realizado por el Solicitante*
* *Los resultados se relacionan solamente con los items sometidos a ensayo*
* *En el informe se indica que los resultados se aplican a la muestra como se recibió*

Normativa de referencia:

* *NTP 339.127-SUELOS. Método de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo (2019)*

EXNEYER HERNÁNDEZ ARCA
INGENIERO CIVIL
REG. CIP. 152205
ESP. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

PROYECTO	: "EVALUACIÓN DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DE SUELOS A-6 MEDIANTE LA SUSTITUCIÓN PARCIAL DE CAL POR CENIZA DE CÁSCARA DE ARROZ EN CAJARURO, AMAZONAS".		
UBICACIÓN	: CAJARURO - UTCUBAMBA - AMAZONAS		
CANTERA	: NO APLICA	**CÓDIGO INTERNO**	: ----
SOLICITANTES	: JEAN CARLOS BARDALES SUAREZ	**ENSAYO POR**	: A.J.S.G.
	: JEAN ERICH VÁSQUEZ DELGADO	**F. DE RECEPCIÓN**	: Set-25
F. DE INICIO DE ENSAYO	: 23/09/2025	**F. DE EMESIÓN**	: Oct-25
F. DE TERMINO DE ENSAYO	: 27/09/2025	**PÁGINA**	: 7 de 8

INFORME DE ENSAYO - 2025/F&M

Suelos. Métodos de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio.
NTP 339.145 (2019)

CALICATA :	C-02	**ESTRATO :**	E-01 (MP)	**COORDENADAS:**	-----	-----

DATOS							
1.1 N° de molde	-	15		14		9	
1.2 Diametro interior de molde	cm	15.15		15.10		15.11	
1.3 Altura molde descontando disco espaciador	cm	11.62		11.64		11.63	
1.4 Masa del molde (incluye base)	g	8 519		8 594		8 674	
1.5 N° de capas	-	5		5		5	
1.6 N° de golpes por capa	-	56		25		10	
1.7 Condición de muestra	-	S/Mojar	Mojada	S/Mojar	Mojada	S/Mojar	Mojada
1.8 Masa de molde(incluye base) + Masa húmedo	g	11810	12032	11534	11846	11300	11518
CÁLCULO DE CONTENIDO DE HUMEDAD							
2.1 N° Tara	-	B-10	5.1	B-13	A-7	6.4	B-11
2.2 Masa de tara	g	46.20	80.30	46.00	65.20	91.20	46.30
2.3 Masa de tara + Suelo Húmedo	g	325.43	364.13	342.65	378.54	307.54	402.30
2.4 Masa de tara + Suelo Seco	g	297.12	332.76	311.71	342.11	284.73	357.06
2.5 Masa de agua contenida (2.3-2.4)	g	28.31	31.37	30.94	36.43	22.81	45.24
2.6 Masa de suelo seco (2.4-2.2)	g	250.92	252.46	265.71	276.91	193.53	310.76
2.7 Contenido de Humedad (2.5/2.6)	%	11.3	12.4	11.6	13.2	11.8	14.6
RESULTADOS							
3.1 Área superficial del molde	pulg2	27.94		27.76		27.79	
3.2 Volúmen de suelo	cm3	2 094.70		2 084.48		2 085.44	
3.3Masa del suelo húmedo (1.8-1.4)	g	3291	3513	2940	3252	2626	2844
3.4 Densidad húmeda (3.3/3.2)	g/cm3	1.57	1.68	1.41	1.56	1.26	1.36
3.5 Densidad Seca (3.4/(1+2.7/100))	g/cm3	1.53	1.63	1.37	1.52	1.23	1.33

EXPANSION

MOLDE			15			14			9		
FECHA	HORA	TIEMPO (horas)	DIAL pulg	Expansión (mm)	Expansión (%)	DIAL pulg	Expansión (mm)	Expansión (%)	DIAL pulg	Expansión (mm)	Expansión (%)
23/09/2025	11:00:00 a. m.	0	0.000	-	-	0.000	-	-	0.000	-	-
24/09/2025	11:00:00 a. m.	24	0.108	2.743	2.36%	0.120	3.048	2.63%	0.127	3.226	2.78%
25/09/2025	11:00:00 a. m.	48	0.113	2.870	2.47%	0.124	3.150	2.72%	0.130	3.302	2.85%
26/09/2025	11:00:00 a. m.	72	0.117	2.972	2.56%	0.128	3.251	2.80%	0.134	3.404	2.93%
27/09/2025	11:00:00 a. m.	96	0.121	3.073	2.65%	0.131	3.327	2.87%	0.143	3.632	3.13%

PENETRACIÓN

MOLDE			15					14					9				
PENETRACION		C.ESTANDAR	CARGA					CARGA					CARGA				
pulgadas	mm	(lb/pulg2)	Lectura	lb	lb/pulg2	Correc.	%	Lectura	lb	lb/pulg2	Correc.	%	Lectura	lb	lb/pulg2	Correc.	%
0.000			0.0	0.0	0.0			0.0	0.0	0.0			0.0	0.0	0.0		
0.025	0.64		9.5	20.9	6.9			6.3	13.8	4.5			4.2	9.2	3.0		
0.050	1.27		17.6	38.7	12.7			11.5	25.2	8.3			9.5	20.8	6.8		
0.075	1.91		29.5	64.9	21.3			18.4	40.5	13.3			15.9	34.9	11.5		
0.100	2.54	1000	31.5	69.3	22.8	35.3	3.5	27.5	60.5	19.9	27.8	2.8	22.3	49.1	16.1	20.4	2.0
0.125	3.18		48.9	107.7	35.4			42.7	94.0	30.9			33.6	74.0	24.3		
0.150	3.81		63.7	140.3	46.1			53.7	118.3	38.9			39.3	86.5	28.4		
0.175	4.45		89.4	197.0	64.7			67.4	148.5	48.8			45.3	99.9	32.8		
0.200	5.08	1500	114.6	252.7	83.0	73.1	4.9	73.7	162.4	53.4	52.8	3.5	54.3	119.6	39.3	37.3	2.5
0.300	7.62		140.4	309.5	101.7			99.4	219.1	72.0			65.3	143.9	47.3		
0.400	10.16		172.5	380.3	124.9			111.2	245.2	80.6			76.4	168.4	55.3		
0.500	12.70		197.2	434.7	142.8			130.1	286.8	94.2			82.2	181.1	59.5		

Observaciones:
* *Muestreo realizado por el Solicitante*
* *Los resultados se relacionan solamente con los items sometidos a ensayo*
* *En el informe se indica que los resultados se aplican a la muestra como se recibió*

Normativa de referer * *NTP 339.127-SUELOS. Método de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo (2019)*
* *NTP 339.141-SUELOS. Método de ensayo para la compactación del suelo en laboratorio utilizando energía modificada (2700kn-m/m3(56 000 pie-lbf/pie3))*

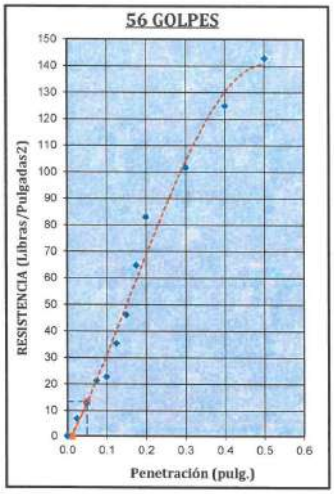
KENEYER HERNÁNDEZ ARCA
INGENIERO CIVIL
REG. CIP. 152205
ESP. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

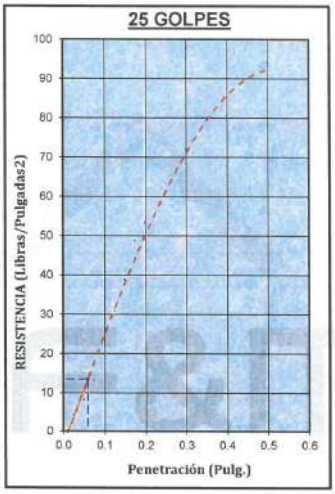
PROYECTO	: "EVALUACIÓN DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DE SUELOS A-6 MEDIANTE LA SUSTITUCIÓN PARCIAL DE CAL POR CENIZA DE CÁSCARA DE ARROZ EN CAJARURO, AMAZONAS".		
UBICACIÓN	: CAJARURO - UTCUBAMBA - AMAZONAS		
CANTERA	: NO APLICA	**CÓDIGO INTERNO**	: ----
SOLICITANTES	: JEAN CARLOS BARDALES SUAREZ	**ENSAYO POR**	: A.J.S.G.
	: JEAN ERICH VÁSQUEZ DELGADO	**F. DE RECEPCIÓN**	: Set-25
F. DE INICIO DE ENSAYO	: 23/09/2025	**F. DE EMESIÓN**	: Oct-25
F. DE TERMINO DE ENSAYO	: 27/09/2025	**PÁGINA**	: 8 de 8

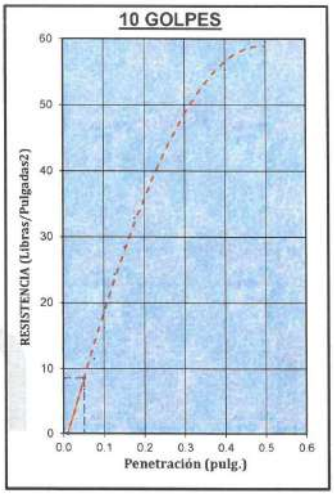
INFORME DE ENSAYO - 2025/F&M

Suelos. Métodos de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio.
NTP 339.145 (2019)

CALICATA :	C-02	**ESTRATO :**	E-01 (MP)	**COORDENADAS:**	----- -----

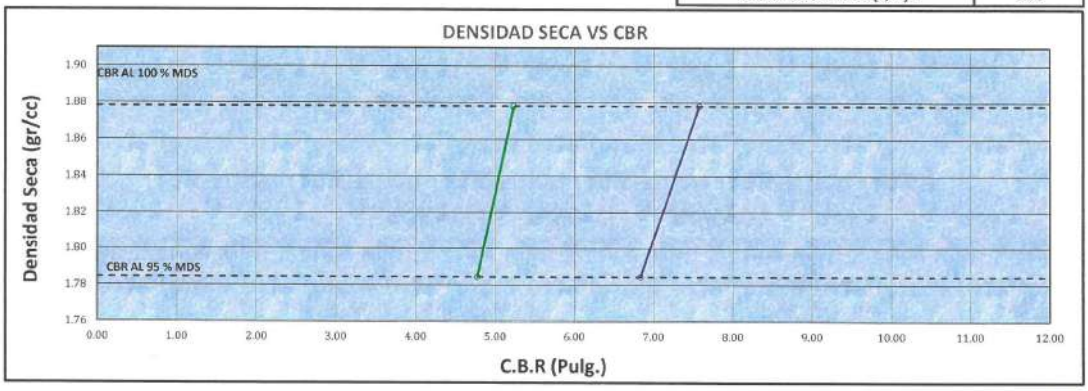






DATOS DE PROCTOR	
ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%) :	11.68
MÁXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm3) :	1.88
95% MÁXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm3) :	1.78

RESULTADOS DE CBR	
C.B.R. al 100% de M.D.S (0,1") :	5.24
C.B.R. al 95% de M.D.S (0,1") :	4.78
C.B.R. al 100% de M.D.S (0,2") :	7.58
C.B.R. al 95% de M.D.S (0,2") :	6.84



Observaciones:

* *Muestreo realizado por el Solicitante*
* *Los resultados se relacionan solamente con los items sometidos a ensayo*
* *En el informe se indica que los resultados se aplican a la muestra como se recibió*

Normativa de referencia:

* *NTP 339.127-SUELOS. Método de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo (2019)*
* *NTP 339.141-SUELOS. Método de ensayo para la compactación del suelo en laboratorio utilizando energía modificada (2700kn-m/m3(56 000 pie-lbf/pie3))*

JUNEYER HERNÁNDEZ ARCA
INGENIERO CIVIL
REG. CIP. 152205
ESP. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

PROYECTO	: "EVALUACIÓN DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DE SUELOS A-6 MEDIANTE LA SUSTITUCIÓN PARCIAL DE CAL POR CENIZA DE CÁSCARA DE ARROZ EN CAJARURO, AMAZONAS".		
UBICACIÓN	: CAJARURO - UTCUBAMBA - AMAZONAS		
CANTERA	: NO APLICA	**CÓDIGO INTERNO**	: ----
SOLICITANTES	: JEAN CARLOS BARDALES SUAREZ	**ENSAYO POR**	: A.J.S.G.
	: JEAN ERICH VÁSQUEZ DELGADO	**F. DE RECEPCIÓN**	: Set-25
F. DE TERMINO DE ENSAYO	: 22/09/2025	**F. DE EMESIÓN**	: Oct-25
F. DE INICIO DE ENSAYO	: 23/09/2025	**PÁGINA**	: 6 de 8

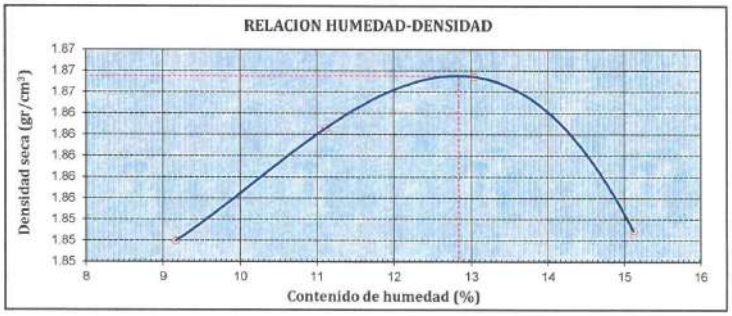
INFORME DE ENSAYO - 2025/F&M

SUELOS. MÉTODO DE ENSAYO PARA LA COMPACTACIÓN DEL SUELO EN LABORATORIO UTILIZANDO UNA ENERGÍA MODIFICADA (2700Kn-m/m3(56 000 pie-lbf/pie3))

NTP 339.141.1998 (revisada el 2019)

CALICATA :	C-03	ESTRATO :	E-01 (MP)	PROFUNDIDAD:	(0.00 - 1.50 m)

COMPACTACIÓN DE LAS MUESTRAS			MÉTODO DE ENSAYO		A
PRUEBA	***UND***	**1**	**2**	**3**	**4**
NUMERO DE MOLDE	*N°*	1	1	1	1
NUMERO DE CAPAS	---	5	5	5	5
NUMERO DE GOLPES POR CAPA	*N°*	25	25	25	25
VOLUMEN MOLDE	cm^3	896.78	896.78	896.78	896.78
MASA MUESTRA HUMEDA Y MOLDE	gr	6212.00	6255.00	6292.00	6312.00
MASA MOLDE	gr	4399.00	4399.00	4399.00	4399.00
MASA MUESTRA HUMEDA	gr	1813.00	1856.00	1893.00	1913.00
HUMEDAD DE COMPACTACIÓN					
NUMERO DE TARA	-	B-9	B-8	B-12	3.3
MASA DE SUELO HUMEDO + TARA	gr	364.12	389.54	349.66	402.11
MASA SUELO SECO + TARA	gr	337.38	355.89	314.53	357.24
MASA DE TARA	gr	45.60	53.20	45.10	60.60
MASA DEL AGUA	gr	26.74	33.65	35.13	44.87
MASA SUELO SECO	gr	291.78	302.69	269.43	296.64
% DE NUMEDAD	%	**9.16**	**11.12**	**13.04**	**15.13**
DETERMINACIÓN DEL PESOS UNITARIOS DE LOS ESPECÍMENES					
DENSIDAD HUMEDO	gr/cm^3	**2.022**	**2.070**	**2.111**	**2.133**
DENSIDAD SECA	gr/cm^3	**1.852**	**1.863**	**1.867**	**1.853**



MAXIMA DENSIDAD SECA	
1.867	g/cm^3

OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD	
12.84	(%)



Observaciones:

* *Muestreo realizado por el Solicitante*
* *Los resultados se relacionan solamente con los items sometidos a ensayo*
* *En el informe se indica que los resultados se aplican a la muestra como se recibió*

Normativa de referencia:

* *NTP 339.127-SUELOS. Método de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo (2019)*

YANEYER HERNÁNDEZ ARCA
INGENIERO CIVIL
REG. CIP. 152285
ESP. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

PROYECTO	: "EVALUACIÓN DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DE SUELOS A-6 MEDIANTE LA SUSTITUCIÓN PARCIAL DE CAL POR CENIZA DE CÁSCARA DE ARROZ EN CAJARURO, AMAZONAS".		
UBICACIÓN	: CAJARURO - UTCUBAMBA - AMAZONAS		
CANTERA	: NO APLICA	**CÓDIGO INTERNO**	: ----
SOLICITANTES	: JEAN CARLOS BARDALES SUAREZ	**ENSAYO POR**	: A.J.S.G.
	: JEAN ERICH VÁSQUEZ DELGADO	**F. DE RECEPCIÓN**	: Set-25
F. DE INICIO DE ENSAYO	: 23/09/2025	**F. DE EMESIÓN**	: Oct-25
F. DE TERMINO DE ENSAYO	: 27/09/2025	**PÁGINA**	: 7 de 8

INFORME DE ENSAYO - 2025/F&M

Suelos. Métodos de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. NTP 339.145 (2019)

CALICATA :	C-03	**ESTRATO :**	E-01 (MP)	**COORDENADAS:**	-----	-----

DATOS								
1.1 N° de molde	-	3		1		6	
1.2 Diametro interior de molde	cm	15.10		15.18		15.14	
1.3 Altura molde descontando disco espaciador	cm	11.60		11.61		11.61	
1.4 Masa del molde (incluye base)	g	8 616		7 968		8 615	
1.5 N° de capas	-	5		5		5	
1.6 N° de golpes por capa	-	**56**		**25**		**10**	
1.7 Condición de muestra	-	S/Mojar	Mojada	S/Mojar	Mojada	S/Mojar	Mojada
1.8 Masa de molde(incluye base) + Masa húmedo	g	12318	12518	11912	12211	11701	11904
CÁLCULO DE CONTENIDO DE HUMEDAD							
2.1 Nº Tara	-	5.2	6.4	6.2	3.6	B-11	3.2
2.2 Masa de tara	g	79.00	91.20	90.20	44.90	46.30	61.00
2.3 Masa de tara + Suelo Húmedo	g	420.34	453.32	402.54	424.88	389.54	413.29
2.4 Masa de tara + Suelo Seco	g	381.54	394.54	368.54	358.12	351.43	347.20
2.5 Masa de agua contenida (2.3-2.4)	g	38.80	58.78	34.00	66.76	38.11	66.09
2.6 Masa de suelo seco (2.4-2.2)	g	302.54	303.34	278.34	313.22	305.13	286.20
2.7 Contenido de Humedad (2.5/2.6)	%	12.8	19.4	12.2	21.3	12.5	23.1
RESULTADOS							
3.1 Área superficial del molde	pulg2	27.76		28.05		27.90	
3.2 Volúmen de suelo	cm3	2 077.31		2 101.19		2 090.13	
3.3 Masa del suelo húmedo (1.8-1.4)	g	3702	3902	3944	4243	3086	3289
3.4 Densidad húmeda (3.3/3.2)	g/cm3	1.78	1.88	1.88	2.02	1.48	1.57
3.5 Densidad Seca (3.4/(1+2.7/100))	g/cm3	1.74	1.83	1.83	1.97	1.44	1.53

EXPANSIÓN

MOLDE			3			1			6		
FECHA	HORA	TIEMPO (horas)	DIAL pulg	Expansión (mm)	(%)	DIAL pulg	Expansión (mm)	(%)	DIAL pulg	Expansión (mm)	(%)
23/09/2025	11:00:00 a. m.	0	0.000	-	-	0.000	-	-	0.000	-	-
24/09/2025	11:00:00 a. m.	24	0.105	2.667	2.30%	0.110	2.794	2.41%	0.120	3.048	2.63%
25/09/2025	11:00:00 a. m.	48	0.107	2.718	2.34%	0.111	2.819	2.43%	0.123	3.124	2.69%
26/09/2025	11:00:00 a. m.	72	0.111	2.819	2.43%	0.113	2.870	2.47%	0.126	3.200	2.76%
27/09/2025	11:00:00 a. m.	96	0.116	2.946	2.54%	0.118	2.997	2.58%	0.134	3.404	2.93%

PENETRACIÓN

MOLDE			3					1					6				
PENETRACIÓN		CESTANDAR	CARGA					CARGA					CARGA				
pulgadas	mm	(lb/pulg2)	Lectura	lb	lb/pulg2	Correc.	%	Lectura	lb	lb/pulg2	Correc.	%	Lectura	lb	lb/pulg2	Correc.	%
0.000			0.0	0.0	0.0			0.0	0.0	0.0			0.0	0.0	0.0		
0.025	0.64		13.6	29.9	9.8			8.0	17.5	5.8			5.3	11.6	3.8		
0.050	1.27		28.8	63.4	20.8			18.5	40.7	13.4			12.3	27.0	8.9		
0.075	1.91		62.9	138.6	45.5			25.4	55.9	18.4			15.5	34.2	11.2		
0.100	2.54	1000	76.9	169.5	55.7	69.4	6.9	33.6	74.0	24.3	32.4	3.2	21.6	47.5	15.6	19.4	1.9
0.125	3.18		110.0	242.6	79.7			41.2	90.7	29.8			25.9	57.0	18.7		
0.150	3.81		125.5	276.6	90.9			60.5	133.3	43.8			38.3	84.3	27.7		
0.175	4.45		148.4	327.1	107.5			80.6	177.6	58.4			45.7	100.7	33.1		
0.200	5.08	1500	166.3	366.6	120.5	116.7	7.8	93.8	206.7	67.9	61.3	4.1	54.9	120.9	39.7	35.7	2.4
0.300	7.62		175.3	386.4	127.0			113.3	249.7	82.1			65.5	144.3	47.4		
0.400	10.16		191.5	422.1	138.7			122.2	269.3	88.5			74.4	164.0	53.9		
0.500	12.70		200.8	442.7	145.4			135.4	298.4	98.1			86.7	191.2	62.8		

Observaciones:
* *Muestreo realizado por el Solicitante*
* *Los resultados se relacionan solamente con los items sometidos a ensayo*
* *En el informe se indica que los resultados se aplican a la muestra como se recibió*

Normativa de referer * *NTP 339.127-SUELOS. Método de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo (2019)*
* *NTP 339.141-SUELOS. Método de ensayo para la compactación del suelo en laboratorio utilizando energía modificada (2700kn-m/m3(56 000 pie-lbf/pie3))*

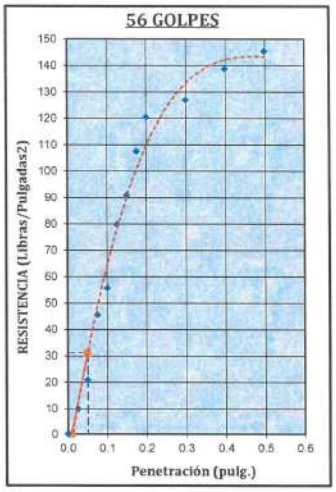
JANEYER HERNÁNDEZ ARCA
INGENIERO CIVIL
REG. CIP. 152205
ESP. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

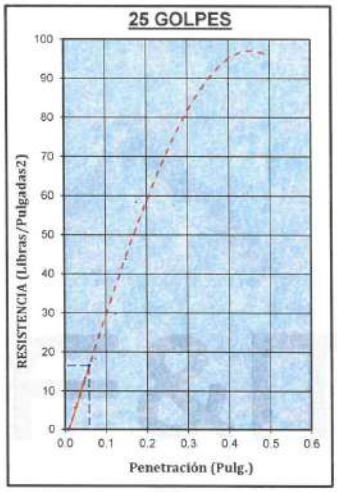
PROYECTO	: "EVALUACIÓN DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DE SUELOS A-6 MEDIANTE LA SUSTITUCIÓN PARCIAL DE CAL POR CENIZA DE CÁSCARA DE ARROZ EN CAJARURO, AMAZONAS".		
UBICACIÓN	: CAJARURO - UTCUBAMBA - AMAZONAS		
CANTERA	: NO APLICA	**CÓDIGO INTERNO**	: ----
SOLICITANTES	: JEAN CARLOS BARDALES SUAREZ	**ENSAYO POR**	: A.J.S.G.
	: JEAN ERICH VÁSQUEZ DELGADO	**F. DE RECEPCIÓN**	: Set-25
F. DE INICIO DE ENSAYO	: 23/09/2025	**F. DE EMESIÓN**	: Oct-25
F. DE TERMINO DE ENSAYO	: 27/09/2025	**PÁGINA**	: 8 de 8

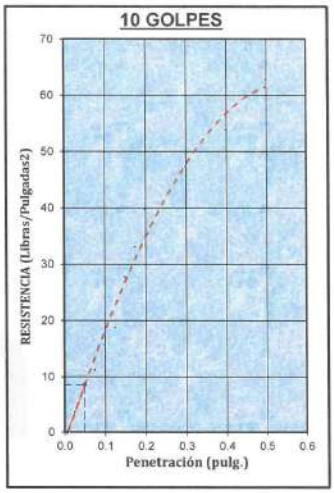
INFORME DE ENSAYO - 2025/F&M

Suelos. Métodos de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio.
NTP 339.145 (2019)

CALICATA :	C-03	ESTRATO :	E-01 (MP)	COORDENADAS:	-----	-----







DATOS DE PROCTOR	
ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%) :	12.84
MÁXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm3) :	1.87
95% MÁXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm3) :	1.77

RESULTADOS DE CBR	
C.B.R. al 100% de M.D.S (0,1") :	5.37
C.B.R. al 95% de M.D.S (0,1") :	4.75
C.B.R. al 100% de M.D.S (0,2") :	6.30
C.B.R. al 95% de M.D.S (0,2") :	5.58



Observaciones:

* *Muestreo realizado por el Solicitante*
* *Los resultados se relacionan solamente con los items sometidos a ensayo*
* *En el informe se indica que los resultados se aplican a la muestra como se recibió*

IVENEYER HERNÁNDEZ ARCA
INGENIERO CIVIL
REG. CIP. 152205
ESP. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

Normativa de referencia:

* *NTP 339.127-SUELOS. Método de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo (2019)*
* *NTP 339.141-SUELOS. Método de ensayo para la compactación del suelo en laboratorio utilizando energía modificada (2700kn-m/m3(56 000 pie-lbf/pie3))*

PROYECTO	: "EVALUACIÓN DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DE SUELOS A-6 MEDIANTE LA SUSTITUCIÓN PARCIAL DE CAL POR CENIZA DE CÁSCARA DE ARROZ EN CAJARURO, AMAZONAS".		
UBICACIÓN	: CAJARURO - UTCUBAMBA - AMAZONAS		
CANTERA	: NO APLICA	**CÓDIGO INTERNO**	: ----
SOLICITANTES	: JEAN CARLOS BARDALES SUAREZ	**ENSAYO POR**	: A.J.S.G.
	: JEAN ERICH VÁSQUEZ DELGADO	**F. DE RECEPCIÓN**	: Set-25
F. DE TERMINO DE ENSAYO	: 22/09/2025	**F. DE EMESIÓN**	: Oct-25
F. DE INICIO DE ENSAYO	: 23/09/2025	**PÁGINA**	: 6 de 8

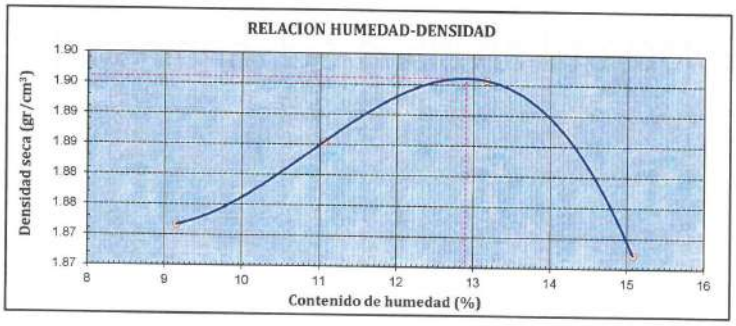
INFORME DE ENSAYO - 2025/F&M

SUELOS. MÉTODO DE ENSAYO PARA LA COMPACTACIÓN DEL SUELO EN LABORATORIO UTILIZANDO UNA ENERGÍA MODIFICADA (2700Kn-m/m3(56 000 pie-lbf/pie3))

NTP 339.141.1998 (revisada el 2019)

CALICATA :	C-04	ESTRATO :	E-01 (MP)	PROFUNDIDAD:	(0.00 - 1.50 m)

COMPACTACIÓN DE LAS MUESTRAS		MÉTODO DE ENSAYO			A
PRUEBA	***UND***	**1**	**2**	**3**	**4**
NUMERO DE MOLDE	*N°*	1	1	1	1
NUMERO DE CAPAS	---	5	5	5	5
NUMERO DE GOLPES POR CAPA	*N°*	25	25	25	25
VOLUMEN MOLDE	cm^3	896.78	896.78	896.78	896.78
MASA MUESTRA HUMEDA Y MOLDE	gr	6232.00	6278.00	6324.00	6327.00
MASA MOLDE	gr	4399.00	4399.00	4399.00	4399.00
MASA MUESTRA HUMEDA	gr	1833.00	1879.00	1925.00	1928.00
HUMEDAD DE COMPACTACIÓN					
NUMERO DE TARA	-	B-13	B-7	3.5	B-14
MASA DE SUELO HUMEDO + TARA	gr	328.68	416.82	302.12	423.03
MASA SUELO SECO + TARA	gr	304.98	379.94	271.94	373.93
MASA DE TARA	gr	46.00	46.70	42.79	48.27
MASA DEL AGUA	gr	23.70	36.88	30.18	49.10
MASA SUELO SECO	gr	258.98	333.24	229.15	325.66
% DE NUMEDAD	%	**9.15**	**11.07**	**13.17**	**15.08**
DETERMINACIÓN DEL PESOS UNITARIOS DE LOS ESPECIMENES					
DENSIDAD HUMEDO	gr/cm^3	**2.044**	**2.095**	**2.147**	**2.150**
DENSIDAD SECA	gr/cm^3	**1.873**	**1.886**	**1.897**	**1.868**



MAXIMA DENSIDAD SECA	
1.897	g/cm^3

OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD	
12.90	(%)



Observaciones:

* *Muestreo realizado por el Solicitante*
* *Los resultados se relacionan solamente con los items sometidos a ensayo*
* *En el informe se indica que los resultados se aplican a la muestra como se recibió*

Normativa de referencia:

* *NTP 339.127-SUELOS. Método de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo (2019)*

MINEYER HERNÁNDEZ ARCA
INGENIERO CIVIL
REG. CIP. 152285
ESP. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

PROYECTO	: "EVALUACIÓN DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DE SUELOS A-6 MEDIANTE LA SUSTITUCIÓN PARCIAL DE CAL POR CENIZA DE CÁSCARA DE ARROZ EN CAJARURO, AMAZONAS".		
UBICACIÓN	: CAJARURO - UTCUBAMBA - AMAZONAS		
CANTERA	: NO APLICA	**CÓDIGO INTERNO**	: ----
SOLICITANTES	: JEAN CARLOS BARDALES SUAREZ	**ENSAYO POR**	: A.J.S.G.
	: JEAN ERICH VÁSQUEZ DELGADO	**F. DE RECEPCIÓN**	: Set-25
F. DE INICIO DE ENSAYO	: 23/09/2025	**F. DE EMESIÓN**	: Oct-25
F. DE TERMINO DE ENSAYO	: 27/09/2025	**PÁGINA**	: 7 de 8

INFORME DE ENSAYO - 2025/F&M

Suelos. Métodos de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio.
NTP 339.145 (2019)

CALICATA :	C-04	**ESTRATO :**	E-01 (MP)	**COORDENADAS:**	-----	-----

DATOS							
1.1 N° de molde	-	6		13		9	
1.2 Diametro interior de molde	cm	15.14		15.20		15.11	
1.3 Altura molde descontando disco espaciador	cm	11.61		11.60		11.63	
1.4 Masa del molde (incluye base)	g	8 615		7 985		8 674	
1.5 N° de capas	-	5		5		5	
1.6 N° de golpes por capa	-	**56**		**25**		**10**	
1.7 Condición de muestra	-	S/Mojar	Mojada	S/Mojar	Mojada	S/Mojar	Mojada
1.8 Masa de molde(incluye base) + Masa húmedo	g	12414	12625	12006	12296	11799	11922
CÁLCULO DE CONTENIDO DE HUMEDAD							
2.1 N° Tara	-	4.1	A-8	A-6	A-3	B-17	B-8
2.2 Masa de tara	g	69.78	69.35	68.98	68.18	47.90	53.20
2.3 Masa de tara + Suelo Húmedo	g	443.99	419.80	437.69	407.09	432.45	402.43
2.4 Masa de tara + Suelo Seco	g	402.16	363.53	397.80	348.01	390.12	336.40
2.5 Masa de agua contenida (2.3-2.4)	g	41.83	56.27	39.89	59.08	42.33	66.03
2.6 Masa de suelo seco (2.4-2.2)	g	332.38	294.18	328.82	279.83	342.22	283.20
2.7 Contenido de Humedad (2.5/2.6)	%	12.6	19.1	12.1	21.1	12.4	23.3
RESULTADOS							
3.1 Área superficial del molde	pulg2	27.90		28.13		27.79	
3.2 Volúmen de suelo	cm3	2 090.13		2 104.92		2 085.44	
3.3Masa del suelo húmedo (1.8-1.4)	g	3799	4010	4021	4311	3125	3248
3.4 Densidad húmeda (3.3/3.2)	g/cm3	1.82	1.92	1.91	2.05	1.50	1.56
3.5 Densidad Seca (3.4/(1+2.7/100))	g/cm3	1.77	1.87	1.86	1.99	1.46	1.52

EXPANSIÓN												
MOLDE			6			13			9		
FECHA	HORA	TIEMPO (horas)	DIAL pulg	Expansión (mm)	(%)	DIAL pulg	Expansión (mm)	(%)	DIAL pulg	Expansión (mm)	(%)
23/09/2025	11:00:00 a. m.	0	0.000	-	-	0.000	-	-	0.000	-	-
24/09/2025	11:00:00 a. m.	24	0.103	2.616	2.26%	0.108	2.743	2.36%	0.117	2.972	2.56%
25/09/2025	11:00:00 a. m.	48	0.105	2.667	2.30%	0.109	2.769	2.39%	0.120	3.048	2.63%
26/09/2025	11:00:00 a. m.	72	0.109	2.769	2.39%	0.110	2.794	2.41%	0.122	3.099	2.67%
27/09/2025	11:00:00 a. m.	96	0.114	2.896	2.50%	0.115	2.921	2.52%	0.123	3.124	2.69%

PENETRACIÓN																
MOLDE			6					13					9			
PENETRACION		ESTANDAR	CARGA					CARGA					CARGA			
pulgadas	mm	(lb/pulg2)	Lectura	lb	lb/pulg2	Correc.	%	Lectura	lb	lb/pulg2	Correc.	%	Lectura	lb	lb/pulg2	Correc.	%
0.000			0.0	0.0	0.0			0.0	0.0	0.0			0.0	0.0	0.0		
0.025	0.64		14.5	32.0	10.5			7.9	17.4	5.7			5.2	11.5	3.8		
0.050	1.27		31.7	69.9	23.0			20.4	45.0	14.8			13.2	29.1	9.6		
0.075	1.91		65.8	145.1	47.7			28.3	62.4	20.5			16.0	35.3	11.6		
0.100	2.54	1000	82.8	182.6	60.0	81.7	8.2	35.5	78.3	25.7	34.4	3.4	22.5	49.6	16.3	21.0	2.1
0.125	3.18		128.0	282.2	92.7			40.1	88.4	29.1			28.8	63.5	20.9		
0.150	3.81		154.4	340.5	111.9			64.4	142.0	46.7			40.2	88.6	29.1		
0.175	4.45		176.3	388.7	127.7			85.5	188.5	61.9			48.7	107.3	35.3		
0.200	5.08	1500	198.2	437.0	143.6	132.6	8.8	103.7	228.7	75.1	65.7	4.4	57.8	127.4	41.9	37.7	2.5
0.300	7.62		203.0	447.6	147.1			123.2	271.7	89.3			69.4	153.0	50.3		
0.400	10.16		214.4	472.8	155.3			141.1	311.1	102.2			77.3	170.5	56.0		
0.500	12.70		217.7	480.0	157.7			168.3	371.1	121.9			96.8	213.4	70.1		

Observaciones:
* *Muestreo realizado por el Solicitante*
* *Los resultados se relacionan solamente con los ítems sometidos a ensayo*
* *En el informe se indica que los resultados se aplican a la muestra como se recibió*

Normativa de referer * *NTP 339.127-SUELOS. Método de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo (2019)*
* *NTP 339.141-SUELOS. Método de ensayo para la compactación del suelo en laboratorio utilizando energía modificada (2700kn-m/m3(56 000pie-lbf/pie3))*

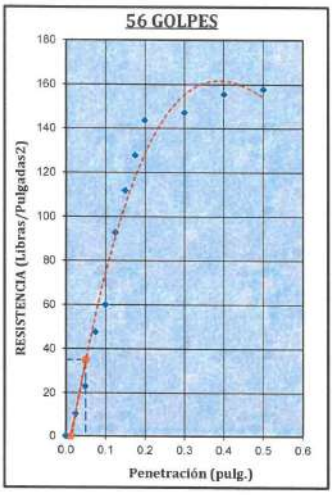
JUNEYER HERNÁNDEZ ARCA
INGENIERO CIVIL
REG. CIP. 152285
ESP. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

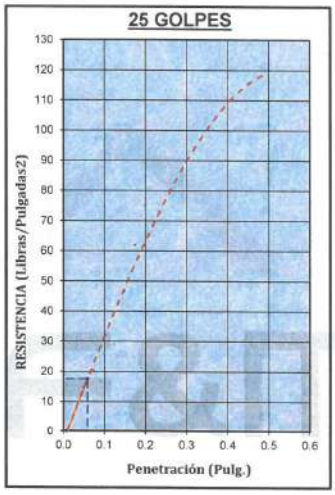
PROYECTO	: "EVALUACIÓN DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DE SUELOS A-6 MEDIANTE LA SUSTITUCIÓN PARCIAL DE CAL POR CENIZA DE CÁSCARA DE ARROZ EN CAJARURO, AMAZONAS".		
UBICACIÓN	: CAJARURO - UTCUBAMBA - AMAZONAS		
CANTERA	: NO APLICA	**CÓDIGO INTERNO**	: ----
SOLICITANTES	: JEAN CARLOS BARDALES SUAREZ	**ENSAYO POR**	: A.J.S.G.
	: JEAN ERICH VÁSQUEZ DELGADO	**F. DE RECEPCIÓN**	: Set-25
F. DE INICIO DE ENSAYO	: 23/09/2025	**F. DE EMESIÓN**	: Oct-25
F. DE TERMINO DE ENSAYO	: 27/09/2025	**PÁGINA**	: 8 de 8

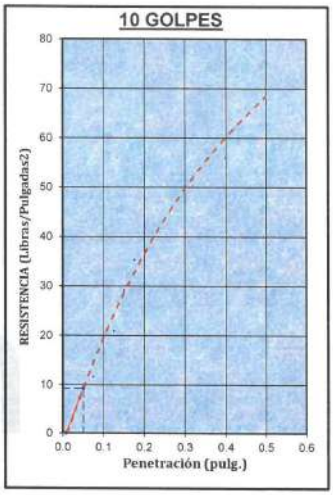
INFORME DE ENSAYO - 2025/F&M

Suelos. Métodos de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio.
NTP 339.145 (2019)

CALICATA :	C-04	**ESTRATO :**	E-01 (MP)	**COORDENADAS:**	----- -----







DATOS DE PROCTOR	
ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%) :	12.90
MÁXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm3) :	1.90
95% MÁXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm3) :	1.80

RESULTADOS DE CBR	
C.B.R. al 100% de M.D.S (0,1") :	6.08
C.B.R. al 95% de M.D.S (0,1") :	5.36
C.B.R. al 100% de M.D.S (0,2") :	6.99
C.B.R. al 95% de M.D.S (0,2") :	6.17



Observaciones:

* *Muestreo realizado por el Solicitante*
* *Los resultados se refacionan solamente con los items sometidos a ensayo*
* *En el informe se indica que los resultados se aplican a la muestra como se recibió*

MANEYER HERNANDEZ ARCE
INGENIERO CIVIL
REG. CIP. 152285
ESP. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

Normativa de referencia:

* *NTP 339.127-SUELOS. Método de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo (2019)*
* *NTP 339.141-SUELOS. Método de ensayo para la compactación del suelo en laboratorio utilizando energía modificada (2700kn-m/m3(56 000 pie-lbf/pie3))*

Anexo 11. Certificados de resultados de propiedades físicas con adición de cal

F&M
Ingeniería, Gerencia de Proyectos y Construcción

SERVICIOS TÉCNICOS PROFESIONALES DE MECÁNICA DE SUELOS, PAVIMENTOS Y ENSAYO DE MATERIALES

PROYECTO	: "EVALUACIÓN DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DE SUELOS A-6 MEDIANTE LA SUSTITUCIÓN PARCIAL DE CAL POR CENIZA DE CÁSCARA DE ARROZ EN CAJARURO, AMAZONAS".		
UBICACIÓN	: CAJARURO - AMAZONAS		
CANTERA	: NO APLICA	**CÓDIGO INTERNO**	: ----
SOLICITANTES	: JEAN CARLOS BARDALES SUAREZ	**ENSAYO POR**	: A.J.S.G.
	: JEAN ERICH VÁSQUEZ DELGADO	**F. DE RECEPCIÓN**	: Set-25
F. DE INICIO DE ENSAYO	: 19/09/2025	**F. DE EMESIÓN**	: Oct-25
F. DE TERMINO DE ENSAYO	: 20/09/2025	**PÁGINA**	: 1 de 7

INFORME DE ENSAYO 2025/F&M

SUELOS.MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL CONTENIDO DE HUMEDAD DE UN SUELO

NTP 339.127.1998 (revisada el 2019)

DATOS DE ENSAYO	*Und*	CONTENIDO DE HUMEDAD			
CALICATA		C - 01			
CÓDIGO INTERNO		: ----			
ADICIÓN		E-1 (2%CAL)			
COORDENADAS	*UTM*	Este :	-----	Norte :	------
PROFUNDIDAD	*m*	(0.00 - 1.50)			
TARA	*N°*	10.3		---	
SUELO HUMEDO + TARA	*g*	2559.1		---	
SUELO SECO + TARA	*g*	2428.5		---	
MASA DE AGUA	*g*	**130.60**		---	
MASA DE TARA	*g*	291.11		---	
MASA SUELO SECO	*g*	**2137.39**		---	
PORCENTAJE HUMEDAD	%	**6.11**		---	
PROMEDIO	%	**6.11**			

Observaciones:

* *Muestreo realizado por el Solicitante*
* *Los resultados se relacionan solamente con los ítems sometidos a ensayo*
* *En el informe se indica que los resultados se aplican a la muestra como se recibió*

KENNEYER HERNÁNDEZ ARCA
INGENIERO CIVIL
REG. CIP. 152285
ESP. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

Calle Coricancha S/N Mz. C Lote 11 - Sector Pueblo Libre - Jaén - Cajamarca-Perú
941915761
949327495
fmengineeringsac@gmail.com
Indecopi N°00146584 N°00146585
Iso 9001:2015

PROYECTO	: "EVALUACIÓN DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DE SUELOS A-6 MEDIANTE LA SUSTITUCIÓN PARCIAL DE CAL POR CENIZA DE CÁSCARA DE ARROZ EN CAJARURO, AMAZONAS".		
UBICACIÓN	: CAJARURO - AMAZONAS		
CANTERA	: NO APLICA	**CÓDIGO INTERNO**	: ----
SOLICITANTES	: JEAN CARLOS BARDALES SUAREZ	**ENSAYO POR**	: A.J.S.G.
	: JEAN ERICH VÁSQUEZ DELGADO	**F. DE RECEPCIÓN**	: Set-25
F. DE INICIO DE ENSAYO	: 21/09/2025	**F. DE EMESIÓN**	: Oct-25
F. DE TERMINO DE ENSAYO	: 23/09/2025	**PÁGINA**	: 2 de 7

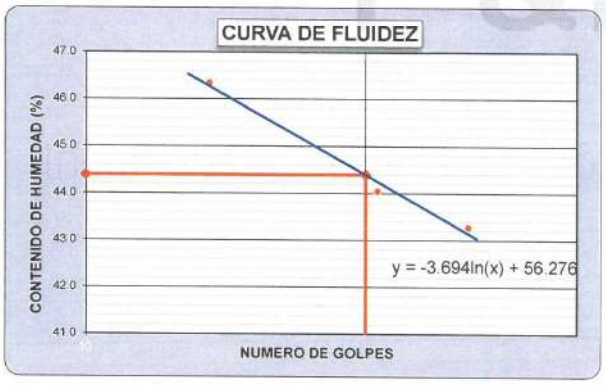
INFORME DE ENSAYO 2025/F&M

SUELOS. MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICLDAD DE SUELOS

NTP 339.129.(2019)

CALICATA :	C - 01	ADICIÓN	E-1 (2%CAL)	PROFUNDIDAD	(0.00 - 1.50)

DATOS DE ENSAYO		LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO		
N° DE TARA		780	948	910	2.3	2.9	---
N° DE GOLPES		15	26	35	-----	-----	-----
SUELO HÚMEDO + TARRO	g.	31.90	31.60	32.29	21.60	21.50	---
SUELO SECO + TARRO	g.	29.05	28.94	29.75	19.65	19.62	---
AGUA	g.	**2.85**	**2.66**	**2.54**	**1.95**	**1.88**	---
MASA DEL TARRO	g.	22.90	22.90	23.88	12.10	12.10	---
MASA DEL SUELO SECO	g.	**6.15**	**6.04**	**5.87**	**7.55**	**7.52**	---
PORCENTAJE DE HUMEDAD	%.	**46.34**	**44.04**	**43.27**	**25.83**	**25.00**	---



CONSISTENCIA FÍSICA DE LA MUESTRA	
LÍMITE LÍQUIDO	44
LÍMITE PLÁSTICO	25
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	19



OBSERVACIONES:

** Muestreo realizado por el Solicitante*
** Los resultados se relacionan solamente con los items sometidos a ensayo*
** En el informe se indica que los resultados se aplican a la muestra como se recibió*

NORMATIVA DE REFERENCIA:

** NTP.339.127- SUELOS. Método de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo (2019)*

ANNEYER HERNÁNDEZ ARCA
INGENIERO CIVIL
REG. CIP. 152285
ESP. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

PROYECTO	: "EVALUACIÓN DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DE SUELOS A-6 MEDIANTE LA SUSTITUCIÓN PARCIAL DE CAL POR CENIZA DE CÁSCARA DE ARROZ EN CAJARURO, AMAZONAS".		
UBICACIÓN	: CAJARURO - AMAZONAS		
CANTERA	: NO APLICA	**CÓDIGO INTERNO**	: ----
SOLICITANTES	: JEAN CARLOS BARDALES SUAREZ	**ENSAYO POR**	: A.J.S.G.
	: JEAN ERICH VÁSQUEZ DELGADO	**F. DE RECEPCIÓN**	: Set-25
F. DE INICIO DE ENSAYO	: 21/09/2025	**F. DE EMESIÓN**	: Oct-25
F. DE TERMINO DE ENSAYO	: 23/09/2025	**PÁGINA**	: 3 de 7

INFORME DE ENSAYO 2025/F&M

SUELOS.MÉTODO DE ENSAYO PARA EL ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

NTP 339.128.(2019)

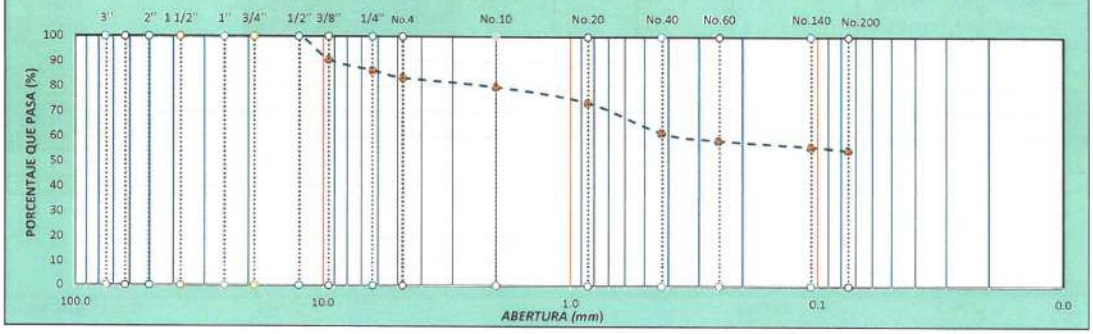
CALICATA :	C - 01	ADICIÓN	E-1 (2%CAL)	PROFUNDIDAD	(0.00 - 1.50)

TAMICES (Pul)	TAMICES (mm)	PESO RETENIDO (g)	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
3"	75.000	0.0	0.0%	0.0%	100.0%
2 1/2"	63.000	0.0	0.0%	0.0%	100.0%
2"	50.000	0.0	0.0%	0.0%	100.0%
1 1/2"	37.500	0.0	0.0%	0.0%	100.0%
1"	25.000	0.0	0.0%	0.0%	100.0%
3/4"	19.000	0.0	0.0%	0.0%	100.0%
1/2"	12.500	0.0	0.0%	0.0%	100.0%
3/8"	9.500	149.7	9.3%	9.3%	90.7%
1/4"	6.300	71.4	4.4%	13.7%	86.3%
No. 4	4.750	46.1	2.9%	16.5%	83.5%
No. 10	2.000	59.0	3.7%	20.2%	79.8%
No. 20	0.850	99.9	6.2%	26.4%	73.6%
No. 40	0.425	193.7	12.0%	38.4%	61.6%
No.60	0.250	50.0	3.1%	41.5%	58.5%
No. 140	0.106	39.7	2.5%	43.9%	56.1%
No. 200	0.075	21.3	1.3%	45.2%	54.8%
<No.200	FONDO	884.47	54.8%	100.0%	0.0%

MASA TOTAL:	1615.2	g
MASA LAVADO:	730.7	g
MASA DE FINO:	884.5	g

DISTRIBUCIÓN GRANULOMÉTRICO			
% GRAVA	G.G. %	0.0%	16.5%
	G.F. %	16.5%	
% ARENA	A.G. %	3.7%	28.7%
	A.M. %	18.2%	
	A.F. %	6.9%	
% ARCILLA Y LIMO		54.8%	54.8%
TOTAL			100.0%

CURVA GRANULOMÉTRICA



OBSERVACIONES:

* *Muestreo realizado por el Solicitante*
* *Los resultados se relacionan solamente con los items sometidos a ensayo*
* *En el informe se indica que los resultados se aplican a la muestra como se recibió*

KENNEYER HERNÁNDEZ ARCA
INGENIERO CIVIL
REG. CIP. 152285
ESP. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

PROYECTO	: "EVALUACIÓN DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DE SUELOS A-6 MEDIANTE LA SUSTITUCIÓN PARCIAL DE CAL POR CENIZA DE CÁSCARA DE ARROZ EN CAJARURO, AMAZONAS".		
UBICACIÓN	: CAJARURO - AMAZONAS		
CANTERA	: NO APLICA	**CÓDIGO INTERNO**	: ----
SOLICITANTES	: JEAN CARLOS BARDALES SUAREZ	**ENSAYO POR**	: A.J.S.G.
	: JEAN ERICH VÁSQUEZ DELGADO	**F. DE RECEPCIÓN**	: Set-25
F. DE INICIO DE ENSAYO	: 19/09/2025	**F. DE EMESIÓN**	: Oct-25
F. DE TERMINO DE ENSAYO	: 20/09/2025	**PÁGINA**	: 1 de 7

INFORME DE ENSAYO 2025/F&M

SUELOS.MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL CONTENIDO DE HUMEDAD DE UN SUELO

NTP 339.127.1998 (revisada el 2019)

DATOS DE ENSAYO	*Und*	CONTENIDO DE HUMEDAD	
CALICATA		C - 01 - (REP-02)	
CÓDIGO INTERNO		: ----	
ADICIÓN		E-1 (2%CAL)	
COORDENADAS	*UTM*	Este : -----	Norte : ------
PROFUNDIDAD	*m*	(0.00 - 1.50)	
TARA	*N°*	10.22	---
SUELO HUMEDO + TARA	*g*	2673.2	---
SUELO SECO + TARA	*g*	2518.5	---
MASA DE AGUA	*g*	**154.70**	---
MASA DE TARA	*g*	220.10	---
MASA SUELO SECO	*g*	**2298.40**	---
PORCENTAJE HUMEDAD	%	**6.73**	---
PROMEDIO	%	**6.73**	

Observaciones:

** Muestreo realizado por el Solicitante*

** Los resultados se relacionan solamente con los items sometidos a ensayo*

** En el informe se indica que los resultados se aplican a la muestra como se recibió*

KENEYER HERNÁNDEZ ARCA
INGENIERO CIVIL
REG. CIP. 152285
ESP. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

PROYECTO	: "EVALUACIÓN DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DE SUELOS A-6 MEDIANTE LA SUSTITUCIÓN PARCIAL DE CAL POR CENIZA DE CÁSCARA DE ARROZ EN CAJARURO, AMAZONAS".		
UBICACIÓN	: CAJARURO - AMAZONAS		
CANTERA	: NO APLICA	**CÓDIGO INTERNO**	:----
SOLICITANTES	: JEAN CARLOS BARDALES SUAREZ	**ENSAYO POR**	: A.J.S.G.
	: JEAN ERICH VÁSQUEZ DELGADO	**F. DE RECEPCIÓN**	: Set-25
F. DE INICIO DE ENSAYO	: 21/09/2025	**F. DE EMESIÓN**	: Oct-25
F. DE TERMINO DE ENSAYO	: 23/09/2025	**PÁGINA**	: 2 de 7

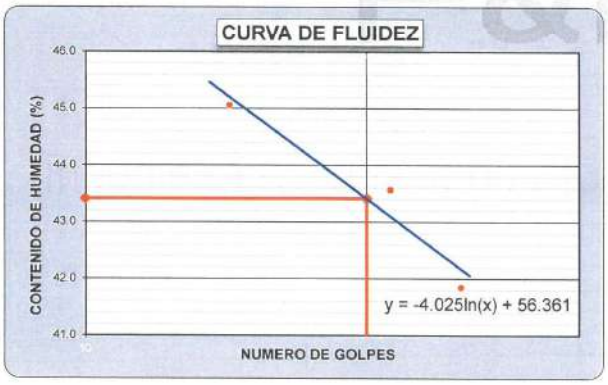
INFORME DE ENSAYO 2025/F&M

SUELOS. MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICLDAD DE SUELOS

NTP 339.129.(2019)

CALICATA :	**C - 01 - (REP-02)**	**ADICIÓN**	**E-1 (2%CAL)**	**PROFUNDIDAD**	**(0.00 - 1.50)**

DATOS DE ENSAYO		LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO		
N° DE TARA		910	780	948	879	803	---
N° DE GOLPES		16	27	34	-----	-----	-----
SUELO HÚMEDO + TARRO	g.	32.54	31.60	32.29	31.40	32.10	---
SUELO SECO + TARRO	g.	29.85	28.96	29.52	29.93	30.30	---
AGUA	g.	**2.69**	**2.64**	**2.77**	**1.47**	**1.80**	---
MASA DEL TARRO	g.	23.88	22.90	22.90	23.94	23.27	---
MASA DEL SUELO SECO	g.	**5.97**	**6.06**	**6.62**	**5.99**	**7.03**	---
PORCENTAJE DE HUMEDAD	%.	**45.06**	**43.56**	**41.84**	**24.54**	**25.60**	---



CONSISTENCIA FISICA DE LA MUESTRA	
LÍMITE LÍQUIDO	43
LÍMITE PLÁSTICO	25
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	18



OBSERVACIONES:

** Muestreo realizado por el Solicitante*
** Los resultados se relacionan solamente con los items sometidos a ensayo*
** En el informe se indica que los resultados se aplican a la muestra como se recibió*

NORMATIVA DE REFERENCIA:

** NTP.339.127- SUELOS. Método de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo (2019)*

MAYER HERNÁNDEZ ARCA
INGENIERO CIVIL
REG. CIP. N° 222[illegible]
ESPECIALISTA EN PAVIMENTOS

PROYECTO	: "EVALUACIÓN DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DE SUELOS A-6 MEDIANTE LA SUSTITUCIÓN PARCIAL DE CAL POR CENIZA DE CÁSCARA DE ARROZ EN CAJARURO, AMAZONAS".		
UBICACIÓN	: CAJARURO - AMAZONAS		
CANTERA	: NO APLICA	**CÓDIGO INTERNO**	:----
SOLICITANTES	: JEAN CARLOS BARDALES SUAREZ : JEAN ERICH VÁSQUEZ DELGADO	**ENSAYO POR**	: A.J.S.G.
		F. DE RECEPCIÓN	: Set-25
F. DE INICIO DE ENSAYO	: 21/09/2025	**F. DE EMESIÓN**	: Oct-25
F. DE TERMINO DE ENSAYO	: 23/09/2025	**PÁGINA**	: 3 de 7

INFORME DE ENSAYO 2025/F&M

SUELOS.MÉTODO DE ENSAYO PARA EL ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

NTP 339.128.(2019)

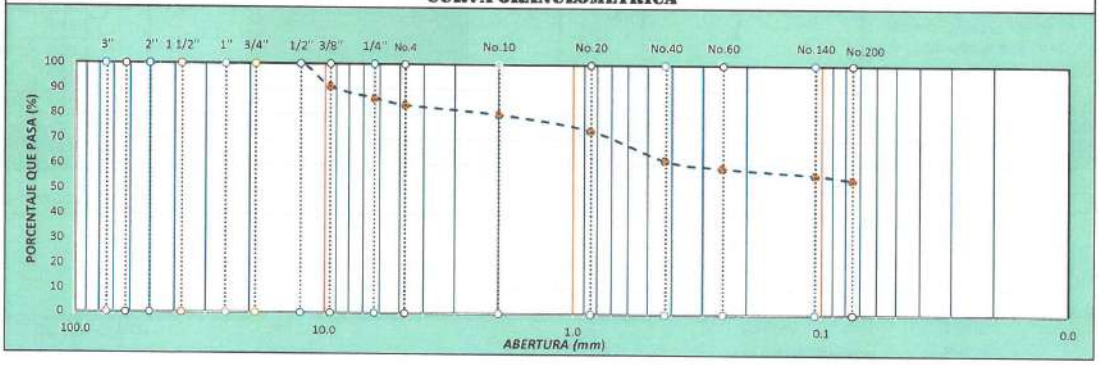
CALICATA :	C - 01 - (REP-02)	ADICIÓN	E-1 (2%CAL)	PROFUNDIDAD	(0.00 - 1.50)

TAMICES (Pul)	TAMICES (mm)	PESO RETENIDO (g)	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
3"	75.000	0.0	0.0%	0.0%	100.0%
2 1/2"	63.000	0.0	0.0%	0.0%	100.0%
2"	50.000	0.0	0.0%	0.0%	100.0%
1 1/2"	37.500	0.0	0.0%	0.0%	100.0%
1"	25.000	0.0	0.0%	0.0%	100.0%
3/4"	19.000	0.0	0.0%	0.0%	100.0%
1/2"	12.500	0.0	0.0%	0.0%	100.0%
3/8"	9.500	147.5	9.1%	9.1%	90.9%
1/4"	6.300	74.1	4.6%	13.7%	86.3%
No. 4	4.750	42.7	2.6%	16.4%	83.6%
No. 10	2.000	60.0	3.7%	20.1%	79.9%
No. 20	0.850	100.0	6.2%	26.3%	73.7%
No. 40	0.425	190.1	11.8%	38.1%	61.9%
No.60	0.250	49.6	3.1%	41.2%	58.8%
No. 140	0.106	43.1	2.7%	43.8%	56.2%
No. 200	0.075	29.5	1.8%	45.7%	54.3%
<No.200	FONDO	876.64	54.3%	100.0%	0.0%

MASA TOTAL:	1613.2	g
MASA LAVADO:	736.6	g
MASA DE FINO:	876.6	g

DISTRIBUCIÓN GRANULOMÉTRICO			
% GRAVA	G.G. %	0.0%	16.4%
	G.F. %	16.4%	
% ARENA	A.G. %	3.7%	29.3%
	A.M. %	18.0%	
	A.F. %	7.6%	
% ARCILLA Y LIMO		54.3%	54.3%
TOTAL			100.0%

CURVA GRANULOMÉTRICA



OBSERVACIONES:

* *Muestreo realizado por el Solicitante*
* *Los resultados se relacionan solamente con los items sometidos a ensayo*
* *En el informe se indica que los resultados se aplican a la muestra como se recibió*

MANEYER HERNANDEZ ARCA
INGENIERO CIVIL
REG. CIP. 152285
ESP. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

PROYECTO	: "EVALUACIÓN DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DE SUELOS A-6 MEDIANTE LA SUSTITUCIÓN PARCIAL DE CAL POR CENIZA DE CÁSCARA DE ARROZ EN CAJARURO, AMAZONAS".		
UBICACIÓN	: CAJARURO - AMAZONAS		
CANTERA	: NO APLICA	**CÓDIGO INTERNO**	: ----
SOLICITANTES	: JEAN CARLOS BARDALES SUAREZ	**ENSAYO POR**	: A.J.S.G.
	: JEAN ERICH VÁSQUEZ DELGADO	**F. DE RECEPCIÓN**	: Set-25
F. DE INICIO DE ENSAYO	: 19/09/2025	**F. DE EMESIÓN**	: Oct-25
F. DE TERMINO DE ENSAYO	: 20/09/2025	**PÁGINA**	: 1 de 7

INFORME DE ENSAYO 2025/F&M

SUELOS.MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL CONTENIDO DE HUMEDAD DE UN SUELO

NTP 339.127.1998 (revisada el 2019)

DATOS DE ENSAYO	*Und*	CONTENIDO DE HUMEDAD			
CALICATA		C - 01			
CÓDIGO INTERNO		: ----			
ADICIÓN		E-1 (4%CAL)			
COORDENADAS	*UTM*	Este :	-----	Norte :	------
PROFUNDIDAD	*m*	(0.00 - 1.50)			
TARA	*N°*	10.23		---	
SUELO HUMEDO + TARA	*g*	2640.5		---	
SUELO SECO + TARA	*g*	2513.2		---	
MASA DE AGUA	*g*	**127.30**		---	
MASA DE TARA	*g*	289.93		---	
MASA SUELO SECO	*g*	**2223.27**		---	
PORCENTAJE HUMEDAD	%	**5.73**		---	
PROMEDIO	%	**5.73**			

Observaciones:

* *Muestreo realizado por el Solicitante*
* *Los resultados se relacionan solamente con los items sometidos a ensayo*
* *En el informe se indica que los resultados se aplican a la muestra como se recibió*

RANNEYER HERNÁNDEZ ARCA
INGENIERO CIVIL
REG. CIP. 152285
ESP. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

PROYECTO	: "EVALUACIÓN DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DE SUELOS A-6 MEDIANTE LA SUSTITUCIÓN PARCIAL DE CAL POR CENIZA DE CÁSCARA DE ARROZ EN CAJARURO, AMAZONAS".		
UBICACIÓN	: CAJARURO - AMAZONAS		
CANTERA	: NO APLICA	**CÓDIGO INTERNO**	: ----
SOLICITANTES	: JEAN CARLOS BARDALES SUAREZ	**ENSAYO POR**	: A.J.S.G.
	: JEAN ERICH VÁSQUEZ DELGADO	**F. DE RECEPCIÓN**	: Set-25
F. DE INICIO DE ENSAYO	: 21/09/2025	**F. DE EMESIÓN**	: Oct-25
F. DE TERMINO DE ENSAYO	: 23/09/2025	**PÁGINA**	: 2 de 7

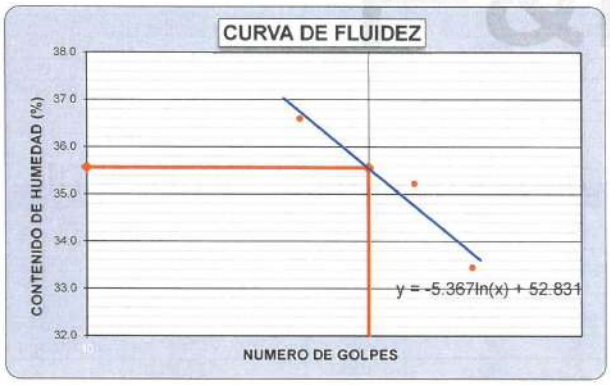
INFORME DE ENSAYO 2025/F&M

SUELOS. MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICLDAD DE SUELOS

NTP 339.129.(2019)

CALICATA :	C - 01	ADICIÓN	E-1 (4%CAL)	PROFUNDIDAD	(0.00 - 1.50)

DATOS DE ENSAYO		LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO		
N° DE TARA		766	925	770	2.8	2.16	---
N° DE GOLPES		20	35	29	-----	-----	-----
SUELO HÚMEDO + TARRO	g.	31.00	31.70	31.90	23.77	22.30	---
SUELO SECO + TARRO	g.	28.72	29.66	29.47	21.90	20.71	---
AGUA	g.	**2.28**	**2.04**	**2.43**	**1.87**	**1.59**	---
MASA DEL TARRO	g.	22.49	23.56	22.57	12.11	12.62	---
MASA DEL SUELO SECO	g.	**6.23**	**6.10**	**6.90**	**9.79**	**8.09**	---
PORCENTAJE DE HUMEDAD	%.	**36.60**	**33.44**	**35.22**	**19.10**	**19.65**	---



CONSISTENCIA FÍSICA DE LA MUESTRA	
LÍMITE LÍQUIDO	36
LÍMITE PLÁSTICO	19
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	16



OBSERVACIONES:

** Muestreo realizado por el Solicitante*
** Los resultados se relacionan solamente con los items sometidos a ensayo*
** En el informe se indica que los resultados se aplican a la muestra como se recibió*

NORMATIVA DE REFERENCIA:

** NTP.339.127- SUELOS. Método de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo (2019)*

MINEYER HERNÁNDEZ ARCA
INGENIERO CIVIL
REG. CIP. 152285
ESP. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

PROYECTO	: "EVALUACIÓN DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DE SUELOS A-6 MEDIANTE LA SUSTITUCIÓN PARCIAL DE CAL POR CENIZA DE CÁSCARA DE ARROZ EN CAJARURO, AMAZONAS".		
UBICACIÓN	: CAJARURO - AMAZONAS		
CANTERA	: NO APLICA	**CÓDIGO INTERNO**	:----
SOLICITANTES	: JEAN CARLOS BARDALES SUAREZ	**ENSAYO POR**	: A.J.S.G.
	: JEAN ERICH VÁSQUEZ DELGADO	**F. DE RECEPCIÓN**	: Set-25
F. DE INICIO DE ENSAYO	: 21/09/2025	**F. DE EMESIÓN**	: Oct-25
F. DE TERMINO DE ENSAYO	: 23/09/2025	**PÁGINA**	: 3 de 7

INFORME DE ENSAYO 2025/F&M

SUELOS.MÉTODO DE ENSAYO PARA EL ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

NTP 339.128.(2019)

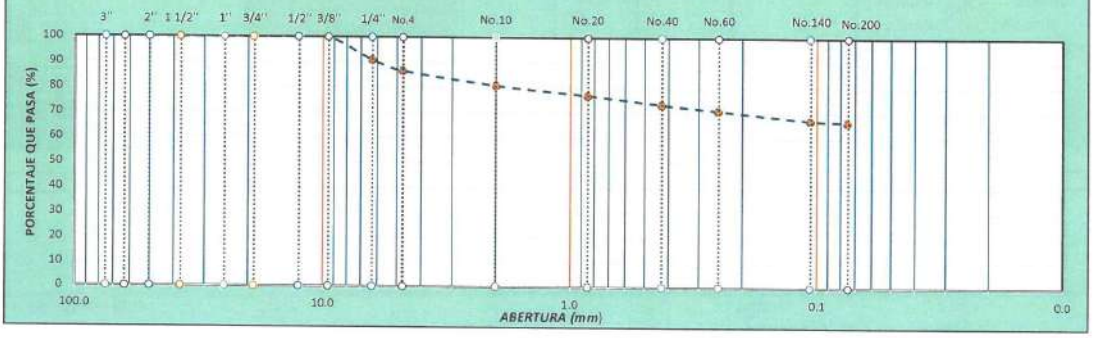
CALICATA :	C - 01	ADICIÓN	E-1 (4%CAL)	PROFUNDIDAD	(0.00 - 1.50)

TAMICES (Pul)	TAMICES (mm)	PESO RETENIDO (g)	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
3"	75.000	0.0	0.0%	0.0%	100.0%
2 1/2"	63.000	0.0	0.0%	0.0%	100.0%
2"	50.000	0.0	0.0%	0.0%	100.0%
1 1/2"	37.500	0.0	0.0%	0.0%	100.0%
1"	25.000	0.0	0.0%	0.0%	100.0%
3/4"	19.000	0.0	0.0%	0.0%	100.0%
1/2"	12.500	0.0	0.0%	0.0%	100.0%
3/8"	9.500	0.0	0.0%	0.0%	100.0%
1/4"	6.300	148.2	9.2%	9.2%	90.8%
No. 4	4.750	69.5	4.3%	13.5%	86.5%
No. 10	2.000	94.2	5.8%	19.3%	80.7%
No. 20	0.850	62.0	3.8%	23.1%	76.9%
No. 40	0.425	58.2	3.6%	26.7%	73.3%
No.60	0.250	37.4	2.3%	29.1%	70.9%
No. 140	0.106	61.3	3.8%	32.9%	67.1%
No. 200	0.075	10.7	0.7%	33.5%	66.5%
<No.200	FONDO	1073.63	66.5%	100.0%	0.0%

MASA TOTAL:	1614.9	g
MASA LAVADO:	541.3	g
MASA DE FINO:	1073.6	g

DISTRIBUCIÓN GRANULOMÉTRICO			
% GRAVA	G.G. %	0.0%	13.5%
	G.F. %	13.5%	
% ARENA	A.G. %	5.8%	20.0%
	A.M. %	7.4%	
	A.F. %	6.8%	
% ARCILLA Y LIMO		66.5%	66.5%
TOTAL			100.0%

CURVA GRANULOMÉTRICA



OBSERVACIONES:

** Muestreo realizado por el Solicitante*
** Los resultados se relacionan solamente con los ítems sometidos a ensayo*
** En el informe se indica que los resultados se aplican a la muestra como se recibió*

MANEYER HERNÁNDEZ ARCA
INGENIERO CIVIL
REG. CIP. 152285
ESP. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

PROYECTO	: "EVALUACIÓN DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DE SUELOS A-6 MEDIANTE LA SUSTITUCIÓN PARCIAL DE CAL POR CENIZA DE CÁSCARA DE ARROZ EN CAJARURO, AMAZONAS".		
UBICACIÓN	: CAJARURO - AMAZONAS		
CANTERA	: NO APLICA	**CÓDIGO INTERNO**	: ----
SOLICITANTES	: JEAN CARLOS BARDALES SUAREZ	**ENSAYO POR**	: A.J.S.G.
	: JEAN ERICH VÁSQUEZ DELGADO	**F. DE RECEPCIÓN**	: Set-25
F. DE INICIO DE ENSAYO	: 19/09/2025	**F. DE EMESIÓN**	: Oct-25
F. DE TERMINO DE ENSAYO	: 20/09/2025	**PÁGINA**	: 1 de 7

INFORME DE ENSAYO 2025/F&M

SUELOS.MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL CONTENIDO DE HUMEDAD DE UN SUELO

NTP 339.127.1998 (revisada el 2019)

DATOS DE ENSAYO	*Und*	CONTENIDO DE HUMEDAD			
CALICATA		C - 01 - (REP02)			
CÓDIGO INTERNO		: ----			
ADICIÓN		E-1 (4%CAL)			
COORDENADAS	*UTM*	Este :	-----	Norte :	------
PROFUNDIDAD	*m*	(0.00 - 1.50)			
TARA	*N°*	10.21		---	
SUELO HUMEDO + TARA	*g*	2743.76		---	
SUELO SECO + TARA	*g*	2618.4		---	
MASA DE AGUA	*g*	**125.36**		---	
MASA DE TARA	*g*	219.50		---	
MASA SUELO SECO	*g*	**2398.90**		---	
PORCENTAJE HUMEDAD	%	**5.23**		---	
PROMEDIO	%	**5.23**			

Observaciones:

** Muestreo realizado por el Solicitante*

** Los resultados se relacionan solamente con los items sometidos a ensayo*

** En el informe se indica que los resultados se aplican a la muestra como se recibió*

ENEYER HERNÁNDEZ ARCA
INGENIERO CIVIL
REG. CIP. 152285
ESP. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

PROYECTO	: "EVALUACIÓN DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DE SUELOS A-6 MEDIANTE LA SUSTITUCIÓN PARCIAL DE CAL POR CENIZA DE CÁSCARA DE ARROZ EN CAJARURO, AMAZONAS".		
UBICACIÓN	: CAJARURO - AMAZONAS		
CANTERA	: NO APLICA	**CÓDIGO INTERNO**	: ----
SOLICITANTES	: JEAN CARLOS BARDALES SUAREZ	**ENSAYO POR**	: A.J.S.G.
	: JEAN ERICH VÁSQUEZ DELGADO	**F. DE RECEPCIÓN**	: Set-25
F. DE INICIO DE ENSAYO	: 21/09/2025	**F. DE EMESIÓN**	: Oct-25
F. DE TERMINO DE ENSAYO	: 23/09/2025	**PÁGINA**	: 2 de 7

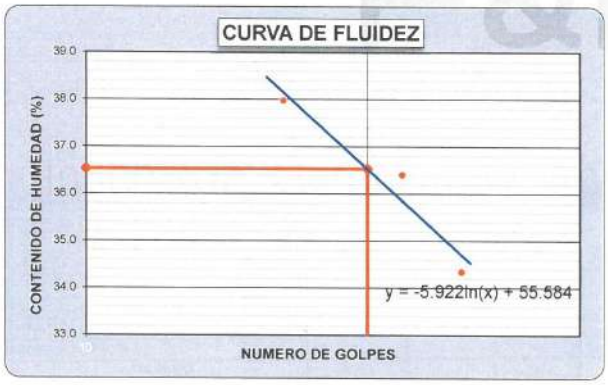
INFORME DE ENSAYO 2025/F&M

SUELOS. MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICLDAD DE SUELOS

NTP 339.129.(2019)

CALICATA :	**C - 01 - (REP02)**	**ADICIÓN**	**E-1 (4%CAL)**	**PROFUNDIDAD**	**(0.00 - 1.50)**

DATOS DE ENSAYO		LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO		
N° DE TARA		769	756	762	2.25	2.3	---
N° DE GOLPES		19	34	28	-----	-----	-----
SUELO HÚMEDO + TARRO	g.	32.12	30.25	32.65	22.67	23.21	---
SUELO SECO + TARRO	g.	29.47	28.54	29.96	20.85	21.40	---
AGUA	g.	**2.65**	**1.71**	**2.69**	**1.82**	**1.81**	---
MASA DEL TARRO	g.	22.49	23.56	22.57	11.18	12.10	---
MASA DEL SUELO SECO	g.	**6.98**	**4.98**	**7.39**	**9.67**	**9.30**	---
PORCENTAJE DE HUMEDAD	%.	**37.97**	**34.34**	**36.40**	**18.82**	**19.46**	---



CONSISTENCIA FÍSICA DE LA MUESTRA	
LÍMITE LÍQUIDO	37
LÍMITE PLÁSTICO	19
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	17



OBSERVACIONES:

** Muestreo realizado por el Solicitante*
** Los resultados se relacionan solamente con los items sometidos a ensayo*
** En el informe se indica que los resultados se aplican a la muestra como se recibió*

NORMATIVA DE REFERENCIA: ** NTP.339.127- SUELOS. Método de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo (2019)*

MANEYER HERNÁNDEZ ARCA
INGENIERO CIVIL
REG. CIP. 152205
ESP. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

PROYECTO	: "EVALUACIÓN DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DE SUELOS A-6 MEDIANTE LA SUSTITUCIÓN PARCIAL DE CAL POR CENIZA DE CÁSCARA DE ARROZ EN CAJARURO, AMAZONAS".		
UBICACIÓN	: CAJARURO - AMAZONAS		
CANTERA	: NO APLICA	**CÓDIGO INTERNO**	: ----
SOLICITANTES	: JEAN CARLOS BARDALES SUAREZ	**ENSAYO POR**	: A.J.S.G.
	: JEAN ERICH VÁSQUEZ DELGADO	**F. DE RECEPCIÓN**	: Set-25
F. DE INICIO DE ENSAYO	: 21/09/2025	**F. DE EMESIÓN**	: Oct-25
F. DE TERMINO DE ENSAYO	: 23/09/2025	**PÁGINA**	: 3 de 7

INFORME DE ENSAYO 2025/F&M

SUELOS.MÉTODO DE ENSAYO PARA EL ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

NTP 339.128.(2019)

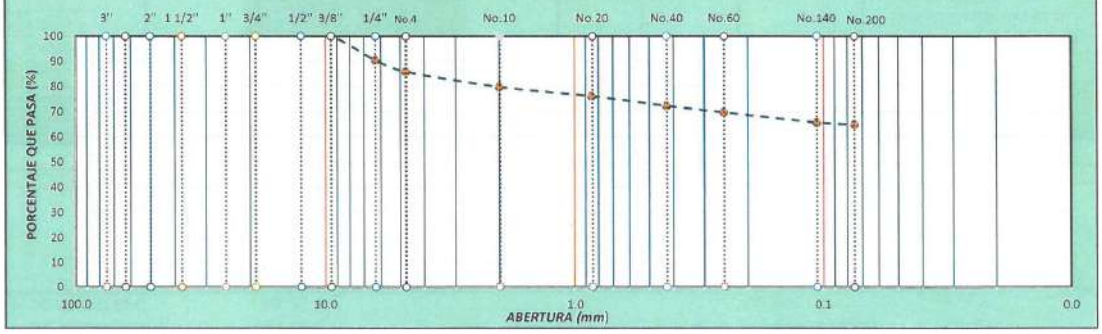
CALICATA :	C - 01 - (REP02)	ADICIÓN	E-1 (4%CAL)	PROFUNDIDAD	(0.00 - 1.50)

TAMICES (Pul)	TAMICES (mm)	PESO RETENIDO (g)	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
3"	75.000	0.0	0.0%	0.0%	100.0%
2 1/2"	63.000	0.0	0.0%	0.0%	100.0%
2"	50.000	0.0	0.0%	0.0%	100.0%
1 1/2"	37.500	0.0	0.0%	0.0%	100.0%
1"	25.000	0.0	0.0%	0.0%	100.0%
3/4"	19.000	0.0	0.0%	0.0%	100.0%
1/2"	12.500	0.0	0.0%	0.0%	100.0%
3/8"	9.500	0.0	0.0%	0.0%	100.0%
1/4"	6.300	154.2	9.6%	9.6%	90.4%
No. 4	4.750	73.4	4.6%	14.1%	85.9%
No. 10	2.000	97.3	6.0%	20.2%	79.8%
No. 20	0.850	58.9	3.7%	23.8%	76.2%
No. 40	0.425	62.6	3.9%	27.7%	72.3%
No.60	0.250	41.2	2.6%	30.3%	69.7%
No. 140	0.106	65.9	4.1%	34.4%	65.6%
No. 200	0.075	13.2	0.8%	35.2%	64.8%
<No.200	FONDO	1044.22	64.8%	100.0%	0.0%

MASA TOTAL:	1610.9	g
MASA LAVADO:	566.7	g
MASA DE FINO:	1044.2	g

DISTRIBUCIÓN GRANULOMÉTRICO			
% GRAVA	G.G. %	0.0%	14.1%
	G.F. %	14.1%	
% ARENA	A.G. %	6.0%	21.0%
	A.M. %	7.5%	
	A.F. %	7.5%	
% ARCILLA Y LIMO		64.8%	64.8%
TOTAL			100.0%

CURVA GRANULOMÉTRICA



OBSERVACIONES:

* *Muestreo realizado por el Solicitante*
* *Los resultados se relacionan solamente con los items sometidos a ensayo*
* *En el informe se indica que los resultados se aplican a la muestra como se recibió*

MANEYER HERNÁNDEZ ARCA
INGENIERO CIVIL
REG. CIP. 152205
ESP. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

PROYECTO	: "EVALUACIÓN DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DE SUELOS A-6 MEDIANTE LA SUSTITUCIÓN PARCIAL DE CAL POR CENIZA DE CÁSCARA DE ARROZ EN CAJARURO, AMAZONAS".		
UBICACIÓN	: CAJARURO - AMAZONAS		
CANTERA	: NO APLICA	**CÓDIGO INTERNO**	: ----
SOLICITANTES	: JEAN CARLOS BARDALES SUAREZ	**ENSAYO POR**	: A.J.S.G.
	: JEAN ERICH VÁSQUEZ DELGADO	**F. DE RECEPCIÓN**	: Set-25
F. DE INICIO DE ENSAYO	: 19/09/2025	**F. DE EMESIÓN**	: Oct-25
F. DE TERMINO DE ENSAYO	: 20/09/2025	**PÁGINA**	: 1 de 7

INFORME DE ENSAYO 2025/F&M

SUELOS.MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL CONTENIDO DE HUMEDAD DE UN SUELO

NTP 339.127.1998 (revisada el 2019)

DATOS DE ENSAYO	*Und*	CONTENIDO DE HUMEDAD			
CALICATA		C - 01			
CÓDIGO INTERNO		: ----			
ADICIÓN		E-1 (6%CAL)			
COORDENADAS	*UTM*	Este :	-----	Norte :	------
PROFUNDIDAD	*m*	(0.00 - 1.50)			
TARA	*N°*	10.18		---	
SUELO HUMEDO + TARA	*g*	2683.3		---	
SUELO SECO + TARA	*g*	2571.1		---	
MASA DE AGUA	*g*	**112.20**		---	
MASA DE TARA	*g*	287.72		---	
MASA SUELO SECO	*g*	**2283.38**		---	
PORCENTAJE HUMEDAD	%	**4.91**		---	
PROMEDIO	%	**4.91**			

Observaciones:

** Muestreo realizado por el Solicitante*

** Los resultados se relacionan solamente con los ítems sometidos a ensayo*

** En el informe se indica que los resultados se aplican a la muestra como se recibió*

JUNEYER HERNÁNDEZ ARCA
INGENIERO CIVIL
REG. CIP. 152285
ESP. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

PROYECTO	: "EVALUACIÓN DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DE SUELOS A-6 MEDIANTE LA SUSTITUCIÓN PARCIAL DE CAL POR CENIZA DE CÁSCARA DE ARROZ EN CAJARURO, AMAZONAS".		
UBICACIÓN	: CAJARURO - AMAZONAS		
CANTERA	: NO APLICA	**CÓDIGO INTERNO**	: ----
SOLICITANTES	: JEAN CARLOS BARDALES SUAREZ	**ENSAYO POR**	: A.J.S.G.
	: JEAN ERICH VÁSQUEZ DELGADO	**F. DE RECEPCIÓN**	: Set-25
F. DE INICIO DE ENSAYO	: 21/09/2025	**F. DE EMESIÓN**	: Oct-25
F. DE TERMINO DE ENSAYO	: 23/09/2025	**PÁGINA**	: 2 de 7

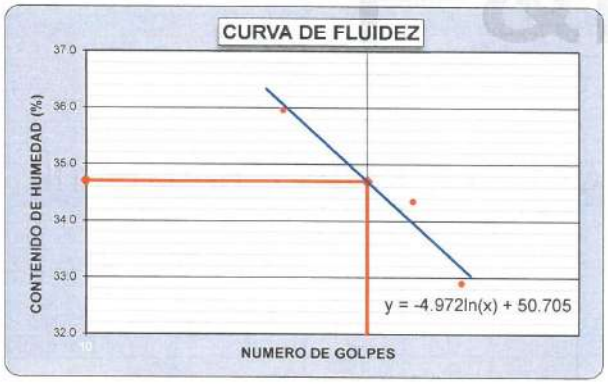
INFORME DE ENSAYO 2025/F&M

SUELOS. MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICLDAD DE SUELOS

NTP 339.129.(2019)

CALICATA :	**C - 01**	**ADICIÓN**	**E-1 (6%CAL)**	**PROFUNDIDAD**	**(0.00 - 1.50)**

DATOS DE ENSAYO		**LÍMITE LÍQUIDO**			**LÍMITE PLÁSTICO**		
N° DE TARA		760	920	793	2.2	2.14	---
N° DE GOLPES		19	34	29	-----	-----	-----
SUELO HÚMEDO + TARRO	g.	31.10	31.70	31.86	22.00	23.35	---
SUELO SECO + TARRO	g.	28.82	29.69	29.48	20.18	21.53	---
AGUA	g.	**2.28**	**2.01**	**2.38**	**1.82**	**1.82**	---
MASA DEL TARRO	g.	22.48	23.58	22.55	11.20	12.50	---
MASA DEL SUELO SECO	g.	**6.34**	**6.11**	**6.93**	**8.98**	**9.03**	---
PORCENTAJE DE HUMEDAD	%.	**35.96**	**32.90**	**34.34**	**20.27**	**20.16**	---



CONSISTENCIA FÍSICA DE LA MUESTRA	
LÍMITE LÍQUIDO	**35**
LÍMITE PLÁSTICO	**20**
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	**15**



OBSERVACIONES:

** Muestreo realizado por el Solicitante*
** Los resultados se relacionan solamente con los items sometidos a ensayo*
** En el informe se indica que los resultados se aplican a la muestra como se recibió*

NORMATIVA DE REFERENCIA:

** NTP.339.127- SUELOS. Método de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo (2019)*

MAYEYER HERNÁNDEZ ARCA
INGENIERO CIVIL
REG. CIP. 152285
ESP. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

PROYECTO	: "EVALUACIÓN DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DE SUELOS A-6 MEDIANTE LA SUSTITUCIÓN PARCIAL DE CAL POR CENIZA DE CÁSCARA DE ARROZ EN CAJARURO, AMAZONAS".		
UBICACIÓN	: CAJARURO - AMAZONAS		
CANTERA	: NO APLICA	**CÓDIGO INTERNO**	: ----
SOLICITANTES	: JEAN CARLOS BARDALES SUAREZ	**ENSAYO POR**	: A.J.S.G.
	: JEAN ERICH VÁSQUEZ DELGADO	**F. DE RECEPCIÓN**	: Set-25
F. DE INICIO DE ENSAYO	: 21/09/2025	**F. DE EMESIÓN**	: Oct-25
F. DE TERMINO DE ENSAYO	: 23/09/2025	**PÁGINA**	: 3 de 7

INFORME DE ENSAYO 2025/F&M

SUELOS.MÉTODO DE ENSAYO PARA EL ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

NTP 339.128.(2019)

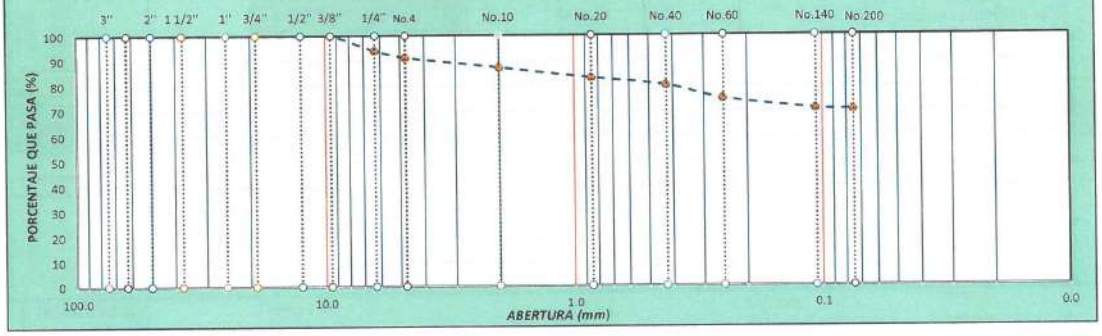
CALICATA :	C - 01	ADICIÓN	E-1 (6%CAL)	PROFUNDIDAD	(0.00 - 1.50)

TAMICES (Pul)	TAMICES (mm)	PESO RETENIDO (g)	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
3"	75.000	0.0	0.0%	0.0%	100.0%
2 1/2"	63.000	0.0	0.0%	0.0%	100.0%
2"	50.000	0.0	0.0%	0.0%	100.0%
1 1/2"	37.500	0.0	0.0%	0.0%	100.0%
1"	25.000	0.0	0.0%	0.0%	100.0%
3/4"	19.000	0.0	0.0%	0.0%	100.0%
1/2"	12.500	0.0	0.0%	0.0%	100.0%
3/8"	9.500	0.0	0.0%	0.0%	100.0%
1/4"	6.300	98.7	6.1%	6.1%	93.9%
No. 4	4.750	44.4	2.7%	8.9%	91.1%
No. 10	2.000	65.0	4.0%	12.9%	87.1%
No. 20	0.850	66.5	4.1%	17.0%	83.0%
No. 40	0.425	48.8	3.0%	20.0%	80.0%
No.60	0.250	84.2	5.2%	25.2%	74.8%
No. 140	0.106	66.8	4.1%	29.4%	70.6%
No. 200	0.075	6.6	0.4%	29.8%	70.2%
<No.200	FONDO	1134.13	70.2%	100.0%	0.0%

MASA TOTAL:	1615.1	g
MASA LAVADO:	480.9	g
MASA DE FINO:	1134.1	g

DISTRIBUCIÓN GRANULOMÉTRICO			
% GRAVA	G.G. %	0.0%	8.9%
	G.F. %	8.9%	
% ARENA	A.G. %	4.0%	20.9%
	A.M. %	7.1%	
	A.F. %	9.8%	
% ARCILLA Y LIMO		70.2%	70.2%
TOTAL			100.0%

CURVA GRANULOMÉTRICA



OBSERVACIONES:

* *Muestreo realizado por el Solicitante*
* *Los resultados se relacionan solamente con los items sometidos a ensayo*
* *En el informe se indica que los resultados se aplican a la muestra como se recibió*

ERNEYER HERNÁNDEZ ARCA
INGENIERO CIVIL
REG. CIP. 152285
ESP. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

PROYECTO	: "EVALUACIÓN DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DE SUELOS A-6 MEDIANTE LA SUSTITUCIÓN PARCIAL DE CAL POR CENIZA DE CÁSCARA DE ARROZ EN CAJARURO, AMAZONAS".		
UBICACIÓN	: CAJARURO - AMAZONAS		
CANTERA	: NO APLICA	**CÓDIGO INTERNO**	: ----
SOLICITANTES	: JEAN CARLOS BARDALES SUAREZ	**ENSAYO POR**	: A.J.S.G.
	: JEAN ERICH VÁSQUEZ DELGADO	**F. DE RECEPCIÓN**	: Set-25
F. DE INICIO DE ENSAYO	: 19/09/2025	**F. DE EMESIÓN**	: Oct-25
F. DE TERMINO DE ENSAYO	: 20/09/2025	**PÁGINA**	: 1 de 7

INFORME DE ENSAYO 2025/F&M

SUELOS.MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL CONTENIDO DE HUMEDAD DE UN SUELO

NTP 339.127.1998 (revisada el 2019)

DATOS DE ENSAYO	Und	CONTENIDO DE HUMEDAD	
CALICATA		C - 01 - (REP02)	
CÓDIGO INTERNO		: ----	
ADICIÓN		E-1 (6%CAL)	
COORDENADAS	UTM	Este : -----	Norte : ------
PROFUNDIDAD	m	(0.00 - 1.50)	
TARA	N°	10.8	---
SUELO HUMEDO + TARA	g	2543.6	---
SUELO SECO + TARA	g	2439.2	---
MASA DE AGUA	g	**104.40**	---
MASA DE TARA	g	211.50	---
MASA SUELO SECO	g	**2227.70**	---
PORCENTAJE HUMEDAD	%	**4.69**	---
PROMEDIO	%	**4.69**	

Observaciones:

* *Muestreo realizado por el Solicitante*
* *Los resultados se relacionan solamente con los ítems sometidos a ensayo*
* *En el informe se indica que los resultados se aplican a la muestra como se recibió*

ANNEYER HERNÁNDEZ ARCA
INGENIERO CIVIL
REG. CIP. 152285
ESP. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

PROYECTO	: "EVALUACIÓN DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DE SUELOS A-6 MEDIANTE LA SUSTITUCIÓN PARCIAL DE CAL POR CENIZA DE CÁSCARA DE ARROZ EN CAJARURO, AMAZONAS".		
UBICACIÓN	: CAJARURO - AMAZONAS		
CANTERA	: NO APLICA	**CÓDIGO INTERNO**	: ----
SOLICITANTES	: JEAN CARLOS BARDALES SUAREZ	**ENSAYO POR**	: A.J.S.G.
	: JEAN ERICH VÁSQUEZ DELGADO	**F. DE RECEPCIÓN**	: Set-25
F. DE INICIO DE ENSAYO	: 21/09/2025	**F. DE EMESIÓN**	: Oct-25
F. DE TERMINO DE ENSAYO	: 23/09/2025	**PÁGINA**	: 2 de 7

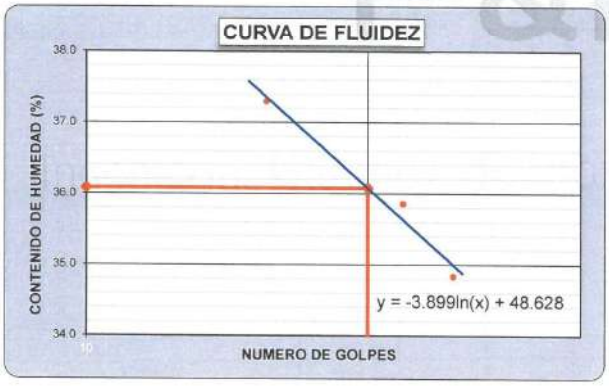
INFORME DE ENSAYO 2025/F&M

SUELOS. MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICLDAD DE SUELOS

NTP 339.129.(2019)

CALICATA :	**C - 01 - (REP02)**	**ADICIÓN**	**E-1 (6%CAL)**	**PROFUNDIDAD**	**(0.00 - 1.50)**

DATOS DE ENSAYO		LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO		
N° DE TARA		835	910	837	C	2.27	---
N° DE GOLPES		18	33	28	-----	-----	-----
SUELO HÚMEDO + TARRO	g.	32.43	32.54	30.42	23.43	22.87	---
SUELO SECO + TARRO	g.	30.11	30.31	28.62	21.45	20.98	---
AGUA	g.	**2.32**	**2.23**	**1.80**	**1.98**	**1.89**	---
MASA DEL TARRO	g.	23.89	23.92	23.60	11.47	11.59	---
MASA DEL SUELO SECO	g.	**6.22**	**6.39**	**5.02**	**9.98**	**9.39**	---
PORCENTAJE DE HUMEDAD	%.	**37.30**	**34.83**	**35.86**	**19.84**	**20.13**	---



CONSISTENCIA FÍSICA DE LA MUESTRA	
LÍMITE LÍQUIDO	36
LÍMITE PLÁSTICO	20
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	16



OBSERVACIONES:

** Muestreo realizado por el Solicitante*
** Los resultados se relacionan solamente con los items sometidos a ensayo*
** En el informe se indica que los resultados se aplican a la muestra como se recibió*

NORMATIVA DE REFERENCIA: ** NTP.339.127- SUELOS. Método de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo (2019)*

MANEYER HERNÁNDEZ ARCA
INGENIERO CIVIL
REG. CIP. 152285
ESP. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

PROYECTO	: "EVALUACIÓN DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DE SUELOS A-6 MEDIANTE LA SUSTITUCIÓN PARCIAL DE CAL POR CENIZA DE CÁSCARA DE ARROZ EN CAJARURO, AMAZONAS".		
UBICACIÓN	: CAJARURO - AMAZONAS		
CANTERA	: NO APLICA	**CÓDIGO INTERNO**	: ----
SOLICITANTES	: JEAN CARLOS BARDALES SUAREZ	**ENSAYO POR**	: A.J.S.G.
	: JEAN ERICH VÁSQUEZ DELGADO	**F. DE RECEPCIÓN**	: Set-25
F. DE INICIO DE ENSAYO	: 21/09/2025	**F. DE EMESIÓN**	: Oct-25
F. DE TERMINO DE ENSAYO	: 23/09/2025	**PÁGINA**	: 3 de 7

INFORME DE ENSAYO 2025/F&M

SUELOS.MÉTODO DE ENSAYO PARA EL ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

NTP 339.128.(2019)

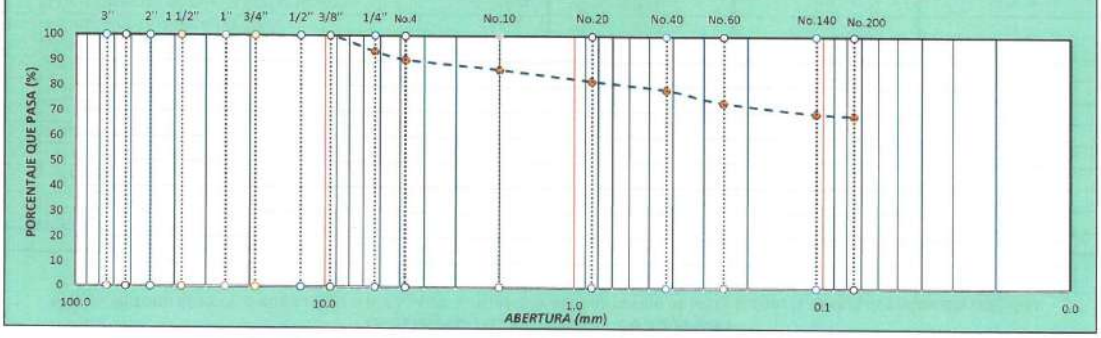
CALICATA :	C - 01 - (REP02)	ADICIÓN	E-1 (6%CAL)	PROFUNDIDAD	(0.00 - 1.50)

TAMICES (Pul)	TAMICES (mm)	PESO RETENIDO (g)	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
3"	75.000	0.0	0.0%	0.0%	100.0%
2 1/2"	63.000	0.0	0.0%	0.0%	100.0%
2"	50.000	0.0	0.0%	0.0%	100.0%
1 1/2"	37.500	0.0	0.0%	0.0%	100.0%
1"	25.000	0.0	0.0%	0.0%	100.0%
3/4"	19.000	0.0	0.0%	0.0%	100.0%
1/2"	12.500	0.0	0.0%	0.0%	100.0%
3/8"	9.500	0.0	0.0%	0.0%	100.0%
1/4"	6.300	102.0	6.3%	6.3%	93.7%
No. 4	4.750	52.1	3.2%	9.6%	90.4%
No. 10	2.000	61.4	3.8%	13.4%	86.6%
No. 20	0.850	72.3	4.5%	17.9%	82.1%
No. 40	0.425	53.6	3.3%	21.2%	78.8%
No.60	0.250	80.5	5.0%	26.2%	73.8%
No. 140	0.106	69.3	4.3%	30.5%	69.5%
No. 200	0.075	11.2	0.7%	31.2%	68.8%
<No.200	FONDO	1108.57	68.8%	100.0%	0.0%

MASA TOTAL:	1611.1	g
MASA LAVADO:	502.5	g
MASA DE FINO:	1108.6	g

DISTRIBUCIÓN GRANULOMÉTRICO			
% GRAVA	G.G. %	0.0%	9.6%
	G.F. %	9.6%	
% ARENA	A.G. %	3.8%	21.6%
	A.M. %	7.8%	
	A.F. %	10.0%	
% ARCILLA Y LIMO		68.8%	68.8%
TOTAL			100.0%

CURVA GRANULOMÉTRICA



OBSERVACIONES:

** Muestreo realizado por el Solicitante*
** Los resultados se relacionan solamente con los items sometidos a ensayo*
** En el informe se indica que los resultados se aplican a la muestra como se recibió*

WENEYER HERNÁNDEZ ARCA
INGENIERO CIVIL
REG. CIP. 152205
ESP. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

PROYECTO	: "EVALUACIÓN DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DE SUELOS A-6 MEDIANTE LA SUSTITUCIÓN PARCIAL DE CAL POR CENIZA DE CÁSCARA DE ARROZ EN CAJARURO, AMAZONAS".		
UBICACIÓN	: CAJARURO - AMAZONAS		
CANTERA	: NO APLICA	**CÓDIGO INTERNO**	: ----
SOLICITANTES	: JEAN CARLOS BARDALES SUAREZ	**ENSAYO POR**	: A.J.S.G.
	: JEAN ERICH VÁSQUEZ DELGADO	**F. DE RECEPCIÓN**	: Set-25
F. DE INICIO DE ENSAYO	: 19/09/2025	**F. DE EMESIÓN**	: Oct-25
F. DE TERMINO DE ENSAYO	: 20/09/2025	**PÁGINA**	: 1 de 7

INFORME DE ENSAYO 2025/F&M

SUELOS.MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL CONTENIDO DE HUMEDAD DE UN SUELO

NTP 339.127.1998 (revisada el 2019)

DATOS DE ENSAYO	*Und*	CONTENIDO DE HUMEDAD			
CALICATA		C - 01			
CÓDIGO INTERNO		: ----			
ADICIÓN		E-1 (8%CAL)			
COORDENADAS	*UTM*	Este :	-----	Norte :	------
PROFUNDIDAD	*m*	(0.00 - 1.50)			
TARA	*N°*	10.33		---	
SUELO HUMEDO + TARA	*g*	2729.5		---	
SUELO SECO + TARA	*g*	2662.3		---	
MASA DE AGUA	*g*	**67.20**		---	
MASA DE TARA	*g*	287.91		---	
MASA SUELO SECO	*g*	**2374.39**		---	
PORCENTAJE HUMEDAD	*%*	**2.83**		---	
PROMEDIO	*%*	**2.83**			

Observaciones:

** Muestreo realizado por el Solicitante*

** Los resultados se relacionan solamente con los items sometidos a ensayo*

** En el informe se indica que los resultados se aplican a la muestra como se recibió*

JANEYER HERNÁNDEZ ARCA
INGENIERO CIVIL
REG. CIP. 152285
ESP. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

PROYECTO	: "EVALUACIÓN DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DE SUELOS A-6 MEDIANTE LA SUSTITUCIÓN PARCIAL DE CAL POR CENIZA DE CÁSCARA DE ARROZ EN CAJARURO, AMAZONAS".		
UBICACIÓN	: CAJARURO - AMAZONAS		
CANTERA	: NO APLICA	**CÓDIGO INTERNO**	: ----
SOLICITANTES	: JEAN CARLOS BARDALES SUAREZ	**ENSAYO POR**	: A.J.S.G.
	: JEAN ERICH VÁSQUEZ DELGADO	**F. DE RECEPCIÓN**	: Set-25
F. DE INICIO DE ENSAYO	: 21/09/2025	**F. DE EMESIÓN**	: Oct-25
F. DE TERMINO DE ENSAYO	: 23/09/2025	**PÁGINA**	: 2 de 7

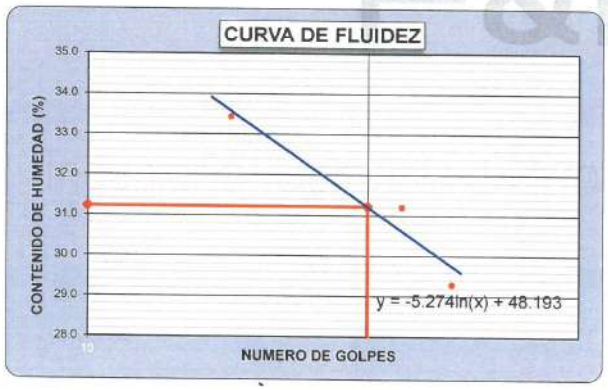
INFORME DE ENSAYO 2025/F&M

SUELOS. MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICLDAD DE SUELOS

NTP 339.129.(2019)

CALICATA :	C - 01	ADICIÓN	E-1 (8%CAL)	PROFUNDIDAD	(0.00 - 1.50)

DATOS DE ENSAYO		LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO		
N° DE TARA		765	877	830	2.17	2.28	---
N° DE GOLPES		33	28	16	-----	-----	-----
SUELO HÚMEDO + TARRO	g.	31.50	31.14	32.20	21.12	21.28	---
SUELO SECO + TARRO	g.	29.71	29.23	30.04	19.66	19.82	---
AGUA	g.	**1.79**	**1.91**	**2.16**	**1.46**	**1.46**	---
MASA DEL TARRO	g.	23.60	23.11	23.58	11.38	11.82	---
MASA DEL SUELO SECO	g.	**6.11**	**6.12**	**6.46**	**8.28**	**8.00**	---
PORCENTAJE DE HUMEDAD	%.	**29.30**	**31.21**	**33.44**	**17.63**	**18.25**	---



CONSISTENCIA FÍSICA DE LA MUESTRA	
LÍMITE LÍQUIDO	31
LÍMITE PLÁSTICO	18
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	13



OBSERVACIONES:

* *Muestreo realizado por el Solicitante*
* *Los resultados se relacionan solamente con los items sometidos a ensayo*
* *En el informe se indica que los resultados se aplican a la muestra como se recibió*

NORMATIVA DE REFERENCIA:

* *NTP.339.127- SUELOS. Método de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo (2019)*

KENEYER HERNÁNDEZ ARCA
INGENIERO CIVIL
REG. CIP. 152285
ESP. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

PROYECTO	: "EVALUACIÓN DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DE SUELOS A-6 MEDIANTE LA SUSTITUCIÓN PARCIAL DE CAL POR CENIZA DE CÁSCARA DE ARROZ EN CAJARURO, AMAZONAS".		
UBICACIÓN	: CAJARURO - AMAZONAS		
CANTERA	: NO APLICA	**CÓDIGO INTERNO**	:----
SOLICITANTES	: JEAN CARLOS BARDALES SUAREZ	**ENSAYO POR**	: A.J.S.G.
	: JEAN ERICH VÁSQUEZ DELGADO	**F. DE RECEPCIÓN**	: Set-25
F. DE INICIO DE ENSAYO	: 21/09/2025	**F. DE EMESIÓN**	: Oct-25
F. DE TERMINO DE ENSAYO	: 23/09/2025	**PÁGINA**	: 3 de 7

INFORME DE ENSAYO 2025/F&M

SUELOS.MÉTODO DE ENSAYO PARA EL ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

NTP 339.128.(2019)

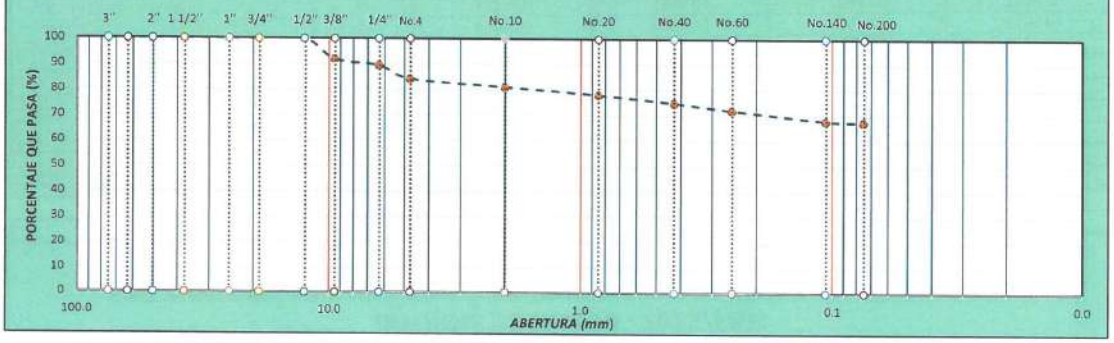
CALICATA :	C - 01	ADICIÓN	E-1 (8%CAL)	PROFUNDIDAD	(0.00 - 1.50)

TAMICES (Pul)	TAMICES (mm)	PESO RETENIDO (g)	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
3"	75.000	0.0	0.0%	0.0%	100.0%
2 1/2"	63.000	0.0	0.0%	0.0%	100.0%
2"	50.000	0.0	0.0%	0.0%	100.0%
1 1/2"	37.500	0.0	0.0%	0.0%	100.0%
1"	25.000	0.0	0.0%	0.0%	100.0%
3/4"	19.000	0.0	0.0%	0.0%	100.0%
1/2"	12.500	0.0	0.0%	0.0%	100.0%
3/8"	9.500	130.7	8.1%	8.1%	91.9%
1/4"	6.300	41.4	2.6%	10.7%	89.3%
No. 4	4.750	84.3	5.2%	15.9%	84.1%
No. 10	2.000	50.4	3.1%	19.0%	81.0%
No. 20	0.850	49.1	3.0%	22.0%	78.0%
No. 40	0.425	49.9	3.1%	25.1%	74.9%
No.60	0.250	46.4	2.9%	28.0%	72.0%
No. 140	0.106	65.0	4.0%	32.0%	68.0%
No. 200	0.075	6.8	0.4%	32.4%	67.6%
<No.200	FONDO	1090.82	67.6%	100.0%	0.0%

MASA TOTAL:	1614.8	g
MASA LAVADO:	523.9	g
MASA DE FINO:	1090.8	g

DISTRIBUCIÓN GRANULOMÉTRICO			
% GRAVA	G.G. %	0.0%	15.9%
	G.F. %	15.9%	
% ARENA	A.G. %	3.1%	16.6%
	A.M. %	6.1%	
	A.F. %	7.3%	
% ARCILLA Y LIMO		67.6%	67.6%
TOTAL			100.0%

CURVA GRANULOMÉTRICA



OBSERVACIONES:

* *Muestreo realizado por el Solicitante*
* *Los resultados se relacionan solamente con los items sometidos a ensayo*
* *En el informe se indica que los resultados se aplican a la muestra como se recibió*

YNEYER HERNÁNDEZ ARCA
INGENIERO CIVIL
REG. CIP. 152205
ESP. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

PROYECTO	: "EVALUACIÓN DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DE SUELOS A-6 MEDIANTE LA SUSTITUCIÓN PARCIAL DE CAL POR CENIZA DE CÁSCARA DE ARROZ EN CAJARURO, AMAZONAS".		
UBICACIÓN	: CAJARURO - AMAZONAS		
CANTERA	: NO APLICA	**CÓDIGO INTERNO**	: ----
SOLICITANTES	: JEAN CARLOS BARDALES SUAREZ	**ENSAYO POR**	: A.J.S.G.
	: JEAN ERICH VÁSQUEZ DELGADO	**F. DE RECEPCIÓN**	: Set-25
F. DE INICIO DE ENSAYO	: 19/09/2025	**F. DE EMESIÓN**	: Oct-25
F. DE TERMINO DE ENSAYO	: 20/09/2025	**PÁGINA**	: 1 de 7

INFORME DE ENSAYO 2025/F&M

SUELOS.MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL CONTENIDO DE HUMEDAD DE UN SUELO

NTP 339.127.1998 (revisada el 2019)

DATOS DE ENSAYO	*Und*	CONTENIDO DE HUMEDAD	
CALICATA		C - 01 - (REP02)	
CÓDIGO INTERNO		: ----	
ADICIÓN		E-1 (8%CAL)	
COORDENADAS	*UTM*	Este : -----	Norte : ------
PROFUNDIDAD	*m*	(0.00 - 1.50)	
TARA	*N°*	10.2	---
SUELO HUMEDO + TARA	*g*	2458.9	---
SUELO SECO + TARA	*g*	2407.4	---
MASA DE AGUA	*g*	**51.50**	---
MASA DE TARA	*g*	213.30	---
MASA SUELO SECO	*g*	**2194.10**	---
PORCENTAJE HUMEDAD	%	**2.35**	---
PROMEDIO	%	**2.35**	

Observaciones:

** Muestreo realizado por el Solicitante*

** Los resultados se relacionan solamente con los items sometidos a ensayo*

** En el informe se indica que los resultados se aplican a la muestra como se recibió*

MEYER HERNÁNDEZ ARCA
INGENIERO CIVIL
REG. CIP. 152285
ESP. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

PROYECTO	: "EVALUACIÓN DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DE SUELOS A-6 MEDIANTE LA SUSTITUCIÓN PARCIAL DE CAL POR CENIZA DE CÁSCARA DE ARROZ EN CAJARURO, AMAZONAS".		
UBICACIÓN	: CAJARURO - AMAZONAS		
CANTERA	: NO APLICA	**CÓDIGO INTERNO**	: ----
SOLICITANTES	: JEAN CARLOS BARDALES SUAREZ	**ENSAYO POR**	: A.J.S.G.
	: JEAN ERICH VÁSQUEZ DELGADO	**F. DE RECEPCIÓN**	: Set-25
F. DE INICIO DE ENSAYO	: 21/09/2025	**F. DE EMESIÓN**	: Oct-25
F. DE TERMINO DE ENSAYO	: 23/09/2025	**PÁGINA**	: 2 de 7

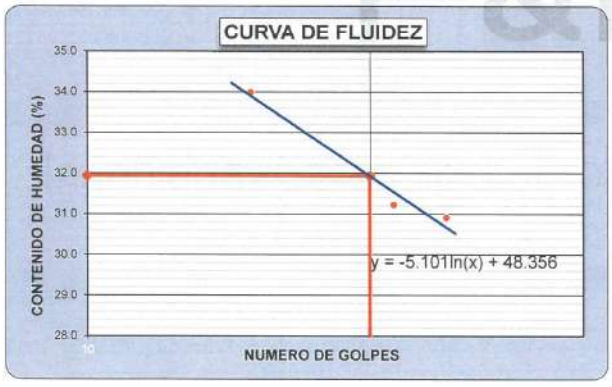
INFORME DE ENSAYO 2025/F&M

SUELOS. MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICLDAD DE SUELOS

NTP 339.129.(2019)

CALICATA :	**C - 01 - (REP02)**	**ADICIÓN**	**E-1 (8%CAL)**	**PROFUNDIDAD**	**(0.00 - 1.50)**

DATOS DE ENSAYO		LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO		
N° DE TARA		883	772	803	2.9	2.17	---
N° DE GOLPES		32	27	17	-----	-----	-----
SUELO HÚMEDO + TARRO	g.	32.08	32.03	31.54	22.43	22.12	---
SUELO SECO + TARRO	g.	29.91	29.66	29.47	20.85	20.56	---
AGUA	g.	**2.17**	**2.37**	**2.07**	**1.58**	**1.56**	---
MASA DEL TARRO	g.	22.89	22.07	23.38	12.12	11.83	---
MASA DEL SUELO SECO	g.	**7.02**	**7.59**	**6.09**	**8.73**	**8.73**	---
PORCENTAJE DE HUMEDAD	%.	**30.91**	**31.23**	**33.99**	**18.10**	**17.87**	---



CONSISTENCIA FÍSICA DE LA MUESTRA	
LÍMITE LÍQUIDO	32
LÍMITE PLÁSTICO	18
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	14



OBSERVACIONES:

** Muestreo realizado por el Solicitante*
** Los resultados se relacionan solamente con los items sometidos a ensayo*
** En el informe se indica que los resultados se aplican a la muestra como se recibió*

NORMATIVA DE REFERENCIA: ** NTP.339.127- SUELOS. Método de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo (2019)*

KENEYER HERNÁNDEZ ARCA
INGENIERO CIVIL
REG. CIP. 152285
ESP. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

PROYECTO	: "EVALUACIÓN DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DE SUELOS A-6 MEDIANTE LA SUSTITUCIÓN PARCIAL DE CAL POR CENIZA DE CÁSCARA DE ARROZ EN CAJARURO, AMAZONAS".		
UBICACIÓN	: CAJARURO - AMAZONAS		
CANTERA	: NO APLICA	**CÓDIGO INTERNO**	: ----
SOLICITANTES	: JEAN CARLOS BARDALES SUAREZ	**ENSAYO POR**	: A.J.S.G.
	: JEAN ERICH VÁSQUEZ DELGADO	**F. DE RECEPCIÓN**	: Set-25
F. DE INICIO DE ENSAYO	: 21/09/2025	**F. DE EMESIÓN**	: Oct-25
F. DE TERMINO DE ENSAYO	: 23/09/2025	**PÁGINA**	: 3 de 7

INFORME DE ENSAYO 2025/F&M

SUELOS.MÉTODO DE ENSAYO PARA EL ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

NTP 339.128.(2019)

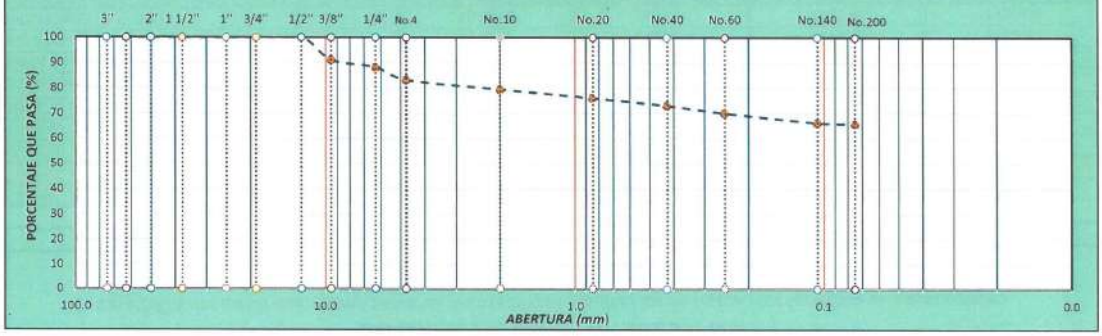
CALICATA :	C - 01 - (REP02)	ADICIÓN	E-1 (8%CAL)	PROFUNDIDAD	(0.00 - 1.50)

TAMICES (Pul)	TAMICES (mm)	PESO RETENIDO (g)	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
3"	75.000	0.0	0.0%	0.0%	100.0%
2 1/2"	63.000	0.0	0.0%	0.0%	100.0%
2"	50.000	0.0	0.0%	0.0%	100.0%
1 1/2"	37.500	0.0	0.0%	0.0%	100.0%
1"	25.000	0.0	0.0%	0.0%	100.0%
3/4"	19.000	0.0	0.0%	0.0%	100.0%
1/2"	12.500	0.0	0.0%	0.0%	100.0%
3/8"	9.500	145.1	9.0%	9.0%	91.0%
1/4"	6.300	47.2	2.9%	11.9%	88.1%
No. 4	4.750	80.7	5.0%	16.9%	83.1%
No. 10	2.000	60.1	3.7%	20.6%	79.4%
No. 20	0.850	54.3	3.4%	24.0%	76.0%
No. 40	0.425	47.8	3.0%	26.9%	73.1%
No.60	0.250	49.3	3.1%	30.0%	70.0%
No. 140	0.106	60.3	3.7%	33.7%	66.3%
No. 200	0.075	9.2	0.6%	34.3%	65.7%
<No.200	FONDO	1060.80	65.7%	100.0%	0.0%

MASA TOTAL:	1614.8	g
MASA LAVADO:	554.0	g
MASA DE FINO:	1060.8	g

DISTRIBUCIÓN GRANULOMÉTRICO			
% GRAVA	G.G. %	0.0%	16.9%
	G.F. %	16.9%	
% ARENA	A.G. %	3.7%	17.4%
	A.M. %	6.3%	
	A.F. %	7.4%	
% ARCILLA Y LIMO		65.7%	65.7%
TOTAL			100.0%

CURVA GRANULOMÉTRICA



OBSERVACIONES:

** Muestreo realizado por el Solicitante*
** Los resultados se relacionan solamente con los items sometidos a ensayo*
** En el informe se indica que los resultados se aplican a la muestra como se recibió*

ANNEYER HERNÁNDEZ ARCA
INGENIERO CIVIL
REG. CIP. 152285
ESP. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

Anexo 12. Certificados de resultados de propiedades mecánicas con adición de cal

F&M
Ingeniería. Gerencia de Proyectos y Construcción

SERVICIOS TÉCNICOS PROFESIONALES DE MECÁNICA DE SUELOS, PAVIMENTOS Y ENSAYO DE MATERIALES

PROYECTO	: "EVALUACIÓN DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DE SUELOS A-6 MEDIANTE LA SUSTITUCIÓN PARCIAL DE CAL POR CENIZA DE CÁSCARA DE ARROZ EN CAJARURO, AMAZONAS".		
UBICACIÓN	: CAJARURO - UTCUBAMBA - AMAZONAS		
CANTERA	: NO APLICA	**CÓDIGO INTERNO**	: ----
SOLICITANTES	: JEAN CARLOS BARDALES SUAREZ	**ENSAYO POR**	: A.J.S.G.
	: JEAN ERICH VÁSQUEZ DELGADO	**F. DE RECEPCIÓN**	: Set-25
F. DE TERMINO DE ENSAYO	: 29/09/2025	**F. DE EMESIÓN**	: Oct-25
F. DE INICIO DE ENSAYO	: 30/09/2025	**PÁGINA**	: 5 de 7

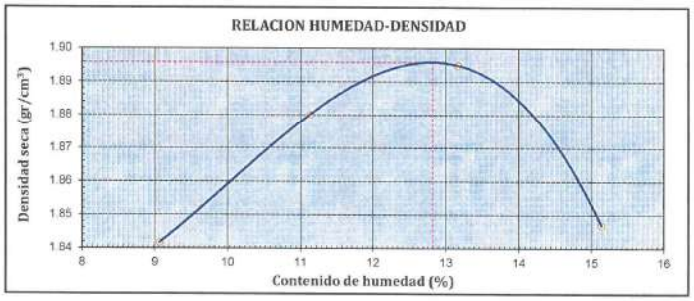
INFORME DE ENSAYO - 2025/F&M

SUELOS. MÉTODO DE ENSAYO PARA LA COMPACTACIÓN DEL SUELO EN LABORATORIO UTILIZANDO UNA ENERGÍA MODIFICADA (2700Kn-m/m3(56 000 pie-lbf/pie3))

NTP 339.141.1998 (revisada el 2019)

CALICATA :	C-01	ADICIÓN :	E-01 (2%CAL)	PROFUNDIDAD:	(0.00 - 1.50 m)

COMPACTACIÓN DE LAS MUESTRAS			MÉTODO DE ENSAYO		A
PRUEBA	***UND***	**1**	**2**	**3**	**4**
NUMERO DE MOLDE	*N°*	2	2	2	2
NUMERO DE CAPAS	---	5	5	5	5
NUMERO DE GOLPES POR CAPA	*N°*	25	25	25	25
VOLUMEN MOLDE	cm^3	905.61	905.61	905.61	905.61
MASA MUESTRA HUMEDA Y MOLDE	gr	6244.00	6317.00	6367.00	6351.00
MASA MOLDE	gr	4425.00	4425.00	4425.00	4425.00
MASA MUESTRA HUMEDA	gr	1819.00	1892.00	1942.00	1926.00
HUMEDAD DE COMPACTACIÓN					
NUMERO DE TARA	-	4.1	A-2	B-10	6.1
MASA DE SUELO HUMEDO + TARA	gr	407.72	422.55	412.58	382.11
MASA SUELO SECO + TARA	gr	379.62	387.24	369.94	348.42
MASA DE TARA	gr	69.78	69.95	46.23	126.03
MASA DEL AGUA	gr	28.10	35.31	42.64	33.69
MASA SUELO SECO	gr	309.84	317.29	323.71	222.39
% DE NUMEDAD	%	**9.07**	**11.13**	**13.17**	**15.15**
DETERMINACIÓN DEL PESOS UNITARIOS DE LOS ESPECÍMENES					
DENSIDAD HUMEDO	gr/cm^3	**2.009**	**2.089**	**2.144**	**2.127**
DENSIDAD SECA	gr/cm^3	**1.842**	**1.880**	**1.895**	**1.847**



MAXIMA DENSIDAD SECA	
1.896	g/cm^3

OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD	
12.82	(%)



Observaciones:

* *Muestreo realizado por el Solicitante*
* *Los resultados se relacionan solamente con los items sometidos a ensayo*
* *En el informe se indica que los resultados se aplican a la muestra como se recibió*

Normativa de referencia:

* *NTP 339.127-SUELOS. Método de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo (2019)*

DANEYER HERNANDEZ ARCA
INGENIERO CIVIL
REG. CIP. 152285
ESP. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

PROYECTO	: "EVALUACIÓN DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DE SUELOS A-6 MEDIANTE LA SUSTITUCIÓN PARCIAL DE CAL POR CENIZA DE CÁSCARA DE ARROZ EN CAJARURO, AMAZONAS".		
UBICACIÓN	: CAJARURO - UTCUBAMBA - AMAZONAS		
CANTERA	: NO APLICA	**CÓDIGO INTERNO**	: ----
SOLICITANTES	: JEAN CARLOS BARDALES SUAREZ	**ENSAYO POR**	: A.J.S.G.
	: JEAN ERICH VÁSQUEZ DELGADO	**F. DE RECEPCIÓN**	: Set-25
F. DE INICIO DE ENSAYO	: 30/09/2025	**F. DE EMESIÓN**	: Oct-25
F. DE TERMINO DE ENSAYO	: 04/10/2025	**PÁGINA**	: 6 de 7

INFORME DE ENSAYO - 2025/F&M

Suelos. Métodos de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio.
NTP 339.145 (2019)

CALICATA : C-01	**ADICIÓN :** E-01 (2%CAL)	**COORDENADAS:** ----- -----

DATOS							
1.1 N° de molde	-	17		18		4	
1.2 Diametro interior de molde	cm	15.14		15.10		15.11	
1.3 Altura molde descontando disco espaciador	cm	11.62		11.65		11.61	
1.4 Masa del molde (incluye base)	g	8 584		8 510		8 725	
1.5 N° de capas	-	5		5		5	
1.6 N° de golpes por capa	-	**56**		**25**		**10**	
1.7 Condición de muestra	-	S/Mojar	Mojada	S/Mojar	Mojada	S/Mojar	Mojada
1.8 Masa de molde(incluye base) + Masa húmedo	g	11606	11955	11480	11650	11199	11322
CÁLCULO DE CONTENIDO DE HUMEDAD							
2.1 Nº Tara	-	3.5	6.2	B-11	6.4	B-13	A-2
2.2 Masa de tara	g	42.80	90.20	46.30	91.20	46.00	70.00
2.3 Masa de tara + Suelo Húmedo	g	264.30	412.40	376.51	423.54	328.54	453.20
2.4 Masa de tara + Suelo Seco	g	240.32	374.54	340.20	382.12	296.90	402.40
2.5 Masa de agua contenida (2.3-2.4)	g	23.98	37.86	36.31	41.42	31.64	50.80
2.6 Masa de suelo seco (2.4-2.2)	g	197.52	284.34	293.90	290.92	250.90	332.40
2.7 Contenido de Humedad (2.5/2.6)	%	12.1	13.3	12.4	14.2	12.6	15.3
RESULTADOS							
3.1 Área superficial del molde	pulg2	27.90		27.76		27.79	
3.2 Volúmen de suelo	cm3	2 091.93		2 086.27		2 081.86	
3.3 Masa del suelo húmedo (1.8-1.4)	g	3022	3371	2970	3140	2474	2597
3.4 Densidad húmeda (3.3/3.2)	g/cm3	1.44	1.61	1.42	1.51	1.19	1.25
3.5 Densidad Seca (3.4/(1+2.7/100))	g/cm3	1.41	1.57	1.39	1.47	1.16	1.21

EXPANSIÓN

MOLDE			17			18			4		
FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	Expansión		DIAL	Expansión		DIAL	Expansión	
		(horas)	pulg	(mm)	(%)	pulg	(mm)	(%)	pulg	(mm)	(%)
30/09/2025	11:00:00 a. m.	0	0.000	-	-	0.000	-	-	0.000	-	-
01/10/2025	11:00:00 a. m.	24	0.100	2.540	2.19%	0.102	2.591	2.23%	0.106	2.692	2.32%
02/10/2025	11:00:00 a. m.	48	0.102	2.591	2.23%	0.104	2.642	2.28%	0.109	2.769	2.39%
03/10/2025	11:00:00 a. m.	72	0.104	2.642	2.28%	0.107	2.718	2.34%	0.112	2.845	2.45%
04/10/2025	11:00:00 a. m.	96	0.106	2.692	2.32%	0.109	2.769	2.39%	0.118	2.997	2.58%

PENETRACIÓN

MOLDE			17					18					4				
PENETRACION		ESTANDAR	CARGA					CARGA					CARGA				
pulgadas	mm	(lb/pulg2)	Lectura	lb	lb/pulg2	Correc.	%	Lectura	lb	lb/pulg2	Correc.	%	Lectura	lb	lb/pulg2	Correc.	%
0.000			0.0	0.0	0.0			0.0	0.0	0.0			0.0	0.0	0.0		
0.025	0.64		20.5	45.3	14.9			9.4	20.7	6.8			5.3	11.7	3.8		
0.050	1.27		65.3	144.0	47.3			38.4	84.7	27.8			24.3	53.6	17.6		
0.075	1.91		98.8	217.8	71.6			75.4	166.3	54.6			45.3	99.9	32.8		
0.100	**2.54**	1000	115.2	254.0	83.5	94.1	9.4	**98.3**	**216.8**	71.2	80.0	8.0	68.4	150.8	49.6	64.1	6.4
0.125	3.18		154.3	340.2	111.8			126.4	278.7	91.6			98.4	217.0	71.3		
0.150	3.81		174.5	384.8	126.4			145.3	320.4	105.3			117.3	258.7	85.0		
0.175	4.45		201.6	444.5	146.1			169.5	373.7	122.8			138.2	304.7	100.1		
0.200	**5.08**	1500	224.1	494.1	162.4	155.1	10.3	**198.3**	**437.3**	143.7	131.4	8.8	154.3	340.2	111.8	105.7	7.0
0.300	7.62		256.4	565.4	185.8			207.4	457.3	150.3			169.4	373.5	122.7		
0.400	10.16		272.5	600.9	197.4			219.3	483.6	158.9			170.3	375.5	123.4		
0.500	12.70		290.4	640.3	210.4			225.4	497.0	163.3			176.4	389.0	127.8		

Observaciones:
* *Muestreo realizado por el Solicitante*
* *Los resultados se relacionan solamente con los items sometidos a ensayo*
* *En el informe se indica que los resultados se aplican a la muestra como se recibió*

Normativa de referer * *NTP 339.127-SUELOS. Método de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo (2019)*
* *NTP 339.141-SUELOS. Método de ensayo para la compactación del suelo en laboratorio utilizando energía modificada (2700kn-m/m3(56 000 pie-lbf/pie3))*

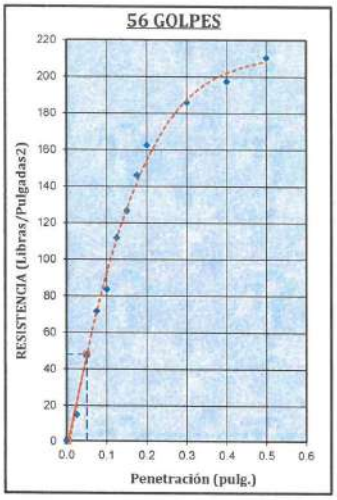
ANNEYER HERNÁNDEZ ARCA
INGENIERO CIVIL
REG. CIP. 152285
ESP. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

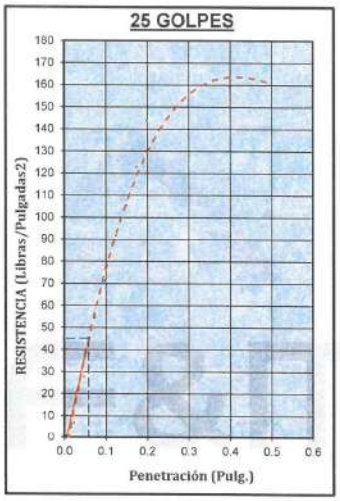
PROYECTO	: "EVALUACIÓN DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DE SUELOS A-6 MEDIANTE LA SUSTITUCIÓN PARCIAL DE CAL POR CENIZA DE CÁSCARA DE ARROZ EN CAJARURO, AMAZONAS".		
UBICACIÓN	: CAJARURO - UTCUBAMBA - AMAZONAS		
CANTERA	: NO APLICA	**CÓDIGO INTERNO**	: ----
SOLICITANTES	: JEAN CARLOS BARDALES SUAREZ	**ENSAYO POR**	: A.J.S.G.
	: JEAN ERICH VÁSQUEZ DELGADO	**F. DE RECEPCIÓN**	: Set-25
F. DE INICIO DE ENSAYO	: 30/09/2025	**F. DE EMESIÓN**	: Oct-25
F. DE TERMINO DE ENSAYO	: 04/10/2025	**PÁGINA**	: 7 de 7

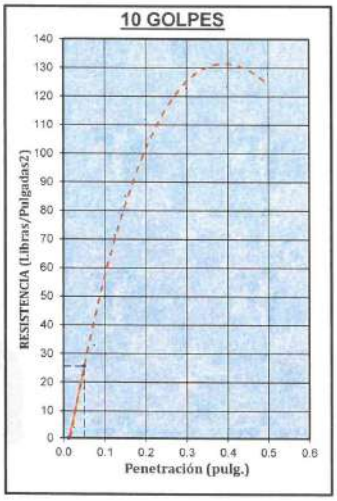
INFORME DE ENSAYO - 2025/F&M

Suelos. Métodos de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio.
NTP 339.145 (2019)

CALICATA :	C-01	ADICIÓN :	E-01 (2%CAL)	COORDENADAS:	-----	-----

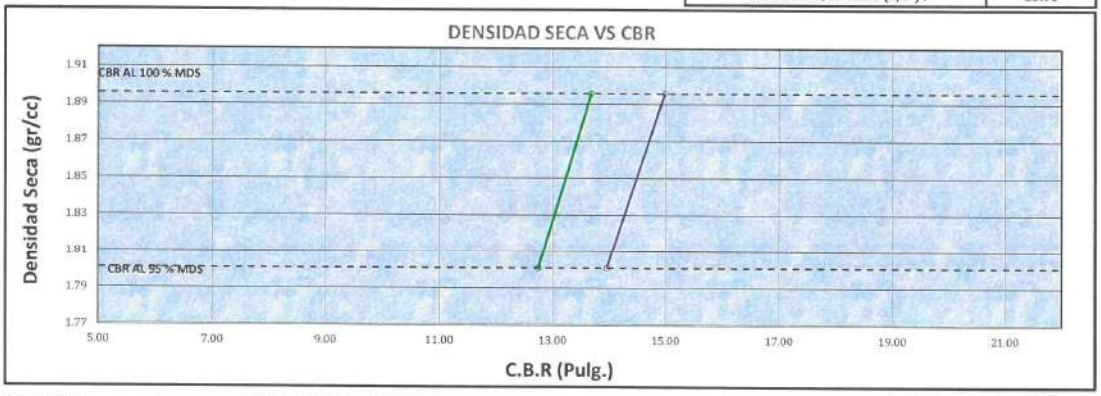






DATOS DE PROCTOR	
ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%) :	12.82
MÁXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm3) :	1.90
95% MÁXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm3) :	1.80

RESULTADOS DE CBR	
C.B.R. al 100% de M.D.S (0,1") :	13.69
C.B.R. al 95% de M.D.S (0,1") :	12.75
C.B.R. al 100% de M.D.S (0,2") :	14.98
C.B.R. al 95% de M.D.S (0,2") :	13.96



Observaciones:

* *Muestreo realizado por el Solicitante*
* *Los resultados se relacionan solamente con los ítems sometidos a ensayo*
* *En el informe se indica que los resultados se aplican a la muestra como se recibió*

Normativa de referencia:

* *NTP 339.127-SUELOS. Método de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo (2019)*
* *NTP 339.141-SUELOS. Método de ensayo para la compactación del suelo en laboratorio utilizando energía modificada (2700kn-m/m3(56 000 pie-lbf/pie3))*

JONNEYER HERNÁNDEZ ARCA
INGENIERO CIVIL
REG. CIP. 152285
ESP. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

PROYECTO	: "EVALUACIÓN DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DE SUELOS A-6 MEDIANTE LA SUSTITUCIÓN PARCIAL DE CAL POR CENIZA DE CÁSCARA DE ARROZ EN CAJARURO, AMAZONAS".		
UBICACIÓN	: CAJARURO - UTCUBAMBA - AMAZONAS		
CANTERA	: NO APLICA	**CÓDIGO INTERNO**	: ----
SOLICITANTES	: JEAN CARLOS BARDALES SUAREZ	**ENSAYO POR**	: A.J.S.G.
	: JEAN ERICH VÁSQUEZ DELGADO	**F. DE RECEPCIÓN**	: Set-25
F. DE TERMINO DE ENSAYO	: 29/09/2025	**F. DE EMESIÓN**	: Oct-25
F. DE INICIO DE ENSAYO	: 30/09/2025	**PÁGINA**	: 5 de 7

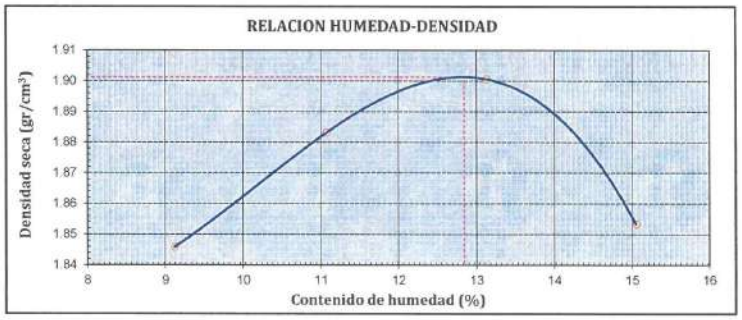
INFORME DE ENSAYO - 2025/F&M

SUELOS. MÉTODO DE ENSAYO PARA LA COMPACTACIÓN DEL SUELO EN LABORATORIO UTILIZANDO UNA ENERGÍA MODIFICADA (2700Kn-m/m3(56 000 pie-lbf/pie3))

NTP 339.141.1998 (revisada el 2019)

CALICATA :	C-01	ADICIÓN :	E-01 (2%CAL) - REP02	PROFUNDIDAD:	(0.00 - 1.50 m)

COMPACTACIÓN DE LAS MUESTRAS			MÉTODO DE ENSAYO		A
PRUEBA	***UND***	**1**	**2**	**3**	**4**
NUMERO DE MOLDE	*N°*	2	2	2	2
NUMERO DE CAPAS	---	5	5	5	5
NUMERO DE GOLPES POR CAPA	*N°*	25	25	25	25
VOLUMEN MOLDE	cm^3	905.61	905.61	905.61	905.61
MASA MUESTRA HUMEDA Y MOLDE	gr	6245.00	6315.00	6368.00	6352.00
MASA MOLDE	gr	4425.00	4425.00	4425.00	4425.00
MASA MUESTRA HUMEDA	gr	1820.00	1890.00	1943.00	1927.00
HUMEDAD DE COMPACTACIÓN					
NUMERO DE TARA	-	6.4	3.6	A-10	B-6
MASA DE SUELO HUMEDO + TARA	gr	398.54	403.21	380.76	415.30
MASA SUELO SECO + TARA	gr	372.86	367.50	344.97	367.43
MASA DE TARA	gr	91.20	44.90	72.40	49.60
MASA DEL AGUA	gr	25.68	35.71	35.79	47.87
MASA SUELO SECO	gr	281.66	322.60	272.57	317.83
% DE NUMEDAD	%	**9.12**	**11.07**	**13.13**	**15.06**
DETERMINACIÓN DEL PESOS UNITARIOS DE LOS ESPECÍMENES					
DENSIDAD HUMEDO	gr/cm^3	**2.010**	**2.087**	**2.146**	**2.128**
DENSIDAD SECA	gr/cm^3	**1.842**	**1.879**	**1.896**	**1.849**



MAXIMA DENSIDAD SECA	
1.897	g/cm^3

OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD	
12.84	(%)



Observaciones:

* *Muestreo realizado por el Solicitante*
* *Los resultados se relacionan solamente con los items sometidos a ensayo*
* *En el informe se indica que los resultados se aplican a la muestra como se recibió*

Normativa de referencia:

* *NTP 339.127-SUELOS. Método de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo (2019)*

MANEYER HERNÁNDEZ ARCA
INGENIERO CIVIL
REG. CIP. 152285
ESP. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

PROYECTO	: "EVALUACIÓN DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DE SUELOS A-6 MEDIANTE LA SUSTITUCIÓN PARCIAL DE CAL POR CENIZA DE CÁSCARA DE ARROZ EN CAJARURO, AMAZONAS".		
UBICACIÓN	: CAJARURO - UTCUBAMBA - AMAZONAS		
CANTERA	: NO APLICA	**CÓDIGO INTERNO**	: ----
SOLICITANTES	: JEAN CARLOS BARDALES SUAREZ	**ENSAYO POR**	: A.J.S.G.
	: JEAN ERICH VÁSQUEZ DELGADO	**F. DE RECEPCIÓN**	: Set-25
F. DE INICIO DE ENSAYO	: 30/09/2025	**F. DE EMESIÓN**	: Oct-25
F. DE TERMINO DE ENSAYO	: 04/10/2025	**PÁGINA**	: 6 de 7

INFORME DE ENSAYO - 2025/F&M

Suelos. Métodos de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio.
NTP 339.145 (2019)

CALICATA :	C-01	ADICIÓN :	E-01 (2%CAL) - REP02	COORDENADAS:	-----	-----

DATOS							
1.1 N° de molde	-	15		22		20	
1.2 Diametro interior de molde	cm	15.15		15.05		15.20	
1.3 Altura molde descontando disco espaciador	cm	11.62		11.60		11.68	
1.4 Masa del molde (incluye base)	g	8 519		8 400		8 475	
1.5 N° de capas	-	5		5		5	
1.6 N° de golpes por capa	-	56		25		10	
1.7 Condición de muestra	-	S/Mojar	Mojada	S/Mojar	Mojada	S/Mojar	Mojada
1.8 Masa de molde(incluye base) + Masa húmedo	g	11610	11945	11484	11634	11200	11342
CÁLCULO DE CONTENIDO DE HUMEDAD							
2.1 N° Tara	-	4.3	4.1	B-10	B-7	B-15	A-7
2.2 Masa de tara	g	69.20	69.80	46.20	46.70	47.70	65.20
2.3 Masa de tara + Suelo Húmedo	g	310.32	423.43	405.20	453.25	352.43	433.11
2.4 Masa de tara + Suelo Seco	g	283.70	380.42	364.96	401.30	317.80	384.60
2.5 Masa de agua contenida (2.3-2.4)	g	26.62	43.01	40.24	51.95	34.63	48.51
2.6 Masa de suelo seco (2.4-2.2)	g	214.50	310.62	318.76	354.60	270.10	319.40
2.7 Contenido de Humedad (2.5/2.6)	%	12.4	13.8	12.6	14.7	12.8	15.2
RESULTADOS							
3.1 Área superficial del molde	pulg2	27.94		27.57		28.13	
3.2 Volúmen de suelo	cm3	2 094.70		2 063.58		2 119.43	
3.3Masa del suelo húmedo (1.8-1.4)	g	3091	3426	3084	3234	2725	2867
3.4 Densidad húmeda (3.3/3.2)	g/cm3	1.48	1.64	1.49	1.57	1.29	1.35
3.5 Densidad Seca (3.4/(1+2.7/100))	g/cm3	1.44	1.59	1.46	1.53	1.25	1.32

EXPANSION

MOLDE			15			22			20		
FECHA	HORA	TIEMPO (horas)	DIAL pulg	Expansión (mm)	(%)	DIAL pulg	Expansión (mm)	(%)	DIAL pulg	Expansión (mm)	(%)
30/09/2025	11:00:00 a. m.	0	0.000	-	-	0.000	-	-	0.000	-	-
01/10/2025	11:00:00 a. m.	24	0.101	2.565	2.21%	0.103	2.616	2.26%	0.107	2.718	2.34%
02/10/2025	11:00:00 a. m.	48	0.103	2.616	2.26%	0.105	2.667	2.30%	0.110	2.794	2.41%
03/10/2025	11:00:00 a. m.	72	0.105	2.667	2.30%	0.108	2.743	2.36%	0.113	2.870	2.47%
04/10/2025	11:00:00 a. m.	96	0.107	2.718	2.34%	0.110	2.794	2.41%	0.119	3.023	2.61%

PENETRACIÓN

MOLDE			15					22					20				
PENETRACION		ESTANDAR	CARGA					CARGA					CARGA				
pulgadas	mm	(lb/pulg2)	Lectura	lb	lb/pulg2	Correc.	%	Lectura	lb	lb/pulg2	Correc.	%	Lectura	lb	lb/pulg2	Correc.	%
0.000			0.0	0.0	0.0			0.0	0.0	0.0			0.0	0.0	0.0		
0.025	0.64		20.6	45.3	14.9			9.5	20.8	6.8			5.4	11.8	3.9		
0.050	1.27		64.4	141.9	46.6			38.5	84.8	27.9			25.4	55.9	18.4		
0.075	1.91		99.5	219.3	72.1			76.5	168.6	55.4			44.4	97.8	32.1		
0.100	2.54	1000	114.3	251.9	82.8	94.0	9.4	97.4	214.7	70.5	79.9	8.0	69.5	153.1	50.3	64.0	6.4
0.125	3.18		155.4	342.5	112.6			125.5	276.6	90.9			97.5	214.9	70.6		
0.150	3.81		173.6	382.7	125.7			146.4	322.7	106.0			118.4	261.0	85.7		
0.175	4.45		200.7	442.4	145.4			168.6	371.7	122.1			137.3	302.6	99.4		
0.200	5.08	1500	223.2	492.0	161.7	154.8	10.3	197.4	435.2	143.0	130.9	8.7	155.4	342.5	112.6	105.7	7.0
0.300	7.62		257.5	567.7	186.5			206.5	455.2	149.6			168.5	371.4	122.0		
0.400	10.16		271.6	598.8	196.7			218.4	481.5	158.2			171.4	377.8	124.1		
0.500	12.70		291.5	642.6	211.2			226.5	499.3	164.1			175.5	386.9	127.1		

Observaciones:
* *Muestreo realizado por el Solicitante*
* *Los resultados se relacionan solamente con los items sometidos a ensayo*
* *En el informe se indica que los resultados se aplican a la muestra como se recibió*

Normativa de referer * *NTP 339.127-SUELOS. Método de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo (2019)*
* *NTP 339.141-SUELOS. Método de ensayo para la compactación del suelo en laboratorio utilizando energía modificada (2700kn-m/m3(56 000 pie-lbf/pie3))*

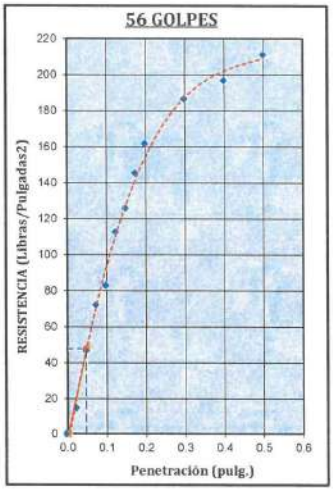
MINEYER HERNÁNDEZ ARCA
INGENIERO CIVIL
REG. CIP. 152285
ESP. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

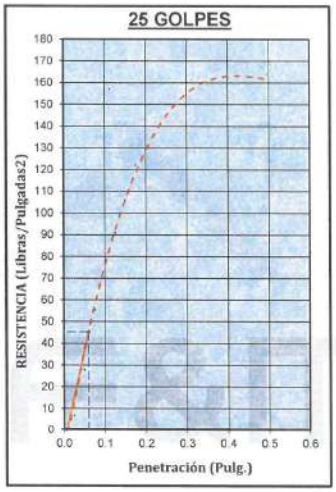
PROYECTO	: "EVALUACIÓN DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DE SUELOS A-6 MEDIANTE LA SUSTITUCIÓN PARCIAL DE CAL POR CENIZA DE CÁSCARA DE ARROZ EN CAJARURO, AMAZONAS".		
UBICACIÓN	: CAJARURO - UTCUBAMBA - AMAZONAS		
CANTERA	: NO APLICA	CÓDIGO INTERNO	: ----
SOLICITANTES	: JEAN CARLOS BARDALES SUAREZ	ENSAYO POR	: A.J.S.G.
	: JEAN ERICH VÁSQUEZ DELGADO	F. DE RECEPCIÓN	: Set-25
F. DE INICIO DE ENSAYO	: 30/09/2025	F. DE EMESIÓN	: Oct-25
F. DE TERMINO DE ENSAYO	: 04/10/2025	PÁGINA	: 7 de 7

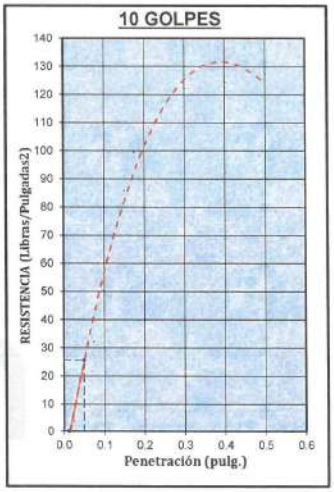
INFORME DE ENSAYO - 2025/F&M

Suelos. Métodos de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio.
NTP 339.145 (2019)

CALICATA :	C-01	ADICIÓN :	E-01 (2%CAL) - REP02	COORDENADAS:	-----	-----

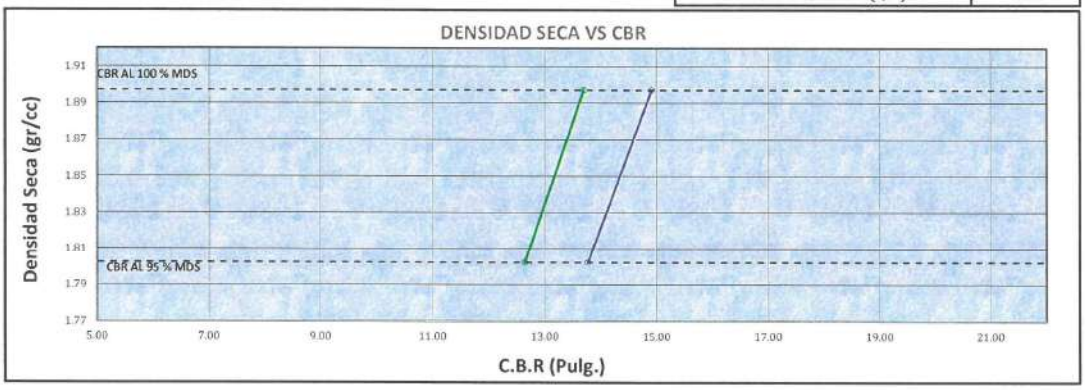






DATOS DE PROCTOR	
ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%) :	12.84
MÁXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm3) :	1.90
95% MÁXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm3) :	1.80

RESULTADOS DE CBR	
C.B.R. al 100% de M.D.S (0,1") :	13.71
C.B.R. al 95% de M.D.S (0,1") :	12.65
C.B.R. al 100% de M.D.S (0,2") :	14.93
C.B.R. al 95% de M.D.S (0,2") :	13.78



Observaciones:
- *Muestreo realizado por el Solicitante*
- *Los resultados se relacionan solamente con los ítems sometidos a ensayo*
- *En el informe se indica que los resultados se aplican a la muestra como se recibió*

Normativa de referencia:
- *NTP 339.127-SUELOS. Método de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo (2019)*
- *NTP 339.141-SUELOS. Método de ensayo para la compactación del suelo en laboratorio utilizando energía modificada (2700kn-m/m3(56 000 pie-lbf/pie3))*

ENNEYER HERNÁNDEZ ARCA
INGENIERO CIVIL
REG. CIP. 152285
ESP. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

PROYECTO	: "EVALUACIÓN DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DE SUELOS A-6 MEDIANTE LA SUSTITUCIÓN PARCIAL DE CAL POR CENIZA DE CÁSCARA DE ARROZ EN CAJARURO, AMAZONAS".		
UBICACIÓN	: CAJARURO - UTCUBAMBA - AMAZONAS		
CANTERA	: NO APLICA	**CÓDIGO INTERNO**	: ----
SOLICITANTES	: JEAN CARLOS BARDALES SUAREZ	**ENSAYO POR**	: A.J.S.G.
	: JEAN ERICH VÁSQUEZ DELGADO	**F. DE RECEPCIÓN**	: Set-25
F. DE TERMINO DE ENSAYO	: 29/09/2025	**F. DE EMESIÓN**	: Oct-25
F. DE INICIO DE ENSAYO	: 30/09/2025	**PÁGINA**	: 5 de 7

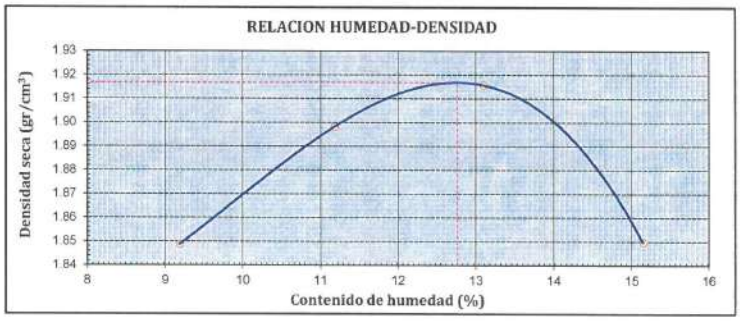
INFORME DE ENSAYO - 2025/F&M

SUELOS. MÉTODO DE ENSAYO PARA LA COMPACTACIÓN DEL SUELO EN LABORATORIO UTILIZANDO UNA ENERGÍA MODIFICADA (2700Kn-m/m3(56 000 pie-lbf/pie3))

NTP 339.141.1998 (revisada el 2019)

CALICATA :	C-01	ADICIÓN :	E-01 (4%CAL)	PROFUNDIDAD:	(0.00 - 1.50 m)

COMPACTACIÓN DE LAS MUESTRAS		MÉTODO DE ENSAYO			A
PRUEBA	***UND***	**1**	**2**	**3**	**4**
NUMERO DE MOLDE	*N°*	2	2	2	2
NUMERO DE CAPAS	---	5	5	5	5
NUMERO DE GOLPES POR CAPA	*N°*	25	25	25	25
VOLUMEN MOLDE	cm^3	905.61	905.61	905.61	905.61
MASA MUESTRA HUMEDA Y MOLDE	gr	6253.00	6336.00	6387.00	6354.00
MASA MOLDE	gr	4425.00	4425.00	4425.00	4425.00
MASA MUESTRA HUMEDA	gr	1828.00	1911.00	1962.00	1929.00
HUMEDAD DE COMPACTACIÓN					
NUMERO DE TARA	-	5.2	3.6	A-8	A-3
MASA DE SUELO HUMEDO + TARA	gr	397.66	415.09	402.11	410.92
MASA SUELO SECO + TARA	gr	370.85	377.87	363.57	365.81
MASA DE TARA	gr	79.07	44.86	69.35	68.18
MASA DEL AGUA	gr	26.81	37.22	38.54	45.11
MASA SUELO SECO	gr	291.78	333.01	294.22	297.63
% DE NUMEDAD	%	**9.19**	**11.18**	**13.10**	**15.16**
DETERMINACIÓN DEL PESOS UNITARIOS DE LOS ESPECÍMENES					
DENSIDAD HUMEDO	gr/cm^3	**2.019**	**2.110**	**2.166**	**2.130**
DENSIDAD SECA	gr/cm^3	**1.849**	**1.898**	**1.916**	**1.850**



MAXIMA DENSIDAD SECA	
1.917	g/cm^3

OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD	
12.76	(%)



Observaciones:

* *Muestreo realizado por el Solicitante*
* *Los resultados se relacionan solamente con los items sometidos a ensayo*
* *En el informe se indica que los resultados se aplican a la muestra como se recibió*

Normativa de referencia:

* *NTP 339.127-SUELOS. Método de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo (2019)*

KAMEYER HERNÁNDEZ ARCA
INGENIERO CIVIL
REG. CIP. 152285
ESP. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

PROYECTO	: "EVALUACIÓN DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DE SUELOS A-6 MEDIANTE LA SUSTITUCIÓN PARCIAL DE CAL POR CENIZA DE CÁSCARA DE ARROZ EN CAJARURO, AMAZONAS".		
UBICACIÓN	: CAJARURO - UTCUBAMBA - AMAZONAS		
CANTERA	: NO APLICA	**CÓDIGO INTERNO**	: ----
SOLICITANTES	: JEAN CARLOS BARDALES SUAREZ	**ENSAYO POR**	: A.J.S.G.
	: JEAN ERICH VÁSQUEZ DELGADO	**F. DE RECEPCIÓN**	: Set-25
F. DE INICIO DE ENSAYO	: 30/09/2025	**F. DE EMESIÓN**	: Oct-25
F. DE TERMINO DE ENSAYO	: 04/10/2025	**PÁGINA**	: 6 de 7

INFORME DE ENSAYO - 2025/F&M

Suelos. Métodos de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio.
NTP 339.145 (2019)

CALICATA :	C-01	ADICIÓN :	E-01 (4%CAL)	COORDENADAS:	-----	-----

DATOS							
1.1 N° de molde	-	21		6		8	
1.2 Diametro interior de molde	cm	15.12		15.14		15.16	
1.3 Altura molde descontando disco espaciador	cm	11.65		11.61		11.60	
1.4 Masa del molde (incluye base)	g	8 573		8 615		8 254	
1.5 N° de capas	-	5		5		5	
1.6 N° de golpes por capa	-	**56**		**25**		**10**	
1.7 Condición de muestra	-	S/Mojar	Mojada	S/Mojar	Mojada	S/Mojar	Mojada
1.8 Masa de molde(incluye base) + Masa húmedo	g	11602	11901	11376	11632	11056	11287
CÁLCULO DE CONTENIDO DE HUMEDAD							
2.1 N° Tara	-	A-9	B-9	6.4	4.1	A-9	3.5
2.2 Masa de tara	g	65.90	45.60	91.20	69.80	65.90	42.80
2.3 Masa de tara + Suelo Húmedo	g	303.40	410.40	321.30	420.43	320.40	398.50
2.4 Masa de tara + Suelo Seco	g	277.60	367.40	296.10	377.10	292.40	351.32
2.5 Masa de agua contenida (2.3-2.4)	g	25.80	43.00	25.20	43.33	28.00	47.18
2.6 Masa de suelo seco (2.4-2.2)	g	211.70	321.80	204.90	307.30	226.50	308.52
2.7 Contenido de Humedad (2.5/2.6)	%	12.2	13.4	12.3	14.1	12.4	15.3
RESULTADOS							
3.1 Área superficial del molde	pulg2	27.83		27.90		27.98	
3.2 Volúmen de suelo	cm3	2 091.80		2 090.13		2 093.85	
3.3Masa del suelo húmedo (1.8-1.4)	g	3029	3328	2761	3017	2802	3033
3.4 Densidad húmeda (3.3/3.2)	g/cm3	1.45	1.59	1.32	1.44	1.34	1.45
3.5 Densidad Seca (3.4/(1+2.7/100))	g/cm3	1.41	1.55	1.29	1.41	1.30	1.41

EXPANSIÓN

MOLDE			21			6			8		
FECHA	HORA	TIEMPO (horas)	DIAL pulg	Expansión (mm)	Expansión (%)	DIAL pulg	Expansión (mm)	Expansión (%)	DIAL pulg	Expansión (mm)	Expansión (%)
30/09/2025	11:00:00 a. m.	0	0.000	-	-	0.000	-	-	0.000	-	-
01/10/2025	11:00:00 a. m.	24	0.090	2.286	1.97%	0.095	2.413	2.08%	0.100	2.540	2.19%
02/10/2025	11:00:00 a. m.	48	0.097	2.464	2.12%	0.100	2.540	2.19%	0.103	2.616	2.26%
03/10/2025	11:00:00 a. m.	72	0.100	2.540	2.19%	0.103	2.616	2.26%	0.106	2.692	2.32%
04/10/2025	11:00:00 a. m.	96	0.102	2.591	2.23%	0.107	2.718	2.34%	0.108	2.743	2.36%

PENETRACIÓN

MOLDE			21					6					8				
PENETRACION		C.ESTANDAR	CARGA					CARGA					CARGA				
pulgadas	mm	(lb/pulg2)	Lectura	lb	lb/pulg2	Correc.	%	Lectura	lb	lb/pulg2	Correc.	%	Lectura	lb	lb/pulg2	Correc.	%
0.000			0.0	0.0	0.0			0.0	0.0	0.0			0.0	0.0	0.0		
0.025	0.64		17.3	38.1	12.5			7.2	15.9	5.2			5.5	12.1	4.0		
0.050	1.27		72.5	159.9	52.5			39.4	86.9	28.5			27.4	60.4	19.9		
0.075	1.91		95.4	210.4	69.1			54.3	119.7	39.3			43.8	96.6	31.7		
0.100	2.54	1000	121.4	267.7	88.0	86.3	8.6	80.4	177.3	58.3	68.3	6.8	51.2	112.9	37.1	48.2	4.8
0.125	3.18		139.8	308.3	101.3			107.6	237.3	78.0			70.5	155.5	51.1		
0.150	3.81		154.6	340.9	112.0			120.6	265.9	87.4			98.2	216.5	71.1		
0.175	4.45		178.3	393.2	129.2			150.3	331.4	108.9			106.0	233.7	76.8		
0.200	5.08	1500	243.6	537.1	176.5	155.0	10.3	190.6	420.3	138.1	125.7	8.4	122.2	269.5	88.5	84.3	5.6
0.300	7.62		281.3	620.3	203.8			227.3	501.2	164.7			143.2	315.8	103.8		
0.400	10.16		323.4	713.1	234.3			258.2	569.3	187.1			173.3	382.1	125.6		
0.500	12.70		351.1	774.2	254.4			288.0	635.0	208.7			198.1	436.8	143.5		

Observaciones:
* *Muestreo realizado por el Solicitante*
* *Los resultados se relacionan solamente con los ítems sometidos a ensayo*
* *En el informe se indica que los resultados se aplican a la muestra como se recibió*

Normativa de referer * *NTP 339.127-SUELOS. Método de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo (2019)*
* *NTP 339.141-SUELOS. Método de ensayo para la compactación del suelo en laboratorio utilizando energía modificada (2700kn-m/m3(56 000 pie-lbf/pie3))*

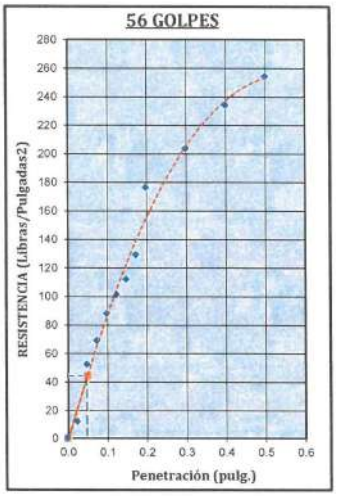
ANEYER HERNÁNDEZ ARCA
INGENIERO CIVIL
REG. CIP. 152285
ESP. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

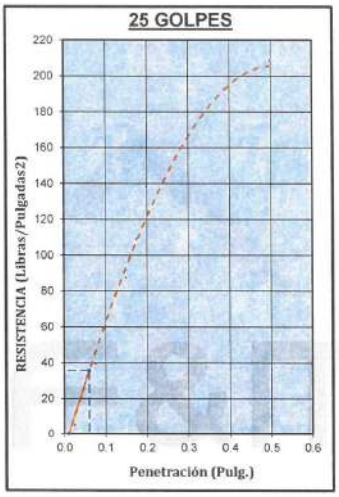
PROYECTO	: "EVALUACIÓN DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DE SUELOS A-6 MEDIANTE LA SUSTITUCIÓN PARCIAL DE CAL POR CENIZA DE CÁSCARA DE ARROZ EN CAJARURO, AMAZONAS".		
UBICACIÓN	: CAJARURO - UTCUBAMBA - AMAZONAS		
CANTERA	: NO APLICA	CÓDIGO INTERNO	: ---
SOLICITANTES	: JEAN CARLOS BARDALES SUAREZ	ENSAYO POR	: A.J.S.G.
	: JEAN ERICH VÁSQUEZ DELGADO	F. DE RECEPCIÓN	: Set-25
F. DE INICIO DE ENSAYO	: 30/09/2025	F. DE EMESIÓN	: Oct-25
F. DE TERMINO DE ENSAYO	: 04/10/2025	PÁGINA	: 7 de 7

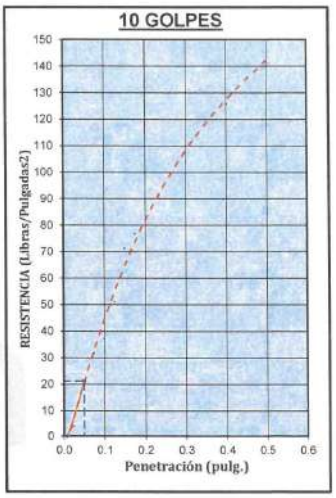
INFORME DE ENSAYO - 2025/F&M

Suelos. Métodos de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio.
NTP 339.145 (2019)

CALICATA :	C-01	ADICIÓN :	E-01 (4%CAL)	COORDENADAS:	-----	-----

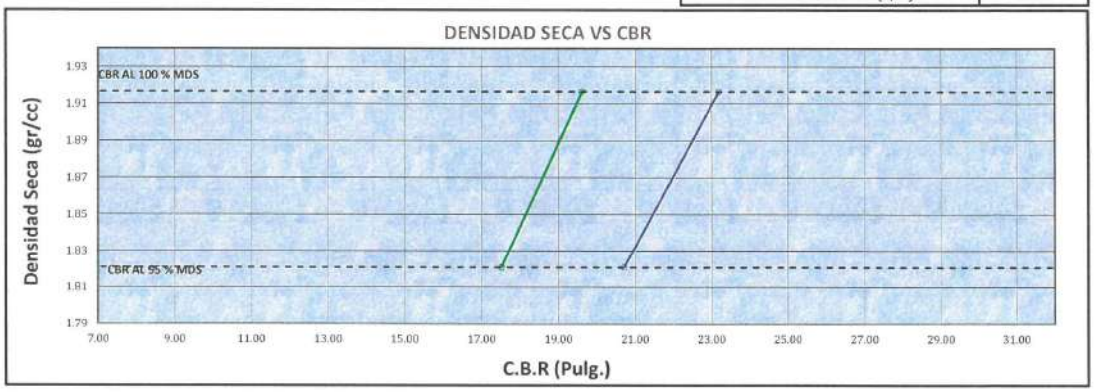






DATOS DE PROCTOR	
ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%) :	12.76
MÁXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm3) :	1.92
95% MÁXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm3) :	1.82

RESULTADOS DE CBR	
C.B.R. al 100% de M.D.S (0,1") :	19.63
C.B.R. al 95% de M.D.S (0,1") :	17.52
C.B.R. al 100% de M.D.S (0,2") :	23.21
C.B.R. al 95% de M.D.S (0,2") :	20.73



Observaciones:

* *Muestreo realizado por el Solicitante*
* *Los resultados se relacionan solamente con los ítems sometidos a ensayo*
* *En el informe se indica que los resultados se aplican a la muestra como se recibió*

Normativa de referencia:

* *NTP 339.127-SUELOS. Método de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo (2019)*
* *NTP 339.141-SUELOS. Método de ensayo para la compactación del suelo en laboratorio utilizando energía modificada (2700kn-m/m3(56 000 pie-lbf/pie3))*

MAYNEYER HERNÁNDEZ ARCA
INGENIERO CIVIL
REG. CIP. 152285
ESP. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

PROYECTO	: "EVALUACIÓN DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DE SUELOS A-6 MEDIANTE LA SUSTITUCIÓN PARCIAL DE CAL POR CENIZA DE CÁSCARA DE ARROZ EN CAJARURO, AMAZONAS".		
UBICACIÓN	: CAJARURO - UTCUBAMBA - AMAZONAS		
CANTERA	: NO APLICA	**CÓDIGO INTERNO**	: ----
SOLICITANTES	: JEAN CARLOS BARDALES SUAREZ	**ENSAYO POR**	: A.J.S.G.
	: JEAN ERICH VÁSQUEZ DELGADO	**F. DE RECEPCIÓN**	: Set-25
F. DE TERMINO DE ENSAYO	: 29/09/2025	**F. DE EMESIÓN**	: Oct-25
F. DE INICIO DE ENSAYO	: 30/09/2025	**PÁGINA**	: 5 de 7

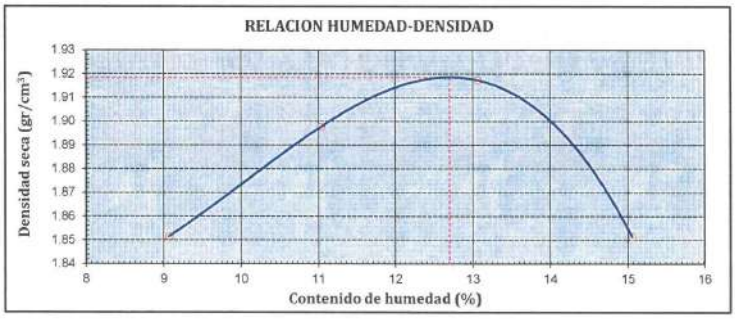
INFORME DE ENSAYO - 2025/F&M

SUELOS. MÉTODO DE ENSAYO PARA LA COMPACTACIÓN DEL SUELO EN LABORATORIO UTILIZANDO UNA ENERGÍA MODIFICADA (2700Kn-m/m3(56 000 pie-lbf/pie3))

NTP 339.141.1998 (revisada el 2019)

CALICATA :	C-01	ADICIÓN :	E-01 (4%CAL) - REP02	PROFUNDIDAD:	(0.00 - 1.50 m)

COMPACTACIÓN DE LAS MUESTRAS		MÉTODO DE ENSAYO			A
PRUEBA	***UND***	**1**	**2**	**3**	**4**
NUMERO DE MOLDE	*N°*	2	2	2	2
NUMERO DE CAPAS	---	5	5	5	5
NUMERO DE GOLPES POR CAPA	*N°*	25	25	25	25
VOLUMEN MOLDE	cm^3	905.61	905.61	905.61	905.61
MASA MUESTRA HUMEDA Y MOLDE	gr	6254.00	6333.00	6388.00	6354.00
MASA MOLDE	gr	4425.00	4425.00	4425.00	4425.00
MASA MUESTRA HUMEDA	gr	1829.00	1908.00	1963.00	1929.00
HUMEDAD DE COMPACTACIÓN					
NUMERO DE TARA	-	3.5	B-6	B-8	A-10
MASA DE SUELO HUMEDO + TARA	gr	403.10	389.40	415.22	397.41
MASA SUELO SECO + TARA	gr	373.13	355.64	373.40	354.87
MASA DE TARA	gr	42.80	49.50	53.20	72.40
MASA DEL AGUA	gr	29.97	33.76	41.82	42.54
MASA SUELO SECO	gr	330.33	306.14	320.20	282.47
% DE NUMEDAD	%	**9.07**	**11.03**	**13.06**	**15.06**
DETERMINACIÓN DEL PESOS UNITARIOS DE LOS ESPECÍMENES					
DENSIDAD HUMEDO	gr/cm^3	**2.020**	**2.107**	**2.168**	**2.130**
DENSIDAD SECA	gr/cm^3	**1.852**	**1.898**	**1.917**	**1.851**



MAXIMA DENSIDAD SECA	
1.918	g/cm^3

OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD	
12.70	(%)



Observaciones:

- ** Muestreo realizado por el Solicitante*
- ** Los resultados se relacionan solamente con los items sometidos a ensayo*
- ** En el informe se indica que los resultados se aplican a la muestra como se recibió*

Normativa de referencia:

- ** NTP 339.127-SUELOS. Método de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo (2019)*

RANEYER HERNÁNDEZ ARCA
INGENIERO CIVIL
REG. CIP. 152285
ESP. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

PROYECTO	: "EVALUACIÓN DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DE SUELOS A-6 MEDIANTE LA SUSTITUCIÓN PARCIAL DE CAL POR CENIZA DE CÁSCARA DE ARROZ EN CAJARURO, AMAZONAS".		
UBICACIÓN	: CAJARURO - UTCUBAMBA - AMAZONAS		
CANTERA	: NO APLICA	**CÓDIGO INTERNO**	: ----
SOLICITANTES	: JEAN CARLOS BARDALES SUAREZ	**ENSAYO POR**	: A.J.S.G.
	: JEAN ERICH VÁSQUEZ DELGADO	**F. DE RECEPCIÓN**	: Set-25
F. DE INICIO DE ENSAYO	: 30/09/2025	**F. DE EMESIÓN**	: Oct-25
F. DE TERMINO DE ENSAYO	: 04/10/2025	**PÁGINA**	: 6 de 7

INFORME DE ENSAYO - 2025/F&M

Suelos. Métodos de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. NTP 339.145 (2019)

CALICATA : C-01	**ADICIÓN :** E-01 (4%CAL) - REP02	**COORDENADAS:** ----- -----

DATOS								
1.1 N° de molde	-	17		11		16		
1.2 Diametro interior de molde	cm	15.14		15.15		15.11		
1.3 Altura molde descontando disco espaciador	cm	11.62		11.64		11.64		
1.4 Masa del molde (incluye base)	g	8 584		8 464		8 587		
1.5 N° de capas	-	5		5		5		
1.6 N° de golpes por capa	-	**56**		**25**		**10**		
1.7 Condición de muestra	-	S/Mojar	Mojada	S/Mojar	Mojada	S/Mojar	Mojada	
1.8 Masa de molde(incluye base) + Masa húmedo	g	11457	11834	11206	11542	11036	11256	
CÁLCULO DE CONTENIDO DE HUMEDAD								
2.1 N° Tara	-	5.1	6.1	5.2	6.2	3.6	B-9	
2.2 Masa de tara	g	80.30	126.00	79.00	90.20	44.90	45.60	
2.3 Masa de tara + Suelo Húmedo	g	432.54	476.23	346.23	457.32	315.65	367.43	
2.4 Masa de tara + Suelo Seco	g	394.43	435.08	316.90	411.65	285.77	325.11	
2.5 Masa de agua contenida (2.3-2.4)	g	38.11	41.15	29.33	45.67	29.88	42.32	
2.6 Masa de suelo seco (2.4-2.2)	g	314.13	309.08	237.90	321.45	240.87	279.51	
2.7 Contenido de Humedad (2.5/2.6)	%	12.1	13.3	12.3	14.2	12.4	15.1	
RESULTADOS								
3.1 Área superficial del molde	pulg2	27.90		27.94		27.79		
3.2 Volúmen de suelo	cm3	2 091.93		2 098.30		2 087.24		
3.3Masa del suelo húmedo (1.8-1.4)	g	2873	3250	2742	3078	2449	2669	
3.4 Densidad húmeda (3.3/3.2)	g/cm3	1.37	1.55	1.31	1.47	1.17	1.28	
3.5 Densidad Seca (3.4/(1+2.7/100))	g/cm3	1.34	1.51	1.27	1.43	1.14	1.25	

EXPANSIÓN

MOLDE			17			11			16		
FECHA	HORA	TIEMPO (horas)	DIAL pulg	Expansión (mm)	Expansión (%)	DIAL pulg	Expansión (mm)	Expansión (%)	DIAL pulg	Expansión (mm)	Expansión (%)
30/09/2025	11:00:00 a. m.	0	0.000	-	-	0.000	-	-	0.000	-	-
01/10/2025	11:00:00 a. m.	24	0.091	2.311	1.99%	0.096	2.438	2.10%	0.101	2.565	2.21%
02/10/2025	11:00:00 a. m.	48	0.098	2.489	2.15%	0.102	2.591	2.23%	0.104	2.642	2.28%
03/10/2025	11:00:00 a. m.	72	0.101	2.565	2.21%	0.104	2.642	2.28%	0.107	2.718	2.34%
04/10/2025	11:00:00 a. m.	96	0.103	2.616	2.26%	0.108	2.743	2.36%	0.109	2.769	2.39%

PENETRACIÓN

MOLDE			17					11					16				
PENETRACION		ESTANDAR	CARGA					CARGA					CARGA				
pulgadas	mm	(lb/pulg2)	Lectura	lb	lb/pulg2	Correc.	%	Lectura	lb	lb/pulg2	Correc.	%	Lectura	lb	lb/pulg2	Correc.	%
0.000			0.0	0.0	0.0			0.0	0.0	0.0			0.0	0.0	0.0		
0.025	0.64		17.4	38.3	12.6			7.3	16.0	5.3			5.6	12.2	4.0		
0.050	1.27		73.6	162.2	53.3			40.5	89.2	29.3			28.5	62.7	20.6		
0.075	1.91		96.5	212.7	69.9			55.4	122.0	40.1			44.9	98.9	32.5		
0.100	2.54	1000	122.5	270.0	88.7	86.9	8.7	81.5	179.6	59.0	68.8	6.9	50.3	110.8	36.4	48.8	4.9
0.125	3.18		140.9	310.6	102.0			108.7	239.6	78.7			71.6	157.8	51.8		
0.150	3.81		155.7	343.2	112.8			121.7	268.2	88.1			99.3	218.8	71.9		
0.175	4.45		179.4	395.5	129.9			151.4	333.7	109.7			105.2	232.0	76.2		
0.200	5.08	1500	244.7	539.5	177.3	155.8	10.4	191.7	422.6	138.9	126.4	8.4	123.3	271.8	89.3	85.6	5.7
0.300	7.62		282.4	622.6	204.6			228.4	503.5	165.4			142.3	313.7	103.1		
0.400	10.16		324.5	715.4	235.1			259.3	571.6	187.8			174.4	384.4	126.3		
0.500	12.70		352.2	776.5	255.1			289.1	637.5	209.5			199.2	439.1	144.3		

Observaciones:
* *Muestreo realizado por el Solicitante*
* *Los resultados se relacionan solamente con los ítems sometidos a ensayo*
* *En el informe se indica que los resultados se aplican a la muestra como se recibió*

Normativa de refere:
* *NTP 339.127-SUELOS. Método de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo (2019)*
* *NTP 339.141-SUELOS. Método de ensayo para la compactación del suelo en laboratorio utilizando energía modificada (2700kn-m/m3(56 000 pie-lbf/pie3))*

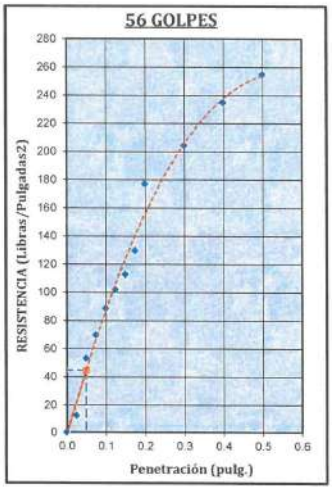
KENEYER HERNÁNDEZ ARCA
INGENIERO CIVIL
REG. CIP. 152295
ESP. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

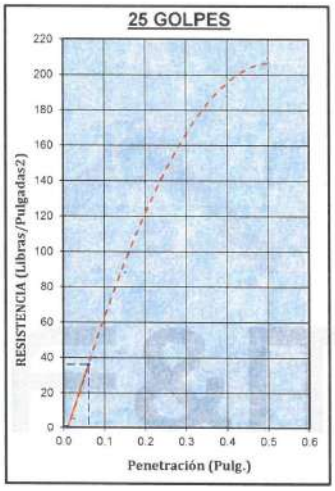
PROYECTO	: "EVALUACIÓN DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DE SUELOS A-6 MEDIANTE LA SUSTITUCIÓN PARCIAL DE CAL POR CENIZA DE CÁSCARA DE ARROZ EN CAJARURO, AMAZONAS".		
UBICACIÓN	: CAJARURO - UTCUBAMBA - AMAZONAS		
CANTERA	: NO APLICA	**CÓDIGO INTERNO**	: ----
SOLICITANTES	: JEAN CARLOS BARDALES SUAREZ	**ENSAYO POR**	: A.J.S.G.
	: JEAN ERICH VÁSQUEZ DELGADO	**F. DE RECEPCIÓN**	: Set-25
F. DE INICIO DE ENSAYO	: 30/09/2025	**F. DE EMESIÓN**	: Oct-25
F. DE TERMINO DE ENSAYO	: 04/10/2025	**PÁGINA**	: 7 de 7

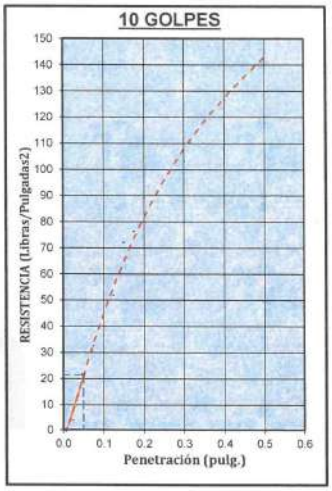
INFORME DE ENSAYO - 2025/F&M

Suelos. Métodos de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio.
NTP 339.145 (2019)

CALICATA :	C-01	ADICIÓN :	E-01 (4%CAL) - REP02	COORDENADAS:	-----	-----

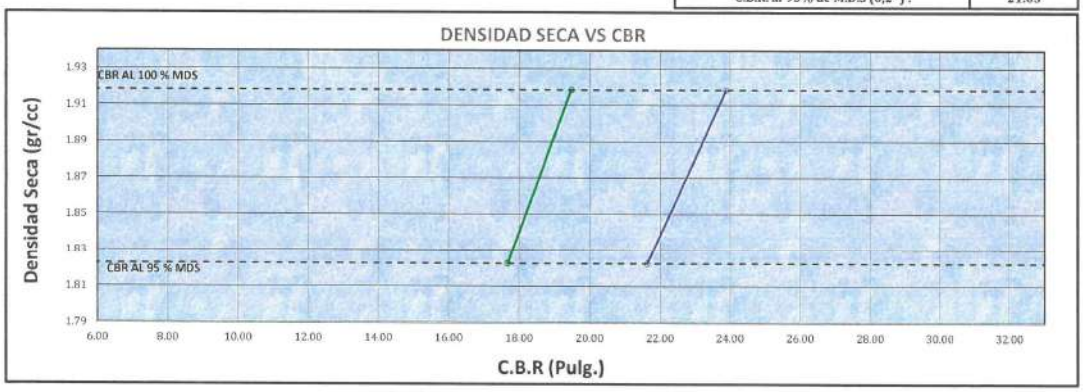






DATOS DE PROCTOR	
ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%) :	12.70
MÁXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm3) :	1.92
95% MÁXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm3) :	1.82

RESULTADOS DE CBR	
C.B.R. al 100% de M.D.S (0,1") :	19.48
C.B.R. al 95% de M.D.S (0,1") :	17.66
C.B.R. al 100% de M.D.S (0,2") :	23.90
C.B.R. al 95% de M.D.S (0,2") :	21.65



Observaciones:

* *Muestreo realizado por el Solicitante*
* *Los resultados se relacionan solamente con los ítems sometidos a ensayo*
* *En el informe se indica que los resultados se aplican a la muestra como se recibió*

Normativa de referencia:

* *NTP 339.127-SUELOS. Método de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo (2019)*
* *NTP 339.141-SUELOS. Método de ensayo para la compactación del suelo en laboratorio utilizando energía modificada (2700kn-m/m3(56 000 pie-lbf/pie3))*

MAYER HERNÁNDEZ ARCA
INGENIERO CIVIL
REG. CIP. 152285
ESP. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

PROYECTO	: "EVALUACIÓN DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DE SUELOS A-6 MEDIANTE LA SUSTITUCIÓN PARCIAL DE CAL POR CENIZA DE CÁSCARA DE ARROZ EN CAJARURO, AMAZONAS".		
UBICACIÓN	: CAJARURO - UTCUBAMBA - AMAZONAS		
CANTERA	: NO APLICA	**CÓDIGO INTERNO**	: ----
SOLICITANTES	: JEAN CARLOS BARDALES SUAREZ	**ENSAYO POR**	: A.J.S.G.
	: JEAN ERICH VÁSQUEZ DELGADO	**F. DE RECEPCIÓN**	: Set-25
F. DE TERMINO DE ENSAYO	: 29/09/2025	**F. DE EMESIÓN**	: Oct-25
F. DE INICIO DE ENSAYO	: 30/09/2025	**PÁGINA**	: 5 de 7

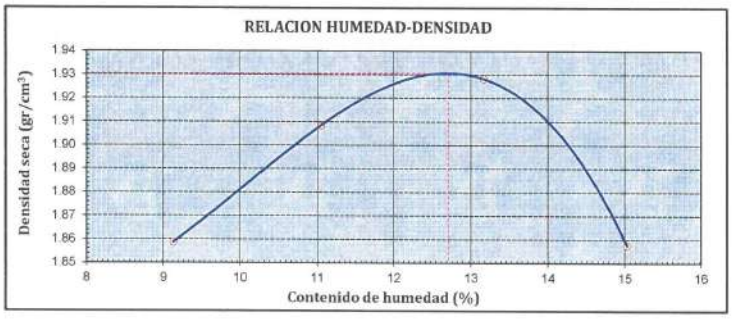
INFORME DE ENSAYO - 2025/F&M

SUELOS. MÉTODO DE ENSAYO PARA LA COMPACTACIÓN DEL SUELO EN LABORATORIO UTILIZANDO UNA ENERGÍA MODIFICADA (2700Kn-m/m3(56 000 pie-lbf/pie3))

NTP 339.141.1998 (revisada el 2019)

CALICATA :	C-01	ADICIÓN :	E-01 (6%CAL)	PROFUNDIDAD:	(0.00 - 1.50 m)

COMPACTACIÓN DE LAS MUESTRAS		MÉTODO DE ENSAYO			A
PRUEBA	***UND***	**1**	**2**	**3**	**4**
NUMERO DE MOLDE	N°	2	2	2	2
NUMERO DE CAPAS	---	5	5	5	5
NUMERO DE GOLPES POR CAPA	N°	25	25	25	25
VOLUMEN MOLDE	cm^3	905.61	905.61	905.61	905.61
MASA MUESTRA HUMEDA Y MOLDE	gr	6262.00	6344.00	6401.00	6360.00
MASA MOLDE	gr	4425.00	4425.00	4425.00	4425.00
MASA MUESTRA HUMEDA	gr	1837.00	1919.00	1976.00	1935.00
HUMEDAD DE COMPACTACIÓN					
NUMERO DE TARA	-	B-14	B-11	B-7	B-13
MASA DE SUELO HUMEDO + TARA	gr	415.57	402.92	433.21	422.09
MASA SUELO SECO + TARA	gr	384.84	367.45	388.25	372.93
MASA DE TARA	gr	48.28	46.30	46.72	46.00
MASA DEL AGUA	gr	30.73	35.47	44.96	49.16
MASA SUELO SECO	gr	336.56	321.15	341.53	326.93
% DE NUMEDAD	%	**9.13**	**11.04**	**13.16**	**15.04**
DETERMINACIÓN DEL PESOS UNITARIOS DE LOS ESPECÍMENES					
DENSIDAD HUMEDO	gr/cm^3	**2.028**	**2.119**	**2.182**	**2.137**
DENSIDAD SECA	gr/cm^3	**1.859**	**1.908**	**1.928**	**1.857**



MAXIMA DENSIDAD SECA	
1.931	g/cm^3

OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD	
12.71	(%)



Observaciones:

* *Muestreo realizado por el Solicitante*
* *Los resultados se relacionan solamente con los items sometidos a ensayo*
* *En el informe se indica que los resultados se aplican a la muestra como se recibió*

Normativa de referencia:

* *NTP 339.127-SUELOS. Método de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo (2019)*

KINEYER HERNÁNDEZ ARCA
INGENIERO CIVIL
REG. CIP. 152295
ESP. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

PROYECTO	: "EVALUACIÓN DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DE SUELOS A-6 MEDIANTE LA SUSTITUCIÓN PARCIAL DE CAL POR CENIZA DE CÁSCARA DE ARROZ EN CAJARURO, AMAZONAS".		
UBICACIÓN	: CAJARURO - UTCUBAMBA - AMAZONAS		
CANTERA	: NO APLICA	**CÓDIGO INTERNO**	: ----
SOLICITANTES	: JEAN CARLOS BARDALES SUAREZ	**ENSAYO POR**	: A.J.S.G.
	: JEAN ERICH VÁSQUEZ DELGADO	**F. DE RECEPCIÓN**	: Set-25
F. DE INICIO DE ENSAYO	: 30/09/2025	**F. DE EMESIÓN**	: Oct-25
F. DE TERMINO DE ENSAYO	: 04/10/2025	**PÁGINA**	: 6 de 7

INFORME DE ENSAYO - 2025/F&M

Suelos. Métodos de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. NTP 339.145 (2019)

CALICATA :	C-01	**ADICIÓN :**	E-01 (6%CAL)	**COORDENADAS:**	-----	-----

DATOS							
1.1 N° de molde	-	1		16		19	
1.2 Diametro interior de molde	cm	15.18		15.17		15.11	
1.3 Altura molde descontando disco espaciador	cm	11.61		11.64		11.65	
1.4 Masa del molde (incluye base)	g	7 968		8 587		8 474	
1.5 N° de capas	-	5		5		5	
1.6 N° de golpes por capa	-	56		25		10	
1.7 Condición de muestra	-	S/Mojar	Mojada	S/Mojar	Mojada	S/Mojar	Mojada
1.8 Masa de molde(incluye base) + Masa húmedo	g	11256	11455	11293	12350	11095	11246
CÁLCULO DE CONTENIDO DE HUMEDAD							
2.1 Nº Tara	-	B-8	B-6	B-10	B-12	A-10	5.2
2.2 Masa de tara	g	53.20	49.50	46.20	45.10	72.40	79.00
2.3 Masa de tara + Suelo Húmedo	g	345.20	429.40	365.43	411.76	329.50	389.40
2.4 Masa de tara + Suelo Seco	g	313.40	384.54	330.30	365.44	300.62	347.40
2.5 Masa de agua contenida (2.3-2.4)	g	31.80	44.86	35.13	46.32	28.88	42.00
2.6 Masa de suelo seco (2.4-2.2)	g	260.20	335.04	284.10	320.34	228.22	268.40
2.7 Contenido de Humedad (2.5/2.6)	%	12.2	13.4	12.4	14.5	12.7	15.6
RESULTADOS							
3.1 Área superficial del molde	pulg2	28.05		28.02		27.79	
3.2 Volúmen de suelo	cm3	2 101.19		2 103.85		2 089.03	
3.3Masa del suelo húmedo (1.8-1.4)	g	3288	3487	2706	3763	2621	2772
3.4 Densidad húmeda (3.3/3.2)	g/cm3	1.56	1.66	1.29	1.79	1.25	1.33
3.5 Densidad Seca (3.4/(1+2.7/100))	g/cm3	1.52	1.62	1.25	1.74	1.22	1.29

EXPANSIÓN

MOLDE			1			16			19		
FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	Expansión		DIAL	Expansión		DIAL	Expansión	
		(horas)	pulg	(mm)	(%)	pulg	(mm)	(%)	pulg	(mm)	(%)
30/09/2025	11:00:00 a. m.	0	0.000	-	-	0.000	-	-	0.000	-	-
01/10/2025	11:00:00 a. m.	24	0.087	2.210	1.91%	0.093	2.362	2.04%	0.096	2.438	2.10%
02/10/2025	11:00:00 a. m.	48	0.091	2.311	1.99%	0.096	2.438	2.10%	0.098	2.489	2.15%
03/10/2025	11:00:00 a. m.	72	0.095	2.413	2.08%	0.100	2.540	2.19%	0.101	2.565	2.21%
04/10/2025	11:00:00 a. m.	96	0.098	2.489	2.15%	0.102	2.591	2.23%	0.104	2.642	2.28%

PENETRACIÓN

MOLDE			1					16					19				
PENETRACION		ESTANDAR	CARGA					CARGA					CARGA				
pulgadas	mm	(lb/pulg2)	Lectura	lb	lb/pulg2	Correc.	%	Lectura	lb	lb/pulg2	Correc.	%	Lectura	lb	lb/pulg2	Correc.	%
0.000			0.0	0.0	0.0			0.0	0.0	0.0			0.0	0.0	0.0		
0.025	0.64		21.3	47.0	15.4			10.2	22.5	7.4			6.1	13.5	4.4		
0.050	1.27		79.3	174.9	57.5			47.4	104.5	34.3			32.4	71.4	23.5		
0.075	1.91		108.2	238.6	78.4			64.3	141.8	46.6			47.8	105.4	34.6		
0.100	2.54	1000	176.2	388.5	127.7	153.8	15.4	110.4	243.4	80.0	79.9	8.0	81.2	179.0	58.8	64.5	6.4
0.125	3.18		227.4	501.4	164.8			127.6	281.4	92.4			98.5	217.2	71.4		
0.150	3.81		271.3	598.2	196.6			150.6	332.1	109.1			115.4	254.5	83.6		
0.175	4.45		344.8	760.3	249.8			170.3	375.5	123.4			132.5	292.2	96.0		
0.200	5.08	1500	388.3	856.2	281.3	256.4	17.1	210.6	464.4	152.6	140.9	9.4	165.3	364.5	119.8	109.0	7.3
0.300	7.62		415.3	915.7	300.9			237.3	523.2	171.9			182.3	402.0	132.1		
0.400	10.16		432.5	953.7	313.4			288.2	635.5	208.8			194.3	428.4	140.8		
0.500	12.70		463.5	1022.1	335.8			308.0	679.1	223.1			213.5	470.8	154.7		

Observaciones:
* *Muestreo realizado por el Solicitante*
* *Los resultados se relacionan solamente con los items sometidos a ensayo*
* *En el informe se indica que los resultados se aplican a la muestra como se recibió*

Normativa de referer * *NTP 339.127-SUELOS. Método de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo (2019)*
* *NTP 339.141-SUELOS. Método de ensayo para la compactación del suelo en laboratorio utilizando energía modificada (2700kn-m/m3(56 000 pie-lbf/pie3))*

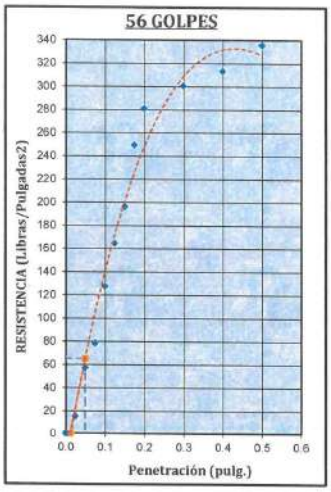
KENEYER HERNÁNDEZ ARCA
INGENIERO CIVIL
REG. CIP. 152285
ESP. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

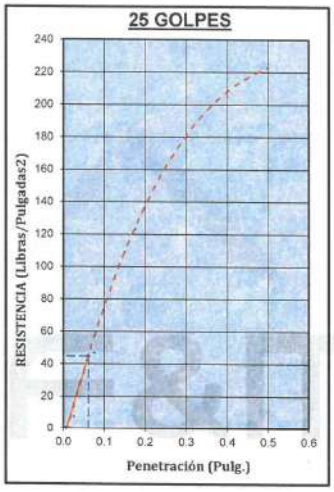
PROYECTO	: "EVALUACIÓN DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DE SUELOS A-6 MEDIANTE LA SUSTITUCIÓN PARCIAL DE CAL POR CENIZA DE CÁSCARA DE ARROZ EN CAJARURO, AMAZONAS".		
UBICACIÓN	: CAJARURO - UTCUBAMBA - AMAZONAS		
CANTERA	: NO APLICA	**CÓDIGO INTERNO**	: ----
SOLICITANTES	: JEAN CARLOS BARDALES SUAREZ	**ENSAYO POR**	: A.J.S.G.
	: JEAN ERICH VÁSQUEZ DELGADO	**F. DE RECEPCIÓN**	: Set-25
F. DE INICIO DE ENSAYO	: 30/09/2025	**F. DE EMESIÓN**	: Oct-25
F. DE TERMINO DE ENSAYO	: 04/10/2025	**PÁGINA**	: 7 de 7

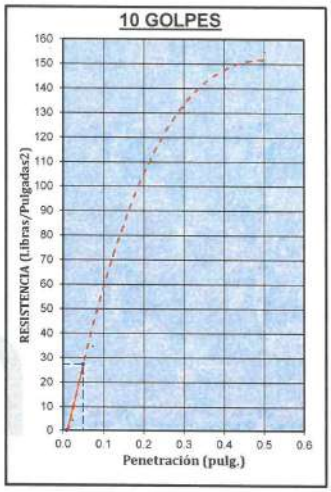
INFORME DE ENSAYO - 2025/F&M

Suelos. Métodos de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio.
NTP 339.145 (2019)

CALICATA :	C-01	ADICIÓN :	E-01 (6%CAL)	COORDENADAS:	-----	-----







DATOS DE PROCTOR	
ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%) :	12.71
MÁXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm3) :	1.93
95% MÁXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm3) :	1.83

RESULTADOS DE CBR	
C.B.R. al 100% de M.D.S (0,1") :	27.08
C.B.R. al 95% de M.D.S (0,1") :	24.31
C.B.R. al 100% de M.D.S (0,2") :	29.73
C.B.R. al 95% de M.D.S (0,2") :	26.75



Observaciones:

* *Muestreo realizado por el Solicitante*
* *Los resultados se relacionan solamente con los items sometidos a ensayo*
* *En el informe se indica que los resultados se aplican a la muestra como se recibió*

Normativa de referencia:

* *NTP 339.127-SUELOS. Método de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo (2019)*
* *NTP 339.141-SUELOS. Método de ensayo para la compactación del suelo en laboratorio utilizando energía modificada (2700kn-m/m3(56 000 pie-lbf/pie3))*

KENEYER HERNÁNDEZ ARCA
INGENIERO CIVIL
REG. CIP. 152285
ESP. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

PROYECTO	: "EVALUACIÓN DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DE SUELOS A-6 MEDIANTE LA SUSTITUCIÓN PARCIAL DE CAL POR CENIZA DE CÁSCARA DE ARROZ EN CAJARURO, AMAZONAS".		
UBICACIÓN	: CAJARURO - UTCUBAMBA - AMAZONAS		
CANTERA	: NO APLICA	**CÓDIGO INTERNO**	: ----
SOLICITANTES	: JEAN CARLOS BARDALES SUAREZ	**ENSAYO POR**	: A.J.S.G.
	: JEAN ERICH VÁSQUEZ DELGADO	**F. DE RECEPCIÓN**	: Set-25
F. DE TERMINO DE ENSAYO	: 29/09/2025	**F. DE EMESIÓN**	: Oct-25
F. DE INICIO DE ENSAYO	: 30/09/2025	**PÁGINA**	: 5 de 7

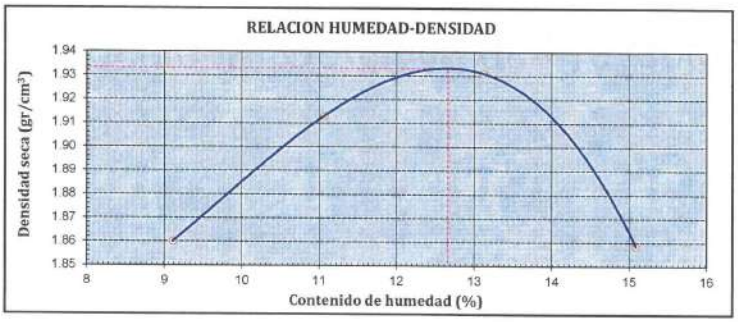
INFORME DE ENSAYO - 2025/F&M

SUELOS. MÉTODO DE ENSAYO PARA LA COMPACTACIÓN DEL SUELO EN LABORATORIO UTILIZANDO UNA ENERGÍA MODIFICADA (2700Kn-m/m3(56 000 pie-lbf/pie3))

NTP 339.141.1998 (revisada el 2019)

CALICATA :	C-01	ADICIÓN :	E-01 (6%CAL) - REP02	PROFUNDIDAD:	(0.00 - 1.50 m)

COMPACTACIÓN DE LAS MUESTRAS			MÉTODO DE ENSAYO		A
PRUEBA	***UND***	**1**	**2**	**3**	**4**
NUMERO DE MOLDE	*N°*	2	2	2	2
NUMERO DE CAPAS	---	5	5	5	5
NUMERO DE GOLPES POR CAPA	*N°*	25	25	25	25
VOLUMEN MOLDE	cm^3	905.61	905.61	905.61	905.61
MASA MUESTRA HUMEDA Y MOLDE	gr	6263.00	6349.00	6403.00	6362.00
MASA MOLDE	gr	4425.00	4425.00	4425.00	4425.00
MASA MUESTRA HUMEDA	gr	1838.00	1924.00	1978.00	1937.00
HUMEDAD DE COMPACTACIÓN					
NUMERO DE TARA	-	4.2	A-9	A-8	5.3
MASA DE SUELO HUMEDO + TARA	gr	387.43	411.54	403.33	398.51
MASA SUELO SECO + TARA	gr	360.88	377.11	364.59	358.24
MASA DE TARA	gr	69.50	65.90	69.30	91.40
MASA DEL AGUA	gr	26.55	34.43	38.74	40.27
MASA SUELO SECO	gr	291.38	311.21	295.29	266.84
% DE NUMEDAD	%	**9.11**	**11.06**	**13.12**	**15.09**
DETERMINACIÓN DEL PESOS UNITARIOS DE LOS ESPECÍMENES					
DENSIDAD HUMEDO	gr/cm^3	**2.030**	**2.125**	**2.184**	**2.139**
DENSIDAD SECA	gr/cm^3	**1.860**	**1.913**	**1.931**	**1.858**



MAXIMA DENSIDAD SECA	
1.933	g/cm^3

OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD	
12.66	(%)



Observaciones:

* *Muestreo realizado por el Solicitante*
* *Los resultados se relacionan solamente con los items sometidos a ensayo*
* *En el informe se indica que los resultados se aplican a la muestra como se recibió*

Normativa de referencia:

* *NTP 339.127-SUELOS. Método de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo (2019)*

KENEYER HERNÁNDEZ ARCA
INGENIERO CIVIL
REG. CIP. 152285
ESP. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

PROYECTO	: "EVALUACIÓN DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DE SUELOS A-6 MEDIANTE LA SUSTITUCIÓN PARCIAL DE CAL POR CENIZA DE CÁSCARA DE ARROZ EN CAJARURO, AMAZONAS".		
UBICACIÓN	: CAJARURO - UTCUBAMBA - AMAZONAS		
CANTERA	: NO APLICA	**CÓDIGO INTERNO**	: ----
SOLICITANTES	: JEAN CARLOS BARDALES SUAREZ	**ENSAYO POR**	: A.J.S.G.
	: JEAN ERICH VÁSQUEZ DELGADO	**F. DE RECEPCIÓN**	: Set-25
F. DE INICIO DE ENSAYO	: 30/09/2025	**F. DE EMESIÓN**	: Oct-25
F. DE TERMINO DE ENSAYO	: 04/10/2025	**PÁGINA**	: 6 de 7

INFORME DE ENSAYO - 2025/F&M

Suelos. Métodos de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. NTP 339.145 (2019)

CALICATA :	C-01	**ADICIÓN :**	E-01 (6%CAL) - REP02	**COORDENADAS:**	-----	-----

DATOS							
1.1 N° de molde	-	24		3		7	
1.2 Diametro interior de molde	cm	15.11		15.10		15.16	
1.3 Altura molde descontando disco espaciador	cm	11.61		11.60		11.61	
1.4 Masa del molde (incluye base)	g	8 405		8 616		8 668	
1.5 N° de capas	-	5		5		5	
1.6 N° de golpes por capa	-	**56**		**25**		**10**	
1.7 Condición de muestra	-	S/Mojar	Mojada	S/Mojar	Mojada	S/Mojar	Mojada
1.8 Masa de molde(incluye base) + Masa húmedo	g	11510	11677	11393	12456	11094	11234
CÁLCULO DE CONTENIDO DE HUMEDAD							
2.1 N° Tara	-	B-13	A-7	6.4	3.6	B-17	B-9
2.2 Masa de tara	g	46.00	65.20	91.20	44.90	47.90	45.60
2.3 Masa de tara + Suelo Húmedo	g	376.54	402.43	387.76	431.22	309.43	376.99
2.4 Masa de tara + Suelo Seco	g	340.50	361.54	354.71	381.88	279.84	332.65
2.5 Masa de agua contenida (2.3-2.4)	g	36.04	40.89	33.05	49.34	29.59	44.34
2.6 Masa de suelo seco (2.4-2.2)	g	294.50	296.34	263.51	336.98	231.94	287.05
2.7 Contenido de Humedad (2.5/2.6)	%	12.2	13.8	12.5	14.6	12.8	15.4
RESULTADOS							
3.1 Área superficial del molde	pulg2	27.79		27.76		27.98	
3.2 Volúmen de suelo	cm3	2 081.86		2 077.31		2 095.66	
3.3 Masa del suelo húmedo (1.8-1.4)	g	3105	3272	2777	3840	2426	2566
3.4 Densidad húmeda (3.3/3.2)	g/cm3	1.49	1.57	1.34	1.85	1.16	1.22
3.5 Densidad Seca (3.4/(1+2.7/100))	g/cm3	1.45	1.53	1.30	1.80	1.13	1.19

EXPANSIÓN

MOLDE			24			3			7		
FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	Expansión		DIAL	Expansión		DIAL	Expansión	
		(horas)	pulg	(mm)	(%)	pulg	(mm)	(%)	pulg	(mm)	(%)
30/09/2025	11:00:00 a. m.	0	0.000	-	-	0.000	-	-	0.000	-	-
01/10/2025	11:00:00 a. m.	24	0.088	2.235	1.93%	0.092	2.337	2.01%	0.095	2.413	2.08%
02/10/2025	11:00:00 a. m.	48	0.090	2.286	1.97%	0.097	2.464	2.12%	0.099	2.515	2.17%
03/10/2025	11:00:00 a. m.	72	0.096	2.438	2.10%	0.101	2.565	2.21%	0.103	2.616	2.26%
04/10/2025	11:00:00 a. m.	96	0.099	2.515	2.17%	0.104	2.642	2.28%	0.106	2.692	2.32%

PENETRACIÓN

MOLDE			24					3					7				
PENETRACION		ESTANDAR	CARGA					CARGA					CARGA				
pulgadas	mm	(lb/pulg2)	Lectura	lb	lb/pulg2	Correc.	%	Lectura	lb	lb/pulg2	Correc.	%	Lectura	lb	lb/pulg2	Correc.	%
0.000			0.0	0.0	0.0			0.0	0.0	0.0			0.0	0.0	0.0		
0.025	0.64		21.4	47.1	15.5			10.3	22.6	7.4			6.2	13.6	4.5		
0.050	1.27		77.4	170.6	56.0			46.5	102.4	33.7			31.5	69.3	22.8		
0.075	1.91		107.3	236.5	77.7			63.4	139.7	45.9			46.9	103.3	33.9		
0.100	2.54	1000	175.3	386.4	127.0	153.2	15.3	109.5	241.3	79.3	79.4	7.9	80.3	177.0	58.1	63.9	6.4
0.125	3.18		226.5	499.3	164.1			126.7	279.3	91.8			97.6	215.1	70.7		
0.150	3.81		270.4	596.1	195.9			149.7	330.0	108.4			114.5	252.4	82.9		
0.175	4.45		343.9	758.2	249.1			169.4	373.4	122.7			131.6	290.1	95.3		
0.200	5.08	1500	386.4	851.9	279.9	255.7	17.0	209.7	462.3	151.9	140.3	9.4	164.4	362.4	119.1	108.1	7.2
0.300	7.62		414.4	913.6	300.2			236.4	521.2	171.2			180.4	397.7	130.7		
0.400	10.16		431.6	951.6	312.7			287.3	633.4	208.1			193.4	426.3	140.1		
0.500	12.70		462.6	1019.9	335.1			307.0	676.9	222.4			212.6	468.7	154.0		

Observaciones:
* *Muestreo realizado por el Solicitante*
* *Los resultados se relacionan solamente con los items sometidos a ensayo*
* *En el informe se indica que los resultados se aplican a la muestra como se recibió*

Normativa de referer
* *NTP 339.127-SUELOS. Método de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo (2019)*
* *NTP 339.141-SUELOS. Método de ensayo para la compactación del suelo en laboratorio utilizando energía modificada (2700kn-m/m3(56 000 pie-lbf/pie3))*

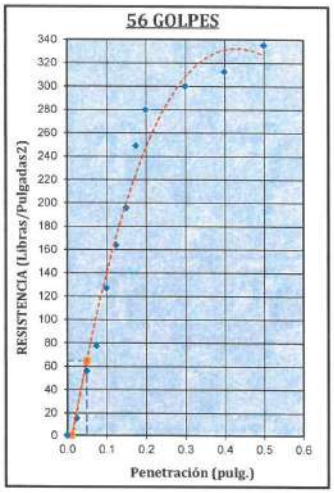
KENNEYER HERNÁNDEZ ARCA
INGENIERO CIVIL
REG. CIP. 152285
ESP. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

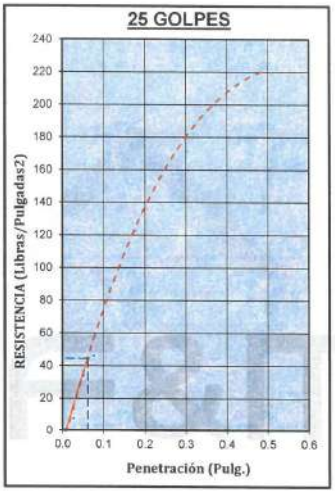
PROYECTO	: "EVALUACIÓN DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DE SUELOS A-6 MEDIANTE LA SUSTITUCIÓN PARCIAL DE CAL POR CENIZA DE CÁSCARA DE ARROZ EN CAJARURO, AMAZONAS".		
UBICACIÓN	: CAJARURO - UTCUBAMBA - AMAZONAS		
CANTERA	: NO APLICA	**CÓDIGO INTERNO**	: ----
SOLICITANTES	: JEAN CARLOS BARDALES SUAREZ	**ENSAYO POR**	: A.J.S.G.
	: JEAN ERICH VÁSQUEZ DELGADO	**F. DE RECEPCIÓN**	: Set-25
F. DE INICIO DE ENSAYO	: 30/09/2025	**F. DE EMESIÓN**	: Oct-25
F. DE TERMINO DE ENSAYO	: 04/10/2025	**PÁGINA**	: 7 de 7

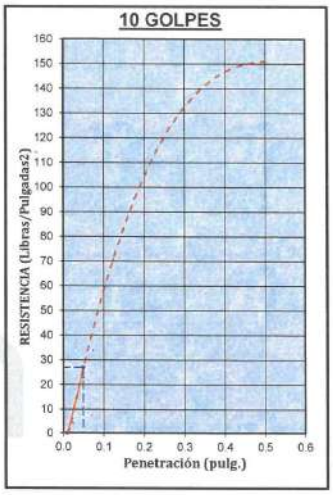
INFORME DE ENSAYO - 2025/F&M

Suelos. Métodos de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio.
NTP 339.145 (2019)

CALICATA :	C-01	**ADICIÓN :**	E-01 (6%CAL) - REP02	**COORDENADAS:**	----- -----

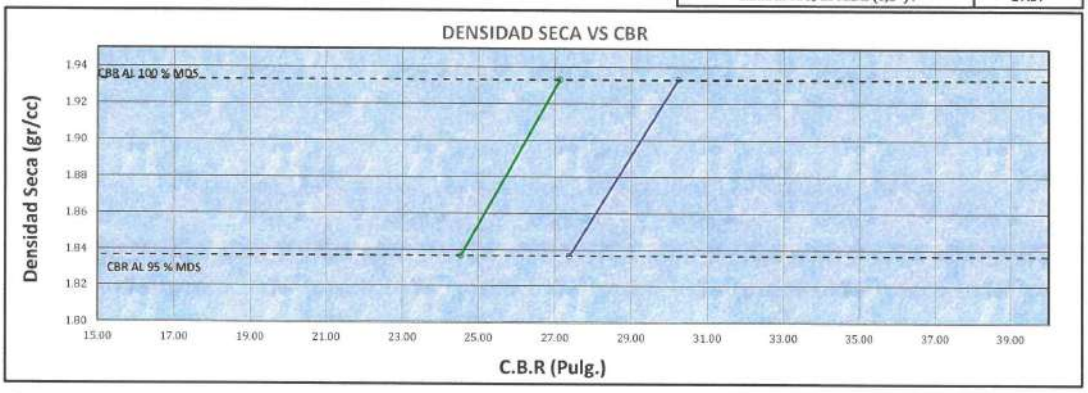






DATOS DE PROCTOR	
ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%) :	12.66
MÁXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm3) :	1.93
95% MÁXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm3) :	1.84

RESULTADOS DE CBR	
C.B.R. al 100% de M.D.S (0,1") :	27.13
C.B.R. al 95% de M.D.S (0,1") :	24.52
C.B.R. al 100% de M.D.S (0,2") :	30.25
C.B.R. al 95% de M.D.S (0,2") :	27.37



Observaciones:

* *Muestreo realizado por el Solicitante*
* *Los resultados se relacionan solamente con los items sometidos a ensayo*
* *En el informe se indica que los resultados se aplican a la muestra como se recibió*

Normativa de referencia:

* *NTP 339.127-SUELOS. Método de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo (2019)*
* *NTP 339.141-SUELOS. Método de ensayo para la compactación del suelo en laboratorio utilizando energía modificada (2700kn-m/m3(56 000 pie-lbf/pie3))*

KANEYER HERNÁNDEZ ARCA
INGENIERO CIVIL
REG. CIP. 182285
ESP. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

PROYECTO	: "EVALUACIÓN DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DE SUELOS A-6 MEDIANTE LA SUSTITUCIÓN PARCIAL DE CAL POR CENIZA DE CÁSCARA DE ARROZ EN CAJARURO, AMAZONAS".		
UBICACIÓN	: CAJARURO - UTCUBAMBA - AMAZONAS		
CANTERA	: NO APLICA	**CÓDIGO INTERNO**	: ----
SOLICITANTES	: JEAN CARLOS BARDALES SUAREZ	**ENSAYO POR**	: A.J.S.G.
	: JEAN ERICH VÁSQUEZ DELGADO	**F. DE RECEPCIÓN**	: Set-25
F. DE TERMINO DE ENSAYO	: 29/09/2025	**F. DE EMESIÓN**	: Oct-25
F. DE INICIO DE ENSAYO	: 30/09/2025	**PÁGINA**	: 5 de 7

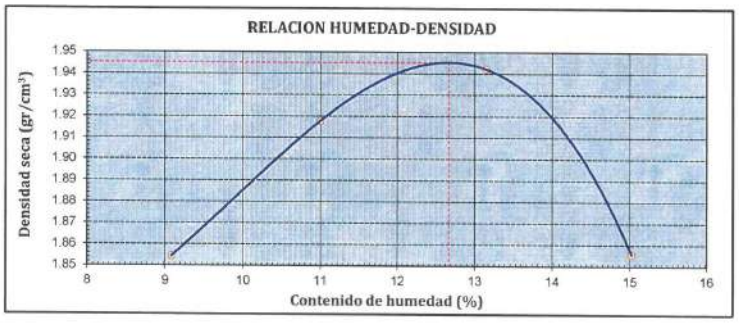
INFORME DE ENSAYO - 2025/F&M

SUELOS. MÉTODO DE ENSAYO PARA LA COMPACTACIÓN DEL SUELO EN LABORATORIO UTILIZANDO UNA ENERGÍA MODIFICADA (2700Kn-m/m3(56 000 pie-lbf/pie3))

NTP 339.141.1998 (revisada el 2019)

CALICATA :	C-01	ADICIÓN :	E-01 (8%CAL)	PROFUNDIDAD:	(0.00 - 1.50 m)

COMPACTACIÓN DE LAS MUESTRAS		MÉTODO DE ENSAYO			A
PRUEBA	***UND***	**1**	**2**	**3**	**4**
NUMERO DE MOLDE	*N°*	2	2	2	2
NUMERO DE CAPAS	---	5	5	5	5
NUMERO DE GOLPES POR CAPA	*N°*	25	25	25	25
VOLUMEN MOLDE	cm^3	905.61	905.61	905.61	905.61
MASA MUESTRA HUMEDA Y MOLDE	gr	6257.00	6353.00	6415.00	6358.00
MASA MOLDE	gr	4425.00	4425.00	4425.00	4425.00
MASA MUESTRA HUMEDA	gr	1832.00	1928.00	1990.00	1933.00
HUMEDAD DE COMPACTACIÓN					
NUMERO DE TARA	-	B-15	5.1	4.2	6.2
MASA DE SUELO HUMEDO + TARA	gr	435.68	432.11	450.22	415.52
MASA SUELO SECO + TARA	gr	403.37	397.23	405.98	373.05
MASA DE TARA	gr	47.78	80.46	69.39	90.36
MASA DEL AGUA	gr	32.31	34.88	44.24	42.47
MASA SUELO SECO	gr	355.59	316.77	336.59	282.69
% DE NUMEDAD	%	**9.09**	**11.01**	**13.14**	**15.02**
DETERMINACIÓN DEL PESOS UNITARIOS DE LOS ESPECÍMENES					
DENSIDAD HUMEDO	gr/cm^3	**2.023**	**2.129**	**2.197**	**2.134**
DENSIDAD SECA	gr/cm^3	**1.854**	**1.918**	**1.942**	**1.856**



MAXIMA DENSIDAD SECA	
1.945	g/cm^3

OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD	
12.66	(%)



Observaciones:

* *Muestreo realizado por el Solicitante*
* *Los resultados se relacionan solamente con los items sometidos a ensayo*
* *En el informe se indica que los resultados se aplican a la muestra como se recibió*

Normativa de referencia:

* *NTP 339.127-SUELOS. Método de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo (2019)*

KENNEYER HERNÁNDEZ ARCA
INGENIERO CIVIL
REG. CIP. 152285
ESP. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

PROYECTO	: "EVALUACIÓN DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DE SUELOS A-6 MEDIANTE LA SUSTITUCIÓN PARCIAL DE CAL POR CENIZA DE CÁSCARA DE ARROZ EN CAJARURO, AMAZONAS".		
UBICACIÓN	: CAJARURO - UTCUBAMBA - AMAZONAS		
CANTERA	: NO APLICA	**CÓDIGO INTERNO**	: ----
SOLICITANTES	: JEAN CARLOS BARDALES SUAREZ	**ENSAYO POR**	: A.J.S.G.
	: JEAN ERICH VÁSQUEZ DELGADO	**F. DE RECEPCIÓN**	: Set-25
F. DE INICIO DE ENSAYO	: 30/09/2025	**F. DE EMESIÓN**	: Oct-25
F. DE TERMINO DE ENSAYO	: 04/10/2025	**PÁGINA**	: 6 de 7

INFORME DE ENSAYO - 2025/F&M

Suelos. Métodos de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio.
NTP 339.145 (2019)

CALICATA :	C-01	**ADICIÓN :**	E-01 (8%CAL)	**COORDENADAS:**	-----	-----

DATOS							
1.1 N° de molde	-	7		19		9	
1.2 Diametro interior de molde	cm	15.16		15.11		15.11	
1.3 Altura molde descontando disco espaciador	cm	11.61		11.65		11.63	
1.4 Masa del molde (incluye base)	g	8 668		8 474		8 674	
1.5 N° de capas	-	5		5		5	
1.6 N° de golpes por capa	-	56		25		10	
1.7 Condición de muestra	-	S/Mojar	Mojada	S/Mojar	Mojada	S/Mojar	Mojada
1.8 Masa de molde(incluye base) + Masa húmedo	g	11589	11734	11334	11534	11085	11274
CÁLCULO DE CONTENIDO DE HUMEDAD							
2.1 N° Tara	-	A-3	A-2	A-5	4.2	A-8	5.3
2.2 Masa de tara	g	68.20	70.00	71.00	69.50	69.30	91.40
2.3 Masa de tara + Suelo Húmedo	g	354.21	453.80	346.75	427.12	375.42	457.43
2.4 Masa de tara + Suelo Seco	g	323.40	407.34	316.36	382.45	341.50	409.10
2.5 Masa de agua contenida (2.3-2.4)	g	30.81	46.46	30.39	44.67	33.92	48.33
2.6 Masa de suelo seco (2.4-2.2)	g	255.20	337.34	245.36	312.95	272.20	317.70
2.7 Contenido de Humedad (2.5/2.6)	%	12.1	13.8	12.4	14.3	12.5	15.2
RESULTADOS							
3.1 Área superficial del molde	pulg2	27.98		27.79		27.79	
3.2 Volúmen de suelo	cm3	2 095.66		2 089.03		2 085.44	
3.3Masa del suelo húmedo (1.8-1.4)	g	2921	3066	2860	3060	2411	2600
3.4 Densidad húmeda (3.3/3.2)	g/cm3	1.39	1.46	1.37	1.46	1.16	1.25
3.5 Densidad Seca (3.4/(1+2.7/100))	g/cm3	1.36	1.42	1.33	1.43	1.13	1.21

EXPANSION												
MOLDE			7			19			9		
FECHA	HORA	TIEMPO (horas)	DIAL pulg	Expansión (mm)	(%)	DIAL pulg	Expansión (mm)	(%)	DIAL pulg	Expansión (mm)	(%)
30/09/2025	11:00:00 a. m.	0	0.000	-	-	0.000	-	-	0.000	-	-
01/10/2025	11:00:00 a. m.	24	0.083	2.108	1.82%	0.086	2.184	1.88%	0.090	2.286	1.97%
02/10/2025	11:00:00 a. m.	48	0.084	2.134	1.84%	0.088	2.235	1.93%	0.096	2.438	2.10%
03/10/2025	11:00:00 a. m.	72	0.085	2.159	1.86%	0.090	2.286	1.97%	0.098	2.489	2.15%
04/10/2025	11:00:00 a. m.	96	0.087	2.210	1.91%	0.094	2.388	2.06%	0.101	2.565	2.21%

PENETRACIÓN																	
MOLDE			7					19					9				
PENETRACION		ESTANDAR	CARGA					CARGA					CARGA				
pulgadas	mm	(lb/pulg2)	Lectura	lb	lb/pulg2	Correc.	%	Lectura	lb	lb/pulg2	Correc.	%	Lectura	lb	lb/pulg2	Correc.	%
0.000			0.0	0.0	0.0			0.0	0.0	0.0			0.0	0.0	0.0		
0.025	0.64		27.3	60.2	19.8			12.5	27.6	9.1			7.3	16.2	5.3		
0.050	1.27		87.0	191.8	63.0			54.3	119.7	39.3			37.1	81.8	26.9		
0.075	1.91		175.3	386.5	127.0			98.4	217.0	71.3			65.4	144.3	47.4		
0.100	2.54	1000	228.6	504.1	165.6	184.6	18.5	119.3	263.1	86.4	90.6	9.1	89.4	197.2	64.8	70.7	7.1
0.125	3.18		275.3	607.0	199.5			135.3	298.3	98.0			100.3	221.2	72.7		
0.150	3.81		343.5	757.4	248.9			163.2	359.9	118.2			132.5	292.2	96.0		
0.175	4.45		387.5	854.5	280.8			187.3	413.0	135.7			145.3	320.4	105.3		
0.200	5.08	1500	457.1	1007.9	331.2	305.6	20.4	247.8	546.4	179.5	157.1	10.5	187.4	413.2	135.8	122.7	8.2
0.300	7.62		489.3	1078.9	354.5			275.4	607.3	199.6			210.3	463.7	152.4		
0.400	10.16		543.6	1198.6	393.8			308.2	679.6	223.3			232.1	511.8	168.2		
0.500	12.70		576.0	1270.1	417.3			357.9	789.2	259.3			254.3	560.7	184.2		

Observaciones:
* *Muestreo realizado por el Solicitante*
* *Los resultados se relacionan solamente con los items sometidos a ensayo*
* *En el informe se indica que los resultados se aplican a la muestra como se recibió*

Normativa de referer * *NTP 339.127-SUELOS. Método de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo (2019)*
* *NTP 339.141-SUELOS. Método de ensayo para la compactación del suelo en laboratorio utilizando energía modificada (2700kn-m/m3(56 000 pie-lbf/pie3))*

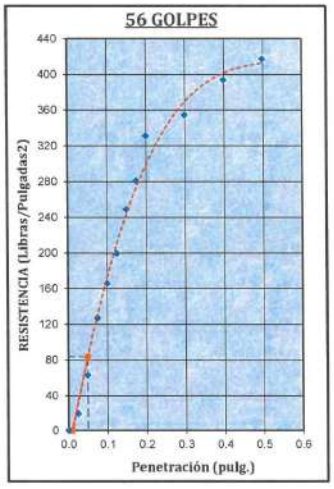
WENEYER HERNÁNDEZ ARCA
INGENIERO CIVIL
REG. CIP 152205
ESP. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

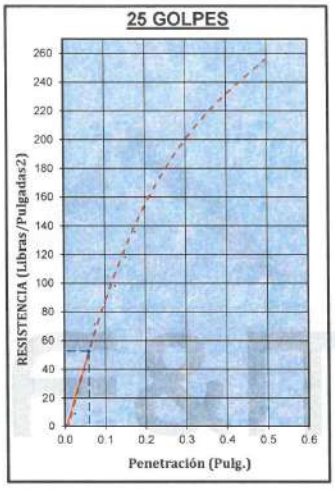
PROYECTO	: "EVALUACIÓN DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DE SUELOS A-6 MEDIANTE LA SUSTITUCIÓN PARCIAL DE CAL POR CENIZA DE CÁSCARA DE ARROZ EN CAJARURO, AMAZONAS".		
UBICACIÓN	: CAJARURO - UTCUBAMBA - AMAZONAS		
CANTERA	: NO APLICA	**CÓDIGO INTERNO**	: ----
SOLICITANTES	: JEAN CARLOS BARDALES SUAREZ	**ENSAYO POR**	: A.J.S.G.
	: JEAN ERICH VÁSQUEZ DELGADO	**F. DE RECEPCIÓN**	: Set-25
F. DE INICIO DE ENSAYO	: 30/09/2025	**F. DE EMESIÓN**	: Oct-25
F. DE TERMINO DE ENSAYO	: 04/10/2025	**PÁGINA**	: 7 de 7

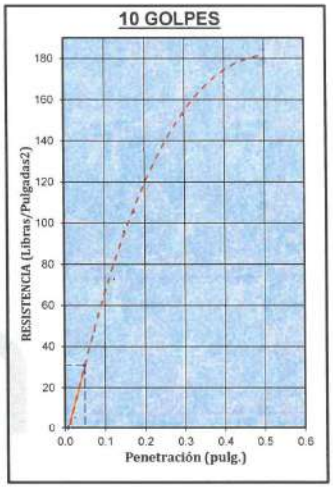
INFORME DE ENSAYO - 2025/F&M

Suelos. Métodos de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio.
NTP 339.145 (2019)

CALICATA :	C-01	**ADICIÓN :**	E-01 (8%CAL)	**COORDENADAS:**	----- -----

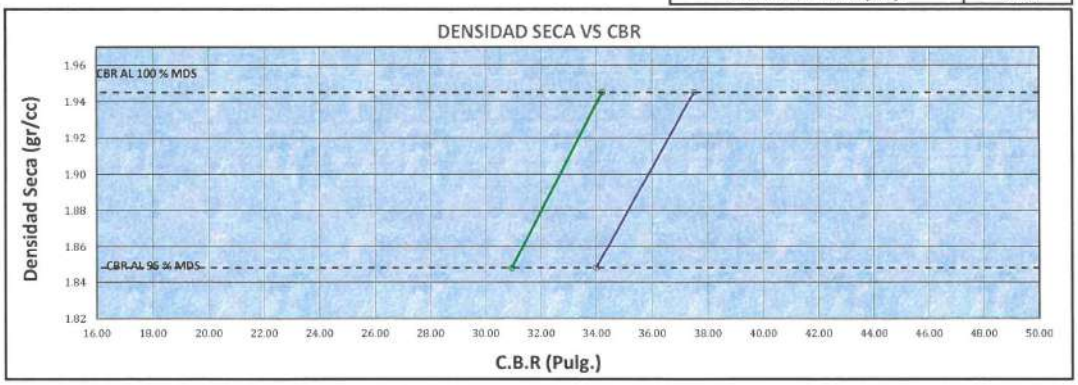






DATOS DE PROCTOR	
ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%) :	12.66
MÁXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm3) :	1.95
95% MÁXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm3) :	1.85

RESULTADOS DE CBR	
C.B.R. al 100% de M.D.S (0,1") :	34.21
C.B.R. al 95% de M.D.S (0,1") :	30.94
C.B.R. al 100% de M.D.S (0,2") :	37.52
C.B.R. al 95% de M.D.S (0,2") :	33.98



Observaciones:

- ** Muestreo realizado por el Solicitante*
- ** Los resultados se relacionan solamente con los ítems sometidos a ensayo*
- ** En el informe se indica que los resultados se aplican a la muestra como se recibió*

Normativa de referencia:

- ** NTP 339.127-SUELOS. Método de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo (2019)*
- ** NTP 339.141-SUELOS. Método de ensayo para la compactación del suelo en laboratorio utilizando energía modificada (2700kN-m/m3 (56,000 lbf/pie3))*

MANEYER HERNÁNDEZ ARCA
INGENIERO CIVIL
REG. CIP. 152285
ESP. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

PROYECTO	: "EVALUACIÓN DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DE SUELOS A-6 MEDIANTE LA SUSTITUCIÓN PARCIAL DE CAL POR CENIZA DE CÁSCARA DE ARROZ EN CAJARURO, AMAZONAS".		
UBICACIÓN	: CAJARURO - UTCUBAMBA - AMAZONAS		
CANTERA	: NO APLICA	**CÓDIGO INTERNO**	: ----
SOLICITANTES	: JEAN CARLOS BARDALES SUAREZ	**ENSAYO POR**	: A.J.S.G.
	: JEAN ERICH VÁSQUEZ DELGADO	**F. DE RECEPCIÓN**	: Set-25
F. DE TERMINO DE ENSAYO	: 29/09/2025	**F. DE EMESIÓN**	: Oct-25
F. DE INICIO DE ENSAYO	: 30/09/2025	**PÁGINA**	: 5 de 7

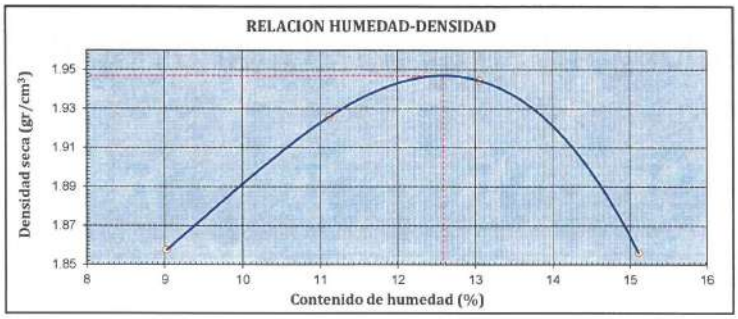
INFORME DE ENSAYO - 2025/F&M

SUELOS. MÉTODO DE ENSAYO PARA LA COMPACTACIÓN DEL SUELO EN LABORATORIO UTILIZANDO UNA ENERGÍA MODIFICADA (2700Kn-m/m3(56 000 pie-lbf/pie3))

NTP 339.141.1998 (revisada el 2019)

CALICATA :	C-01	ADICIÓN :	E-01 (8%CAL) - REP02	PROFUNDIDAD:	(0.00 - 1.50 m)

COMPACTACIÓN DE LAS MUESTRAS		MÉTODO DE ENSAYO			A
PRUEBA	***UND***	**1**	**2**	**3**	**4**
NUMERO DE MOLDE	N°	2	2	2	2
NUMERO DE CAPAS	---	5	5	5	5
NUMERO DE GOLPES POR CAPA	N°	25	25	25	25
VOLUMEN MOLDE	cm^3	905.61	905.61	905.61	905.61
MASA MUESTRA HUMEDA Y MOLDE	gr	6259.00	6363.00	6416.00	6360.00
MASA MOLDE	gr	4425.00	4425.00	4425.00	4425.00
MASA MUESTRA HUMEDA	gr	1834.00	1938.00	1991.00	1935.00
HUMEDAD DE COMPACTACIÓN					
NUMERO DE TARA	-	B-6	5.3	6.4	A-2
MASA DE SUELO HUMEDO + TARA	gr	467.52	444.30	475.32	398.43
MASA SUELO SECO + TARA	gr	432.92	408.98	430.93	355.31
MASA DE TARA	gr	49.50	91.40	91.20	70.00
MASA DEL AGUA	gr	34.60	35.32	44.39	43.12
MASA SUELO SECO	gr	383.42	317.58	339.73	285.31
% DE NUMEDAD	%	**9.02**	**11.12**	**13.07**	**15.11**
DETERMINACIÓN DEL PESOS UNITARIOS DE LOS ESPECÍMENES					
DENSIDAD HUMEDO	gr/cm^3	**2.025**	**2.140**	**2.199**	**2.137**
DENSIDAD SECA	gr/cm^3	**1.858**	**1.926**	**1.944**	**1.856**



MAXIMA DENSIDAD SECA	
1.947	g/cm^3

OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD	
12.60	(%)



Observaciones:

* *Muestreo realizado por el Solicitante*
* *Los resultados se relacionan solamente con los ítems sometidos a ensayo*
* *En el informe se indica que los resultados se aplican a la muestra como se recibió*

Normativa de referencia:

* *NTP 339.127-SUELOS. Método de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo (2019)*

WINEYER HERNÁNDEZ ARCA
INGENIERO CIVIL
REG. CIP. 152285
ESP. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

PROYECTO	: "EVALUACIÓN DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DE SUELOS A-6 MEDIANTE LA SUSTITUCIÓN PARCIAL DE CAL POR CENIZA DE CÁSCARA DE ARROZ EN CAJARURO, AMAZONAS".		
UBICACIÓN	: CAJARURO - UTCUBAMBA - AMAZONAS		
CANTERA	: NO APLICA	**CÓDIGO INTERNO**	: ----
SOLICITANTES	: JEAN CARLOS BARDALES SUAREZ	**ENSAYO POR**	: A.J.S.G.
	: JEAN ERICH VÁSQUEZ DELGADO	**F. DE RECEPCIÓN**	: Set-25
F. DE INICIO DE ENSAYO	: 30/09/2025	**F. DE EMESIÓN**	: Oct-25
F. DE TERMINO DE ENSAYO	: 04/10/2025	**PÁGINA**	: 6 de 7

INFORME DE ENSAYO - 2025/F&M

Suelos. Métodos de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. NTP 339.145 (2019)

CALICATA : C-01	**ADICIÓN :** E-01 (8%CAL) - REP02	**COORDENADAS:** ----- -----

DATOS							
1.1 N° de molde	-	15		8		6	
1.2 Diametro interior de molde	cm	15.15		15.16		15.14	
1.3 Altura molde descontando disco espaciador	cm	11.62		11.60		11.61	
1.4 Masa del molde (incluye base)	g	8 519		8 254		8 615	
1.5 N° de capas	-	5		5		5	
1.6 N° de golpes por capa	-	56		25		10	
1.7 Condición de muestra	-	S/Mojar	Mojada	S/Mojar	Mojada	S/Mojar	Mojada
1.8 Masa de molde(incluye base) + Masa húmedo	g	11490	11643	11164	11423	11083	11214
CÁLCULO DE CONTENIDO DE HUMEDAD							
2.1 N° Tara	-	6.4	B-11	3.2	3.1	3.3	B-12
2.2 Masa de tara	g	91.40	46.30	61.00	59.30	60.60	45.10
2.3 Masa de tara + Suelo Húmedo	g	398.43	402.33	375.32	406.43	362.12	378.45
2.4 Masa de tara + Suelo Seco	g	364.72	360.54	340.47	362.54	328.43	333.66
2.5 Masa de agua contenida (2.3-2.4)	g	33.71	41.79	34.85	43.89	33.69	44.79
2.6 Masa de suelo seco (2.4-2.2)	g	273.32	314.24	279.47	303.24	267.83	288.56
2.7 Contenido de Humedad (2.5/2.6)	%	12.3	13.3	12.5	14.5	12.6	15.5
RESULTADOS							
3.1 Área superficial del molde	pulg2	27.94		27.98		27.90	
3.2 Volúmen de suelo	cm3	2 094.70		2 093.85		2 090.13	
3.3Masa del suelo húmedo (1.8-1.4)	g	2971	3124	2910	3169	2468	2599
3.4 Densidad húmeda (3.3/3.2)	g/cm3	1.42	1.49	1.39	1.51	1.18	1.24
3.5 Densidad Seca (3.4/(1+2.7/100))	g/cm3	1.38	1.45	1.35	1.47	1.15	1.21

EXPANSIÓN												
MOLDE			15			8			6		
FECHA	HORA	TIEMPO (horas)	DIAL pulg	Expansión (mm)	(%)	DIAL pulg	Expansión (mm)	(%)	DIAL pulg	Expansión (mm)	(%)
30/09/2025	11:00:00 a. m.	0	0.000	-	-	0.000	-	-	0.000	-	-
01/10/2025	11:00:00 a. m.	24	0.082	2.083	1.80%	0.085	2.159	1.86%	0.091	2.311	1.99%
02/10/2025	11:00:00 a. m.	48	0.083	2.108	1.82%	0.086	2.184	1.88%	0.095	2.413	2.08%
03/10/2025	11:00:00 a. m.	72	0.086	2.184	1.88%	0.092	2.337	2.01%	0.097	2.464	2.12%
04/10/2025	11:00:00 a. m.	96	0.089	2.261	1.95%	0.095	2.413	2.08%	0.103	2.616	2.26%

PENETRACION																	
MOLDE			15					8					6				
PENETRACION		C.ESTANDAR	CARGA					CARGA					CARGA				
pulgadas	mm	(lb/pulg2)	Lectura	lb	lb/pulg2	Correc.	%	Lectura	lb	lb/pulg2	Correc.	%	Lectura	lb	lb/pulg2	Correc.	%
0.000			0.0	0.0	0.0			0.0	0.0	0.0			0.0	0.0	0.0		
0.025	0.64		2.4	5.2	1.7			12.6	27.7	9.1			7.4	16.2	5.3		
0.050	1.27		88.5	195.1	64.1			55.4	122.0	40.1			38.2	84.1	27.6		
0.075	1.91		177.4	391.1	128.5			99.5	219.3	72.1			66.5	146.5	48.1		
0.100	2.54	1000	229.7	506.4	166.4	188.8	18.9	120.4	265.4	87.2	91.2	9.1	90.5	199.4	65.5	71.3	7.1
0.125	3.18		276.4	609.4	200.2			136.4	300.7	98.8			101.4	223.5	73.4		
0.150	3.81		344.6	759.7	249.6			164.3	362.2	119.0			133.6	294.5	96.8		
0.175	4.45		389.6	859.0	282.2			188.4	415.3	136.5			146.4	322.7	106.0		
0.200	5.08	1500	458.2	1010.2	331.9	309.6	20.6	248.9	548.7	180.3	157.8	10.5	188.5	415.5	136.5	123.4	8.2
0.300	7.62		490.4	1081.2	355.3			276.5	609.6	200.3			211.4	466.0	153.1		
0.400	10.16		543.7	1198.7	393.9			309.3	681.9	224.1			233.2	514.1	168.9		
0.500	12.70		579.0	1276.7	419.5			359.0	791.5	260.1			255.4	563.0	185.0		

Observaciones:
- ** Muestreo realizado por el Solicitante*
- ** Los resultados se relacionan solamente con los ítems sometidos a ensayo*
- ** En el informe se indica que los resultados se aplican a la muestra como se recibió*

Normativa de referen
- ** NTP 339.127-SUELOS. Método de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo (2019)*
- ** NTP 339.141-SUELOS. Método de ensayo para la compactación del suelo en laboratorio utilizando energía modificada (2700kn-m/m3(56 000 pie-lbf/pie3))*

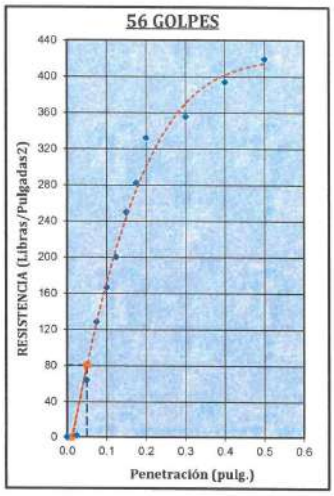
KENNEYER HERNÁNDEZ ARCA
INGENIERO CIVIL
REG. CIP. 152205
ESP. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

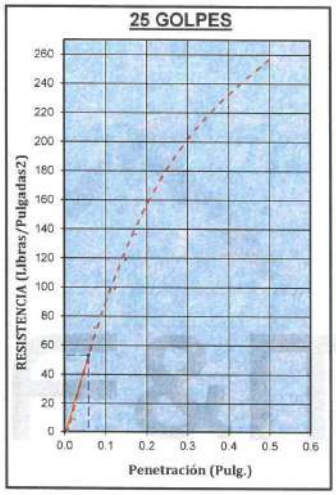
PROYECTO	: "EVALUACIÓN DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DE SUELOS A-6 MEDIANTE LA SUSTITUCIÓN PARCIAL DE CAL POR CENIZA DE CÁSCARA DE ARROZ EN CAJARURO, AMAZONAS".		
UBICACIÓN	: CAJARURO - UTCUBAMBA - AMAZONAS		
CANTERA	: NO APLICA	**CÓDIGO INTERNO**	: ----
SOLICITANTES	: JEAN CARLOS BARDALES SUAREZ	**ENSAYO POR**	: A.J.S.G.
	: JEAN ERICH VÁSQUEZ DELGADO	**F. DE RECEPCIÓN**	: Set-25
F. DE INICIO DE ENSAYO	: 30/09/2025	**F. DE EMESIÓN**	: Oct-25
F. DE TERMINO DE ENSAYO	: 04/10/2025	**PÁGINA**	: 7 de 7

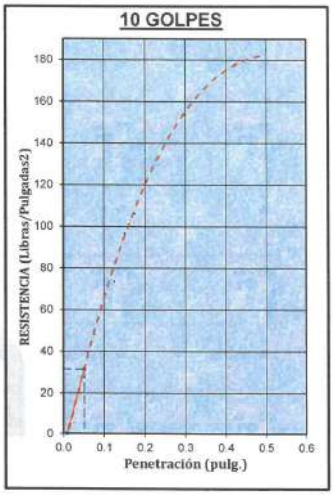
INFORME DE ENSAYO - 2025/F&M

Suelos. Métodos de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio.
NTP 339.145 (2019)

CALICATA :	C-01	ADICIÓN :	E-01 (8%CAL) - REP02	COORDENADAS:	-----	-----

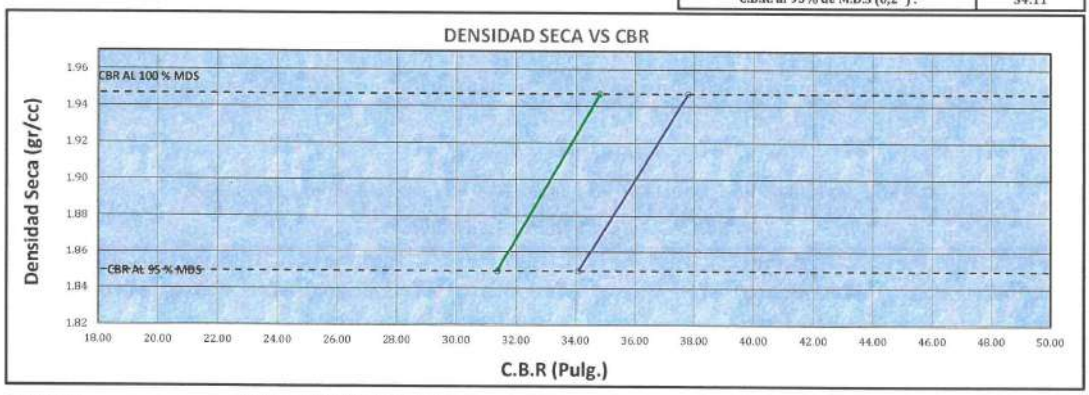






DATOS DE PROCTOR	
ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%) :	12.60
MÁXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm3) :	1.95
95% MÁXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm3) :	1.85

RESULTADOS DE CBR	
C.B.R. al 100% de M.D.S (0,1") :	34.85
C.B.R. al 95% de M.D.S (0,1") :	31.39
C.B.R. al 100% de M.D.S (0,2") :	37.79
C.B.R. al 95% de M.D.S (0,2") :	34.11



Observaciones:

* *Muestreo realizado por el Solicitante*
* *Los resultados se relacionan solamente con los items sometidos a ensayo*
* *En el informe se indica que los resultados se aplican a la muestra como se recibió*

Normativa de referencia:

* *NTP 339.127-SUELOS. Método de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo (2019)*
* *NTP 339.141-SUELOS. Método de ensayo para la compactación del suelo en laboratorio utilizando energía modificada (2700kn-m/m3(56 000 pie-lbf/pie3))*

ENEYER HERNÁNDEZ ARCA
INGENIERO CIVIL
REG. CIP. 152205
ESP. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

Anexo 13. Certificados de resultados de propiedades físicas con sustitución de cal por CCA

F&M
Ingeniería, Gerencia de Proyectos y Construcción

SERVICIOS TÉCNICOS PROFESIONALES DE MECÁNICA DE SUELOS, PAVIMENTOS Y ENSAYO DE MATERIALES

PROYECTO	: "EVALUACIÓN DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DE SUELOS A-6 MEDIANTE LA SUSTITUCIÓN PARCIAL DE CAL POR CENIZA DE CÁSCARA DE ARROZ EN CAJARURO, AMAZONAS".		
UBICACIÓN	: CAJARURO - AMAZONAS		
CANTERA	: NO APLICA	**CÓDIGO INTERNO**	: ----
SOLICITANTES	: JEAN CARLOS BARDALES SUAREZ	**ENSAYO POR**	: A.C.H.T
	: JEAN ERICH VÁSQUEZ DELGADO	**F. DE RECEPCIÓN**	: Set-25
F. DE INICIO DE ENSAYO	: 06/10/2025	**F. DE EMESIÓN**	: Oct-25
F. DE TERMINO DE ENSAYO	: 07/10/2025	**PÁGINA**	: 1 de 7

INFORME DE ENSAYO 2025/F&M

SUELOS.MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL CONTENIDO DE HUMEDAD DE UN SUELO

NTP 339.127.1998 (revisada el 2019)

DATOS DE ENSAYO	*Und*	CONTENIDO DE HUMEDAD	
CALICATA		C - 01	
CÓDIGO INTERNO		: ----	
ADICIÓN		E-1 (5%CCA)	
COORDENADAS	*UTM*	Este : -----	Norte : ------
PROFUNDIDAD	*m*	(0.00 - 1.50)	
TARA	*N°*	10.23	---
SUELO HUMEDO + TARA	*g*	4250.6	---
SUELO SECO + TARA	*g*	3960.8	---
MASA DE AGUA	*g*	**289.80**	---
MASA DE TARA	*g*	289.90	---
MASA SUELO SECO	*g*	**3670.90**	---
PORCENTAJE HUMEDAD	%	**7.89**	---
PROMEDIO	%	**7.89**	

Observaciones:

* *Muestreo realizado por el equipo técnico*
* *Los resultados se relacionan solamente con los ítems sometidos a ensayo*
* *En el informe se indica que los resultados se aplican a la muestra como se recibió*

WINEYER HERNÁNDEZ ARCA
INGENIERO CIVIL
REG. CIP. 152285
ESP. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

Calle Coricancha S/N Mz. C Lote 11 - Sector Pueblo Libre - Jaén - Cajamarca-Perú
941915761
949327495
fmengineeringsac@gmail.com
Indecopi N°00146584 N°00146585
Iso 9001:2015

PROYECTO	: "EVALUACIÓN DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DE SUELOS A-6 MEDIANTE LA SUSTITUCIÓN PARCIAL DE CAL POR CENIZA DE CÁSCARA DE ARROZ EN CAJARURO, AMAZONAS".		
UBICACIÓN	: CAJARURO - AMAZONAS		
CANTERA	: NO APLICA	**CÓDIGO INTERNO**	: ----
SOLICITANTES	: JEAN CARLOS BARDALES SUAREZ	**ENSAYO POR**	: A.C.H.T
	: JEAN ERICH VÁSQUEZ DELGADO	**F. DE RECEPCIÓN**	: Set-25
F. DE INICIO DE ENSAYO	: 07/10/2025	**F. DE EMESIÓN**	: Oct-25
F. DE TERMINO DE ENSAYO	: 10/10/2025	**PÁGINA**	: 2 de 7

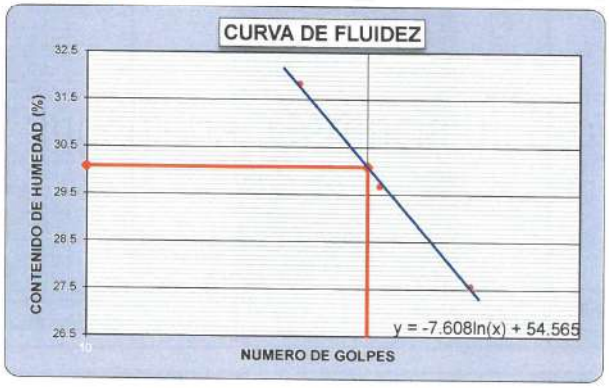
INFORME DE ENSAYO 2025/F&M

SUELOS. MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICLDAD DE SUELOS

NTP 339.129.(2019)

CALICATA :	C - 01	ADICIÓN	E-1 (5%CCA)	PROFUNDIDAD	(0.00 - 1.50)

DATOS DE ENSAYO		LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO		
N° DE TARA		879	887	792	836	703	---
N° DE GOLPES		20	35	26	-----	-----	-----
SUELO HÚMEDO + TARRO	g.	35.03	34.51	36.24	30.16	30.00	---
SUELO SECO + TARRO	g.	32.34	32.15	33.11	29.05	28.91	---
AGUA	g.	**2.69**	**2.36**	**3.13**	**1.11**	**1.09**	---
MASA DEL TARRO	g.	23.89	23.59	22.56	22.91	22.90	---
MASA DEL SUELO SECO	g.	**8.45**	**8.56**	**10.55**	**6.14**	**6.01**	---
PORCENTAJE DE HUMEDAD	%.	**31.83**	**27.57**	**29.67**	**18.08**	**18.14**	---



CONSISTENCIA FÍSICA DE LA MUESTRA	
LÍMITE LÍQUIDO	30
LÍMITE PLÁSTICO	18
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	12



OBSERVACIONES:

** Muestreo realizado por el equipo ténico*
** Los resultados se relacionan solamente con los items sometidos a ensayo*
** En el informe se indica que los resultados se aplican a la muestra como se recibió*

NORMATIVA DE REFERENCIA:

** NTP.339.127- SUELOS. Método de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo (2019)*

MANEYER HERNANDEZ ARCA
INGENIERO CIVIL
REG. CIP. 152285
ESP. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

PROYECTO	: "EVALUACIÓN DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DE SUELOS A-6 MEDIANTE LA SUSTITUCIÓN PARCIAL DE CAL POR CENIZA DE CÁSCARA DE ARROZ EN CAJARURO, AMAZONAS".		
UBICACIÓN	: CAJARURO - AMAZONAS		
CANTERA	: NO APLICA	**CÓDIGO INTERNO**	: ----
SOLICITANTES	: JEAN CARLOS BARDALES SUAREZ	**ENSAYO POR**	: A.C.H.T
	: JEAN ERICH VÁSQUEZ DELGADO	**F. DE RECEPCIÓN**	: Set-25
F. DE INICIO DE ENSAYO	: 07/10/2025	**F. DE EMESIÓN**	: Oct-25
F. DE TERMINO DE ENSAYO	: 10/10/2025	**PÁGINA**	: 3 de 7

INFORME DE ENSAYO 2025/F&M

SUELOS.MÉTODO DE ENSAYO PARA EL ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

NTP 339.128.(2019)

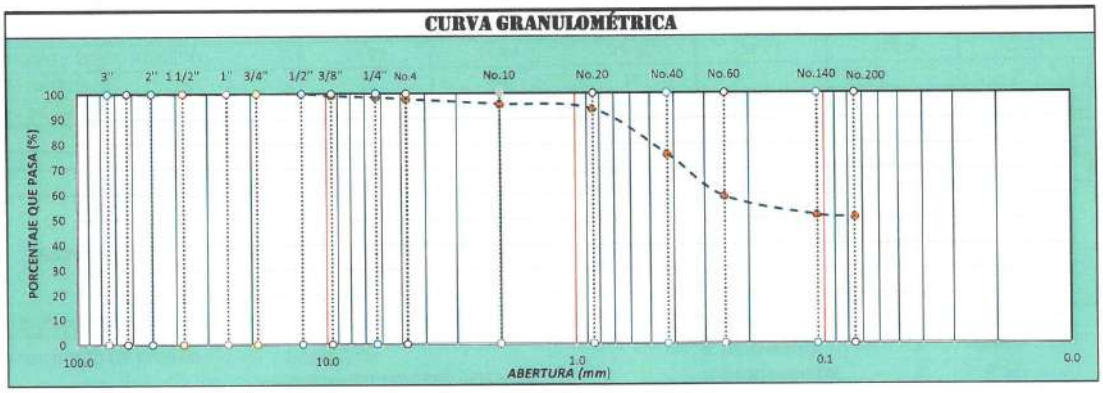
CALICATA :	C - 01	ADICIÓN	E-1 (5%CCA)	PROFUNDIDAD	(0.00 - 1.50)

TAMICES (Pul)	TAMICES (mm)	PESO RETENIDO (g)	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
3"	75.000	0.0	0.0%	0.0%	100.0%
2 1/2"	63.000	0.0	0.0%	0.0%	100.0%
2"	50.000	0.0	0.0%	0.0%	100.0%
1 1/2"	37.500	0.0	0.0%	0.0%	100.0%
1"	25.000	0.0	0.0%	0.0%	100.0%
3/4"	19.000	0.0	0.0%	0.0%	100.0%
1/2"	12.500	0.0	0.0%	0.0%	100.0%
3/8"	9.500	9.0	0.9%	0.9%	99.1%
1/4"	6.300	6.0	0.6%	1.6%	98.4%
No. 4	4.750	7.5	0.8%	2.3%	97.7%
No. 10	2.000	19.8	2.0%	4.4%	95.6%
No. 20	0.850	19.7	2.0%	6.4%	93.6%
No. 40	0.425	174.1	18.0%	24.4%	75.6%
No.60	0.250	162.4	16.8%	41.2%	58.8%
No. 140	0.106	73.4	7.6%	48.8%	51.2%
No. 200	0.075	7.2	0.7%	49.5%	50.5%
<No.200	FONDO	488.97	50.5%	100.0%	0.0%

MASA TOTAL:	968.1	g
MASA LAVADO:	479.1	g
MASA DE FINO:	489.0	g

DISTRIBUCIÓN GRANULOMÉTRICO			
% GRAVA	G.G. %	0.0%	2.3%
	G.F. %	2.3%	
% ARENA	A.G. %	2.0%	47.2%
	A.M. %	20.0%	
	A.F. %	25.1%	
% ARCILLA Y LIMO		50.5%	50.5%
TOTAL			100.0%

CURVA GRANULOMÉTRICA



OBSERVACIONES:

** Muestreo realizado por el equipo técnico*
** Los resultados se relacionan solamente con los items sometidos a ensayo*
** En el informe se indica que los resultados se aplican a la muestra como se recibió*

MANEYER HERNANDEZ ARCA
INGENIERO CIVIL
REG. CIP. 152285
ESP. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

PROYECTO	: "EVALUACIÓN DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DE SUELOS A-6 MEDIANTE LA SUSTITUCIÓN PARCIAL DE CAL POR CENIZA DE CÁSCARA DE ARROZ EN CAJARURO, AMAZONAS".		
UBICACIÓN	: CAJARURO - AMAZONAS		
CANTERA	: NO APLICA	**CÓDIGO INTERNO**	: ----
SOLICITANTES	: JEAN CARLOS BARDALES SUAREZ	**ENSAYO POR**	: A.C.H.T
	: JEAN ERICH VÁSQUEZ DELGADO	**F. DE RECEPCIÓN**	: Set-25
F. DE INICIO DE ENSAYO	: 06/10/2025	**F. DE EMESIÓN**	: Oct-25
F. DE TERMINO DE ENSAYO	: 07/10/2025	**PÁGINA**	: 1 de 7

INFORME DE ENSAYO 2025/F&M

SUELOS.MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL CONTENIDO DE HUMEDAD DE UN SUELO

NTP 339.127.1998 (revisada el 2019)

DATOS DE ENSAYO	*Und*	CONTENIDO DE HUMEDAD			
CALICATA		C - 01 - REP-02			
CÓDIGO INTERNO		: ----			
ADICIÓN		E-1 (5%CCA)			
COORDENADAS	*UTM*	Este :	-----	Norte :	------
PROFUNDIDAD	*m*	(0.00 - 1.50)			
TARA	*N°*	10.18		---	
SUELO HUMEDO + TARA	*g*	4126.2		---	
SUELO SECO + TARA	*g*	3850.4		---	
MASA DE AGUA	*g*	**275.80**		---	
MASA DE TARA	*g*	287.80		---	
MASA SUELO SECO	*g*	**3562.60**		---	
PORCENTAJE HUMEDAD	%	**7.74**		---	
PROMEDIO	%	**7.74**			

Observaciones:

* *Muestreo realizado por el equipo técnico*
* *Los resultados se relacionan solamente con los items sometidos a ensayo*
* *En el informe se indica que los resultados se aplican a la muestra como se recibió*

RENEYER HERNÁNDEZ ARCA
INGENIERO CIVIL
REG. CIP. 152285
ESP. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

PROYECTO	: "EVALUACIÓN DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DE SUELOS A-6 MEDIANTE LA SUSTITUCIÓN PARCIAL DE CAL POR CENIZA DE CÁSCARA DE ARROZ EN CAJARURO, AMAZONAS".		
UBICACIÓN	: CAJARURO - AMAZONAS		
CANTERA	: NO APLICA	**CÓDIGO INTERNO**	: ----
SOLICITANTES	: JEAN CARLOS BARDALES SUAREZ	**ENSAYO POR**	: A.C.H.T
	: JEAN ERICH VÁSQUEZ DELGADO	**F. DE RECEPCIÓN**	: Set-25
F. DE INICIO DE ENSAYO	: 07/10/2025	**F. DE EMESIÓN**	: Oct-25
F. DE TERMINO DE ENSAYO	: 10/10/2025	**PÁGINA**	: 2 de 7

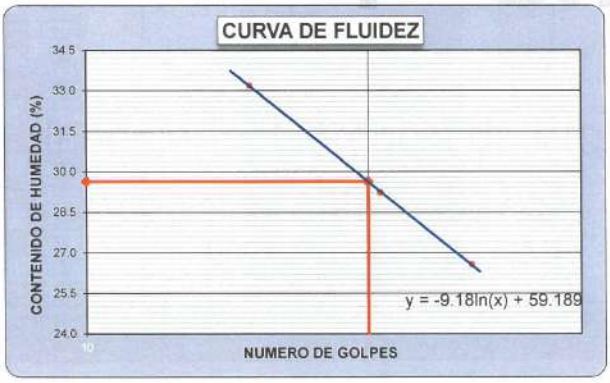
INFORME DE ENSAYO 2025/F&M

SUELOS. MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICLDAD DE SUELOS

NTP 339.129.(2019)

CALICATA :	C - 01 - REP-02	ADICIÓN	E-1 (5%CCA)	PROFUNDIDAD	(0.00 - 1.50)

DATOS DE ENSAYO		LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO		
N° DE TARA		955	883	776	2.15	2.28	---
N° DE GOLPES		17	26	35	-----	-----	-----
SUELO HÚMEDO + TARRO	g.	36.11	37.13	34.35	18.70	21.23	---
SUELO SECO + TARRO	g.	32.83	33.92	31.78	17.81	20.01	---
AGUA	g.	**3.28**	**3.21**	**2.57**	**0.89**	**1.22**	---
MASA DEL TARRO	g.	22.95	22.94	22.11	12.45	13.29	---
MASA DEL SUELO SECO	g.	**9.88**	**10.98**	**9.67**	**5.36**	**6.72**	---
PORCENTAJE DE HUMEDAD	%.	**33.20**	**29.23**	**26.58**	**16.60**	**18.15**	---



CONSISTENCIA FISICA DE LA MUESTRA	
LÍMITE LÍQUIDO	30
LÍMITE PLÁSTICO	17
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	12



OBSERVACIONES:

* *Muestreo realizado por el equipo ténico*
* *Los resultados se relacionan solamente con los items sometidos a ensayo*
* *En el informe se indica que los resultados se aplican a la muestra como se recibió*

NORMATIVA DE REFERENCIA: * *NTP.339.127- SUELOS. Método de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo (2019)*

IVENEYER HERNÁNDEZ ARC.
INGENIERO CIVIL
REG. CIP. 152285
ESP. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

PROYECTO	: "EVALUACIÓN DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DE SUELOS A-6 MEDIANTE LA SUSTITUCIÓN PARCIAL DE CAL POR CENIZA DE CÁSCARA DE ARROZ EN CAJARURO, AMAZONAS".		
UBICACIÓN	: CAJARURO - AMAZONAS		
CANTERA	: NO APLICA	**CÓDIGO INTERNO**	: ----
SOLICITANTES	: JEAN CARLOS BARDALES SUAREZ	**ENSAYO POR**	: A.C.H.T
	: JEAN ERICH VÁSQUEZ DELGADO	**F. DE RECEPCIÓN**	: Set-25
F. DE INICIO DE ENSAYO	: 07/10/2025	**F. DE EMESIÓN**	: Oct-25
F. DE TERMINO DE ENSAYO	: 10/10/2025	**PÁGINA**	: 3 de 7

INFORME DE ENSAYO 2025/F&M

SUELOS.MÉTODO DE ENSAYO PARA EL ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

NTP 339.128.(2019)

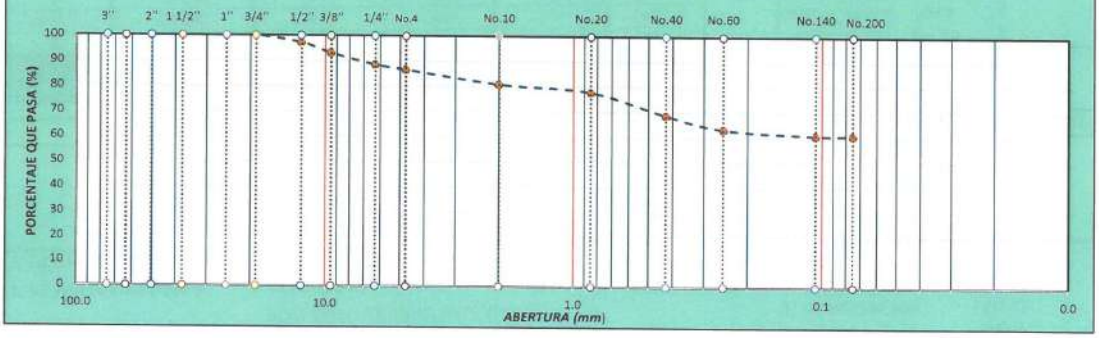
CALICATA :	C - 01 - REP-02	ADICIÓN	E-1 (5%CCA)	PROFUNDIDAD	(0.00 - 1.50)

TAMICES (Pul)	TAMICES (mm)	PESO RETENIDO (g)	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
3"	75.000	0.0	0.0%	0.0%	100.0%
2 1/2"	63.000	0.0	0.0%	0.0%	100.0%
2"	50.000	0.0	0.0%	0.0%	100.0%
1 1/2"	37.500	0.0	0.0%	0.0%	100.0%
1"	25.000	0.0	0.0%	0.0%	100.0%
3/4"	19.000	0.0	0.0%	0.0%	100.0%
1/2"	12.500	24.1	2.8%	2.8%	97.2%
3/8"	9.500	35.8	4.1%	6.9%	93.1%
1/4"	6.300	39.8	4.6%	11.5%	88.5%
No. 4	4.750	16.3	1.9%	13.4%	86.6%
No. 10	2.000	50.3	5.8%	19.2%	80.8%
No. 20	0.850	26.9	3.1%	22.3%	77.7%
No. 40	0.425	79.1	9.1%	31.5%	68.5%
No.60	0.250	48.2	5.6%	37.0%	63.0%
No. 140	0.106	19.2	2.2%	39.2%	60.8%
No. 200	0.075	0.4	0.0%	39.3%	60.7%
<No.200	FONDO	525.36	60.7%	100.0%	0.0%

MASA TOTAL:	865.4	g
MASA LAVADO:	340.1	g
MASA DE FINO:	525.4	g

DISTRIBUCIÓN GRANULOMÉTRICO			
% GRAVA	G.G. %	0.0%	13.4%
	G.F. %	13.4%	
% ARENA	A.G. %	5.8%	25.9%
	A.M. %	12.3%	
	A.F. %	7.8%	
% ARCILLA Y LIMO		60.7%	60.7%
TOTAL			100.0%

CURVA GRANULOMÉTRICA



OBSERVACIONES:

** Muestreo realizado por el equipo técnico*
** Los resultados se relacionan solamente con los items sometidos a ensayo*
** En el informe se indica que los resultados se aplican a la muestra como se recibió*

WENEYER HERNÁNDEZ ARCA
INGENIERO CIVIL
REG. CIP. 152285
ESP. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

PROYECTO	: "EVALUACIÓN DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DE SUELOS A-6 MEDIANTE LA SUSTITUCIÓN PARCIAL DE CAL POR CENIZA DE CÁSCARA DE ARROZ EN CAJARURO, AMAZONAS".		
UBICACIÓN	: CAJARURO - AMAZONAS		
CANTERA	: NO APLICA	**CÓDIGO INTERNO**	: ----
SOLICITANTES	: JEAN CARLOS BARDALES SUAREZ	**ENSAYO POR**	: A.C.H.T
	: JEAN ERICH VÁSQUEZ DELGADO	**F. DE RECEPCIÓN**	: Set-25
F. DE INICIO DE ENSAYO	: 06/10/2025	**F. DE EMESIÓN**	: Oct-25
F. DE TERMINO DE ENSAYO	: 07/10/2025	**PÁGINA**	: 1 de 7

INFORME DE ENSAYO 2025/F&M

SUELOS.MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL CONTENIDO DE HUMEDAD DE UN SUELO

NTP 339.127.1998 (revisada el 2019)

DATOS DE ENSAYO	*Und*	CONTENIDO DE HUMEDAD			
CALICATA		C - 01			
CÓDIGO INTERNO		: ----			
ADICIÓN		E-1 (10%CCA)			
COORDENADAS	*UTM*	Este :	-----	Norte :	------
PROFUNDIDAD	*m*	(0.00 - 1.50)			
TARA	*N°*	10.28		---	
SUELO HUMEDO + TARA	*g*	4449.3		---	
SUELO SECO + TARA	*g*	4178.9		---	
MASA DE AGUA	*g*	**270.40**		---	
MASA DE TARA	*g*	288.20		---	
MASA SUELO SECO	*g*	**3890.70**		---	
PORCENTAJE HUMEDAD	%	**6.95**		---	
PROMEDIO	%	**6.95**			

Observaciones:

* *Muestreo realizado por el equipo técnico*
* *Los resultados se relacionan solamente con los items sometidos a ensayo*
* *En el informe se indica que los resultados se aplican a la muestra como se recibió*

WINEYER HERNÁNDEZ ARCA
INGENIERO CIVIL
REG. CIP. 152285
ESP. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

PROYECTO	: "EVALUACIÓN DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DE SUELOS A-6 MEDIANTE LA SUSTITUCIÓN PARCIAL DE CAL POR CENIZA DE CÁSCARA DE ARROZ EN CAJARURO, AMAZONAS".		
UBICACIÓN	: CAJARURO - AMAZONAS		
CANTERA	: NO APLICA	**CÓDIGO INTERNO**	: ----
SOLICITANTES	: JEAN CARLOS BARDALES SUAREZ	**ENSAYO POR**	: A.C.H.T
	: JEAN ERICH VÁSQUEZ DELGADO	**F. DE RECEPCIÓN**	: Set-25
F. DE INICIO DE ENSAYO	: 07/10/2025	**F. DE EMESIÓN**	: Oct-25
F. DE TERMINO DE ENSAYO	: 10/10/2025	**PÁGINA**	: 2 de 7

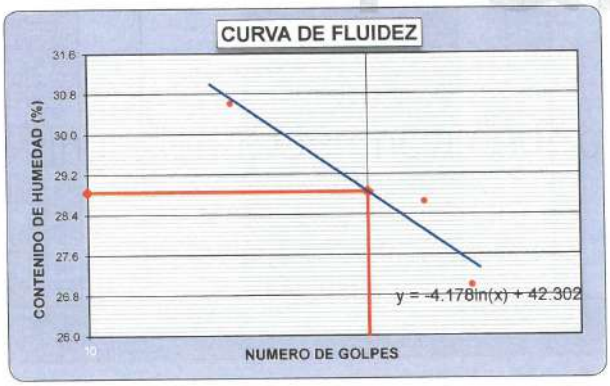
INFORME DE ENSAYO 2025/F&M

SUELOS. MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICLDAD DE SUELOS

NTP 339.129.(2019)

CALICATA :	C - 01	ADICIÓN	E-1 (10%CCA)	PROFUNDIDAD	(0.00 - 1.50)

DATOS DE ENSAYO		LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO		
N° DE TARA		763	853	985	C	2.27	---
N° DE GOLPES		30	35	16	-----	-----	-----
SUELO HÚMEDO + TARRO	g.	33.02	35.58	35.07	19.23	18.85	---
SUELO SECO + TARRO	g.	30.51	32.91	32.45	18.05	17.76	---
AGUA	g.	**2.51**	**2.67**	**2.62**	**1.18**	**1.09**	---
MASA DEL TARRO	g.	21.75	23.02	23.89	11.46	11.58	---
MASA DEL SUELO SECO	g.	**8.76**	**9.89**	**8.56**	**6.59**	**6.18**	---
PORCENTAJE DE HUMEDAD	%.	**28.65**	**27.00**	**30.61**	**17.91**	**17.64**	---



CONSISTENCIA FÍSICA DE LA MUESTRA	
LÍMITE LÍQUIDO	29
LÍMITE PLÁSTICO	18
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	11



OBSERVACIONES:

** Muestreo realizado por el equipo ténico*
** Los resultados se relacionan solamente con los items sometidos a ensayo*
** En el informe se indica que los resultados se aplican a la muestra como se recibió*

NORMATIVA DE REFERENCIA:

** NTP.339.127- SUELOS. Método de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo (2019)*

MAYER HERNANDEZ ARCA
INGENIERO CIVIL
REG. CIP. 152285
ESP. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

PROYECTO	: "EVALUACIÓN DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DE SUELOS A-6 MEDIANTE LA SUSTITUCIÓN PARCIAL DE CAL POR CENIZA DE CÁSCARA DE ARROZ EN CAJARURO, AMAZONAS".		
UBICACIÓN	: CAJARURO - AMAZONAS		
CANTERA	: NO APLICA	**CÓDIGO INTERNO**	: ----
SOLICITANTES	: JEAN CARLOS BARDALES SUAREZ	**ENSAYO POR**	: A.C.H.T
	: JEAN ERICH VÁSQUEZ DELGADO	**F. DE RECEPCIÓN**	: Set-25
F. DE INICIO DE ENSAYO	: 07/10/2025	**F. DE EMESIÓN**	: Oct-25
F. DE TERMINO DE ENSAYO	: 10/10/2025	**PÁGINA**	: 3 de 7

INFORME DE ENSAYO 2025/F&M

SUELOS.MÉTODO DE ENSAYO PARA EL ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

NTP 339.128.(2019)

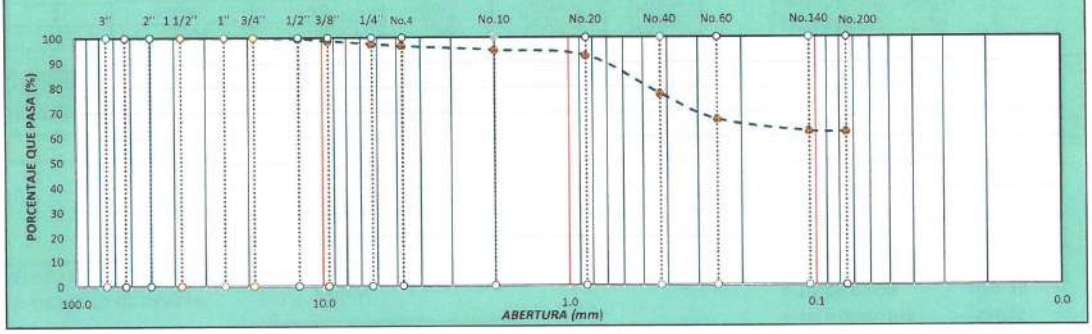
CALICATA :	C - 01	ADICIÓN	E-1 (10%CCA)	PROFUNDIDAD	(0.00 - 1.50)

TAMICES (Pul)	TAMICES (mm)	PESO RETENIDO (g)	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
3"	75.000	0.0	0.0%	0.0%	100.0%
2 1/2"	63.000	0.0	0.0%	0.0%	100.0%
2"	50.000	0.0	0.0%	0.0%	100.0%
1 1/2"	37.500	0.0	0.0%	0.0%	100.0%
1"	25.000	0.0	0.0%	0.0%	100.0%
3/4"	19.000	0.0	0.0%	0.0%	100.0%
1/2"	12.500	4.7	0.5%	0.5%	99.5%
3/8"	9.500	7.3	0.8%	1.4%	98.6%
1/4"	6.300	9.8	1.1%	2.5%	97.5%
No. 4	4.750	7.1	0.8%	3.3%	96.7%
No. 10	2.000	15.7	1.8%	5.0%	95.0%
No. 20	0.850	20.2	2.3%	7.3%	92.7%
No. 40	0.425	136.8	15.5%	22.8%	77.2%
No.60	0.250	91.7	10.4%	33.2%	66.8%
No. 140	0.106	41.8	4.7%	37.9%	62.1%
No. 200	0.075	2.4	0.3%	38.2%	61.8%
<No.200	FONDO	546.41	61.8%	100.0%	0.0%

MASA TOTAL:	883.9	g
MASA LAVADO:	337.5	g
MASA DE FINO:	546.4	g

DISTRIBUCIÓN GRANULOMÉTRICO			
% GRAVA	G.G. %	0.0%	3.3%
	G.F. %	3.3%	
% ARENA	A.G. %	1.8%	34.9%
	A.M. %	17.8%	
	A.F. %	15.4%	
% ARCILLA Y LIMO		61.8%	61.8%
TOTAL			100.0%

CURVA GRANULOMÉTRICA



OBSERVACIONES:

* *Muestreo realizado por el equipo técnico*
* *Los resultados se relacionan solamente con los items sometidos a ensayo*
* *En el informe se indica que los resultados se aplican a la muestra como se recibió*

WINEYER HERNÁNDEZ ARCA
INGENIERO CIVIL
REG. CIP. 152285
ESP. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

PROYECTO	: "EVALUACIÓN DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DE SUELOS A-6 MEDIANTE LA SUSTITUCIÓN PARCIAL DE CAL POR CENIZA DE CÁSCARA DE ARROZ EN CAJARURO, AMAZONAS".		
UBICACIÓN	: CAJARURO - AMAZONAS		
CANTERA	: NO APLICA	**CÓDIGO INTERNO**	: ----
SOLICITANTES	: JEAN CARLOS BARDALES SUAREZ	**ENSAYO POR**	: A.C.H.T
	: JEAN ERICH VÁSQUEZ DELGADO	**F. DE RECEPCIÓN**	: Set-25
F. DE INICIO DE ENSAYO	: 06/10/2025	**F. DE EMESIÓN**	: Oct-25
F. DE TERMINO DE ENSAYO	: 07/10/2025	**PÁGINA**	: 1 de 7

INFORME DE ENSAYO 2025/F&M

SUELOS.MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL CONTENIDO DE HUMEDAD DE UN SUELO

NTP 339.127.1998 (revisada el 2019)

DATOS DE ENSAYO	*Und*	CONTENIDO DE HUMEDAD			
CALICATA		C - 01 - REP-02			
CÓDIGO INTERNO		: ----			
ADICIÓN		E-1 (10%CCA)			
COORDENADAS	*UTM*	Este :	-----	Norte :	------
PROFUNDIDAD	*m*	(0.00 - 1.50)			
TARA	*N°*	10.31		---	
SUELO HUMEDO + TARA	*g*	4435.3		---	
SUELO SECO + TARA	*g*	4170.9		---	
MASA DE AGUA	*g*	**264.40**		---	
MASA DE TARA	*g*	283.10		---	
MASA SUELO SECO	*g*	**3887.80**		---	
PORCENTAJE HUMEDAD	*%*	**6.80**		---	
PROMEDIO	*%*	**6.80**			

Observaciones:

* *Muestreo realizado por el equipo técnico*
* *Los resultados se relacionan solamente con los ítems sometidos a ensayo*
* *En el informe se indica que los resultados se aplican a la muestra como se recibió*

BANEYER HERNÁNDEZ ARCA
INGENIERO CIVIL
REG. CIP. 152285
ESP. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

PROYECTO	: "EVALUACIÓN DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DE SUELOS A-6 MEDIANTE LA SUSTITUCIÓN PARCIAL DE CAL POR CENIZA DE CÁSCARA DE ARROZ EN CAJARURO, AMAZONAS".		
UBICACIÓN	: CAJARURO - AMAZONAS		
CANTERA	: NO APLICA	**CÓDIGO INTERNO**	: ----
SOLICITANTES	: JEAN CARLOS BARDALES SUAREZ	**ENSAYO POR**	: A.C.H.T
	: JEAN ERICH VÁSQUEZ DELGADO	**F. DE RECEPCIÓN**	: Set-25
F. DE INICIO DE ENSAYO	: 07/10/2025	**F. DE EMESIÓN**	: Oct-25
F. DE TERMINO DE ENSAYO	: 10/10/2025	**PÁGINA**	: 2 de 7

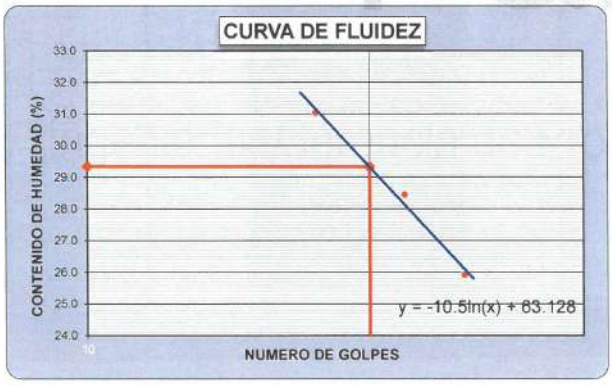
INFORME DE ENSAYO 2025/F&M

SUELOS. MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICLDAD DE SUELOS

NTP 339.129.(2019)

CALICATA :	C - 01 - REP-02	ADICIÓN	E-1 (10%CCA)	PROFUNDIDAD	(0.00 - 1.50)

DATOS DE ENSAYO		LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO		
N° DE TARA		913	939	865	2.2	2.1	---
N° DE GOLPES		34	28	21	-----	-----	-----
SUELO HÚMEDO + TARRO	g.	35.57	34.71	37.53	20.51	22.31	---
SUELO SECO + TARRO	g.	33.17	32.18	34.15	19.44	20.99	---
AGUA	g.	**2.40**	**2.53**	**3.38**	**1.07**	**1.32**	---
MASA DEL TARRO	g.	23.91	23.29	23.26	13.26	13.46	---
MASA DEL SUELO SECO	g.	**9.26**	**8.89**	**10.89**	**6.18**	**7.53**	---
PORCENTAJE DE HUMEDAD	%.	**25.92**	**28.46**	**31.04**	**17.31**	**17.53**	---



CONSISTENCIA FÍSICA DE LA MUESTRA	
LÍMITE LÍQUIDO	29
LÍMITE PLÁSTICO	17
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	12



OBSERVACIONES:

* *Muestreo realizado por el equipo ténico*
* *Los resultados se relacionan solamente con los items sometidos a ensayo*
* *En el informe se indica que los resultados se aplican a la muestra como se recibió*

NORMATIVA DE REFERENCIA: * *NTP.339.127- SUELOS. Método de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo (2019)*

KENEYER HERNÁNDEZ AR...
INGENIERO CIVIL
REG. CIP. 152205
ESP. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

PROYECTO	: "EVALUACIÓN DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DE SUELOS A-6 MEDIANTE LA SUSTITUCIÓN PARCIAL DE CAL POR CENIZA DE CÁSCARA DE ARROZ EN CAJARURO, AMAZONAS".		
UBICACIÓN	: CAJARURO - AMAZONAS		
CANTERA	: NO APLICA	**CÓDIGO INTERNO**	: ----
SOLICITANTES	: JEAN CARLOS BARDALES SUAREZ	**ENSAYO POR**	: A.C.H.T
	: JEAN ERICH VÁSQUEZ DELGADO	**F. DE RECEPCIÓN**	: Set-25
F. DE INICIO DE ENSAYO	: 07/10/2025	**F. DE EMESIÓN**	: Oct-25
F. DE TERMINO DE ENSAYO	: 10/10/2025	**PÁGINA**	: 3 de 7

INFORME DE ENSAYO 2025/F&M

SUELOS.MÉTODO DE ENSAYO PARA EL ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

NTP 339.128.(2019)

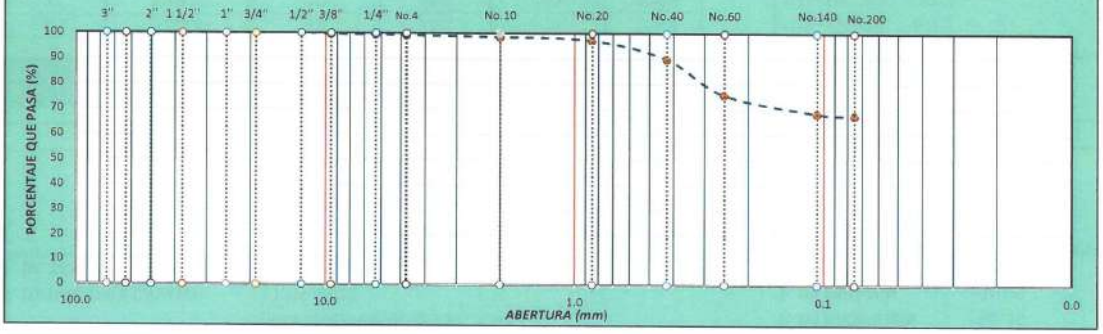
CALICATA :	C - 01 - REP-02	ADICIÓN	E-1 (10%CCA)	PROFUNDIDAD	(0.00 - 1.50)

TAMICES (Pul)	TAMICES (mm)	PESO RETENIDO (g)	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
3"	75.000	0.0	0.0%	0.0%	100.0%
2 1/2"	63.000	0.0	0.0%	0.0%	100.0%
2"	50.000	0.0	0.0%	0.0%	100.0%
1 1/2"	37.500	0.0	0.0%	0.0%	100.0%
1"	25.000	0.0	0.0%	0.0%	100.0%
3/4"	19.000	0.0	0.0%	0.0%	100.0%
1/2"	12.500	0.0	0.0%	0.0%	100.0%
3/8"	9.500	4.1	0.4%	0.4%	99.6%
1/4"	6.300	2.1	0.2%	0.6%	99.4%
No. 4	4.750	1.8	0.2%	0.8%	99.2%
No. 10	2.000	6.2	0.6%	1.5%	98.5%
No. 20	0.850	13.3	1.4%	2.8%	97.2%
No. 40	0.425	71.2	7.3%	10.1%	89.9%
No.60	0.250	139.1	14.2%	24.4%	75.6%
No. 140	0.106	71.5	7.3%	31.7%	68.3%
No. 200	0.075	8.4	0.9%	32.5%	67.5%
<No.200	FONDO	659.21	67.5%	100.0%	0.0%

MASA TOTAL:	977.0	g
MASA LAVADO:	317.8	g
MASA DE FINO:	659.2	g

DISTRIBUCIÓN GRANULOMÉTRICO			
% GRAVA	G.G. %	0.0%	0.8%
	G.F. %	0.8%	
% ARENA	A.G. %	0.6%	31.7%
	A.M. %	8.7%	
	A.F. %	22.4%	
% ARCILLA Y LIMO		67.5%	67.5%
TOTAL			100.0%

CURVA GRANULOMÉTRICA



OBSERVACIONES:

** Muestreo realizado por el equipo técnico*
** Los resultados se relacionan solamente con los items sometidos a ensayo*
** En el informe se indica que los resultados se aplican a la muestra como se recibió*

KENEYER HERNÁNDEZ ARCA
INGENIERO CIVIL
REG. CIP. 152205
ESP. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

PROYECTO	: "EVALUACIÓN DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DE SUELOS A-6 MEDIANTE LA SUSTITUCIÓN PARCIAL DE CAL POR CENIZA DE CÁSCARA DE ARROZ EN CAJARURO, AMAZONAS".		
UBICACIÓN	: CAJARURO - AMAZONAS		
CANTERA	: NO APLICA	**CÓDIGO INTERNO**	: ----
SOLICITANTES	: JEAN CARLOS BARDALES SUAREZ	**ENSAYO POR**	: A.C.H.T
	: JEAN ERICH VÁSQUEZ DELGADO	**F. DE RECEPCIÓN**	: Set-25
F. DE INICIO DE ENSAYO	: 06/10/2025	**F. DE EMESIÓN**	: Oct-25
F. DE TERMINO DE ENSAYO	: 07/10/2025	**PÁGINA**	: 1 de 7

INFORME DE ENSAYO 2025/F&M

SUELOS.MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL CONTENIDO DE HUMEDAD DE UN SUELO

NTP 339.127.1998 (revisada el 2019)

DATOS DE ENSAYO	*Und*	CONTENIDO DE HUMEDAD			
CALICATA		C - 01			
CÓDIGO INTERNO		: ----			
ADICIÓN		E-1 (15%CCA)			
COORDENADAS	*UTM*	Este :	-----	Norte :	------
PROFUNDIDAD	*m*	(0.00 - 1.50)			
TARA	*N°*	10.33		---	
SUELO HUMEDO + TARA	*g*	3896.9		---	
SUELO SECO + TARA	*g*	3698.8		---	
MASA DE AGUA	*g*	**198.10**		---	
MASA DE TARA	*g*	287.90		---	
MASA SUELO SECO	*g*	**3410.90**		---	
PORCENTAJE HUMEDAD	%	**5.81**		---	
PROMEDIO	%	**5.81**			

Observaciones:

* *Muestreo realizado por el equipo técnico*
* *Los resultados se relacionan solamente con los items sometidos a ensayo*
* *En el informe se indica que los resultados se aplican a la muestra como se recibió*

KANEYER HERNÁNDEZ ARCA
INGENIERO CIVIL
REG. CIP. 152285
ESP. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

PROYECTO	: "EVALUACIÓN DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DE SUELOS A-6 MEDIANTE LA SUSTITUCIÓN PARCIAL DE CAL POR CENIZA DE CÁSCARA DE ARROZ EN CAJARURO, AMAZONAS".		
UBICACIÓN	: CAJARURO - AMAZONAS		
CANTERA	: NO APLICA	**CÓDIGO INTERNO**	: ----
SOLICITANTES	: JEAN CARLOS BARDALES SUAREZ	**ENSAYO POR**	: A.C.H.T
	: JEAN ERICH VÁSQUEZ DELGADO	**F. DE RECEPCIÓN**	: Set-25
F. DE INICIO DE ENSAYO	: 07/10/2025	**F. DE EMESIÓN**	: Oct-25
F. DE TERMINO DE ENSAYO	: 10/10/2025	**PÁGINA**	: 2 de 7

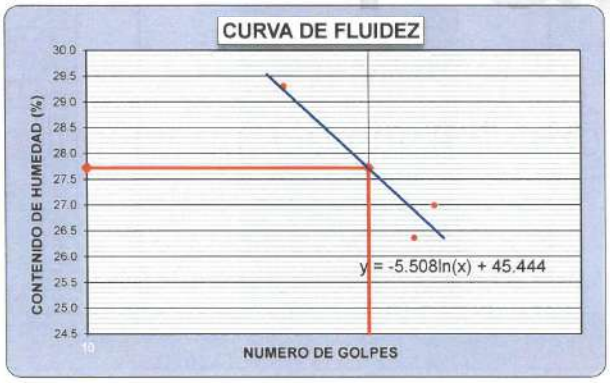
INFORME DE ENSAYO 2025/F&M

SUELOS. MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICLDAD DE SUELOS

NTP 339.129.(2019)

CALICATA :	C - 01	ADICIÓN	E-1 (15%CCA)	PROFUNDIDAD	(0.00 - 1.50)

DATOS DE ENSAYO		LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO		
N° DE TARA		772	765	780	M-1	2.14	---
N° DE GOLPES		31	29	19	-----	-----	-----
SUELO HÚMEDO + TARRO	g.	33.50	33.37	33.81	20.30	19.73	---
SUELO SECO + TARRO	g.	31.40	31.10	31.34	18.97	18.66	---
AGUA	g.	**2.10**	**2.27**	**2.47**	**1.33**	**1.07**	---
MASA DEL TARRO	g.	23.62	22.49	22.91	11.45	12.40	---
MASA DEL SUELO SECO	g.	**7.78**	**8.61**	**8.43**	**7.52**	**6.26**	---
PORCENTAJE DE HUMEDAD	%.	**26.99**	**26.36**	**29.30**	**17.69**	**17.09**	---



CONSISTENCIA FÍSICA DE LA MUESTRA	
LÍMITE LÍQUIDO	28
LÍMITE PLÁSTICO	17
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	10



OBSERVACIONES:

* *Muestreo realizado por el equipo ténico*
* *Los resultados se relacionan solamente con los items sometidos a ensayo*
* *En el informe se indica que los resultados se aplican a la muestra como se recibió*

NORMATIVA DE REFERENCIA: * *NTP.339.127- SUELOS. Método de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo (2019)*

YENEYER HERNÁNDEZ ARCA
INGENIERO CIVIL
REG. CIP. 152205
ESP. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

PROYECTO	: "EVALUACIÓN DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DE SUELOS A-6 MEDIANTE LA SUSTITUCIÓN PARCIAL DE CAL POR CENIZA DE CÁSCARA DE ARROZ EN CAJARURO, AMAZONAS".		
UBICACIÓN	: CAJARURO - AMAZONAS		
CANTERA	: NO APLICA	**CÓDIGO INTERNO**	: ----
SOLICITANTES	: JEAN CARLOS BARDALES SUAREZ	**ENSAYO POR**	: A.C.H.T
	: JEAN ERICH VÁSQUEZ DELGADO	**F. DE RECEPCIÓN**	: Set-25
F. DE INICIO DE ENSAYO	: 07/10/2025	**F. DE EMESIÓN**	: Oct-25
F. DE TERMINO DE ENSAYO	: 10/10/2025	**PÁGINA**	: 3 de 7

INFORME DE ENSAYO 2025/F&M

SUELOS.MÉTODO DE ENSAYO PARA EL ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

NTP 339.128.(2019)

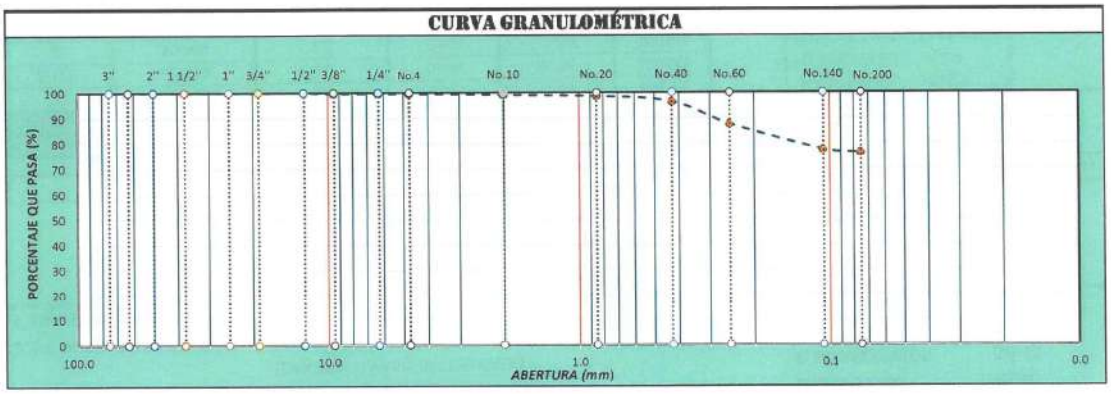
CALICATA :	C - 01	ADICIÓN	E-1 (15%CCA)	PROFUNDIDAD	(0.00 - 1.50)

TAMICES (Pul)	TAMICES (mm)	PESO RETENIDO (g)	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
3"	75.000	0.0	0.0%	0.0%	100.0%
2 1/2"	63.000	0.0	0.0%	0.0%	100.0%
2"	50.000	0.0	0.0%	0.0%	100.0%
1 1/2"	37.500	0.0	0.0%	0.0%	100.0%
1"	25.000	0.0	0.0%	0.0%	100.0%
3/4"	19.000	0.0	0.0%	0.0%	100.0%
1/2"	12.500	0.0	0.0%	0.0%	100.0%
3/8"	9.500	4.2	0.4%	0.4%	99.6%
1/4"	6.300	0.3	0.0%	0.4%	99.6%
No. 4	4.750	0.8	0.1%	0.5%	99.5%
No. 10	2.000	5.3	0.5%	0.9%	99.1%
No. 20	0.850	6.4	0.6%	1.5%	98.5%
No. 40	0.425	24.8	2.2%	3.7%	96.3%
No.60	0.250	99.7	8.8%	12.5%	87.5%
No. 140	0.106	114.4	10.1%	22.6%	77.4%
No. 200	0.075	13.8	1.2%	23.8%	76.2%
<No.200	FONDO	861.52	76.2%	100.0%	0.0%

MASA TOTAL:	1131.0	g
MASA LAVADO:	269.5	g
MASA DE FINO:	861.5	g

DISTRIBUCIÓN GRANULOMÉTRICO			
% GRAVA	G.G. %	0.0%	0.5%
	G.F. %	0.5%	
% ARENA	A.G. %	0.5%	23.4%
	A.M. %	2.8%	
	A.F. %	20.1%	
% ARCILLA Y LIMO		76.2%	76.2%
TOTAL			100.0%

CURVA GRANULOMÉTRICA



OBSERVACIONES:

* *Muestreo realizado por el equipo técnico*
* *Los resultados se relacionan solamente con los items sometidos a ensayo*
* *En el informe se indica que los resultados se aplican a la muestra como se recibió*

MANEYER HERNÁNDEZ ARCE
INGENIERO CIVIL
REG. CIP. 152285
ESP. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

PROYECTO	: "EVALUACIÓN DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DE SUELOS A-6 MEDIANTE LA SUSTITUCIÓN PARCIAL DE CAL POR CENIZA DE CÁSCARA DE ARROZ EN CAJARURO, AMAZONAS".		
UBICACIÓN	: CAJARURO - AMAZONAS		
CANTERA	: NO APLICA	**CÓDIGO INTERNO**	: ----
SOLICITANTES	: JEAN CARLOS BARDALES SUAREZ	**ENSAYO POR**	: A.C.H.T
	: JEAN ERICH VÁSQUEZ DELGADO	**F. DE RECEPCIÓN**	: Set-25
F. DE INICIO DE ENSAYO	: 06/10/2025	**F. DE EMESIÓN**	: Oct-25
F. DE TERMINO DE ENSAYO	: 07/10/2025	**PÁGINA**	: 1 de 7

INFORME DE ENSAYO 2025/F&M

SUELOS.MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL CONTENIDO DE HUMEDAD DE UN SUELO

NTP 339.127.1998 (revisada el 2019)

DATOS DE ENSAYO	*Und*	CONTENIDO DE HUMEDAD			
CALICATA		C - 01 - REP-02			
CÓDIGO INTERNO		: ----			
ADICIÓN		E-1 (15%CCA)			
COORDENADAS	*UTM*	Este :	-----	Norte :	------
PROFUNDIDAD	*m*	(0.00 - 1.50)			
TARA	*N°*	10.16		---	
SUELO HUMEDO + TARA	*g*	4360.4		---	
SUELO SECO + TARA	*g*	4137.5		---	
MASA DE AGUA	*g*	**222.90**		---	
MASA DE TARA	*g*	282.20		---	
MASA SUELO SECO	*g*	**3855.30**		---	
PORCENTAJE HUMEDAD	%	**5.78**		---	
PROMEDIO	%	**5.78**			

Observaciones:

** Muestreo realizado por el equipo técnico*

** Los resultados se relacionan solamente con los items sometidos a ensayo*

** En el informe se indica que los resultados se aplican a la muestra como se recibió*

KENEYER HERNANDEZ ARC.
INGENIERO CIVIL
REG. CIP. 152235
ESP. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

PROYECTO	: "EVALUACIÓN DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DE SUELOS A-6 MEDIANTE LA SUSTITUCIÓN PARCIAL DE CAL POR CENIZA DE CÁSCARA DE ARROZ EN CAJARURO, AMAZONAS".		
UBICACIÓN	: CAJARURO - AMAZONAS		
CANTERA	: NO APLICA	**CÓDIGO INTERNO**	: ----
SOLICITANTES	: JEAN CARLOS BARDALES SUAREZ	**ENSAYO POR**	: A.C.H.T
	: JEAN ERICH VÁSQUEZ DELGADO	**F. DE RECEPCIÓN**	: Set-25
F. DE INICIO DE ENSAYO	: 07/10/2025	**F. DE EMESIÓN**	: Oct-25
F. DE TERMINO DE ENSAYO	: 10/10/2025	**PÁGINA**	: 2 de 7

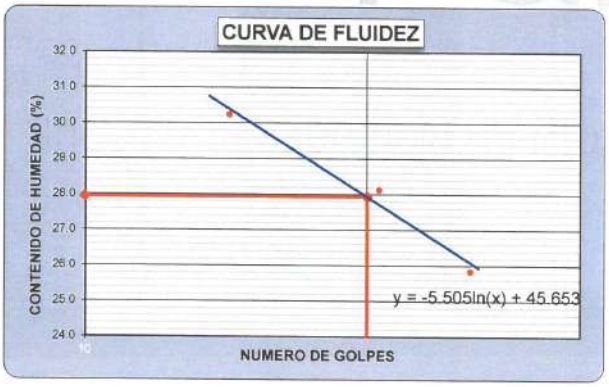
INFORME DE ENSAYO 2025/F&M

SUELOS. MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICLDAD DE SUELOS

NTP 339.129.(2019)

CALICATA :	C - 01 - REP-02	ADICIÓN	E-1 (15%CCA)	PROFUNDIDAD	(0.00 - 1.50)

DATOS DE ENSAYO		LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO		
N° DE TARA		776	948	883	878	913	---
N° DE GOLPES		35	26	16	-----	-----	-----
SUELO HÚMEDO + TARRO	g.	32.72	30.73	31.32	30.35	31.35	---
SUELO SECO + TARRO	g.	30.54	29.02	29.40	29.27	30.21	---
AGUA	g.	**2.18**	**1.71**	**1.92**	**1.08**	**1.14**	---
MASA DEL TARRO	g.	22.10	22.94	23.05	23.10	24.02	---
MASA DEL SUELO SECO	g.	**8.44**	**6.08**	**6.35**	**6.17**	**6.19**	---
PORCENTAJE DE HUMEDAD	%.	**25.83**	**28.13**	**30.24**	**17.50**	**18.42**	---



CONSISTENCIA FÍSICA DE LA MUESTRA	
LÍMITE LÍQUIDO	28
LÍMITE PLÁSTICO	18
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	10



OBSERVACIONES:

** Muestreo realizado por el equipo ténico*
** Los resultados se relacionan solamente con los ítems sometidos a ensayo*
** En el informe se indica que los resultados se aplican a la muestra como se recibió*

NORMATIVA DE REFERENCIA:

** NTP.339.127- SUELOS. Método de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo (2019)*

KENEYER HERNÁNDEZ ARCA
INGENIERO CIVIL
REG. CIP. 152285
ESP. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

PROYECTO	: "EVALUACIÓN DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DE SUELOS A-6 MEDIANTE LA SUSTITUCIÓN PARCIAL DE CAL POR CENIZA DE CÁSCARA DE ARROZ EN CAJARURO, AMAZONAS".		
UBICACIÓN	: CAJARURO - AMAZONAS		
CANTERA	: NO APLICA	**CÓDIGO INTERNO**	: ----
SOLICITANTES	: JEAN CARLOS BARDALES SUAREZ	**ENSAYO POR**	: A.C.H.T
	: JEAN ERICH VÁSQUEZ DELGADO	**F. DE RECEPCIÓN**	: Set-25
F. DE INICIO DE ENSAYO	: 07/10/2025	**F. DE EMESIÓN**	: Oct-25
F. DE TERMINO DE ENSAYO	: 10/10/2025	**PÁGINA**	: 3 de 7

INFORME DE ENSAYO 2025/F&M

SUELOS.MÉTODO DE ENSAYO PARA EL ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

NTP 339.128.(2019)

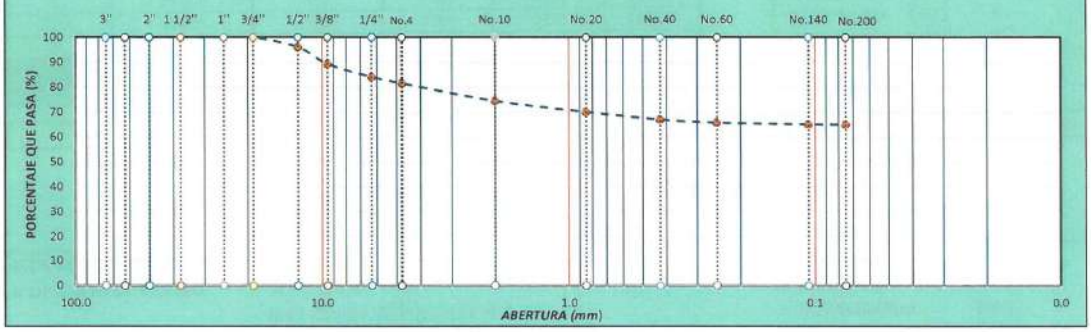
CALICATA :	C - 01 - REP-02	ADICIÓN	E-1 (15%CCA)	PROFUNDIDAD	(0.00 - 1.50)

TAMICES (Pul)	TAMICES (mm)	PESO RETENIDO (g)	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
3"	75.000	0.0	0.0%	0.0%	100.0%
2 1/2"	63.000	0.0	0.0%	0.0%	100.0%
2"	50.000	0.0	0.0%	0.0%	100.0%
1 1/2"	37.500	0.0	0.0%	0.0%	100.0%
1"	25.000	0.0	0.0%	0.0%	100.0%
3/4"	19.000	0.0	0.0%	0.0%	100.0%
1/2"	12.500	47.0	3.9%	3.9%	96.1%
3/8"	9.500	82.7	6.8%	10.7%	89.3%
1/4"	6.300	63.4	5.2%	16.0%	84.0%
No. 4	4.750	31.7	2.6%	18.6%	81.4%
No. 10	2.000	84.1	6.9%	25.5%	74.5%
No. 20	0.850	54.3	4.5%	30.0%	70.0%
No. 40	0.425	35.6	2.9%	33.0%	67.0%
No.60	0.250	15.0	1.2%	34.2%	65.8%
No. 140	0.106	9.4	0.8%	35.0%	65.0%
No. 200	0.075	0.8	0.1%	35.0%	65.0%
<No.200	FONDO	786.09	65.0%	100.0%	0.0%

MASA TOTAL:	1209.9	g
MASA LAVADO:	423.8	g
MASA DE FINO:	786.1	g

DISTRIBUCIÓN GRANULOMÉTRICO			
% GRAVA	G.G. %	0.0%	18.6%
	G.F. %	18.6%	
% ARENA	A.G. %	6.9%	16.4%
	A.M. %	7.4%	
	A.F. %	2.1%	
% ARCILLA Y LIMO		65.0%	65.0%
TOTAL			100.0%

CURVA GRANULOMÉTRICA



OBSERVACIONES:

** Muestreo realizado por el equipo técnico*
** Los resultados se relacionan solamente con los items sometidos a ensayo*
** En el informe se indica que los resultados se aplican a la muestra como se recibió*

ENEYER HERNANDEZ ARC.
INGENIERO CIVIL
REG. CIP. 152285
ESP. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

Anexo 14. Certificados de resultados de propiedades mecánicas con sustitución de cal por CCA

F&M
Ingeniería, Gerencia de Proyectos y Construcción

SERVICIOS TÉCNICOS PROFESIONALES DE MECÁNICA DE SUELOS, PAVIMENTOS Y ENSAYO DE MATERIALES

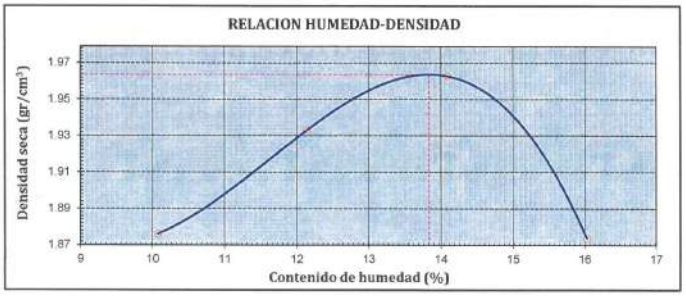
PROYECTO	: "EVALUACIÓN DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DE SUELOS A-6 MEDIANTE LA SUSTITUCIÓN PARCIAL DE CAL POR CENIZA DE CÁSCARA DE ARROZ EN CAJARURO, AMAZONAS".		
UBICACIÓN	: CAJARURO - UTCUBAMBA - AMAZONAS		
CANTERA	: NO APLICA	**CÓDIGO INTERNO**	: ----
SOLICITANTES	: JEAN CARLOS BARDALES SUAREZ	**ENSAYO POR**	: A.J.S.G.
	: JEAN ERICH VÁSQUEZ DELGADO	**F. DE RECEPCIÓN**	: Set-25
F. DE TERMINO DE ENSAYO	: 06/10/2025	**F. DE EMESIÓN**	: Oct-25
F. DE INICIO DE ENSAYO	: 07/10/2025	**PÁGINA**	: 5 de 7

INFORME DE ENSAYO - 2025/F&M

SUELOS. MÉTODO DE ENSAYO PARA LA COMPACTACIÓN DEL SUELO EN LABORATORIO UTILIZANDO UNA ENERGÍA MODIFICADA (2700Kn-m/m3(56 000 pie-lbf/pie3))
NTP 339.141.1998 (revisada el 2019)

CALICATA :	C-01	ESTRATO :	E-01 (5%CCA)	PROFUNDIDAD:	(0.00 - 1.50 m)

COMPACTACIÓN DE LAS MUESTRAS			MÉTODO DE ENSAYO		A
PRUEBA	***UND***	**1**	**2**	**3**	**4**
NUMERO DE MOLDE	*N°*	2	2	2	2
NUMERO DE CAPAS	---	5	5	5	5
NUMERO DE GOLPES POR CAPA	*N°*	25	25	25	25
VOLUMEN MOLDE	cm^3	905.61	905.61	905.61	905.61
MASA MUESTRA HUMEDA Y MOLDE	gr	6295.00	6388.00	6453.00	6394.00
MASA MOLDE	gr	4425.00	4425.00	4425.00	4425.00
MASA MUESTRA HUMEDA	gr	1870.00	1963.00	2028.00	1969.00
HUMEDAD DE COMPACTACIÓN					
NUMERO DE TARA	-	B-16	B-6	B-9	B-8
MASA DE SUELO HUMEDO + TARA	gr	376.24	400.45	435.76	453.78
MASA SUELO SECO + TARA	gr	346.11	362.46	387.54	398.43
MASA DE TARA	gr	46.90	49.50	45.60	53.20
MASA DEL AGUA	gr	30.13	37.99	48.22	55.35
MASA SUELO SECO	gr	299.21	312.96	341.94	345.23
% DE NUMEDAD	%	**10.07**	**12.14**	**14.10**	**16.03**
DETERMINACIÓN DEL PESOS UNITARIOS DE LOS ESPECÍMENES					
DENSIDAD HUMEDO	gr/cm^3	**2.065**	**2.168**	**2.239**	**2.174**
DENSIDAD SECA	gr/cm^3	**1.876**	**1.933**	**1.963**	**1.874**



MAXIMA DENSIDAD SECA	
1.964	g/cm^3

OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD	
13.84	(%)



Observaciones:
* *Muestreo realizado por el Solicitante*
* *Los resultados se relacionan solamente con los ítems sometidos a ensayo*
* *En el informe se indica que los resultados se aplican a la muestra como se recibió*

Normativa de referencia:
* *NTP 339.127-SUELOS. Método de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo (2019)*

MAYEYER HERNANDEZ ARCA
INGENIERO CIVIL
REG. CIP. 152285
ESP. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

Calle Coricancha S/N Mz. C Lote 11 - Sector Pueblo Libre - Jaén - Cajamarca-Perú
941915761
949327495
fmengineeringsac@gmail.com
Indecopi N°00146584 N°00146585
Iso 9001:2015

PROYECTO	: "EVALUACIÓN DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DE SUELOS A-6 MEDIANTE LA SUSTITUCIÓN PARCIAL DE CAL POR CENIZA DE CÁSCARA DE ARROZ EN CAJARURO, AMAZONAS".		
UBICACIÓN	: CAJARURO - UTCUBAMBA - AMAZONAS		
CANTERA	: NO APLICA	**CÓDIGO INTERNO**	: ----
SOLICITANTES	: JEAN CARLOS BARDALES SUAREZ	**ENSAYO POR**	: A.J.S.G.
	: JEAN ERICH VÁSQUEZ DELGADO	**F. DE RECEPCIÓN**	: Set-25
F. DE INICIO DE ENSAYO	: 07/10/2025	**F. DE EMESIÓN**	: Oct-25
F. DE TERMINO DE ENSAYO	: 11/10/2025	**PÁGINA**	: 6 de 7

INFORME DE ENSAYO - 2025/F&M

Suelos. Métodos de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio.
NTP 339.145 (2019)

CALICATA :	C-01	**ESTRATO :**	E-01 (5%CCA)	**COORDENADAS:**	-----	-----

DATOS							
1.1 N° de molde	-	15		6		9	
1.2 Diametro interior de molde	cm	15.15		15.14		15.11	
1.3 Altura molde descontando disco espaciador	cm	11.62		11.61		11.63	
1.4 Masa del molde (incluye base)	g	8 519		8 615		8 674	
1.5 N° de capas	-	5		5		5	
1.6 N° de golpes por capa	-	**56**		**25**		**10**	
1.7 Condición de muestra	-	S/Mojar	Mojada	S/Mojar	Mojada	S/Mojar	Mojada
1.8 Masa de molde(incluye base) + Masa húmedo	g	11763	12002	11526	11835	11284	11498
CÁLCULO DE CONTENIDO DE HUMEDAD							
2.1 N° Tara	-	3.3	3.2	3.1	6.2	5.3	5.2
2.2 Masa de tara	g	60.60	61.00	59.30	90.20	91.40	79.00
2.3 Masa de tara + Suelo Húmedo	g	365.42	371.09	302.45	322.76	335.75	410.32
2.4 Masa de tara + Suelo Seco	g	330.14	332.44	273.67	289.88	306.45	358.43
2.5 Masa de agua contenida (2.3-2.4)	g	35.28	38.65	28.78	32.88	29.30	51.89
2.6 Masa de suelo seco (2.4-2.2)	g	269.54	271.44	214.37	199.68	215.05	279.43
2.7 Contenido de Humedad (2.5/2.6)	%	13.1	14.2	13.4	16.5	13.6	18.6
RESULTADOS							
3.1 Área superficial del molde	pulg2	27.94		27.90		27.79	
3.2 Volúmen de suelo	cm3	2 094.70		2 090.13		2 085.44	
3.3Masa del suelo húmedo (1.8-1.4)	g	3244	3483	2911	3220	2610	2824
3.4 Densidad húmeda (3.3/3.2)	g/cm3	1.55	1.66	1.39	1.54	1.25	1.35
3.5 Densidad Seca (3.4/(1+2.7/100))	g/cm3	1.51	1.62	1.36	1.50	1.22	1.32

EXPANSIÓN												
MOLDE			15			6			9		
FECHA	HORA	TIEMPO (horas)	DIAL pulg	Expansión (mm)	Expansión (%)	DIAL pulg	Expansión (mm)	Expansión (%)	DIAL pulg	Expansión (mm)	Expansión (%)
07/10/2025	11:00:00 a. m.	0	0.000	-	-	0.000	-	-	0.000	-	-
08/10/2025	11:00:00 a. m.	24	0.110	2.794	2.41%	0.115	2.921	2.52%	0.120	3.048	2.63%
09/10/2025	11:00:00 a. m.	48	0.114	2.896	2.50%	0.121	3.073	2.65%	0.127	3.226	2.78%
10/10/2025	11:00:00 a. m.	72	0.117	2.972	2.56%	0.127	3.226	2.78%	0.134	3.404	2.93%
11/10/2025	11:00:00 a. m.	96	0.123	3.124	2.69%	0.130	3.302	2.85%	0.142	3.607	3.11%

PENETRACIÓN																	
MOLDE			15					6					9				
PENETRACION		C.ESTANDAR	CARGA					CARGA					CARGA				
pulgadas	mm	(lb/pulg2)	Lectura	lb	lb/pulg2	Correc.	%	Lectura	lb	lb/pulg2	Correc.	%	Lectura	lb	lb/pulg2	Correc.	%
0.000			0.0	0.0	0.0			0.0	0.0	0.0			0.0	0.0	0.0		
0.025	0.64		28.4	62.5	20.5			13.6	29.9	9.8			8.4	18.5	6.1		
0.050	1.27		89.5	197.3	64.8			57.4	126.5	41.6			39.2	86.4	28.4		
0.075	1.91		181.4	399.9	131.4			103.5	228.2	75.0			68.5	151.0	49.6		
0.100	2.54	1000	234.7	517.4	170.0	189.1	18.9	123.4	272.0	89.4	93.2	9.3	92.5	203.9	67.0	72.7	7.3
0.125	3.18		279.4	616.0	202.4			140.4	309.5	101.7			103.4	227.9	74.9		
0.150	3.81		345.6	762.0	250.4			166.3	366.6	120.5			137.6	303.3	99.7		
0.175	4.45		396.6	874.4	287.3			192.4	424.2	139.4			148.4	327.2	107.5		
0.200	5.08	1500	465.2	1025.7	337.0	308.8	20.6	254.9	562.0	184.7	161.5	10.8	193.5	426.6	140.2	126.3	8.4
0.300	7.62		493.4	1087.9	357.4			285.5	629.5	206.8			216.4	477.1	156.8		
0.400	10.16		535.7	1181.1	388.1			314.3	693.0	227.7			240.2	529.6	174.0		
0.500	12.70		583.3	1286.2	422.6			366.0	807.0	265.1			261.4	576.3	189.4		

Observaciones:
* *Muestreo realizado por el Solicitante*
* *Los resultados se relacionan solamente con los items sometidos a ensayo*
* *En el informe se indica que los resultados se aplican a la muestra como se recibió*

Normativa de referer * *NTP 339.127-SUELOS. Método de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo (2019)*
* *NTP 339.141-SUELOS. Método de ensayo para la compactación del suelo en laboratorio utilizando energía modificada (2700kn-m/m3(56 000 pie-lbf/pie3))*

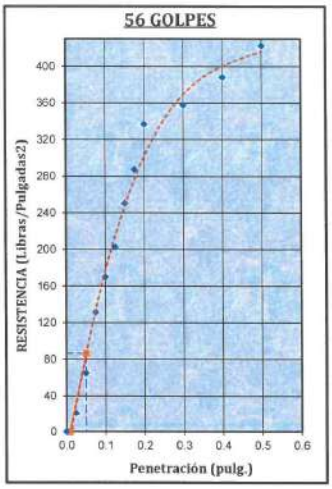
KENEYER HERNÁNDEZ ARCA
INGENIERO CIVIL
REG. CIP. 152285
ESP. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

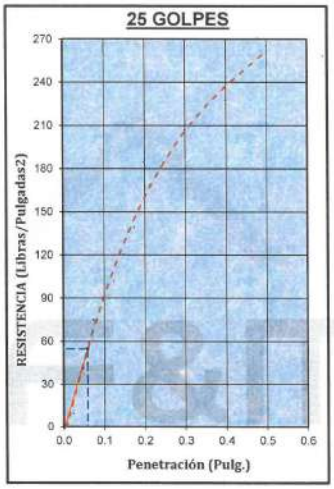
PROYECTO	: "EVALUACIÓN DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DE SUELOS A-6 MEDIANTE LA SUSTITUCIÓN PARCIAL DE CAL POR CENIZA DE CÁSCARA DE ARROZ EN CAJARURO, AMAZONAS".		
UBICACIÓN	: CAJARURO - UTCUBAMBA - AMAZONAS		
CANTERA	: NO APLICA	CÓDIGO INTERNO	: ----
SOLICITANTES	: JEAN CARLOS BARDALES SUAREZ	ENSAYO POR	: A.J.S.G.
	: JEAN ERICH VÁSQUEZ DELGADO	F. DE RECEPCIÓN	: Set-25
F. DE INICIO DE ENSAYO	: 07/10/2025	F. DE EMESIÓN	: Oct-25
F. DE TERMINO DE ENSAYO	: 11/10/2025	PÁGINA	: 7 de 7

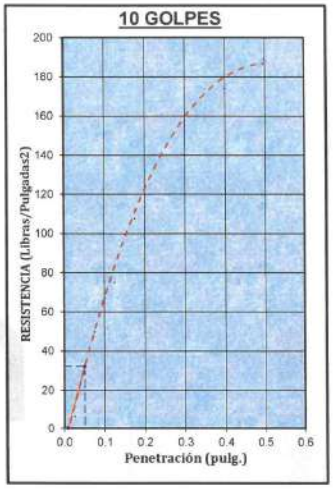
INFORME DE ENSAYO - 2025/F&M

Suelos. Métodos de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio.
NTP 339.145 (2019)

CALICATA :	C-01	ESTRATO :	E-01 (5%CCA)	COORDENADAS:	-----	-----

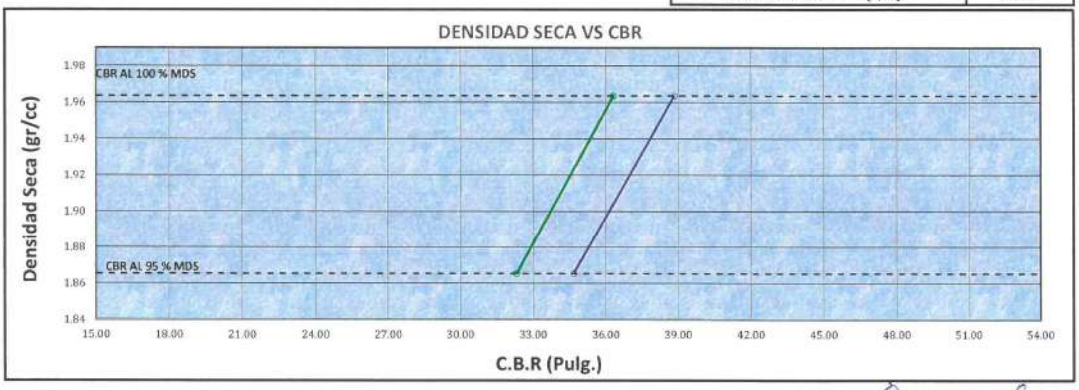






DATOS DE PROCTOR	
ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%) :	13.84
MÁXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm3) :	1.96
95% MÁXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm3) :	1.87

RESULTADOS DE CBR	
C.B.R. al 100% de M.D.S (0,1") :	36.33
C.B.R. al 95% de M.D.S (0,1") :	32.34
C.B.R. al 100% de M.D.S (0,2") :	38.84
C.B.R. al 95% de M.D.S (0,2") :	34.67



Observaciones:

* *Muestreo realizado por el Solicitante*
* *Los resultados se relacionan solamente con los ítems sometidos a ensayo*
* *En el informe se indica que los resultados se aplican a la muestra como se recibió*

KENEYER HERNÁNDEZ ARCA
INGENIERO CIVIL
REG. CIP. 152285
ESP. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

Normativa de referencia:

* *NTP 339.127-SUELOS. Método de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo (2019)*
* *NTP 339.141-SUELOS. Método de ensayo para la compactación del suelo en laboratorio utilizando energía modificada (2700kn-m/m3(56 000 pie-lbf/pie3))*

PROYECTO	: "EVALUACIÓN DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DE SUELOS A-6 MEDIANTE LA SUSTITUCIÓN PARCIAL DE CAL POR CENIZA DE CÁSCARA DE ARROZ EN CAJARURO, AMAZONAS".		
UBICACIÓN	: CAJARURO - UTCUBAMBA - AMAZONAS		
CANTERA	: NO APLICA	**CÓDIGO INTERNO**	: ----
SOLICITANTES	: JEAN CARLOS BARDALES SUAREZ	**ENSAYO POR**	: A.J.S.G.
	: JEAN ERICH VÁSQUEZ DELGADO	**F. DE RECEPCIÓN**	: Set-25
F. DE TERMINO DE ENSAYO	: 06/10/2025	**F. DE EMESIÓN**	: Oct-25
F. DE INICIO DE ENSAYO	: 07/10/2025	**PÁGINA**	: 5 de 7

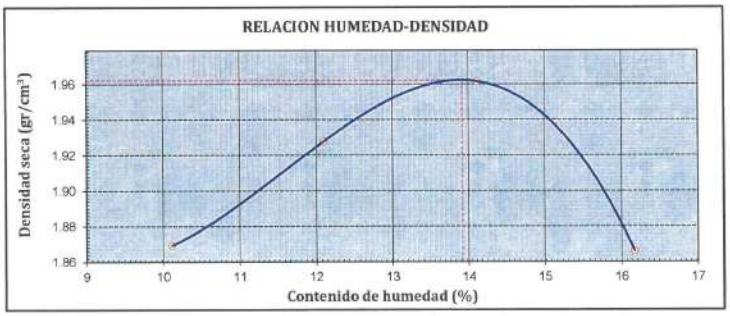
INFORME DE ENSAYO - 2025/F&M

SUELOS. MÉTODO DE ENSAYO PARA LA COMPACTACIÓN DEL SUELO EN LABORATORIO UTILIZANDO UNA ENERGÍA MODIFICADA (2700Kn-m/m3(56 000 pie-lbf/pie3))

NTP 339.141.1998 (revisada el 2019)

CALICATA :	C-01	**ESTRATO :**	E-01 (5%CCA)-REP-02	**PROFUNDIDAD:**	(0.00 - 1.50 m)

COMPACTACIÓN DE LAS MUESTRAS			**MÉTODO DE ENSAYO**		**A**
PRUEBA	***UND***	**1**	**2**	**3**	**4**
NUMERO DE MOLDE	*N°*	2	2	2	2
NUMERO DE CAPAS	---	5	5	5	5
NUMERO DE GOLPES POR CAPA	*N°*	25	25	25	25
VOLUMEN MOLDE	cm^3	905.61	905.61	905.61	905.61
MASA MUESTRA HUMEDA Y MOLDE	gr	6289.00	6382.00	6452.00	6388.00
MASA MOLDE	gr	4425.00	4425.00	4425.00	4425.00
MASA MUESTRA HUMEDA	gr	1864.00	1957.00	2027.00	1963.00
HUMEDAD DE COMPACTACIÓN					
NUMERO DE TARA	-	3.2	B-12	3.1	3.3
MASA DE SUELO HUMEDO + TARA	gr	356.44	420.30	430.60	487.51
MASA SUELO SECO + TARA	gr	329.30	379.80	384.69	428.10
MASA DE TARA	gr	61.00	45.10	59.30	60.60
MASA DEL AGUA	gr	27.14	40.50	45.91	59.41
MASA SUELO SECO	gr	268.30	334.70	325.39	367.50
% DE NUMEDAD	%	**10.12**	**12.10**	**14.11**	**16.17**
DETERMINACIÓN DEL PESOS UNITARIOS DE LOS ESPECÍMENES					
DENSIDAD HUMEDO	gr/cm^3	**2.058**	**2.161**	**2.238**	**2.168**
DENSIDAD SECA	gr/cm^3	**1.869**	**1.928**	**1.962**	**1.866**



MAXIMA DENSIDAD SECA	
1.962	g/cm^3

OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD	
13.92	(%)



Observaciones:

* *Muestreo realizado por el Solicitante*
* *Los resultados se relacionan solamente con los items sometidos a ensayo*
* *En el informe se indica que los resultados se aplican a la muestra como se recibió*

Normativa de referencia:

* *NTP 339.127-SUELOS. Método de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo (2019)*

KENEYER HERNÁNDEZ ARCA
INGENIERO CIVIL
REG. CIP. 152285
ESP. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

PROYECTO	: "EVALUACIÓN DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DE SUELOS A-6 MEDIANTE LA SUSTITUCIÓN PARCIAL DE CAL POR CENIZA DE CÁSCARA DE ARROZ EN CAJARURO, AMAZONAS".		
UBICACIÓN	: CAJARURO - UTCUBAMBA - AMAZONAS		
CANTERA	: NO APLICA	**CÓDIGO INTERNO**	: ----
SOLICITANTES	: JEAN CARLOS BARDALES SUAREZ	**ENSAYO POR**	: A.J.S.G.
	: JEAN ERICH VÁSQUEZ DELGADO	**F. DE RECEPCIÓN**	: Set-25
F. DE INICIO DE ENSAYO	: 07/10/2025	**F. DE EMESIÓN**	: Oct-25
F. DE TERMINO DE ENSAYO	: 11/10/2025	**PÁGINA**	: 6 de 7

INFORME DE ENSAYO - 2025/F&M

Suelos. Métodos de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio.
NTP 339.145 (2019)

CALICATA :	C-01	**ESTRATO :**	E-01 (5%CCA)-REP-02	**COORDENADAS:**	-----	-----

DATOS								
1.1 N° de molde	-	11		17		24		
1.2 Diametro interior de molde	cm	15.15		15.14		15.11		
1.3 Altura molde descontando disco espaciador	cm	11.64		11.62		11.61		
1.4 Masa del molde (incluye base)	g	8 498		8 584		8 667		
1.5 N° de capas	-	5		5		5		
1.6 N° de golpes por capa	-	**56**		**25**		**10**		
1.7 Condición de muestra	-	S/Mojar	Mojada	S/Mojar	Mojada	S/Mojar	Mojada	
1.8 Masa de molde(incluye base) + Masa húmedo	g	11724	19980	11520	11828	11280	11487	
CÁLCULO DE CONTENIDO DE HUMEDAD								
2.1 Nº Tara	-	B-13	A-6	B-15	4.2	B-14	A-9	
2.2 Masa de tara	g	46.00	69.00	47.70	69.50	48.20	65.90	
2.3 Masa de tara + Suelo Húmedo	g	324.65	421.43	346.52	413.86	364.29	453.99	
2.4 Masa de tara + Suelo Seco	g	292.43	376.54	311.50	364.50	326.40	394.00	
2.5 Masa de agua contenida (2.3-2.4)	g	32.22	44.89	35.02	49.36	37.89	59.99	
2.6 Masa de suelo seco (2.4-2.2)	g	246.43	307.54	263.80	295.00	278.20	328.10	
2.7 Contenido de Humedad (2.5/2.6)	%	13.1	14.6	13.3	16.7	13.6	18.3	
RESULTADOS								
3.1 Área superficial del molde	pulg2	27.94		27.90		27.79		
3.2 Volúmen de suelo	cm3	2 098.30		2 091.93		2 081.86		
3.3Masa del suelo húmedo (1.8-1.4)	g	3226	11482	2936	3244	2613	2820	
3.4 Densidad húmeda (3.3/3.2)	g/cm3	1.54	5.47	1.40	1.55	1.26	1.35	
3.5 Densidad Seca (3.4/(1+2.7/100))	g/cm3	1.50	5.33	1.37	1.51	1.22	1.32	

EXPANSIÓN

MOLDE			11			17			24		
FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	Expansión		DIAL	Expansión		DIAL	Expansión	
		(horas)	pulg	(mm)	(%)	pulg	(mm)	(%)	pulg	(mm)	(%)
07/10/2025	11:00:00 a. m.	0	0.000	-	-	0.000	-	-	0.000	-	-
08/10/2025	11:00:00 a. m.	24	0.113	2.870	2.47%	0.116	2.946	2.54%	0.124	3.150	2.72%
09/10/2025	11:00:00 a. m.	48	0.115	2.921	2.52%	0.120	3.048	2.63%	0.129	3.277	2.82%
10/10/2025	11:00:00 a. m.	72	0.118	2.997	2.58%	0.126	3.200	2.76%	0.132	3.353	2.89%
11/10/2025	11:00:00 a. m.	96	0.121	3.073	2.65%	0.135	3.429	2.96%	0.148	3.759	3.24%

PENETRACIÓN

MOLDE			11					17					24				
PENETRACION		ESTANDAR	CARGA					CARGA					CARGA				
pulgadas	mm	(lb/pulg2)	Lectura	lb	lb/pulg2	Correc.	%	Lectura	lb	lb/pulg2	Correc.	%	Lectura	lb	lb/pulg2	Correc.	%
0.000			0.0	0.0	0.0			0.0	0.0	0.0			0.0	0.0	0.0		
0.025	0.64		27.8	61.2	20.1			13.3	29.2	9.6			8.6	18.9	6.2		
0.050	1.27		87.6	193.2	63.5			59.5	131.1	43.1			40.5	89.2	29.3		
0.075	1.91		184.5	406.7	133.6			107.7	237.4	78.0			71.7	158.0	51.9		
0.100	2.54	1000	236.8	522.1	171.5	191.0	19.1	127.8	281.7	92.6	95.7	9.6	96.5	212.7	69.9	74.4	7.4
0.125	3.18		282.7	623.3	204.8			144.6	318.8	104.7			105.8	233.2	76.6		
0.150	3.81		348.8	769.0	252.7			170.7	376.3	123.7			140.4	309.5	101.7		
0.175	4.45		398.4	878.4	288.6			197.8	436.1	143.3			151.8	334.7	110.0		
0.200	5.08	1500	468.3	1032.5	339.3	310.9	20.7	258.5	569.9	187.3	165.1	11.0	196.5	433.2	142.3	128.8	8.6
0.300	7.62		495.8	1093.2	359.2			290.6	640.7	210.5			220.8	486.8	160.0		
0.400	10.16		538.8	1188.0	390.3			319.6	704.7	231.5			245.5	541.3	177.8		
0.500	12.70		590.9	1303.0	428.1			370.4	816.7	268.3			267.7	590.2	193.9		

Observaciones:
- ** Muestreo realizado por el Solicitante*
- ** Los resultados se relacionan solamente con los items sometidos a ensayo*
- ** En el informe se indica que los resultados se aplican a la muestra como se recibió*

Normativa de referei
- ** NTP 339.127-SUELOS. Método de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo (2019)*
- ** NTP 339.141-SUELOS. Método de ensayo para la compactación del suelo en laboratorio utilizando energía modificada (2700kn-m/m3(56 000 pie-lbf/pie3))*

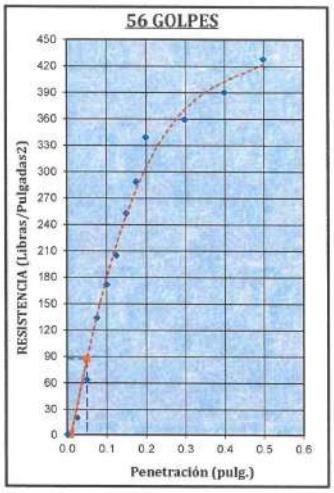
MANEYER HERNÁNDEZ ARCA
INGENIERO CIVIL
REG. CIP. 152285
ESP. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

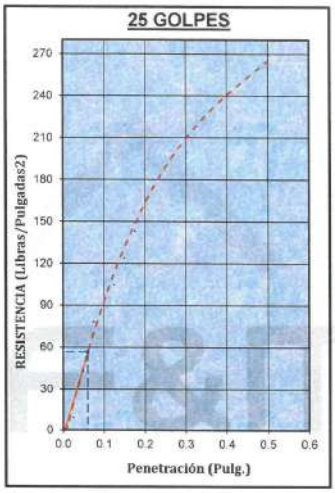
PROYECTO	: "EVALUACIÓN DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DE SUELOS A-6 MEDIANTE LA SUSTITUCIÓN PARCIAL DE CAL POR CENIZA DE CÁSCARA DE ARROZ EN CAJARURO, AMAZONAS".		
UBICACIÓN	: CAJARURO - UTCUBAMBA - AMAZONAS		
CANTERA	: NO APLICA	**CÓDIGO INTERNO**	: ----
SOLICITANTES	: JEAN CARLOS BARDALES SUAREZ	**ENSAYO POR**	: A.J.S.G.
	: JEAN ERICH VÁSQUEZ DELGADO	**F. DE RECEPCIÓN**	: Set-25
F. DE INICIO DE ENSAYO	: 07/10/2025	**F. DE EMESIÓN**	: Oct-25
F. DE TERMINO DE ENSAYO	: 11/10/2025	**PÁGINA**	: 7 de 7

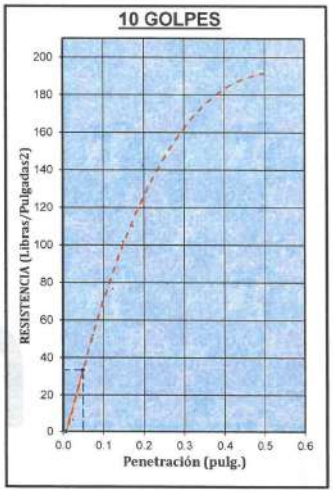
INFORME DE ENSAYO - 2025/F&M

Suelos. Métodos de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio.
NTP 339.145 (2019)

CALICATA :	C-01	**ESTRATO :**	E-01 (5%CCA)-REP-02	**COORDENADAS:**	-----	-----

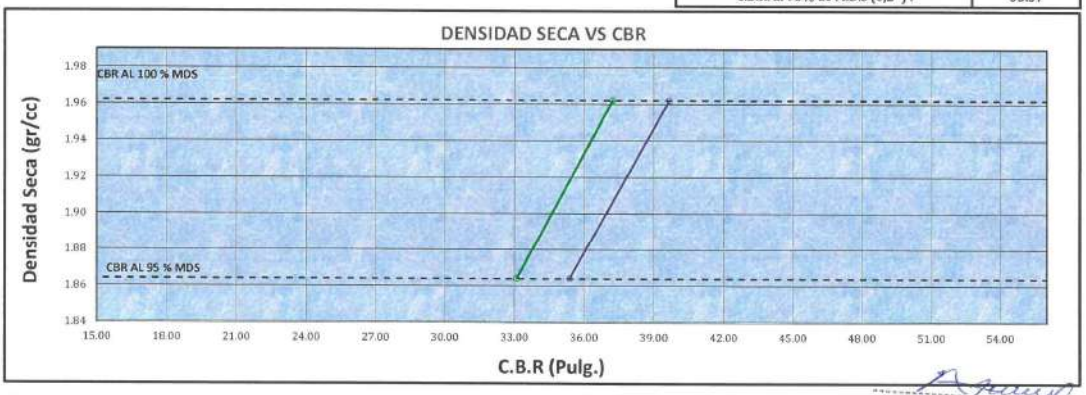






DATOS DE PROCTOR	
ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%) :	13.92
MÁXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm3) :	1.96
95% MÁXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm3) :	1.86

RESULTADOS DE CBR	
C.B.R. al 100% de M.D.S (0,1") :	37.22
C.B.R. al 95% de M.D.S (0,1") :	33.10
C.B.R. al 100% de M.D.S (0,2") :	39.66
C.B.R. al 95% de M.D.S (0,2") :	35.37



Observaciones:

* *Muestreo realizado por el Solicitante*
* *Los resultados se relacionan solamente con los items sometidos a ensayo*
* *En el informe se indica que los resultados se aplican a la muestra como se recibió*

ING. NEYER HERNÁNDEZ ARCA
INGENIERO CIVIL
REG. CIP. 152235
ESP. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

Normativa de referencia:

* *NTP 339.127-SUELOS. Método de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo (2019)*
* *NTP 339.141-SUELOS. Método de ensayo para la compactación del suelo en laboratorio utilizando energía modificada (2700kn-m/m3(56 000 pie-lbf/pie3))*

PROYECTO	: "EVALUACIÓN DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DE SUELOS A-6 MEDIANTE LA SUSTITUCIÓN PARCIAL DE CAL POR CENIZA DE CÁSCARA DE ARROZ EN CAJARURO, AMAZONAS".		
UBICACIÓN	: CAJARURO - UTCUBAMBA - AMAZONAS		
CANTERA	: NO APLICA	**CÓDIGO INTERNO**	: ----
SOLICITANTES	: JEAN CARLOS BARDALES SUAREZ	**ENSAYO POR**	: A.J.S.G.
	: JEAN ERICH VÁSQUEZ DELGADO	**F. DE RECEPCIÓN**	: Set-25
F. DE TERMINO DE ENSAYO	: 06/10/2025	**F. DE EMESIÓN**	: Oct-25
F. DE INICIO DE ENSAYO	: 07/10/2025	**PÁGINA**	: 5 de 7

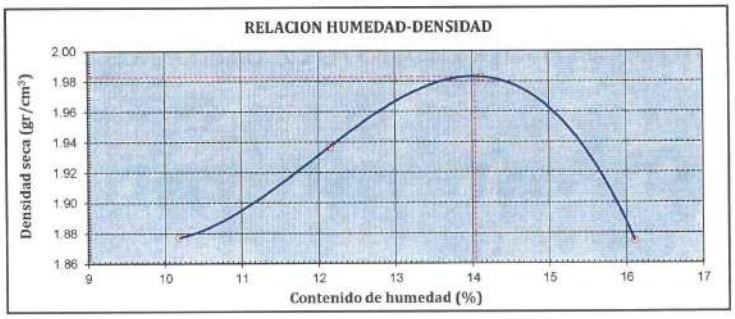
INFORME DE ENSAYO - 2025/F&M

SUELOS. MÉTODO DE ENSAYO PARA LA COMPACTACIÓN DEL SUELO EN LABORATORIO UTILIZANDO UNA ENERGÍA MODIFICADA (2700Kn-m/m3(56 000 pie-lbf/pie3))

NTP 339.141.1998 (revisada el 2019)

CALICATA :	C-01	ESTRATO :	E-01 (10%CCA)	PROFUNDIDAD:	(0.00 - 1.50 m)

COMPACTACIÓN DE LAS MUESTRAS			MÉTODO DE ENSAYO		A
PRUEBA	***UND***	**1**	**2**	**3**	**4**
NUMERO DE MOLDE	*N°*	2	2	2	2
NUMERO DE CAPAS	---	5	5	5	5
NUMERO DE GOLPES POR CAPA	*N°*	25	25	25	25
VOLUMEN MOLDE	cm^3	905.61	905.61	905.61	905.61
MASA MUESTRA HUMEDA Y MOLDE	gr	6294.00	6388.00	6470.00	6392.00
MASA MOLDE	gr	4425.00	4425.00	4425.00	4425.00
MASA MUESTRA HUMEDA	gr	1869.00	1963.00	2045.00	1967.00
HUMEDAD DE COMPACTACIÓN					
NUMERO DE TARA	-	4.1	4.2	5.1	A-10
MASA DE SUELO HUMEDO + TARA	gr	410.43	421.54	467.65	449.66
MASA SUELO SECO + TARA	gr	378.94	383.41	419.73	397.32
MASA DE TARA	gr	69.80	69.50	80.30	72.40
MASA DEL AGUA	gr	31.49	38.13	47.92	52.34
MASA SUELO SECO	gr	309.14	313.91	339.43	324.92
% DE NUMEDAD	%	**10.19**	**12.15**	**14.12**	**16.11**
DETERMINACIÓN DEL PESOS UNITARIOS DE LOS ESPECÍMENES					
DENSIDAD HUMEDO	gr/cm^3	**2.064**	**2.168**	**2.258**	**2.172**
DENSIDAD SECA	gr/cm^3	**1.873**	**1.933**	**1.979**	**1.871**



MAXIMA DENSIDAD SECA	
1.979	g/cm^3

OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD	
14.04	(%)



Observaciones:

* *Muestreo realizado por el Solicitante*
* *Los resultados se relacionan solamente con los items sometidos a ensayo*
* *En el informe se indica que los resultados se aplican a la muestra como se recibió*

Normativa de referencia:

* *NTP 339.127-SUELOS. Método de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo (2019)*

MSNEYER HERNÁNDEZ ARCA
INGENIERO CIVIL
REG. CIP. 152285
ESP. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

PROYECTO	: "EVALUACIÓN DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DE SUELOS A-6 MEDIANTE LA SUSTITUCIÓN PARCIAL DE CAL POR CENIZA DE CÁSCARA DE ARROZ EN CAJARURO, AMAZONAS".		
UBICACIÓN	: CAJARURO - UTCUBAMBA - AMAZONAS		
CANTERA	: NO APLICA	**CÓDIGO INTERNO**	: ----
SOLICITANTES	: JEAN CARLOS BARDALES SUAREZ	**ENSAYO POR**	: A.J.S.G.
	: JEAN ERICH VÁSQUEZ DELGADO	**F. DE RECEPCIÓN**	: Set-25
F. DE INICIO DE ENSAYO	: 07/10/2025	**F. DE EMESIÓN**	: Oct-25
F. DE TERMINO DE ENSAYO	: 11/10/2025	**PÁGINA**	: 6 de 7

INFORME DE ENSAYO - 2025/F&M

Suelos. Métodos de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio.
NTP 339.145 (2019)

CALICATA :	C-01	ESTRATO :	E-01 (10%CCA)	COORDENADAS:	-----	-----

DATOS							
1.1 N° de molde	-	13		3		4	
1.2 Diametro interior de molde	cm	15.20		15.10		15.11	
1.3 Altura molde descontando disco espaciador	cm	11.60		11.60		11.61	
1.4 Masa del molde (incluye base)	g	8 511		8 616		8 725	
1.5 N° de capas	-	5		5		5	
1.6 N° de golpes por capa	-	**56**		**25**		**10**	
1.7 Condición de muestra	-	S/Mojar	Mojada	S/Mojar	Mojada	S/Mojar	Mojada
1.8 Masa de molde(incluye base) + Masa húmedo	g	11733	11998	11512	11798	11276	11504
CÁLCULO DE CONTENIDO DE HUMEDAD							
2.1 N° Tara	-	4.3	4.1	B-10	B-7	B-13	B-15
2.2 Masa de tara	g	69.20	69.80	46.20	46.70	46.00	47.70
2.3 Masa de tara + Suelo Húmedo	g	372.12	410.44	342.33	368.97	342.66	423.55
2.4 Masa de tara + Suelo Seco	g	334.54	365.43	305.01	321.54	304.63	362.54
2.5 Masa de agua contenida (2.3-2.4)	g	37.58	45.01	37.32	47.43	38.03	61.01
2.6 Masa de suelo seco (2.4-2.2)	g	265.34	295.63	258.81	274.84	258.63	314.84
2.7 Contenido de Humedad (2.5/2.6)	%	14.2	15.2	14.4	17.3	14.7	19.4
RESULTADOS							
3.1 Área superficial del molde	pulg2	28.13		27.76		27.79	
3.2 Volúmen de suelo	cm3	2 104.92		2 077.31		2 081.86	
3.3Masa del suelo húmedo (1.8-1.4)	g	3222	3487	2896	3182	2551	2779
3.4 Densidad húmeda (3.3/3.2)	g/cm3	1.53	1.66	1.39	1.53	1.23	1.33
3.5 Densidad Seca (3.4/(1+2.7/100))	g/cm3	1.49	1.61	1.36	1.49	1.19	1.30

EXPANSIÓN

MOLDE			13			3			4		
FECHA	HORA	TIEMPO (horas)	DIAL pulg	Expansión (mm)	Expansión (%)	DIAL pulg	Expansión (mm)	Expansión (%)	DIAL pulg	Expansión (mm)	Expansión (%)
07/10/2025	11:00:00 a. m.	0	0.000	-	-	0.000	-	-	0.000	-	-
08/10/2025	11:00:00 a. m.	24	0.115	2.921	2.52%	0.119	3.023	2.61%	0.124	3.150	2.72%
09/10/2025	11:00:00 a. m.	48	0.119	3.023	2.61%	0.125	3.175	2.74%	0.128	3.251	2.80%
10/10/2025	11:00:00 a. m.	72	0.124	3.150	2.72%	0.134	3.404	2.93%	0.136	3.454	2.98%
11/10/2025	11:00:00 a. m.	96	0.126	3.200	2.76%	0.138	3.505	3.02%	0.145	3.683	3.18%

PENETRACIÓN

MOLDE			13					3					4				
PENETRACION		CESTANDAR	CARGA					CARGA					CARGA				
pulgadas	mm	(lb/pulg2)	Lectura	lb	lb/pulg2	Correc.	%	Lectura	lb	lb/pulg2	Correc.	%	Lectura	lb	lb/pulg2	Correc.	%
0.000			0.0	0.0	0.0			0.0	0.0	0.0			0.0	0.0	0.0		
0.025	0.64		29.6	65.2	21.4			15.4	33.9	11.1			9.7	21.3	7.0		
0.050	1.27		96.1	212.0	69.7			74.6	164.4	54.0			52.6	115.9	38.1		
0.075	1.91		214.7	473.3	155.5			129.8	286.1	94.0			81.8	180.3	59.2		
0.100	2.54	1000	267.3	589.3	193.6	208.0	20.8	151.4	333.8	109.7	108.1	10.8	100.6	221.8	72.9	81.1	8.1
0.125	3.18		299.2	659.6	216.7			174.3	384.3	126.3			119.6	263.7	86.6		
0.150	3.81		373.2	822.8	270.4			197.4	435.2	143.0			148.8	328.0	107.8		
0.175	4.45		440.3	970.9	319.0			221.6	488.6	160.5			168.4	371.3	122.0		
0.200	5.08	1500	491.5	1083.7	356.1	333.2	22.2	273.7	603.4	198.3	184.4	12.3	212.3	468.1	153.8	138.2	9.2
0.300	7.62		532.3	1173.6	385.6			325.8	718.3	236.0			235.4	519.0	170.5		
0.400	10.16		557.2	1228.5	403.7			351.3	774.6	254.5			259.6	572.4	188.1		
0.500	12.70		617.5	1361.6	447.4			396.6	874.4	287.3			288.3	635.6	208.9		

Observaciones:
- ** Muestreo realizado por el Solicitante*
- ** Los resultados se relacionan solamente con los items sometidos a ensayo*
- ** En el informe se indica que los resultados se aplican a la muestra como se recibió*

Normativa de referer
- ** NTP 339.127-SUELOS. Método de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo (2019)*
- ** NTP 339.141-SUELOS. Método de ensayo para la compactación del suelo en laboratorio utilizando energía modificada (2700kn-m/m3(56 000 pie-lbf/pie3))*

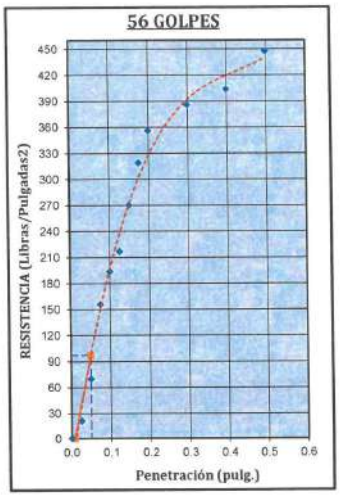
MANEYER HERNÁNDEZ ARCA
INGENIERO CIVIL
REG. CIP. 152285
ESP. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

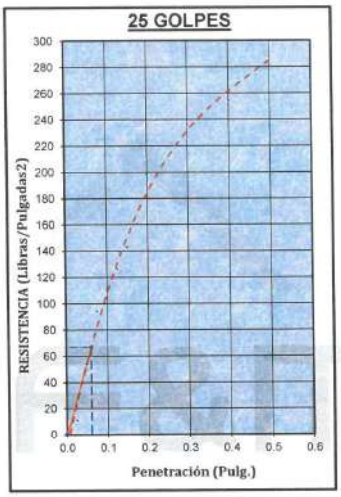
PROYECTO	: "EVALUACIÓN DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DE SUELOS A-6 MEDIANTE LA SUSTITUCIÓN PARCIAL DE CAL POR CENIZA DE CÁSCARA DE ARROZ EN CAJARURO, AMAZONAS".		
UBICACIÓN	: CAJARURO - UTCUBAMBA - AMAZONAS		
CANTERA	: NO APLICA	**CÓDIGO INTERNO**	: ----
SOLICITANTES	: JEAN CARLOS BARDALES SUAREZ : JEAN ERICH VÁSQUEZ DELGADO	**ENSAYO POR** **F. DE RECEPCIÓN**	: A.J.S.G. : Set-25
F. DE INICIO DE ENSAYO	: 07/10/2025	**F. DE EMESIÓN**	: Oct-25
F. DE TERMINO DE ENSAYO	: 11/10/2025	**PÁGINA**	: 7 de 7

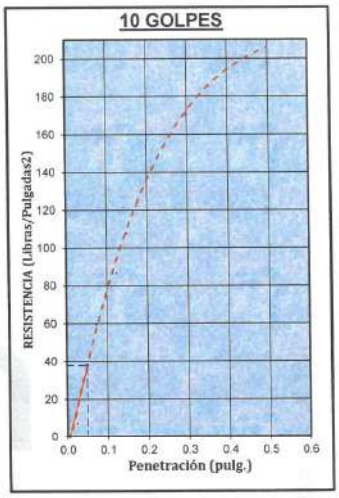
INFORME DE ENSAYO - 2025/F&M

Suelos. Métodos de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio.
NTP 339.145 (2019)

CALICATA :	C-01	ESTRATO :	E-01 (10%CCA)	COORDENADAS:	-----	-----

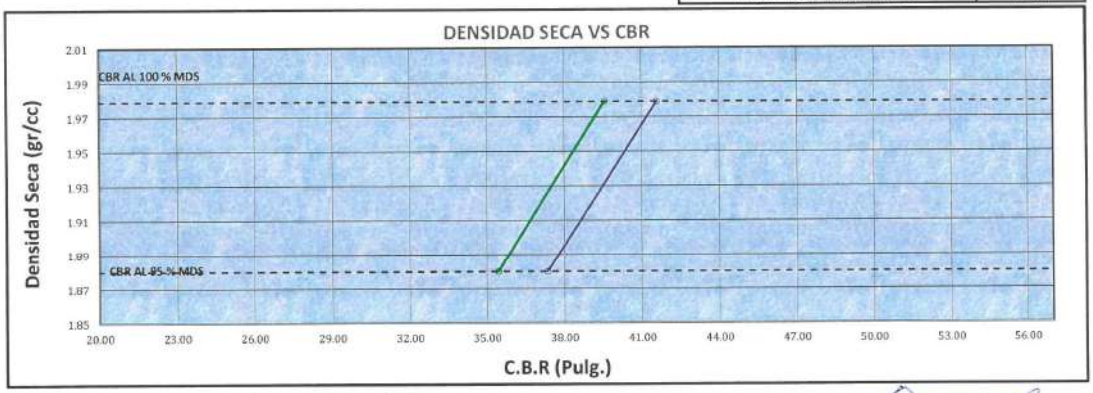






DATOS DE PROCTOR	
ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%) :	14.04
MÁXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm3) :	1.98
95% MÁXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm3) :	1.88

RESULTADOS DE CBR	
C.B.R. al 100% de M.D.S (0,1") :	39.57
C.B.R. al 95% de M.D.S (0,1") :	35.45
C.B.R. al 100% de M.D.S (0,2") :	41.59
C.B.R. al 95% de M.D.S (0,2") :	37.36



Observaciones:

* *Muestreo realizado por el Solicitante*
* *Los resultados se relacionan solamente con los ítems sometidos a ensayo*
* *En el informe se indica que los resultados se aplican a la muestra como se recibió*

MANEYER HERNÁNDEZ ARCA
INGENIERO CIVIL
REG. CIP. 152295
ESP. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

Normativa de referencia:

* *NTP 339.127-SUELOS. Método de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo (2019)*
* *NTP 339.141-SUELOS. Método de ensayo para la compactación del suelo en laboratorio utilizando energía modificada (2700kn-m/m3(56 000 pie-lbf/pie3))*

PROYECTO	: "EVALUACIÓN DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DE SUELOS A-6 MEDIANTE LA SUSTITUCIÓN PARCIAL DE CAL POR CENIZA DE CÁSCARA DE ARROZ EN CAJARURO, AMAZONAS".		
UBICACIÓN	: CAJARURO - UTCUBAMBA - AMAZONAS		
CANTERA	: NO APLICA	**CÓDIGO INTERNO**	: ----
SOLICITANTES	: JEAN CARLOS BARDALES SUAREZ	**ENSAYO POR**	: A.J.S.G.
	: JEAN ERICH VÁSQUEZ DELGADO	**F. DE RECEPCIÓN**	: Set-25
F. DE TERMINO DE ENSAYO	: 06/10/2025	**F. DE EMESIÓN**	: Oct-25
F. DE INICIO DE ENSAYO	: 07/10/2025	**PÁGINA**	: 5 de 7

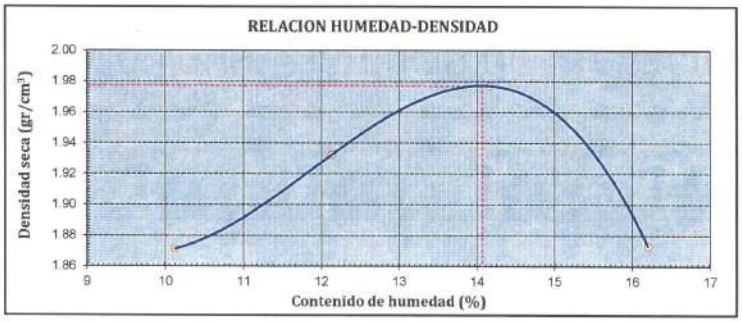
INFORME DE ENSAYO - 2025/F&M

SUELOS. MÉTODO DE ENSAYO PARA LA COMPACTACIÓN DEL SUELO EN LABORATORIO UTILIZANDO UNA ENERGÍA MODIFICADA (2700Kn-m/m3(56 000 pie-lbf/pie3))

NTP 339.141.1998 (revisada el 2019)

CALICATA :	C-01	ESTRATO :	E-01 (10%CCA)-REP-02	PROFUNDIDAD:	(0.00 - 1.50 m)

COMPACTACIÓN DE LAS MUESTRAS		MÉTODO DE ENSAYO			A
PRUEBA	***UND***	**1**	**2**	**3**	**4**
NUMERO DE MOLDE	*N°*	2	2	2	2
NUMERO DE CAPAS	---	5	5	5	5
NUMERO DE GOLPES POR CAPA	*N°*	25	25	25	25
VOLUMEN MOLDE	cm^3	905.61	905.61	905.61	905.61
MASA MUESTRA HUMEDA Y MOLDE	gr	6291.00	6387.00	6469.00	6396.00
MASA MOLDE	gr	4425.00	4425.00	4425.00	4425.00
MASA MUESTRA HUMEDA	gr	1866.00	1962.00	2044.00	1971.00
HUMEDAD DE COMPACTACIÓN					
NUMERO DE TARA	-	6.1	6.4	6.2	5.3
MASA DE SUELO HUMEDO + TARA	gr	465.76	434.67	459.32	487.53
MASA SUELO SECO + TARA	gr	434.54	397.51	413.53	432.30
MASA DE TARA	gr	126.00	91.20	90.20	91.40
MASA DEL AGUA	gr	31.22	37.16	45.79	55.23
MASA SUELO SECO	gr	308.54	306.31	323.33	340.90
% DE NUMEDAD	%	**10.12**	**12.13**	**14.16**	**16.20**
DETERMINACIÓN DEL PESOS UNITARIOS DE LOS ESPECÍMENES					
DENSIDAD HUMEDO	gr/cm^3	**2.060**	**2.166**	**2.257**	**2.176**
DENSIDAD SECA	gr/cm^3	**1.871**	**1.932**	**1.977**	**1.873**



MAXIMA DENSIDAD SECA	
1.977	g/cm^3

OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD	
14.07	(%)



Observaciones:

* *Muestreo realizado por el Solicitante*
* *Los resultados se relacionan solamente con los ítems sometidos a ensayo*
* *En el informe se indica que los resultados se aplican a la muestra como se recibió*

Normativa de referencia:

* *NTP 339.127-SUELOS. Método de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo (2019)*

MANEYER HERNÁNDEZ ARCA
INGENIERO CIVIL
REG. CIP. 152285
ESP. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

PROYECTO	: "EVALUACIÓN DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DE SUELOS A-6 MEDIANTE LA SUSTITUCIÓN PARCIAL DE CAL POR CENIZA DE CÁSCARA DE ARROZ EN CAJARURO, AMAZONAS".		
UBICACIÓN	: CAJARURO - UTCUBAMBA - AMAZONAS		
CANTERA	: NO APLICA	**CÓDIGO INTERNO**	: ----
SOLICITANTES	: JEAN CARLOS BARDALES SUAREZ	**ENSAYO POR**	: A.J.S.G.
	: JEAN ERICH VÁSQUEZ DELGADO	**F. DE RECEPCIÓN**	: Set-25
F. DE INICIO DE ENSAYO	: 07/10/2025	**F. DE EMESIÓN**	: Oct-25
F. DE TERMINO DE ENSAYO	: 11/10/2025	**PÁGINA**	: 6 de 7

INFORME DE ENSAYO - 2025/F&M

Suelos. Métodos de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. NTP 339.145 (2019)

CALICATA :	C-01	**ESTRATO :**	E-01 (10%CCA)-REP-02	**COORDENADAS:**	-----	-----

DATOS							
1.1 N° de molde	-	18		10		1	
1.2 Diametro interior de molde	cm	15.10		15.14		15.12	
1.3 Altura molde descontando disco espaciador	cm	11.65		11.61		11.63	
1.4 Masa del molde (incluye base)	g	8 510		8 615		8 720	
1.5 N° de capas	-	5		5		5	
1.6 N° de golpes por capa	-	**56**		**25**		**10**	
1.7 Condición de muestra	-	S/Mojar	Mojada	S/Mojar	Mojada	S/Mojar	Mojada
1.8 Masa de molde(incluye base) + Masa húmedo	g	11698	11978	11500	11755	11270	11496
CÁLCULO DE CONTENIDO DE HUMEDAD							
2.1 Nº Tara	-	A-3	A-5	A-4	A-2	A-6	A-9
2.2 Masa de tara	g	68.20	71.00	71.70	70.00	69.00	65.90
2.3 Masa de tara + Suelo Húmedo	g	387.42	453.12	379.55	432.22	367.99	465.76
2.4 Masa de tara + Suelo Seco	g	347.51	401.54	340.31	378.30	329.15	399.54
2.5 Masa de agua contenida (2.3-2.4)	g	39.91	51.58	39.24	53.92	38.84	66.22
2.6 Masa de suelo seco (2.4-2.2)	g	279.31	330.54	268.61	308.30	260.15	333.64
2.7 Contenido de Humedad (2.5/2.6)	%	14.3	15.6	14.6	17.5	14.9	19.8
RESULTADOS							
3.1 Área superficial del molde	pulg2	27.76		27.90		27.83	
3.2 Volúmen de suelo	cm3	2 086.27		2 090.13		2 088.21	
3.3Masa del suelo húmedo (1.8-1.4)	g	3188	3468	2885	3140	2550	2776
3.4 Densidad húmeda (3.3/3.2)	g/cm3	1.53	1.66	1.38	1.50	1.22	1.33
3.5 Densidad Seca (3.4/(1+2.7/100))	g/cm3	1.49	1.62	1.34	1.46	1.19	1.29

EXPANSIÓN												
MOLDE			18			10			1		
FECHA	HORA	TIEMPO (horas)	DIAL pulg	Expansión (mm)	(%)	DIAL pulg	Expansión (mm)	(%)	DIAL pulg	Expansión (mm)	(%)
07/10/2025	11:00:00 a. m.	0	0.000	-	-	0.000	-	-	0.000	-	-
08/10/2025	11:00:00 a. m.	24	0.117	2.972	2.56%	0.122	3.099	2.67%	0.127	3.226	2.78%
09/10/2025	11:00:00 a. m.	48	0.121	3.073	2.65%	0.129	3.277	2.82%	0.136	3.454	2.98%
10/10/2025	11:00:00 a. m.	72	0.125	3.175	2.74%	0.136	3.454	2.98%	0.142	3.607	3.11%
11/10/2025	11:00:00 a. m.	96	0.129	3.277	2.82%	0.145	3.683	3.18%	0.150	3.810	3.28%

PENETRACIÓN																	
MOLDE			18					10					1				
PENETRACION		ESTANDAR	CARGA					CARGA					CARGA				
pulgadas	mm	(lb/pulg2)	Lectura	lb	lb/pulg2	Correc.	%	Lectura	lb	lb/pulg2	Correc.	%	Lectura	lb	lb/pulg2	Correc.	%
0.000			0.0	0.0	0.0			0.0	0.0	0.0			0.0	0.0	0.0		
0.025	0.64		30.0	66.1	21.7			14.8	32.5	10.7			9.4	20.7	6.8		
0.050	1.27		97.4	214.9	70.6			78.8	173.7	57.1			59.9	132.0	43.4		
0.075	1.91		213.9	471.6	154.9			132.4	291.9	95.9			87.6	193.1	63.4		
0.100	2.54	1000	269.5	594.2	195.2	209.7	21.0	150.6	332.0	109.1	110.0	11.0	104.3	229.9	75.5	83.1	8.3
0.125	3.18		301.8	665.4	218.6			178.9	394.4	129.6			124.9	275.3	90.5		
0.150	3.81		377.0	831.2	273.1			202.5	446.4	146.7			154.4	340.4	111.8		
0.175	4.45		442.7	976.1	320.7			226.8	500.0	164.3			173.7	382.9	125.8		
0.200	5.08	1500	493.9	1089.0	357.8	335.1	22.3	276.9	610.5	200.6	187.6	12.5	210.8	464.7	152.7	140.6	9.4
0.300	7.62		535.5	1180.7	387.9			329.5	726.5	238.7			238.5	525.8	172.8		
0.400	10.16		554.8	1223.2	401.9			355.4	783.6	257.5			262.9	579.6	190.5		
0.500	12.70		614.9	1355.9	445.5			394.9	870.7	286.1			287.6	634.1	208.3		

Observaciones:
* *Muestreo realizado por el Solicitante*
* *Los resultados se relacionan solamente con los items sometidos a ensayo*
* *En el informe se indica que los resultados se aplican a la muestra como se recibió*

Normativa de referer * *NTP 339.127-SUELOS. Método de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo (2019)*
* *NTP 339.141-SUELOS. Método de ensayo para la compactación del suelo en laboratorio utilizando energía modificada (2700kn-m/m3(56 000 pie-lbf/pie3))*

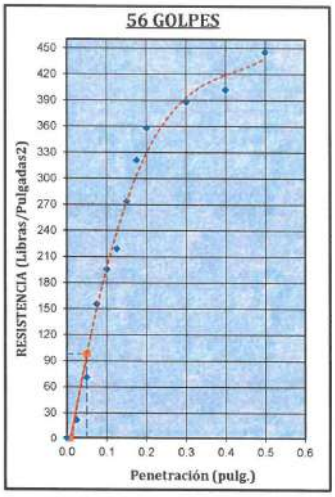
MANEYER HERNÁNDEZ ARCA
INGENIERO CIVIL
REG. CIP. 152285
ESP. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

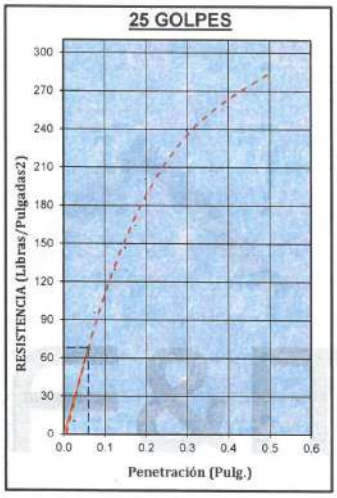
PROYECTO	: "EVALUACIÓN DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DE SUELOS A-6 MEDIANTE LA SUSTITUCIÓN PARCIAL DE CAL POR CENIZA DE CÁSCARA DE ARROZ EN CAJARURO, AMAZONAS".		
UBICACIÓN	: CAJARURO - UTCUBAMBA - AMAZONAS		
CANTERA	: NO APLICA	**CÓDIGO INTERNO**	: ----
SOLICITANTES	: JEAN CARLOS BARDALES SUAREZ	**ENSAYO POR**	: A.J.S.G.
	: JEAN ERICH VÁSQUEZ DELGADO	**F. DE RECEPCIÓN**	: Set-25
F. DE INICIO DE ENSAYO	: 07/10/2025	**F. DE EMESIÓN**	: Oct-25
F. DE TERMINO DE ENSAYO	: 11/10/2025	**PÁGINA**	: 7 de 7

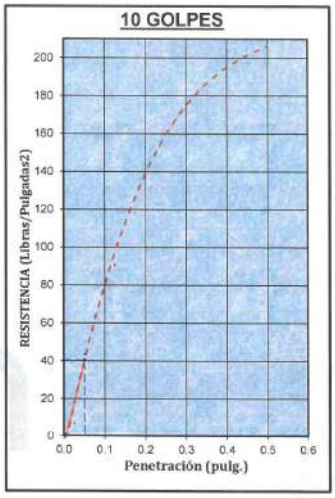
INFORME DE ENSAYO - 2025/F&M

Suelos. Métodos de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio.
NTP 339.145 (2019)

CALICATA :	C-01	ESTRATO :	E-01 (10%CCA)-REP-02	COORDENADAS:	-----	-----







DATOS DE PROCTOR	
ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%) :	14.07
MÁXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm3) :	1.98
95% MÁXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm3) :	1.88

RESULTADOS DE CBR	
C.B.R. al 100% de M.D.S (0,1") :	40.19
C.B.R. al 95% de M.D.S (0,1") :	36.04
C.B.R. al 100% de M.D.S (0,2") :	42.19
C.B.R. al 95% de M.D.S (0,2") :	37.93



Observaciones:

* *Muestreo realizado por el Solicitante*
* *Los resultados se relacionan solamente con los ítems sometidos a ensayo*
* *En el informe se indica que los resultados se aplican a la muestra como se recibió*

Normativa de referencia:

* *NTP 339.127-SUELOS. Método de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo (2019)*
* *NTP 339.141-SUELOS. Método de ensayo para la compactación del suelo en laboratorio utilizando energía modificada (2700kn-m/m3(56 000 pie-lbf/pie3))*

MENEYER HERNÁNDEZ ARCA
INGENIERO CIVIL
REG. CIP. 152285
ESP. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

PROYECTO	: "EVALUACIÓN DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DE SUELOS A-6 MEDIANTE LA SUSTITUCIÓN PARCIAL DE CAL POR CENIZA DE CÁSCARA DE ARROZ EN CAJARURO, AMAZONAS".		
UBICACIÓN	: CAJARURO - UTCUBAMBA - AMAZONAS		
CANTERA	: NO APLICA	**CÓDIGO INTERNO**	: ----
SOLICITANTES	: JEAN CARLOS BARDALES SUAREZ	**ENSAYO POR**	: A.J.S.G.
	: JEAN ERICH VÁSQUEZ DELGADO	**F. DE RECEPCIÓN**	: Set-25
F. DE TERMINO DE ENSAYO	: 06/10/2025	**F. DE EMESIÓN**	: Oct-25
F. DE INICIO DE ENSAYO	: 07/10/2025	**PÁGINA**	: 5 de 7

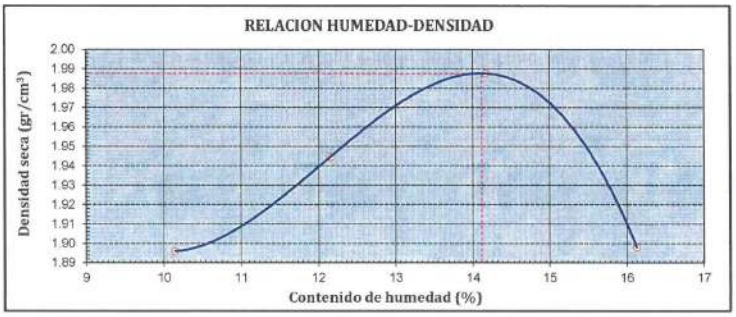
INFORME DE ENSAYO - 2025/F&M

SUELOS. MÉTODO DE ENSAYO PARA LA COMPACTACIÓN DEL SUELO EN LABORATORIO UTILIZANDO UNA ENERGÍA MODIFICADA (2700Kn-m/m3(56 000 pie-lbf/pie3))

NTP 339.141.1998 (revisada el 2019)

CALICATA :	C-01	ESTRATO :	E-01 (15%CCA)	PROFUNDIDAD:	(0.00 - 1.50 m)

COMPACTACIÓN DE LAS MUESTRAS			MÉTODO DE ENSAYO		A
PRUEBA	***UND***	**1**	**2**	**3**	**4**
NUMERO DE MOLDE	*N°*	2	2	2	2
NUMERO DE CAPAS	---	5	5	5	5
NUMERO DE GOLPES POR CAPA	*N°*	25	25	25	25
VOLUMEN MOLDE	cm^3	905.61	905.61	905.61	905.61
MASA MUESTRA HUMEDA Y MOLDE	gr	6316.00	6400.00	6480.00	6421.00
MASA MOLDE	gr	4425.00	4425.00	4425.00	4425.00
MASA MUESTRA HUMEDA	gr	1891.00	1975.00	2055.00	1996.00
HUMEDAD DE COMPACTACIÓN					
NUMERO DE TARA	-	A-3	A-5	A-4	A-2
MASA DE SUELO HUMEDO + TARA	gr	434.22	410.32	424.30	465.60
MASA SUELO SECO + TARA	gr	400.52	373.54	380.54	410.67
MASA DE TARA	gr	68.20	71.00	71.70	70.00
MASA DEL AGUA	gr	33.70	36.78	43.76	54.93
MASA SUELO SECO	gr	332.32	302.54	308.84	340.67
% DE NUMEDAD	%	**10.14**	**12.16**	**14.17**	**16.12**
DETERMINACIÓN DEL PESOS UNITARIOS DE LOS ESPECÍMENES					
DENSIDAD HUMEDO	gr/cm^3	**2.088**	**2.181**	**2.269**	**2.204**
DENSIDAD SECA	gr/cm^3	**1.896**	**1.944**	**1.988**	**1.898**



MAXIMA DENSIDAD SECA	
1.988	g/cm^3

OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD	
14.12	(%)



Observaciones:

* *Muestreo realizado por el Solicitante*
* *Los resultados se relacionan solamente con los ítems sometidos a ensayo*
* *En el informe se indica que los resultados se aplican a la muestra como se recibió*

Normativa de referencia:

* *NTP 339.127-SUELOS. Método de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo (2019)*

WENEVER HERNANDEZ ARC.
INGENIERO CIVIL
REG. CIP. 152285
ESP. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

PROYECTO	: "EVALUACIÓN DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DE SUELOS A-6 MEDIANTE LA SUSTITUCIÓN PARCIAL DE CAL POR CENIZA DE CÁSCARA DE ARROZ EN CAJARURO, AMAZONAS".		
UBICACIÓN	: CAJARURO - UTCUBAMBA - AMAZONAS		
CANTERA	: NO APLICA	**CÓDIGO INTERNO**	: ----
SOLICITANTES	: JEAN CARLOS BARDALES SUAREZ	**ENSAYO POR**	: A.J.S.G.
	: JEAN ERICH VÁSQUEZ DELGADO	**F. DE RECEPCIÓN**	: Set-25
F. DE INICIO DE ENSAYO	: 07/10/2025	**F. DE EMESIÓN**	: Oct-25
F. DE TERMINO DE ENSAYO	: 11/10/2025	**PÁGINA**	: 6 de 7

INFORME DE ENSAYO - 2025/F&M

Suelos. Métodos de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio.
NTP 339.145 (2019)

CALICATA :	C-01	**ESTRATO :**	E-01 (15%CCA)	**COORDENADAS:**	-----	-----

DATOS							
1.1 N° de molde	-	20		14		9	
1.2 Diametro interior de molde	cm	15.20		15.10		15.11	
1.3 Altura molde descontando disco espaciador	cm	11.68		11.64		11.63	
1.4 Masa del molde (incluye base)	g	8 475		8 594		8 674	
1.5 N° de capas	-	5		5		5	
1.6 N° de golpes por capa	-	**56**		**25**		**10**	
1.7 Condición de muestra	-	S/Mojar	Mojada	S/Mojar	Mojada	S/Mojar	Mojada
1.8 Masa de molde(incluye base) + Masa húmedo	g	11739	11975	11502	11784	11267	11498
CÁLCULO DE CONTENIDO DE HUMEDAD							
2.1 N° Tara	-	3.3	B-12	B-8	B-9	B-6	B-16
2.2 Masa de tara	g	60.60	45.10	53.20	45.60	49.50	46.90
2.3 Masa de tara + Suelo Húmedo	g	356.43	432.56	354.76	333.50	343.56	431.66
2.4 Masa de tara + Suelo Seco	g	319.31	379.94	316.43	291.50	305.42	369.12
2.5 Masa de agua contenida (2.3-2.4)	g	37.12	52.62	38.33	42.00	38.14	62.54
2.6 Masa de suelo seco (2.4-2.2)	g	258.71	334.84	263.23	245.90	255.92	322.22
2.7 Contenido de Humedad (2.5/2.6)	%	14.3	15.7	14.6	17.1	14.9	19.4
RESULTADOS							
3.1 Área superficial del molde	pulg2	28.13		27.76		27.79	
3.2 Volúmen de suelo	cm3	2 119.43		2 084.48		2 085.44	
3.3Masa del suelo húmedo (1.8-1.4)	g	3264	3500	2908	3190	2593	2824
3.4 Densidad húmeda (3.3/3.2)	g/cm3	1.54	1.65	1.40	1.53	1.24	1.35
3.5 Densidad Seca (3.4/(1+2.7/100))	g/cm3	1.50	1.61	1.36	1.49	1.21	1.32

EXPANSIÓN

MOLDE			20			14			9		
FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	Expansión		DIAL	Expansión		DIAL	Expansión	
		(horas)	pulg	(mm)	(%)	pulg	(mm)	(%)	pulg	(mm)	(%)
07/10/2025	11:00:00 a. m.	0	0.000	-	-	0.000	-	-	0.000	-	-
08/10/2025	11:00:00 a. m.	24	0.119	3.023	2.61%	0.121	3.073	2.65%	0.126	3.200	2.76%
09/10/2025	11:00:00 a. m.	48	0.123	3.124	2.69%	0.127	3.226	2.78%	0.130	3.302	2.85%
10/10/2025	11:00:00 a. m.	72	0.127	3.226	2.78%	0.136	3.454	2.98%	0.135	3.429	2.96%
11/10/2025	11:00:00 a. m.	96	0.134	3.404	2.93%	0.140	3.556	3.07%	0.149	3.785	3.26%

PENETRACIÓN

MOLDE			20					14					9				
PENETRACION		ESTANDAR	CARGA					CARGA					CARGA				
pulgadas	mm	(lb/pulg2)	Lectura	lb	lb/pulg2	Correc.	%	Lectura	lb	lb/pulg2	Correc.	%	Lectura	lb	lb/pulg2	Correc.	%
0.000			0.0	0.0	0.0			0.0	0.0	0.0			0.0	0.0	0.0		
0.025	0.64		29.3	64.5	21.2			15.5	34.1	11.2			10.7	23.5	7.7		
0.050	1.27		101.6	224.1	73.6			86.6	190.9	62.7			62.7	138.2	45.4		
0.075	1.91		218.6	481.9	158.3			141.9	312.8	102.8			91.9	202.6	66.6		
0.100	2.54	1000	276.3	609.2	200.2	223.3	22.3	163.7	360.9	118.6	115.8	11.6	112.7	248.4	81.6	88.5	8.8
0.125	3.18		329.5	726.5	238.7			184.4	406.5	133.6			133.4	294.1	96.6		
0.150	3.81		399.8	881.5	289.6			218.7	482.2	158.4			162.7	358.7	117.9		
0.175	4.45		467.5	1030.7	338.7			237.4	523.4	172.0			185.3	408.5	134.2		
0.200	5.08	1500	533.4	1176.1	386.4	356.8	23.8	287.6	634.1	208.3	195.6	13.0	221.6	488.6	160.5	147.3	9.8
0.300	7.62		563.2	1241.8	408.0			335.8	740.4	243.3			243.3	536.4	176.3		
0.400	10.16		589.5	1299.8	427.1			369.3	814.2	267.5			272.5	600.8	197.4		
0.500	12.70		648.5	1430.0	469.9			402.6	887.7	291.7			298.9	659.0	216.5		

Observaciones:
* *Muestreo realizado por el Solicitante*
* *Los resultados se relacionan solamente con los items sometidos a ensayo*
* *En el informe se indica que los resultados se aplican a la muestra como se recibió*

Normativa de referer
* *NTP 339.127-SUELOS. Método de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo (2019)*
* *NTP 339.141-SUELOS. Método de ensayo para la compactación del suelo en laboratorio utilizando energía modificada (2700kn-m/m3(56 000 pie-lbf/pie3))*

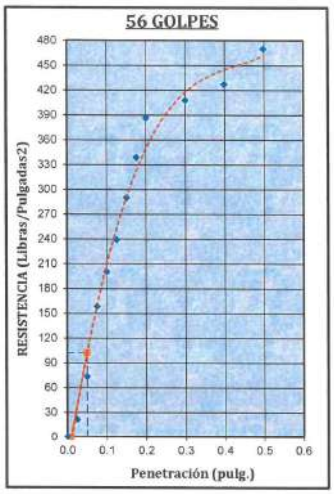
WINEYER HERNÁNDEZ ARCA
INGENIERO CIVIL
REG. CIP. 152205
ESP. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

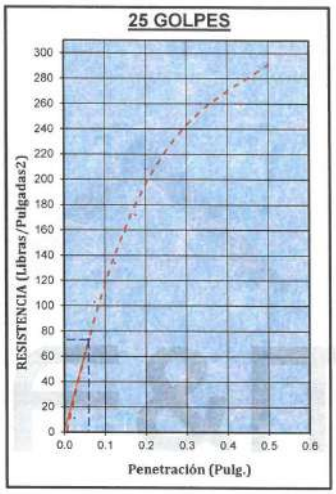
PROYECTO	: "EVALUACIÓN DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DE SUELOS A-6 MEDIANTE LA SUSTITUCIÓN PARCIAL DE CAL POR CENIZA DE CÁSCARA DE ARROZ EN CAJARURO, AMAZONAS".		
UBICACIÓN	: CAJARURO - UTCUBAMBA - AMAZONAS		
CANTERA	: NO APLICA	**CÓDIGO INTERNO**	: ----
SOLICITANTES	: JEAN CARLOS BARDALES SUAREZ	**ENSAYO POR**	: A.J.S.G.
	: JEAN ERICH VÁSQUEZ DELGADO	**F. DE RECEPCIÓN**	: Set-25
F. DE INICIO DE ENSAYO	: 07/10/2025	**F. DE EMESIÓN**	: Oct-25
F. DE TERMINO DE ENSAYO	: 11/10/2025	**PÁGINA**	: 7 de 7

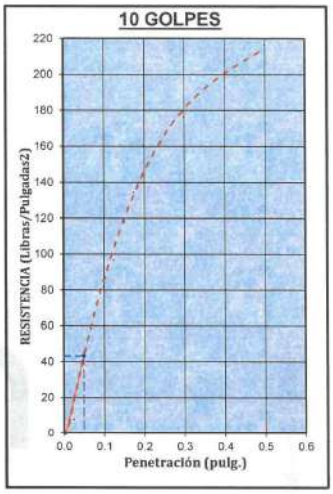
INFORME DE ENSAYO - 2025/F&M

Suelos. Métodos de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio.
NTP 339.145 (2019)

CALICATA :	C-01	**ESTRATO :**	E-01 (15%CCA)	**COORDENADAS:**	----- -----







DATOS DE PROCTOR	
ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%) :	14.12
MÁXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm3) :	1.99
95% MÁXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm3) :	1.89

RESULTADOS DE CBR	
C.B.R. al 100% de M.D.S (0,1") :	43.58
C.B.R. al 95% de M.D.S (0,1") :	38.97
C.B.R. al 100% de M.D.S (0,2") :	45.95
C.B.R. al 95% de M.D.S (0,2") :	41.17



Observaciones:

* *Muestreo realizado por el Solicitante*
* *Los resultados se relacionan solamente con los items sometidos a ensayo*
* *En el informe se indica que los resultados se aplican a la muestra como se recibió*

Normativa de referencia:

* *NTP 339.127-SUELOS. Método de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo (2019)*
* *NTP 339.141-SUELOS. Método de ensayo para la compactación del suelo en laboratorio utilizando energía modificada (2700kN-m/m3 (56 000 pie-lbf/pie3))*

ENEYER HERNÁNDEZ ARCE
INGENIERO CIVIL
REG. CIP. 152285
LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS

PROYECTO	: "EVALUACIÓN DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DE SUELOS A-6 MEDIANTE LA SUSTITUCIÓN PARCIAL DE CAL POR CENIZA DE CÁSCARA DE ARROZ EN CAJARURO, AMAZONAS".		
UBICACIÓN	: CAJARURO - UTCUBAMBA - AMAZONAS		
CANTERA	: NO APLICA	**CÓDIGO INTERNO**	: ----
SOLICITANTES	: JEAN CARLOS BARDALES SUAREZ	**ENSAYO POR**	: A.J.S.G.
	: JEAN ERICH VÁSQUEZ DELGADO	**F. DE RECEPCIÓN**	: Set-25
F. DE TERMINO DE ENSAYO	: 06/10/2025	**F. DE EMESIÓN**	: Oct-25
F. DE INICIO DE ENSAYO	: 07/10/2025	**PÁGINA**	: 5 de 7

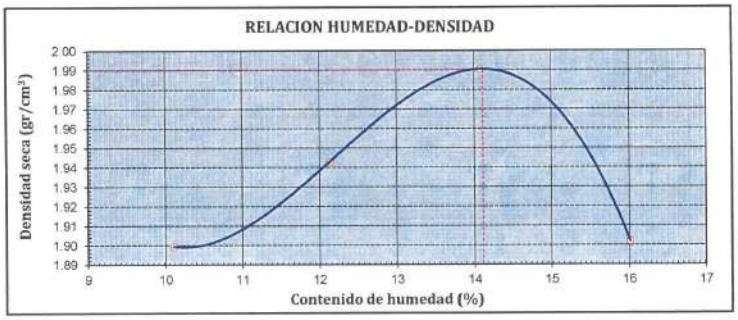
INFORME DE ENSAYO - 2025/F&M

SUELOS. MÉTODO DE ENSAYO PARA LA COMPACTACIÓN DEL SUELO EN LABORATORIO UTILIZANDO UNA ENERGÍA MODIFICADA (2700Kn-m/m3(56 000 pie-lbf/pie3))

NTP 339.141.1998 (revisada el 2019)

CALICATA :	C-01	ESTRATO :	E-01 (15%CCA)-REP-02	PROFUNDIDAD:	(0.00 - 1.50 m)

COMPACTACIÓN DE LAS MUESTRAS			MÉTODO DE ENSAYO		A
PRUEBA	***UND***	**1**	**2**	**3**	**4**
NUMERO DE MOLDE	*N°*	2	2	2	2
NUMERO DE CAPAS	---	5	5	5	5
NUMERO DE GOLPES POR CAPA	*N°*	25	25	25	25
VOLUMEN MOLDE	cm^3	905.61	905.61	905.61	905.61
MASA MUESTRA HUMEDA Y MOLDE	gr	6319.00	6398.00	6481.00	6423.00
MASA MOLDE	gr	4425.00	4425.00	4425.00	4425.00
MASA MUESTRA HUMEDA	gr	1894.00	1973.00	2056.00	1998.00
HUMEDAD DE COMPACTACIÓN					
NUMERO DE TARA	-	A-7	5.1	6.4	6.2
MASA DE SUELO HUMEDO + TARA	gr	423.43	418.42	433.45	457.43
MASA SUELO SECO + TARA	gr	390.54	381.84	391.23	406.73
MASA DE TARA	gr	65.20	80.30	91.20	90.20
MASA DEL AGUA	gr	32.89	36.58	42.22	50.70
MASA SUELO SECO	gr	325.34	301.54	300.03	316.53
% DE NUMEDAD	%	**10.11**	**12.13**	**14.07**	**16.02**
DETERMINACIÓN DEL PESOS UNITARIOS DE LOS ESPECÍMENES					
DENSIDAD HUMEDO	gr/cm^3	**2.091**	**2.179**	**2.270**	**2.206**
DENSIDAD SECA	gr/cm^3	**1.899**	**1.943**	**1.990**	**1.902**



MAXIMA DENSIDAD SECA	
1.990	g/cm^3

OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD	
14.11	(%)



Observaciones:

* *Muestreo realizado por el Solicitante*
* *Los resultados se relacionan solamente con los items sometidos a ensayo*
* *En el informe se indica que los resultados se aplican a la muestra como se recibió*

Normativa de referencia:

* *NTP 339.127-SUELOS. Método de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo (2019)*

RONEYER HERNÁNDEZ ARCA
INGENIERO CIVIL
REG. CIP. 152285
ESP. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

PROYECTO	: "EVALUACIÓN DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DE SUELOS A-6 MEDIANTE LA SUSTITUCIÓN PARCIAL DE CAL POR CENIZA DE CÁSCARA DE ARROZ EN CAJARURO, AMAZONAS".		
UBICACIÓN	: CAJARURO - UTCUBAMBA - AMAZONAS		
CANTERA	: NO APLICA	**CÓDIGO INTERNO**	: ----
SOLICITANTES	: JEAN CARLOS BARDALES SUAREZ	**ENSAYO POR**	: A.J.S.G.
	: JEAN ERICH VÁSQUEZ DELGADO	**F. DE RECEPCIÓN**	: Set-25
F. DE INICIO DE ENSAYO	: 07/10/2025	**F. DE EMESIÓN**	: Oct-25
F. DE TERMINO DE ENSAYO	: 11/10/2025	**PÁGINA**	: 6 de 7

INFORME DE ENSAYO - 2025/F&M

Suelos. Métodos de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio.
NTP 339.145 (2019)

CALICATA :	C-01	ESTRATO :	E-01 (15%CCA)-REP-02	COORDENADAS:	-----	-----

DATOS							
1.1 N° de molde	-	25		26		28	
1.2 Diametro interior de molde	cm	15.21		15.11		15.10	
1.3 Altura molde descontando disco espaciador	cm	11.67		11.63		11.62	
1.4 Masa del molde (incluye base)	g	8 473		8 590		8 671	
1.5 N° de capas	-	5		5		5	
1.6 N° de golpes por capa	-	56		25		10	
1.7 Condición de muestra	-	S/Mojar	Mojada	S/Mojar	Mojada	S/Mojar	Mojada
1.8 Masa de molde(incluye base) + Masa húmedo	g	11736	11972	11500	11782	11264	11490
CÁLCULO DE CONTENIDO DE HUMEDAD							
2.1 N° Tara	-	4.3	4.1	B-7	B-15	A-7	5.2
2.2 Masa de tara	g	69.20	69.80	46.70	47.70	65.20	79.00
2.3 Masa de tara + Suelo Húmedo	g	372.40	465.30	345.87	452.31	375.32	429.40
2.4 Masa de tara + Suelo Seco	g	334.40	412.40	308.20	392.65	335.61	372.42
2.5 Masa de agua contenida (2.3-2.4)	g	38.00	52.90	37.67	59.66	39.71	56.98
2.6 Masa de suelo seco (2.4-2.2)	g	265.20	342.60	261.50	344.95	270.41	293.42
2.7 Contenido de Humedad (2.5/2.6)	%	14.3	15.4	14.4	17.3	14.7	19.4
RESULTADOS							
3.1 Área superficial del molde	pulg2	28.16		27.79		27.76	
3.2 Volúmen de suelo	cm3	2 120.41		2 085.44		2 080.89	
3.3Masa del suelo húmedo (1.8-1.4)	g	3263	3499	2910	3192	2593	2819
3.4 Densidad húmeda (3.3/3.2)	g/cm3	1.54	1.65	1.40	1.53	1.25	1.35
3.5 Densidad Seca (3.4/(1+2.7/100))	g/cm3	1.50	1.61	1.36	1.49	1.21	1.32

EXPANSIÓN												
MOLDE			25			26			28			
FECHA	HORA	TIEMPO (horas)	DIAL pulg	Expansión (mm)	(%)	DIAL pulg	Expansión (mm)	(%)	DIAL pulg	Expansión (mm)	(%)
07/10/2025	11:00:00 a. m.	0	0.000	-	-	0.000	-	-	0.000	-	-
08/10/2025	11:00:00 a. m.	24	0.117	2.972	2.56%	0.120	3.048	2.63%	0.124	3.150	2.72%
09/10/2025	11:00:00 a. m.	48	0.124	3.150	2.72%	0.125	3.175	2.74%	0.133	3.378	2.91%
10/10/2025	11:00:00 a. m.	72	0.126	3.200	2.76%	0.139	3.531	3.04%	0.137	3.480	3.00%
11/10/2025	11:00:00 a. m.	96	0.132	3.353	2.89%	0.142	3.607	3.11%	0.145	3.683	3.18%

PENETRACIÓN																	
MOLDE			25					26					28				
PENETRACION		C.ESTANDAR	CARGA					CARGA					CARGA				
pulgadas	mm	(lb/pulg2)	Lectura	lb	lb/pulg2	Correc.	%	Lectura	lb	lb/pulg2	Correc.	%	Lectura	lb	lb/pulg2	Correc.	%
0.000			0.0	0.0	0.0			0.0	0.0	0.0			0.0	0.0	0.0		
0.025	0.64		30.5	67.2	22.1			14.3	31.4	10.3			10.5	23.1	7.6		
0.050	1.27		100.2	221.0	72.6			89.1	196.4	64.5			66.3	146.1	48.0		
0.075	1.91		216.2	476.6	156.6			145.6	321.0	105.5			90.6	199.7	65.6		
0.100	2.54	1000	278.1	613.1	201.5	222.8	22.3	160.3	353.4	116.1	116.1	11.6	115.4	254.4	83.6	88.6	8.9
0.125	3.18		331.3	730.4	240.0			182.7	402.8	132.3			130.1	286.8	94.2		
0.150	3.81		401.7	885.7	291.0			220.2	485.5	159.5			167.4	369.1	121.3		
0.175	4.45		466.0	1027.4	337.6			235.1	518.3	170.3			184.7	407.2	133.8		
0.200	5.08	1500	530.7	1170.1	384.5	356.4	23.8	290.3	640.0	210.3	195.6	13.0	219.1	483.0	158.7	147.5	9.8
0.300	7.62		560.1	1234.9	405.8			338.4	746.1	245.2			247.7	546.1	179.4		
0.400	10.16		594.7	1311.2	430.8			366.1	807.2	265.2			270.8	597.0	196.2		
0.500	12.70		650.1	1433.5	471.0			406.3	895.8	294.3			300.1	661.7	217.4		

Observaciones:
* *Muestreo realizado por el Solicitante*
* *Los resultados se relacionan solamente con los items sometidos a ensayo*
* *En el informe se indica que los resultados se aplican a la muestra como se recibió*

Normativa de referen * *NTP 339.127-SUELOS. Método de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo (2019)*
* *NTP 339.141-SUELOS. Método de ensayo para la compactación del suelo en laboratorio utilizando energía modificada (2700kn-m/m3(56 000 pie-lbf/pie3))*

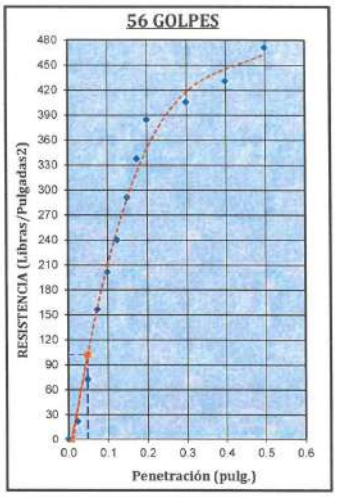
NINEYER HERNÁNDEZ ARCA
INGENIERO CIVIL
REG. CIP. 152285
ESP. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

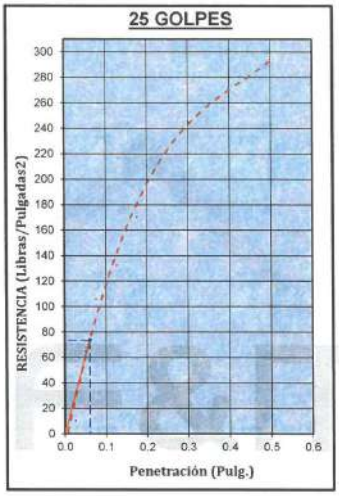
PROYECTO	: "EVALUACIÓN DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DE SUELOS A-6 MEDIANTE LA SUSTITUCIÓN PARCIAL DE CAL POR CENIZA DE CÁSCARA DE ARROZ EN CAJARURO, AMAZONAS".		
UBICACIÓN	: CAJARURO - UTCUBAMBA - AMAZONAS		
CANTERA	: NO APLICA	**CÓDIGO INTERNO**	: ----
SOLICITANTES	: JEAN CARLOS BARDALES SUAREZ	**ENSAYO POR**	: A.J.S.G.
	: JEAN ERICH VÁSQUEZ DELGADO	**F. DE RECEPCIÓN**	: Set-25
F. DE INICIO DE ENSAYO	: 07/10/2025	**F. DE EMESIÓN**	: Oct-25
F. DE TERMINO DE ENSAYO	: 11/10/2025	**PÁGINA**	: 7 de 7

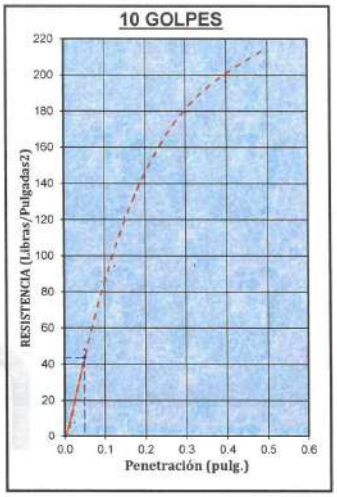
INFORME DE ENSAYO - 2025/F&M

Suelos. Métodos de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio.
NTP 339.145 (2019)

CALICATA :	C-01	**ESTRATO :**	E-01 (15%CCA)-REP-02	**COORDENADAS:**	----- -----







DATOS DE PROCTOR	
ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%) :	14.11
MÁXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm3) :	1.99
95% MÁXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm3) :	1.89

RESULTADOS DE CBR	
C.B.R. al 100% de M.D.S (0,1") :	43.94
C.B.R. al 95% de M.D.S (0,1") :	39.28
C.B.R. al 100% de M.D.S (0,2") :	46.38
C.B.R. al 95% de M.D.S (0,2") :	41.53



Observaciones:

* *Muestreo realizado por el Solicitante*
* *Los resultados se relacionan solamente con los items sometidos a ensayo*
* *En el informe se indica que los resultados se aplican a la muestra como se recibió*

Normativa de referencia:

* *NTP 339.127-SUELOS. Método de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo (2019)*
* *NTP 339.141-SUELOS. Método de ensayo para la compactación del suelo en laboratorio utilizando energía modificada (2700kn-m/m3(56 000 pie-lbf/pie3))*

RAINEYER HERNÁNDEZ ARCA
INGENIERO CIVIL
REG. CIP. 152205
ESP. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

Anexo 15. Certificados de laboratorio donde se realizaron los ensayos

Presidencia del Consejo de Ministros

Registro de la Propiedad Industrial

CERTIFICADO N° 00146585

La Dirección de Signos Distintivos del Instituto Nacional de Defensa de la Competencia y de la Protección de la Propiedad Intelectual – INDECOPI, certifica que por mandato de la Resolución Nº 008786-2023/DSD - INDECOPI de fecha 04 de abril de 2023, ha quedado inscrito en el Registro de Marcas de Servicio, el siguiente signo:

Signo	:	La denominación F&M ENGINEERING AND CONSTRUCTION S.A.C. INGENIERÍA, GERENCIA DE PROYECTOS Y CONSTRUCCIÓN y logotipo (se reivindica colores), conforme al modelo
Clase	:	42 de la clasificación Internacional.
Solicitud		0004590-2023
Titular		F&M ENGINEERING AND CONSTRUCTION S.A.C.
País		Perú
Vigencia		04 de abril de 2033
Distingue		Estudios de mecánica de suelos

F&M

MINEYER HERNÁNDEZ ARCA
INGENIERO CIVIL
REG. CIP. 152285
ESP. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

Esta es una copia auténtica imprimible de un documento electrónico archivado por Indecopi, aplicando lo dispuesto por el Art. 25 de D.S. 070-2013- PCM y la Tercera Disposición Complementaria Final del D.S. 026-2016-PCM. Su autenticidad e integridad pueden ser contrastadas a través de la siguiente dirección web.
https://enlinea.indecopi.gob.pe/verificador Id Documento:vl2q0d0p6m

INSTITUTO NACIONAL DE DEFENSA DE LA COMPETENCIA Y DE LA PROTECCIÓN DE LA PROPIEDAD INTELECTUAL
Calle De la Prosa 104, San Borja, Lima 41 - Perú, Telf: 224-7800, Web: www.indecopi.gob.pe

Esto es para certificar que el Sistema de Gestión de Calidad de

F&M ENGINEERING AND CONSTRUCTION

MZA. C LOTE. 11 SEC. PUEBLO LIBRE – JAEN JAEN CAJAMARCA – PERÚ.

Ha sido evaluado y se ha determinado que cumple con los requisitos de

ISO 9001:2015

Este Certificado es válido para el siguiente alcance:

SERVICIOS DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO Y EXPLORACIÓN GEOTÉCNICA.

MINEYER HERNÁNDEZ ARCA
INGENIERO CIVIL
REG. CIP. 152285
ESP. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

Certificado No.	**:AMER11653**
Fecha de Registro	**:24/06/2023**
Fecha de Emisión	**:28/06/2023**
Fecha de Expiración	**:23/06/2024**
Fecha de Recertificación	**:23/06/2026**

Director

AMERICO QUALITY STANDARDS REGISTRCH PVT. LTD

Key Location: 1910 Thomes Ave. Cheyenne, Wyoming, WY 82001, US
Operations Office: D 303, 104.Nisarg plaza, Bhumkar chowk - Hinjewadi road, Wakad, Pune - 411057

Anexo 16. Certificados de equipos utilizados

CORPORACIÓN 2M & N S.A.C.
Especialistas en Metrología

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL ORGANISMO DE ACREDITACIÓN INACAL-DA CON REGISTRO N° LC - 024

INACAL
DA - Perú
Laboratorio de Calibración Acreditado
Registro N°LC - 024

Código de Seguridad QR

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

087-CT-MI-2025

Área de Metrología

Página 1 de

Expediente	:	482B-06-2025
Solicitante	:	F&M ENGINEERING AND CONSTRUCTION
Dirección	:	Mza. C Lote. 11 Sec. Pueblo Libre - Jaen - Cajamarca - Perú
Equipo	:	HORNO
Marca	:	PINZUAR
Modelo	:	G060404
Serie	:	144
Identificación	:	LAB-004 (*)
Ubicación	:	Área de Ensayo I (**)
Procedencia	:	Colombia
Tipo de Ventilación	:	Forzada
Nro. de Niveles	:	3
Alcance del Equipo	:	Temperatura ambiente +5 °C a 200 °C (***)

MINEYER HERNÁNDEZ ARCE
INGENIERO CIVIL
REG. CIP. 152285
ESP. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

Caracteristicas Técnicas del Controlador del Medio Isotermo

Descripción	TERMÓMETRO CONTROLADOR
Marca / Modelo	PINZUAR / G060404
Alcance de indicación	-100 °C a 200 °C
Resolución	0,01 °C
Tipo	Digital
Identificación	No indica

Fecha de Calibración	:	2025-07-16
Lugar de Calibración	:	**Área de Ensayo I - F&M ENGINEERING AND CONSTRUCTION** Mza. C Lote. 11 Sec. Pueblo Libre - Jaen - Cajamarca - Perú
Método utilizado:	:	Por comparación directa siguiendo el procedimiento, PC-018-"Procedimiento de Calibración o Caracterización de Medios Isotermos con aire como medio termostático" SNM-INDECOPI (Segunda Edición) - Junio 2009.

Los resultados son válidos únicamente para el equipo calibrado en el momento y en las condiciones de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del equipo y reglamentaciones vigentes.

Los resultados no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del Sistema de Calidad

CORPORACIÓN 2M & N S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que puedan ocasionar el uso inadecuado de este equipo, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

Este certificado se emite por vía electrónica puede validarlo directamente a través de la página web de Tocapu o escaneando el código QR que se encuentra en la parte superior del certificado .

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

ÁREA METROLOGÍA
LABORATORIO 01

2025-07-21
Fecha de emisión

ALVAREZ NAVARRO ANGEL GUSTAVO
CORPORACION 2M N S.A.C.
JEFE DE METROLOGIA LAB. 01 Y 03
metrologia@2myn.com
Fecha: 21/07/2025 17:41
Firmado con www.tocapu.pe

VELASCO NAVARRO MIRIAN ARACELI
CORPORACION 2M&N S.A.C.
GERENTE GENERAL
gerencia@2myn.com
Fecha: 21/07/2025 18:04
Firmado con www.tocapu.pe

Cód. de Servicio: 05075-A

Cód. FT-T-03 Rev. 0

ROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA POR CORPORACIÓN 2M & N S.A.C

Jr. Chiclayo N° 489 Int. A Rímac - Lima - Perú | Telf.: (01) 729-4071 / 989-645-623 / 961-505-209
Página web: www.2myn.com | Correos: ventas@2myn.com | calidad@2myn.com

Código de Seguridad QR

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

223-CM-M-2025
Área de Metrología

Expediente	:	482B-06-2025
Solicitante	:	**F&M ENGINEERING AND CONSTRUCTION**
Dirección	:	Mza. C Lote. 11 Sec. Pueblo Libre - Jaen - Cajamarca - Perú
Equipo/ Instrumento	:	**BALANZA DE FUNCIONAMIENTO NO AUTOMÁTICO**
Marca	:	OHAUS
Modelo	:	R21PE30ZH
Serie	:	8354661311
Identificación	:	No indica
Ubicación	:	Área de Ensayo I
Procedencia	:	No indica
Capacidad máxima	:	30000 g
Capacidad mínima	:	50 g (*)
División de escala (d)	:	1 g
División de verificación (e)	:	1 g (*)
Clase de exactitud	:	II (*)
Tipo	:	Electrónica
Fecha de calibración	:	2025-07-17
Lugar	:	Área de Ensayo I **F&M ENGINEERING AND CONSTRUCTION** Mza. C Lote. 11 Sec. Pueblo Libre - Jaen - Cajamarca - Perú
Método utilizado:	:	Por comparación de las indicaciones de la balanza contra cargas aplicadas de valor conocido(pesas patrón), según el PC-011 "Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento No Automático Clase (I) y (II) ", 4ta. Edición, Abril - 2010, SNM-INDECOPI

MINEYER HERNANDEZ ARCA
INGENIERO CIVIL
REG. CIP. 152285
ESP. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

Los resultados son válidos únicamente para e equipo calibrado en el momento y en las condiciones de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del equipo o reglamentaciones vigentes.

Los resultados no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del Sistema de Calidad

CORPORACIÓN 2M & N S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este equipo, n de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

Este Certificado se emite de manera electrónica podrá consultarlo directamente a través de la página del Tocapu y también en el E-mai certificadosdigitales@2myn.com .

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

CORPORACION 2M & N S.A.C. ÁREA METROLOGÍA LABORATORIO 02

2025-07-21
Fecha de emisión

VALENCIA VELASCO FERNANDO GABRIEL
CORPORACION 2M N S.A.C.
JEFE DE METROLOGIA LAB.02
jmetrologia@2myn.com
Fecha: 21/07/2025 12:49
Firmado con www.tocapu.pe

VELASCO NAVARRO MIRIAN ARACELI
CORPORACION 2M N S.A.C.
GERENTE GENERAL
gerencia@2myn.com
Fecha: 21/07/2025 18:14
Firmado con www.tocapu.pe

Código de Servicio: 05071-A **Cód. FT-M-04 Rev. 0**

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA POR CORPORACIÓN 2M & N S.A

Código de Seguridad QR

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

224-CM-M-2025
Área de Metrología

Expediente	:	482B-06-2025
Solicitante	:	**F&M ENGINEERING AND CONSTRUCTION**
Dirección	:	Mza. C Lote. 11 Sec. Pueblo Libre - Jaen - Cajamarca - Perú
Equipo/ Instrumento	:	**BALANZA DE FUNCIONAMIENTO NO AUTOMÁTICO**
Marca	:	OHAUS
Modelo	:	NV622ZH
Serie	:	834768517
Identificación	:	LAB-007 (*)
Ubicación	:	Área de Ensayo I
Procedencia	:	No indica
Capacidad máxima	:	620 g
Capacidad mínima	:	0,2 g (**)
División de escala (d)	:	0,01 g
División de verificación (e)	:	0,01 g (**)
Clase de exactitud	:	II (**)
Tipo	:	Electrónica
Fecha de calibración	:	2025-07-16
Lugar	:	Área de Ensayo I **F&M ENGINEERING AND CONSTRUCTION** Mza. C Lote. 11 Sec. Pueblo Libre - Jaen - Cajamarca - Perú
Método utilizado:	:	Por comparación de las indicaciones de la balanza contra cargas aplicadas de valor conocido(pesas patrón), según el PC-011 "Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento No Automático Clase (I) y (II) ", 4ta. Edición, Abril - 2010, SNM-INDECOPI.

MINEYER HERNANDEZ ARCA
INGENIERO CIVIL
REG. CIP. 152285
ESP. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

Los resultados son válidos únicamente para e equipo calibrado en el momento y en las condiciones de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del equipo o reglamentaciones vigentes.

Los resultados no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del Sistema de Calidad

CORPORACIÓN 2M & N S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este equipo, n de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

Este Certificado se emite de manera electrónica podrá consultarlo directamente a través de la página del Tocapu y también en el E-mai certificadosdigitales@2myn.com .

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

CORPORACIÓN 2M & N S.A.C. ÁREA METROLOGÍA LABORATORIO 02

2025-07-22
Fecha de emisión

VALENCIA VELASCO FERNANDO GABRIEL
CORPORACION 2M N S.A.C.
JEFE DE METROLOGIA LAB.02
jmetrologia@2myn.com
Fecha: 22/07/2025 09:41
Firmado con www.tocapu.pe

VELASCO NAVARRO MIRIAN ARACELI
CORPORACION 2M N S.A.C.
GERENTE GENERAL
gerencia@2myn.com
Fecha: 22/07/2025 12:03
Firmado con www.tocapu.pe

Código de Servicio: 05072-A **Cód. FT-M-04 Rev. 06**

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA POR CORPORACIÓN 2M & N S.A

Código de Seguridad QR

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

226-CM-M-2025
Área de Metrología

Expediente		482B-06-2025
Solicitante		**F&M ENGINEERING AND CONSTRUCTION**
Dirección	:	Mza. C Lote. 11 Sec. Pueblo Libre - Jaen - Cajamarca - Perú
Equipo/ Instrumento	:	**BALANZA DE FUNCIONAMIENTO NO AUTOMÁTICO**
Marca	:	OHAUS
Modelo	:	R21PE30ZH
Serie	:	8354661372
Identificación	:	LAB-010 (*)
Ubicación	:	Área de Ensayo II
Procedencia	:	No indica
Capacidad máxima	:	30000 g
Capacidad mínima	:	50 g (**)
División de escala (d)	:	1 g
División de verificación (e)	:	1 g (**)
Clase de exactitud	:	II (**)
Tipo	:	Electrónica
Fecha de calibración	:	2025-07-17
Lugar	:	Área de Ensayo II **F&M ENGINEERING AND CONSTRUCTION** Mza. C Lote. 11 Sec. Pueblo Libre - Jaen - Cajamarca - Perú
Método utilizado:	:	Por comparación de las indicaciones de la balanza contra cargas aplicadas de valor conocido(pesas patrón), según el PC-011 "Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento No Automático Clase (I) y (II) ", 4ta. Edición, Abril - 2010, SNM-INDECOPI.

MINEYER HERNÁNDEZ ARCA
INGENIERO CIVIL
REG. CIP. 152285
ESP. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

Los resultados son válidos únicamente para e equipo calibrado en el momento y en las condiciones de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del equipo o reglamentaciones vigentes.

Los resultados no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del Sistema de Calidad

CORPORACIÓN 2M & N S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este equipo, n de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

Este Certificado se emite de manera electrónica podrá consultarlo directamente a través de la página del Tocapu y también en el E-mai certificadosdigitales@2myn.com .

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

ÁREA METROLOGÍA
LABORATORIO 02

VALENCIA VELASCO FERNANDO GABRIEL
CORPORACION 2M N S.A.C.
JEFE DE METROLOGIA LAB.02
jmetrologia@2myn.com
Fecha: 22/07/2025 09:42
Firmado con www.tocapu.pe

VELASCO NAVARRO MIRIAN ARACELI
CORPORACION 2M N S.A.C.
GERENTE GENERAL
gerencia@2myn.com
Fecha: 22/07/2025 12:05
Firmado con www.tocapu.pe

2025-07-22
Fecha de emisión

Código de Servicio: 05074-A **Cód. FT-M-04 Rev. 06**

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA POR CORPORACIÓN 2M & N S.A

Condiciones ambientales:

	Inicial	Final
Temperatura °C	27,0	27,5
Humedad Relativa %hr	60	59

Patrones de referencia:

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad metrológica a los patrones nacionales y/o internacionales, en concordancia con el Sistema Internacional de Unidades de Medida (SI) y el Sistema Legal de Unidades de Medida del Perú (SLUMP).

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
Patrones de Referencia a KOSSOMET	Juego de Pesas de 1 mg a 2 kg Clase F2	PE25A-C-0259
Patrones de Referencia a PESATEC	Pesa de 5 kg Clase F2	1790-MPES-C-2024
Patrones de Referencia a PESATEC	Pesa de 10 kg Clase F2	1791-MPES-C-2024
Patrones de Referencia a DM-INACAL	Pesa de 20 kg Clase F2	LM-C-448-2024

Observaciones:

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva, indicando el código de servicio N° 05074-A y la fecha de calibración.
- (*) La Identificación se encuentra en una etiqueta pegada al equipo
- (**) Se consideró de acuerdo a la Norma Metrológica Peruana NMP 003 2009 Instrumentos de Pesaje de Funcionamiento no Automático
- Se realizó una precarga a la balanza antes de comenzar la calibración en 30 000 g indicando la balanza 30 000 g
- No se realizó ningún tipo de ajuste a la balanza antes de su calibración
- El delta del local proporcionado por el cliente es de : ΔT **4°C**
- El cliente es responsable de toda la información proporcionada durante el servicio y que puedan afectar a la validez de los resultados

MINEYER HERNÁNDEZ ARCA
INGENIERO CIVIL
REG. CIP. 152285
ESP. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

Código de Servicio: 05074-A

Cód. FT-M-04 Rev. 0

OHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA POR CORPORACIÓN 2M & N S.A

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

Condiciones Ambientales									
Temperatura °C	Inicial	27,0	Final	27,2	Humedad Relativa %hr	Inicial	60	Final	60

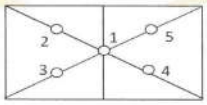
Carga = 15 000,1 g		
I (g)	ΔL(mg)	E (mg)
15 000	600	-200
15 000	500	-100
15 000	500	-100
15 000	400	0
15 000	500	-100
15 000	500	-100
15 000	600	-200
15 000	600	-200
15 000	500	-100
15 000	500	-100

Carga = 30 000,1 g		
I (g)	ΔL(mg)	E (mg)
30 001	700	700
30 000	600	-200
30 000	600	-200
30 000	600	-200
30 001	700	700
30 001	700	700
30 000	600	-200
30 001	700	700
30 001	700	700
30 000	600	-200

Carga (g)	Emáx. - Emín. (mg)	e.m.p. (mg)
15 000	200	2000
30 000	900	3000

Ensayo de Excentricidad

VISTA FRONTAL



MINEYER HERNÁNDEZ ARCA
INGENIERO CIVIL
REG. CIP. 152285
ESP. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

Condiciones Ambientales									
Temperatura °C	Inicial	27,2	Final	27,3	Humedad Relativa %hr	Inicial	60	Final	61

Posición de carga	Carga (g)	Determinación del error		
		I (g)	ΔL (mg)	Eo (mg)
1	10,0	10	600	-100
2		10	700	-200
3		10	800	-300
4		10	700	-200
5		10	700	-200

Carga (g)	Determinación del error			
	I (g)	ΔL (mg)	E(mg)	Ec (mg)
10 000,0	10 000	600	-100	0
	10 001	700	800	1 000
	10 000	600	-100	200
	10 000	700	-200	0
	10 000	600	-100	100
Error máximo permitido : ±		2000	mg	

OHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA POR CORPORACIÓN 2M & N S.A
Jr. Chiclayo N° 489 Int. A Rímac - Lima - Perú | Telf.: (01) 729-4071 / 989-645-623 / 961-505-209
Página web: www.2myn.com | Correos: ventas@2myn.com | calidad@2myn.com

Ensayo de Pesaje

Condiciones Ambientales								
Temperatura °C	Inicial	27,3	Final	27,5	Humedad Relativa %hr	Inicial	61	Final	59

Carga	CRECIENTES				DECRECIENTES				e.m.p.
(g)	I (g)	ΔL (mg)	E (mg)	Ec (mg)	I (g)	ΔL (mg)	E (mg)	Ec (mg)	(± mg)
10,0	10	700	-200						
50,0	50	700	-200	0	50	700	-200	0	1000
1 500,0	1 500	700	-200	0	1 500	700	-200	0	1000
5 000,0	5 000	700	-200	0	5 000	700	-200	0	1000
10 000,0	10 000	500	0	200	10 001	600	900	1 100	2000
12 000,1	12 000	600	-200	0	12 001	700	700	900	2000
15 000,1	15 000	500	-100	100	15 001	600	800	1 000	2000
20 000,1	20 001	700	700	900	20 000	700	-300	-100	2000
25 000,1	25 001	700	700	900	25 001	600	800	1 000	3000
27 000,1	27 000	600	-200	0	27 000	700	-300	-100	3000
30 000,1	30 000	700	-300	-100	30 000	700	-300	-100	3000

La lectura corregida del resultado de una pesada:

$$R_{corregida} = R - 0{,}0000132 \cdot R$$

con una incertidumbre de medición:

$$U_R = 2 \cdot \sqrt{0{,}459\ g^2 + 0{,}000000000967 \cdot R^2}$$

NOTA

e.m.p: Error máximo permitido considerado para balanzas en uso de funcionamiento no automático de clase de exactitud (II)

La incertidumbre expandida de medición reportada en el presente certificado es la incertidumbre de medición estándar combinada, multiplicada por el factor de cobertura k=2. Este valor de la magnitud ha sido calculado para un nivel de confianza de aproximadamente 95 %.

I Lectura de la balanza
E Error encontrado
E_o Error en cero
E_c Error corregido
ΔL Carga incrementada
R Lectura de la balanza después de la calibración (g)

Fin de Documento

MINEYER HERNÁNDEZ ARCA
INGENIERO CIVIL
REG. CIP. 152285
ESP. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

OHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA POR CORPORACIÓN 2M & N S.A

Jr. Chiclayo N° 489 Int. A Rimac - Lima - Perú | Telf.: (01) 729-4071 / 989-645-623 / 961-505-209
Página web: www.2myn.com | Correos: ventas@2myn.com | calidad@2myn.com

Jean Carlos Bardales Suarez Jean Erich Vasquez D...

Evaluación de la capacidad de soporte (CBR) de suelos A-6 mediante la sustitución parcial de cal por ceniza de cáscara d...

Quick Submit

Quick Submit

Universidad Nacional Intercultural Fabiola Salazar Leguía de Bagua

Detalles del documento

Identificador de la entrega
trn:oid:::1:3637269451

Fecha de entrega
31 ago 2026, 8:19 a.m. GMT-5

Fecha de descarga
31 ago 2026, 8:24 a.m. GMT-5

Nombre del archivo
Informe_Tesis_Bardales_y_Vasquez.pdf

Tamaño del archivo
84.0 MB

208 páginas

24.462 palabras

115.837 caracteres

17% Similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para ca...

Filtrado desde el informe

- Bibliografía

Fuentes principales

16% Fuentes de Internet
4% Publicaciones
9% Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

Marcas de integridad

N.º de alertas de integridad para revisión

No se han detectado manipulaciones de texto sospechosas.

Los algoritmos de nuestro sistema analizan un documento en profundidad para buscar inconsistencias que permitirían distinguirlo de una entrega normal. Si advertimos algo extraño, lo marcamos como una alerta para que pueda revisarlo.

Una marca de alerta no es necesariamente un indicador de problemas. Sin embargo, recomendamos que preste atención y la revise.

Fuentes principales

16% Fuentes de Internet
4% Publicaciones
9% Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

Fuentes principales

Las fuentes con el mayor número de coincidencias dentro de la entrega. Las fuentes superpuestas no se mostrarán.

1 Internet
hdl.handle.net 3%

2 Internet
repositorio.ucv.edu.pe 2%

3 Internet
repositorio.ujcm.edu.pe 2%

4 Internet
repositorio.unj.edu.pe 1%

5 Internet
repositorio.unc.edu.pe <1%

6 Trabajos del estudiante
Universidad Andina del Cusco <1%

7 Trabajos del estudiante
Universidad Cesar Vallejo <1%

8 Internet
repositorio.unibagua.edu.pe <1%

9 Trabajos del estudiante
Universidad Nacional del Centro del Peru <1%

10 Trabajos del estudiante
Universidad Tecnologica del Peru <1%

11 Internet
dspace.unitru.edu.pe <1%

12 Internet
storage.googleapis.com <1%

13 Internet
repositorio.une.edu.pe <1%

14 Internet
(8-18-15) http://148.206.53.84/tesiuami/UAM6663.pdf <1%

15 Internet
repositorio.upla.edu.pe <1%

16 Trabajos del estudiante
Universidad Nacional de Cajamarca <1%

17 Publicación
Michelle S Rodrigues, Antonio L Beraldo. "Caracterização física e mecânica de arg... <1%

18 Internet
purl.org <1%

19 Internet
www.real-statistics.com <1%

20 Trabajos del estudiante
Universidad Andina Nestor Caceres Velasquez <1%

21 Internet
repositorio.uancv.edu.pe <1%

22 Internet
repositorio.uss.edu.pe <1%

23 Publicación
Mallmann, Andressa Marx. "Analise de Solo Modificado com Cinza Volante Para D... <1%

24 Internet
repositorio.unach.edu.pe <1%

25 Trabajos del estudiante
uncedu <1%

26 Trabajos del estudiante
Universidad Continental <1%

27 Internet
repositorio.uncp.edu.pe <1%

28 Trabajos del estudiante
Universidad Catolica Los Angeles de Chimbote <1%

29 Trabajos del estudiante
Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga <1%

30 Internet
patents.google.com <1%

31 Internet
www.nursinghero.com <1%

32 Internet
1library.co <1%

33 Internet
es.scribd.com <1%

34 Trabajos del estudiante
Universidad Nacional de Tumbes <1%

35 Internet
files01.core.ac.uk <1%

36 Internet
repositorio.sanfranciscochincha.edu.pe <1%

37 Trabajos del estudiante
Submitted on 1692636529507 <1%

38 Internet
repositorio.ues.edu.sv <1%

39 Internet
repositorio.upt.edu.pe <1%

40 Publicación
Ahumada Valdez, Gladys. "Métodos y técnicas de educación somática para la for... <1%

41 Publicación
Rafaelle Tiboni. "A utilização da cinza da casca de arroz de termoelétrica como co... <1%

42 Trabajos del estudiante
Tecsup <1%

43 Trabajos del estudiante
Universidad Católica Boliviana "San Pablo" <1%

44 Internet
repositorio.ug.edu.ec <1%

45 Trabajos del estudiante
Universidad Católica de Santa María <1%

46 Internet
leg.ufpi.br <1%

47 Internet
elcomercio.pe <1%

48 Internet
repositorio.unap.edu.pe <1%

49 Internet
repositorio.upn.edu.pe <1%

50 Publicación
Elisabete Kioko Kudo. "Caracterização reológica de argamassas colantes.", Univer... <1%

51 Internet
apirepositorio.unu.edu.pe <1%

52 Internet
ejournal.uniramalang.ac.id <1%

53 Internet
repositorio.unsaac.edu.pe <1%

54 Internet
vsip.info <1%

55 Publicación
Mauro Mitsuuchi Tashima. "Producción y caracterización de materiales cementan... <1%

56 Internet
archivo.revistas.ucr.ac.cr <1%

57 Internet
cybertesis.unmsm.edu.pe <1%

58 Internet
repositorio.unaaa.edu.pe <1%

59 Internet
revistas.uclave.org <1%

60 Internet
www.coursehero.com <1%

61 Publicación
Mahdi Karkush. "Engineering and Technology - Volume 1", CRC Press, 2026 <1%

62 Trabajos del estudiante
Webster University <1%

63 Internet
apps.ucsm.edu.pe <1%

64 Internet
biblioteca.upt.edu.pe <1%

65 Internet
qdoc.tips <1%

66 Internet
repositorio.unas.edu.pe <1%

67 Internet
repositorio.undac.edu.pe <1%

68 Internet

revistas.fondoeditorial.uru.edu <1%