

FACULTAD DE INGENIERÍA

Escuela Académico Profesional de Ingeniería Civil

Tesis

**Influencia de las cenizas de cáscara de huevo y chala
en las propiedades de la capa subrasante, jr.
Centenario, Huancan, Huancayo**

Jhonatan Cesar Meza Soto

Para optar el Título Profesional de
Ingeniero Civil

Huancayo, 2025

Repositorio Institucional Continental
Tesis digital



Esta obra está bajo una Licencia "Creative Commons Atribución 4.0 Internacional" .

INFORME DE CONFORMIDAD DE ORIGINALIDAD DE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

A : Decano de la Facultad de Ingeniería
DE : Msc. Víctor Peña Dueñas
Asesor de trabajo de investigación
ASUNTO : Remito resultado de evaluación de originalidad de trabajo de investigación
FECHA : 12 de Mayo de 2025

Con sumo agrado me dirijo a vuestro despacho para informar que, en mi condición de asesor del trabajo de investigación:

Título:
INFLUENCIA DE LAS CENIZAS DE CÁSCARA DE HUEVO Y CHALA EN LAS PROPIEDADES DE LA CAPA SUBRASANTE, JR. CENTENARIO, HUANCAN, HUANCAYO

Autores:
1. Jhonatan Cesar Meza Soto – EAP. Ingeniería Civil

Se procedió con la carga del documento a la plataforma "Turnitin" y se realizó la verificación completa de las coincidencias resaltadas por el software dando por resultado 19 % de similitud sin encontrarse hallazgos relacionados a plagio. Se utilizaron los siguientes filtros:

- Filtro de exclusión de bibliografía	SI	<input checked="" type="checkbox"/>	NO	<input type="checkbox"/>
- Filtro de exclusión de grupos de palabras menores Nº de palabras excluidas: 15	SI	<input checked="" type="checkbox"/>	NO	<input type="checkbox"/>
- Exclusión de fuente por trabajo anterior del mismo estudiante	SI	<input type="checkbox"/>	NO	<input checked="" type="checkbox"/>

En consecuencia, se determina que el trabajo de investigación constituye un documento original al presentar similitud de otros autores (citas) por debajo del porcentaje establecido por la Universidad Continental.

Recae toda responsabilidad del contenido del trabajo de investigación sobre el autor y asesor, en concordancia a los principios expresados en el Reglamento del Registro Nacional de Trabajos conducentes a Grados y Títulos – RENATI y en la normativa de la Universidad Continental.

Atentamente,

La firma del asesor obra en el archivo original
(No se muestra en este documento por estar expuesto a publicación)

AGRADECIMIENTOS

A esta casa de estudios, que ha sido mi centro de formación universitaria. A la Facultad de Ingeniería, con especial énfasis en su escuela de Ingeniería Civil, que me ha proporcionado las herramientas para salir adelante. Agradezco también a mis compañeros de estudio por su apoyo en los ensayos de laboratorio, y a mi asesor por su generosa ayuda durante el desarrollo de la tesis.

DEDICATORIA

A mis padres, fuente inagotable de amor y apoyo, y a mis amigos y compañeros de este emocionante viaje. Gracias por ser mi inspiración constante y por creer en mí. Este logro es también suyo.

ÍNDICE DE CONTENIDO

AGRADECIMIENTOS	iv
DEDICATORIA	v
ÍNDICE DE CONTENIDO	vi
ÍNDICE DE TABLAS	ix
ÍNDICE DE FIGURAS.....	x
RESUMEN	xii
ABSTRACT.....	xiii
INTRODUCCIÓN	14
CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO	15
1.1. Planteamiento del problema.....	15
1.2. Formulación del Problema	18
1.2.1. Problema General.....	18
1.2.2. Problemas Específicos	18
1.3. Objetivos.....	18
1.3.1. Objetivo General	18
1.3.2. Objetivos Específicos.....	19
1.4. Justificación e Importancia	19
1.5. Delimitación del Proyecto.....	19
1.5.1. Delimitación Conceptual.....	19
1.5.2. Delimitación Espacial	19
1.5.3. Delimitación Temporal	19
1.6. Hipótesis y Variables	19
1.6.1. Hipótesis General	19
1.6.2. Hipótesis Específicas	20
1.6.3. Variables	20
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO	23
2.1. Antecedentes de la Investigación.....	23
2.1.1. Antecedentes Internacionales.....	23

2.1.2. Antecedentes Nacionales	24
2.2. Bases Teóricas	26
2.2.1. Suelos	26
2.2.2. Capa Subrasante	26
2.2.3. Estabilización de Suelos.....	26
2.2.4. Propiedades físicas y mecánicas de la Subrasante	27
2.2.5. Cenizas de Cáscara de Huevo y Chala	36
2.2.6. Definición de Términos Básicos	38
CAPÍTULO III: METODOLOGÍA	40
3.1. Método, Tipo o Alcance de la Investigación	40
3.1.1. Método de Investigación	40
3.1.2. Tipo de la Investigación	40
3.1.3. Nivel de la Investigación.....	40
3.2. Diseño de la Investigación	40
3.3. Población, Muestra y Muestreo	40
3.3.1. Población.....	40
3.3.2. Muestra.....	40
3.3.3. Muestreo.....	41
3.4. Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos	41
3.4.1. Técnica de Recolección de Datos.....	41
3.4.2. Instrumento de Recolección de Datos	41
3.5. Materiales y Métodos.....	42
3.5.1. Exploración de Suelo	42
3.5.2. Proporciones de Cenizas	44
3.5.3. Recolección de las cenizas	45
3.5.4. Estudios de Laboratorio	49
CAPÍTULO IV: RESULTADOS Y DISCUSIÓN	50
4.1. Presentación de Resultados.....	50
4.1.1. Caracterización del Suelo Patrón	50

4.1.2. Propiedades Físicas de la Capa Sub Rasante (Primer Ensayo)	50
4.1.3. Propiedades Físicas de la Capa Sub Rasante – Verificación de Resultados	52
4.1.4. Propiedades Mecánicas de la Capa Sub Subrasante.....	54
4.2. Análisis de los Resultados del Tratamiento y Sin Tratamiento	59
4.2.1. Resultado para las Propiedades Físicas	59
4.2.2. Resultado Para las Propiedades Físicas con los Ensayos de Verificación	61
4.2.3. Resultado Para las Propiedades Mecánicas.....	66
4.3. Prueba de Normalidad.....	76
4.4. Prueba de Hipótesis.....	78
4.4.1. Prueba de Hipótesis de las Propiedades Físicas	79
4.4.2. Prueba de Hipótesis de las Propiedades Mecánicas	82
4.4.3. Prueba de la Hipótesis General	89
4.5. Discusión de Resultados	90
4.5.1. Discusión de las Propiedades Físicas	90
4.5.2. Discusión de las Propiedades Mecánicas	92
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	96
Conclusiones.....	96
Recomendaciones	97
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	98
ANEXOS	101
Anexo 1: Matriz de Consistencia.....	101
Anexo 2: Resultado de Laboratorio	103
Anexo 3: Panel fotográfico	170
Anexo 4: Resultados de las Prueba de hipótesis	182
Anexo 5: Declaración de Impacto Ambiental.....	189
Anexo 6: Análisis del costo comparativo	192

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Operacionalización de variables	21
Tabla 2. Composición química de la ceniza de chala	37
Tabla 3. Composición química de la ceniza de cáscara de huevo.....	38
Tabla 4. Cuadro de muestras necesarias para los ensayos	41
Tabla 5. Cuadro de calicatas	43
Tabla 6. Cuadro de muestras para los ensayos.....	43
Tabla 7. Selección de estabilizador según tipo de suelo	44
Tabla 8. Cuadro de cantidad de ceniza por tratamiento y especímenes.....	47
Tabla 9. Cuadro de ensayos realizados	49
Tabla 10. Resultados de los límites de consistencia	50
Tabla 11. Resultados de los límites de consistencia de los ensayos de verificación.....	53
Tabla 12. Resultados del ensayo de Proctor modificado	54
Tabla 13. Resultado del ensayo de CBR.....	56
Tabla 14. Resultados descriptivos para las propiedades físicas (límites de consistencia)	59
Tabla 15. Resultados descriptivos para las propiedades físicas (límites de consistencia) con los ensayos de verificación.....	61
Tabla 16. Resultados descriptivos para las propiedades mecánicas.....	66
Tabla 17. Resultados descriptivos para las propiedades mecánicas.....	69
Tabla 18. Pruebas de normalidad de las propiedades físicas	76
Tabla 19. Pruebas de normalidad da las propiedades mecánicas	77
Tabla 20. Promedio de las propiedades físicas según tratamiento experimental	79
Tabla 21. Pruebas inferenciales para limite líquido, limite plástica e índice de plasticidad ...	79
Tabla 22. Prueba post hoc de Tukey del límite liquido.....	80
Tabla 23. Análisis post hoc de Tukey del límite plástico.....	81
Tabla 24. Análisis post hoc de Tukey del índice de plasticidad	82
Tabla 25. Promedios de las propiedades mecánicas según tratamiento experimental	83
Tabla 26. Pruebas inferenciales para densidad máxima seca, óptimo contenido de humedad, CBR al 95 % y 100 %	83
Tabla 27. Prueba post hoc de Tukey de la máxima densidad seca.....	84
Tabla 28. Prueba post hoc de Tukey del óptimo contenido de humedad.....	85
Tabla 29. Análisis post hoc de Tukey del CBR al 100 % de la MDS para 0.1"	86
Tabla 30. Análisis post hoc de Tukey del CBR al 100 % de la MDS para 0.2"	86
Tabla 31. Análisis post hoc de Tukey del CBR al 95 % de la MDS para 0.1"	87
Tabla 32. Análisis post hoc de Tukey del CBR al 95 % de la MDS para 0.2"	88
Tabla 33. Resumen de las propiedades físicas y mecánicas	89

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Situación del Jr. Centenario en época de estiaje.....	16
Figura 2. Situación del Jr. Centenario en época de lluvias	16
Figura 3. Estados de consistencia de un suelo	28
Figura 4. Cuchara de Casagrande	28
Figura 5. Ensayo de límite plástico.....	29
Figura 6. Elementos empleados en el Proctor.....	31
Figura 7. Curva humedad- densidad seca	32
Figura 8. Influencia de la energía de la compactación.....	33
Figura 9. Esquema presión versus penetración.....	34
Figura 10. Componentes del ensayo de CBR	35
Figura 11. Corte esquemático de un huevo para mostrar su estructura.	37
Figura 12. Sección de vía proyectado	42
Figura 13. Vista de la ubicación del Jr. Centenario	42
Figura 14. Muestra de suelo recolectado en 20 baldes	44
Figura 15. Pasos con el fin de conseguir la ceniza de cascara de huevo.....	46
Figura 16. Incineración de la chala.....	47
Figura 17. Curva granulométrica.....	50
Figura 18. Variación del límite líquido.....	51
Figura 19. Variación del límite plástico.....	52
Figura 20. Variación del índice de plasticidad.....	52
Figura 21. Variación del límite líquido de los ensayos de verificación.....	53
Figura 22. Variación del límite plástico de los ensayos de verificación.....	54
Figura 23. Variación del índice de plasticidad de los ensayos de verificación.....	54
Figura 24. Variación de la densidad máxima seca.....	55
Figura 25. Variación del optimo contenido de humedad	56
Figura 26. Variación del CBR al 100 % MDS para 0.1"	57
Figura 27. Variación del CBR al 95 % MDS para 0.1"	58
Figura 28. Variación del CBR al 100 % MDS para 0.2"	58
Figura 29. Variación del CBR al 95 % MDS para 0.2"	59
Figura 30. Variación del límite líquido – promedio	60
Figura 31. Variación del límite plástico - promedio	60
Figura 32. Variación del índice de plasticidad – promedio	61
Figura 33. Variación del límite líquido promedio con ensayos de verificación	62
Figura 34. Tendencia del resultado del límite líquido	63
Figura 35. Variación del límite plástico promedio de los ensayos de verificación.....	64
Figura 36. Tendencia de resultados del límite plástico.....	64

Figura 37. Verificación del índice de plasticidad promedio de los ensayos de verificación ..	65
Figura 38. Tendencia de resultados del índice de plasticidad.....	65
Figura 39. Variación de la densidad máxima seca – promedio	67
Figura 40. Dispersión de la densidad máxima seca – promedio	67
Figura 41. Variación de la humedad óptima – promedio.....	68
Figura 42. Dispersión del optimo contenido de humedad	68
Figura 43. Variación del CBR promedio al 100 % MDS - 0.1" de penetración.....	70
Figura 44. Dispersión del valor del CBR al 100 % MDS - 0.1" de penetración.....	70
Figura 45. Variación del CBR promedio al 100 % MDS 0.2 de penetración"	72
Figura 46. Dispersión del valor del CBR al 100 % de MDS para 0.2"	72
Figura 47. Variación del CBR promedio al 95 % de MDS para 0.1"	74
Figura 48. Dispersión del valor de CBR 95 % MDS 0.1 de penetración.....	74
Figura 49. Variación del CBR promedio al 95 % de MDS para 0.2"	75
Figura 50. Dispersión del valor de CBR al 95 % de MDS para 0.2"	75

RESUMEN

El objetivo del estudio fue determinar cómo la adición de ceniza de cáscara de huevo y ceniza de chala puede alterar las propiedades físicas y mecánicas de la capa subrasante del Jr. Centenario, Huancán, Huancayo. se obtuvo como resultado que el límite líquido del suelo aumentó de un promedio de 25.00 % en el suelo sin tratamiento a 28.00 % con el mejor tratamiento. El límite plástico también incrementó pasando de 19.67 % a 23.33 %, el índice de plasticidad disminuyó de un valor de 5.33 % a 4.67 %, la máxima densidad seca creció de 1.875 g/cm³ a 1.899 g/cm³, el óptimo contenido de humedad pasó de un promedio de 11.63 % a 13.23 %. Los resultados más notables se encontraron en los valores de CBR, el suelo tratado mostró una mejora espectacular en comparación con el suelo sin tratamiento, con aumentos de 5.29 % a 15.32 % para CBR al 100 % de MDS para 0.1" de penetración, de 4.15 % a 14.33 % para CBR al 95 % de MDS para 0.1" de penetración. Para 0.2" de penetración, las cifras de CBR también aumentaron significativamente de 5.19 % a 12.27 % para CBR al 100 % de MDS, y de 4.05 % a 11.33 % para CBR al 95 % de MDS. Estos incrementos subrayan una mejora en la estabilidad y capacidad de soporte del suelo. Las pruebas estadísticas aplicadas de ANOVA para las propiedades físicas y mecánicas indicaron p-valores significativamente bajos (<0.05), de lo cual se concluye que la inclusión de cenizas afecta a las propiedades físicas y mecánicas.

Palabras clave: Capa subrasante, cenizas de cáscara, ceniza de chala, límite líquido, límite plástico, índice de plasticidad, densidad máxima, humedad y CBR.

ABSTRACT

The objective of the study was to determine how the addition of eggshell ash and chala ash can alter the physical and mechanical properties of the subgrade layer of Jr. Centenario, Huancán, Huancayo. As a result, the liquid limit of the soil increased from an average of 25.00% in the untreated soil to 28.00% with the best treatment. The plastic limit also increased from 19.67% to 23.33%, the plasticity index decreased from 5.33% to 4.67%, the maximum dry density increased from 1.875 g/cm³ to 1.899 g/cm³, the optimum moisture content went from an average of 11.63% to 13.23%. The most notable results were found in the CBR values, the treated soil showed a dramatic improvement compared to the untreated soil, with increases from 5.29% to 15.32% for CBR at 100% MDS for 0.1” penetration, from 4.15% to 14.33% for CBR at 95% MDS for 0.1” penetration. For 0.2” penetration, CBR figures also increased significantly from 5.19% to 12.27% for CBR at 100% MDS, and from 4.05% to 11.33% for CBR at 95% MDS. These increases underline an improvement in the stability and bearing capacity of the soil. The applied ANOVA statistical tests for the physical and mechanical properties indicated significantly low p-values (<0.05), from which it is concluded that the inclusion of ashes affects the physical and mechanical properties.

Keywords: Subgrade layer, Eggshell ash, Corn husk ash, Liquid limit, Plastic limit, Plasticity index, Maximum of density, Moisture content and California Bearing Ratio.

INTRODUCCIÓN

La ubicación del Jr. Centenario en el distrito de Huancán y su importancia como vía de comunicación demandan atención a las condiciones geotécnicas del terreno, especialmente la capa subrasante, que es fundamental para la estabilidad, durabilidad y funcionalidad del pavimento. La variación en la humedad del material arcilloso, encontrado en la capa subrasante de esta calle, plantea desafíos significativos para proyectos ingenieriles debido a su baja capacidad de carga y alta sensibilidad al agua, lo que puede causar desde grietas hasta daños estructurales graves. En el Perú, normativas como la CE.020 y la CE.010 subrayan la importancia de estas propiedades y establecen criterios específicos para la calidad de la subrasante. En este contexto, este estudio exploró la inserción de ceniza de cascara de huevo chala, como agentes estabilizadores para optimizar las propiedades de la subrasante del Jr. Centenario.

En ese sentido, se tiene la siguiente problemática: ¿Cuál es la influencia de la ceniza de cascara de huevo y chala en las propiedades físicas y mecánicas de la capa subrasante del Jr. Centenario, Huancán, Huancayo? Para lo cual se presenta el objetivo: determinar la influencia de la ceniza de cascara de huevo y chala en las propiedades físicas y mecánicas de la capa subrasante. Metodológicamente, se presenta un estudio de tipo aplicado, con un nivel explicativo y diseño cuasi experimental. La hipótesis básicamente fue: la adición de ceniza de cascara de huevo y chala afecta las propiedades físicas y mecánicas de la capa subrasante del Jr. Centenario, Huancán, Huancayo. Es así que el estudio se desarrolló de la siguiente manera:

Capítulo I: refiere el planteamiento y formulación del problema por estudiar. En el capítulo II se describe la base teórica utilizada. En el capítulo III se expone de forma detallada toda la metodología. En el capítulo IV se resumen todos los resultados y la discusión. Finalmente, se tienen las conclusiones y recomendaciones.

CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO

1.1. Planteamiento del problema

La variación en la humedad de los suelos arcillosos ha sido una dificultad significativa para diversos tipos de proyectos ingenieriles. Este problema se manifiesta en múltiples países alrededor del mundo, afectando el potencial de carga del suelo que soporta la infraestructura (1). Cuando el agua recorre a través de una masa de suelo, causa diversos problemas que impactan negativamente en las propiedades físicas y mecánicas del suelo. En consecuencia, la estabilidad de la estructura se ve comprometida debido a que uno de los efectos es la reducción de la resistencia del suelo (2). Kalantari llegó a la conclusión de que las obras de ingeniería civil construidos sobre suelos arcillosos enfrentan retos importantes debido a las características de estos suelos, estas propiedades pueden generar una variedad de problemas que van desde pequeñas grietas hasta daños estructurales graves (3).

En Colombia se encuentra una amplia diversidad de suelos con características físicas y mecánicas que varían notablemente, como suelos arcillosos con un límite líquido superior al 100 % y una resistencia a la compresión menor a 0.25 kg/cm², lo que dificulta su manejo. Esta baja resistencia es la principal causa de problemas significativos tanto durante la construcción como en el desempeño futuro de las estructuras de pavimento (4).

En el Perú, la norma CE. 020 de Estabilización de Suelos y Taludes destaca que los suelos, como la arcilla, con baja capacidad de carga y propensos a asentamientos, no son idóneos, ya que su inestabilidad puede representar un riesgo para la vida humana, la propiedad y las estructuras (5). Además, la Norma Técnica de Edificaciones CE.010, Pavimentos urbanos, resalta la importancia crucial de la propiedad mecánica. El manual enfatiza que el contenido de arcilla puede representar un riesgo significativo tanto en la subrasante como en los componentes del pavimento, principalmente debido a su alta susceptibilidad a la presencia de agua. Adicionalmente, establece que CBR debe ser igual o superior al 8 % para considerar la subrasante buena (6).

A nivel local, Huancán es uno de los distritos de Huancayo con mayor asignación presupuestal. Según datos de la plataforma de consulta amigable del MEF, en el año 2024 se le asignó un PIA de S/ 3,450,032.00 y un PIM de S/ 18,684,918.00. Dentro de este marco, para la categoría presupuestal destinada a la "reducción del costo, tiempo e inseguridad en el transporte", se le asignó un PIM de S/ 6,278,656.00 (7); sin embargo, a pesar de contar con un presupuesto significativo, la inacción y la falta de propuestas de solución por parte de las autoridades han dejado sin intervención el deterioro evidente de la vía en el Jr. Centenario, situación que no solo afecta la movilidad y seguridad de los residentes, sino que también incrementa los costos económicos asociados con futuras reparaciones y mantenimiento.

La Calle Centenario de 567 metros lineales de longitud con proyección a prolongarse para más adelante, teniendo un ancho de vía de 12.00 m y careciendo de pavimentación y veredas, se destaca por su superficie de rodadura que consiste en una capa de tipo agregado de río y debajo se encuentra la capa sub rasante que es arcilla con agrupación SUCS de CL y AASHTO de A-4 (5).



Figura 1. *Situación del Jr. Centenario en época de estiaje*

Cabe mencionar que esta vía presenta irregularidades en su superficie y exhibe un notorio desgaste durante la época de estiaje. Como se puede apreciar en la Figura 1, se observa la generación de partículas de polvo durante el tránsito de vehículos motorizados, ocasionando molestias a los residentes de la zona.



Figura 2. *Situación del Jr. Centenario en época de lluvias*

El deterioro de esta capa superficial puede atribuirse a diversas causas, como el tránsito vehicular, la ausencia de un sistema de drenaje o una capa de soporte inadecuada. Debajo del material agregado, se encuentra la capa subrasante compuesta por suelo arcilloso con humedad natural de 19.02 %, límite líquido de 25 % y límite plástico del 19.67 %. Durante la temporada de lluvias, como se evidencia en la Figura 2, el agua interactúa con la capa subrasante provocando que esta incremente su contenido de humedad, y conforme que la capa arcillosa absorbe agua, su consistencia se ve afectada, transitando desde un estado más plástico hasta llegar a un estado líquido, lo cual conlleva al incremento en el tamaño de los baches, convirtiendo la vía prácticamente intransitable durante los periodos de lluvia.

Históricamente, se han utilizado estabilizadores como cal y cemento a fin de incrementar la calidad de las propiedades mecánicas de los materiales arcillosos, sin embargo, su uso conlleva un alto impacto ambiental. La fabricación de cemento Portland, por ejemplo, libera casi una tonelada de dióxido de carbono por cada tonelada producida (8). De hecho, este proceso es responsable del 8 % de las emisiones globales de CO₂, debido a la calcinación de la piedra caliza y el uso de combustibles fósiles (9). Mientras que la producción de cal hidratada también emite cantidades significativas de CO₂ y genera residuos y subproductos, como cenizas y partículas finas, lo que representa un riesgo ambiental significativo si no se gestionan correctamente. Esto puede afectar la calidad del aire, el suelo y los cuerpos de agua, provocando contaminación y posibles daños al ecosistema circundante (10).

A lo largo de la última década, se desarrollaron métodos novedosos que ha revolucionado la estabilización de suelos, especialmente para su uso en infraestructura vial. Según una revisión sistemática del 2012 al 2022, diversas tecnologías, como el organosilano hidrofóbico, han demostrado mejoras significativas en CBR, con incrementos de hasta un 533 %, mientras que otros métodos, como el uso de cenizas volantes, alcanzan mejoras del 138.31 %; estas innovaciones incluyen el uso de aditivos químicos y compuestos como polímeros, enzimas y nano químicos que optimizan las propiedades mecánicas de los suelos haciéndolos más resistentes y sostenibles (11).

En años recientes se realizaron artículos de investigación en relación a insumos dirigidos para que se establezcan las subrasantes de cada suelo del tipo arcilloso, entre ellas, las cenizas de cáscaras de huevo y la ceniza de chala de maíz; sin embargo, estos estudios tienden a abordar estas adiciones como complementos de otros estabilizadores. En la investigación de James (12) se logró incrementar el CBR de la subrasante de un suelo arcilloso del 2.61 % al 10.47 % al añadir un 4 % de ceniza de mazorca de maíz y 8 % de cemento, mientras que en otra investigación (13) se mejoró la resistencia del suelo de 171.87 kPa a 213.86 kPa con 2 % de inclusión de ceniza obtenida de la cáscara de huevo y 4 % de cal, al mismo tiempo que se redujo la plasticidad del suelo.

La viabilidad del uso de residuos de cáscara de huevo y chala para la estabilización de suelos se sustenta en la alta disponibilidad de estos subproductos en el Perú y, específicamente, en la región de Junín. A nivel nacional, la producción de huevo ha mostrado un incremento constante desde 2007, pasando de 257.6 mil toneladas a 503.1 mil toneladas en 2023. En este contexto, la región de Junín contribuyó con 978 toneladas de producción en el último año, garantizando un suministro significativo de cáscaras de huevo como residuo (14). Asimismo, la producción de maíz se concentra en la sierra, donde Junín representó el 22 % de la producción nacional en 2023, con un total de 99,965 toneladas (15). Estos datos evidencian que tanto la cáscara de huevo como la chala están disponibles en cantidades suficientes para su recolección y aprovechamiento, asegurando su viabilidad para su uso en proyectos de mejora de subrasantes en infraestructura vial.

Por consiguiente, este estudio se enfoca en combinar estos residuos de ceniza de cascara de huevo y chala como adiciones naturales para fortalecer la estabilidad del suelo, pero sin necesidad de agregar otro insumo que ya es notorio que mejora las propiedades como son: cal, cemento, sales y otros. Dada su importancia para obras de infraestructura civil, particularmente en la construcción de pavimentos, la utilización de estos residuos orgánicos como adiciones ofrece una alternativa sostenible. Esta investigación proporciona conocimientos sobre cuánto puede modificar las propiedades físicas y mecánicas de la capa subrasante del Jr. Centenario, Huancán, Huancayo. Además, este estudio contribuirá al conocimiento técnico en proyectos viales, promoviendo soluciones innovadoras y cuidado al medio ambiente.

1.2. Formulación del Problema

1.2.1. Problema General

¿Cuál es la influencia de las cenizas de cáscara de huevo y de chala en las propiedades físicas y mecánicas de la capa subrasante del Jr. Centenario, Huancán, Huancayo?

1.2.2. Problemas Específicos

¿Cuánto influyen las cenizas de cáscara de huevo y de chala en las propiedades físicas de la capa subrasante del Jr. Centenario, Huancán, Huancayo?

¿Cuánto influyen las cenizas de cáscara de huevo y de chala en las propiedades mecánicas de la capa subrasante del Jr. Centenario, Huancán, Huancayo?

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo General

Determinar la influencia de las cenizas de cáscara de huevo y de chala en las propiedades físicas y mecánicas de la capa subrasante del Jr. Centenario, Huancán, Huancayo.

1.3.2. Objetivos Específicos

Cuantificar la influencia de las cenizas de cáscara de huevo y de chala en las propiedades físicas de la capa subrasante del Jr. Centenario, Huancán, Huancayo.

Cuantificar la influencia de las cenizas de cáscara de huevo y de chala en las propiedades mecánicas de la capa subrasante del Jr. Centenario, Huancán, Huancayo.

1.4. Justificación e Importancia

La calidad del suelo es crucial para el soporte de proyectos de ingeniería, especialmente en suelos arcillosos con baja capacidad de carga. Tradicionalmente, se utilizan estabilizantes químicos como cal y cemento, pero este estudio explora el aprovechamiento de Ceniza de cascara de huevo como alternativas naturales, lo que es esencial para mejorar la estabilidad del suelo y fomentar la sostenibilidad ambiental mediante la reutilización de residuos orgánicos. Además, aborda problemas reales en la infraestructura vial del Jr. Centenario en Huancán, Junín. La importancia de este estudio se basa en su capacidad para ofrecer soluciones innovadoras, sostenibles, mejorar la infraestructura local y proporcionar datos científicos valiosos sobre la eficacia de estos estabilizantes naturales, contribuyendo así al avance del campo de la ingeniería civil.

1.5. Delimitación del Proyecto

1.5.1. Delimitación Conceptual

El estudio desarrollado se centra en el análisis experimental de la influencia de la adición de ceniza de cascara de huevo y chala como estabilizadores naturales en la capa subrasante de un suelo arcilloso. Los conceptos clave que se utilizan son: suelos arcillosos, capa subrasante, ceniza de cascara de huevo, ceniza de chala, ensayo de límite de consistencia, ensayo de Proctor modificado y ensayo de CBR.

1.5.2. Delimitación Espacial

La tesis se centró en la capa sub rasante de la Calle Centenario en Huancán, Provincia de Huancayo, Región Junín, excluyendo la capa de rodadura que se encuentra encima de esta.

1.5.3. Delimitación Temporal

Los datos recopilados en el lugar de estudio y el inicio del análisis en laboratorio se realizaron en marzo de 2023, finalizando en mayo del mismo año. Posteriormente, en febrero de 2024 se realizaron pruebas específicas para verificar los ensayos del límite de consistencia, complementando el análisis del comportamiento del suelo.

1.6. Hipótesis y Variables

1.6.1. Hipótesis General

La adición de ceniza de cáscara de huevo y ceniza de chala afecta las propiedades físicas y mecánicas de la capa subrasante del Jr. Centenario, Huancán, Huancayo.

1.6.2. Hipótesis Específicas

La adición de ceniza de cáscara de huevo y ceniza de chala afecta las propiedades físicas de la capa subrasante del Jr. Centenario, Huancán, Huancayo.

La adición de ceniza de cáscara de huevo y ceniza de chala afecta las propiedades mecánicas de la capa subrasante del Jr. Centenario, Huancán, Huancayo.

1.6.3. Variables

1.6.3.1. Variables Independientes. La primera es ceniza de cascara de huevo y la segunda variable independiente es ceniza de chala. como indica la Real Academia Española, la ceniza es un polvo con una coloración gris clara, el cual se considera como un resto de la combustión completa. Se estructura por sales térreas y alcalinas, y óxidos metálicos como sílice (16).

1.6.3.2. Variable Dependiente. La variable dependiente es propiedades físicas y mecánicas. Según Aristizábal y Manrique, las propiedades de un material se definen como las características que determinan su comportamiento frente a distintas condiciones. Estas pueden clasificarse en propiedades físicas y mecánicas (17).

Según Askeland y Wright (18), las propiedades físicas de un material engloban atributos como el color, la flexibilidad, la consistencia, la conductividad eléctrica o térmica, el magnetismo y el comportamiento óptico, las cuales, en términos generales, no se ven significativamente afectadas por la aplicación de fuerzas externas. En contraste, las propiedades mecánicas están vinculadas al rendimiento del material para soportar cargas y esfuerzos, incluyendo la resistencia a la tracción y compresión, la tenacidad ante impactos y la respuesta a esfuerzos cíclicos o de fatiga.

Tabla 1. Operacionalización de variables

VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA / UNIDAD
VARIABLE INDEPENDIENTE: Cenizas de cáscara de huevo y de chala	La Real Academia Española define a la ceniza como el polvo gris claro, el cual se considera como un resto de la combustión completa, que se estructura por sales térreas y alcalinas, y óxidos metálicos como sílice. (1)	La ceniza es un polvo gris claro considerado un residuo de la combustión completa, compuesto principalmente de sales térreas, sales alcalinas y óxidos metálicos como la sílice. En el presente estudio, las cenizas de cáscara de huevo y de chala se dosificaron en el suelo patrón en proporciones específicas de 2.5 %, 5 %, y 7.5 % para cada tipo de ceniza. Además, se utilizó la fracción de ceniza que pasa por el tamiz número 40.	D1: Granulometría	I1: Ceniza pasante del tamiz N° 40	%
			D2: Dosificación	I1: 2.5 % de ceniza de cáscara de huevo + 2.5 % de ceniza de chala. I2: 5 % de ceniza de cáscara de huevo + 5 % de ceniza de chala. I3: 7.5 % de ceniza de cáscara de huevo + 7.5 % de ceniza de chala.	% % %
VARIABLE DEPENDIENTE: Propiedades físicas y mecánicas	Las propiedades de un material se definen como las características que determinan su comportamiento frente a diferentes condiciones externas, estas pueden clasificarse en propiedades físicas, que engloban atributos como el color, la elasticidad, la consistencia, la conductividad eléctrica o térmica, el magnetismo y el comportamiento óptico, los cuales no se ven	En esta investigación, las propiedades físicas del suelo se evaluaron mediante ensayos de límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad, mientras que las propiedades mecánicas se determinaron a través del ensayo Proctor modificado y el ensayo CBR. Para analizar la influencia de los	D1: Propiedades físicas	I1: Límite líquido I2: Límite plástico I3: Índice de plasticidad	% % %
			D2: Propiedades mecánicas	I1: Proctor modificado I2: CBR	g/cm3 y % %

	<p>significativamente influenciados por la aplicación de fuerzas externas. En contraste, las propiedades mecánicas describen la capacidad del material para resistir cargas y esfuerzos, incluyendo la resistencia a la tracción y compresión, la tenacidad ante impactos, y la respuesta a esfuerzos cíclicos o de fatiga.</p>	<p>materiales estabilizantes, se realizaron tres tratamientos con la inclusión de ceniza de cáscara de huevo y ceniza de chala en diferentes proporciones: el primer tratamiento utilizó 2.5 % de cada tipo de ceniza, el segundo 5 % y el tercero 7.5 %</p>			
--	---	--	--	--	--

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de la Investigación

2.1.1. Antecedentes Internacionales

Según el análisis presentado por Yifru et al., se evaluaron los resultados derivados de la ceniza de mazorca de maíz como aditivo del cemento en la estabilización de suelos expansivos, con el objetivo de mejorar las propiedades físicas y mecánicas de la subrasante para proyectos viales en Etiopía. Los mejores resultados se lograron con una proporción de 1:2, correspondiente a un 2.7 % de cemento y un 5.3 % de esa ceniza. Con esta proporción se observó una reducción del índice de plasticidad de 57.11 % a 27.65 %, un incremento en la máxima densidad seca de 1.385 g/cm³ a 1.4 g/cm³, una disminución del óptimo contenido de humedad de 36.5 % a 30.5 %, y un aumento del CBR de 2.62 a 6.72. En conclusión, la proporción de 1:2 de cemento y ceniza de mazorca de maíz fue identificada como la más efectiva para optimizar estas propiedades (12).

El estudio de Umesh tuvo como objetivo evaluar el impacto del tratamiento del suelo con incorporación de ceniza volantes en las características de suelos de subrasante deficientes para pavimentos, determinando el porcentaje óptimo de aditivo para mejorar su estabilidad y resistencia. La metodología incluyó la preparación de mezclas de suelo con diferentes proporciones de cenizas volantes (9 %, 18 %, 27 % y 36 %) y la realización de pruebas geotécnicas clave. Los resultados mostraron mejoras significativas en las propiedades del material: el límite líquido disminuyó de 36.05 % a 31.85 % con un 18 % de ceniza; el límite plástico aumentó de 22.55 % a 27.45 % con un 36 % de ceniza. El índice de plasticidad se redujo a 9.54% al incorporar un 36 % de ceniza. La densidad máxima seca disminuyó de 19.75 kN/m³ a 16.95 kN/m³ con un 36 % de ceniza. El óptimo contenido de humedad incrementó de 10.75% a 15.75 % con un 36 % de ceniza, y la resistencia a la compresión sin confinamiento aumentó de 58.75 kN/m² a 90.85 kN/m² con un 18 % de ceniza. En conclusión, el tratamiento de suelos de subrasante con cenizas volantes es un enfoque eficaz y sostenible que mejora el desempeño del suelo en pavimentos, ofreciendo una solución práctica para su aplicación en la construcción vial (19).

El estudio realizado por Mostafijur y otros investigó la idoneidad de la ceniza de cáscara de arroz en calidad de estabilizante sostenible en suelos de alta plasticidad en Dinapjur, Bangladesh, con el objetivo de reducir los costos de estabilización y mitigar la contaminación ambiental. Para ello, se estabilizaron muestras de suelo utilizando diferentes proporciones de ceniza y cemento (5 %, 10 % y 15 % de ceniza de cascara de arroz combinados con un 6 % de cemento). Los resultados indicaron que la proporción de 10 % de ceniza y 6 % de cemento produjo el menor óptimo de contenido de humedad, reduciéndose de 19.63 % a 12.10 %, mientras que la máxima densidad seca aumentó de 1.44 g/cm³ a 1.82 g/cm³. Además, la

resistencia a la compresión no confinada mejoró significativamente, pasando de 69.17 kPa a 126.33 kPa. Se concluyó que esta combinación es la más adecuada para aplicaciones prácticas, ya que permite una mejora considerable en la resistencia del suelo y fomenta un enfoque sostenible para la estabilización (20).

2.1.2. Antecedentes Nacionales

El propósito del trabajo de Aldoradin fue analizar cómo la inclusión de ceniza de cáscara de huevo afecta las propiedades de la subrasante de la Av. Santa Rosa, ubicada en Chincha-Ica. El trabajo siguió una orientación aplicativo y cuantitativo, con un diseño experimental y nivel explicativo, examinando 285 m de subrasante mediante técnicas de observación y guías de campo. Se evaluaron proporciones de ceniza del 3 %, 6 %, 9 % y 12 %, observándose que el límite líquido se redujo de 40 % a 37 %, el límite plástico de 22 % a 21 %, y el índice de plasticidad de 18 % a 16 %. Por otro lado, el óptimo contenido de humedad aumentó de 11.50 % a 12.51 %, mientras que la MDS disminuyó de 1.93 g/cm³ a 1.87 g/cm³; en términos de capacidad de soporte, el CBR al 95 % de la densidad máxima seca incrementó de 3.20 % a 5 %, y al 100 % de la MDS subió de 5.60 % a 7.40 %. En conclusión, la ceniza de cáscara de huevo contribuye significativamente a mejorar las propiedades físicas y mecánicas de la subrasante (21).

El trabajo de Vidal tuvo como intención evaluar la eficacia de la ceniza de cáscara de huevo como material alternativo a fin de fortalecer las propiedades físicas y mecánicas de un material arcilloso, reemplazando recursos tradicionales mediante una metodología experimental. Se realizaron combinación del suelo con proporciones de 5 %, 10 % y 15 % de ceniza. Los resultados mostraron que el límite líquido incrementó de 55 % a 59 %, el límite plástico aumentó de 26 % a 32 %, y el índice de plasticidad disminuyó de 30 % a 26 %. Asimismo, la máxima densidad seca se redujo de 1.769 a 1.592 g/cm³, mientras que el contenido de humedad optimo se incrementó de 15.30 % a 17.70 %. En cuanto al CBR, al 95 % de la MDS aumentó de 3.7 % a 8.1 %, y al 100% de la MDS subió de 5 % a 10.1 %. Se concluyó que la ceniza de cascara de huevo representa como una solución prometedora para la estabilización y el mejoramiento de suelos arcillosos (22).

Quispe, en su análisis, tuvo como objetivo principal estudiar el comportamiento físico y mecánico de los suelos expansivos al añadir ceniza de mazorca de maíz en distribuciones de 2 %, 4 %, 6 %, 8 % y 10 %, utilizando una metodología experimental. Los resultados obtenidos mostraron una leve disminución en el límite líquido, que pasó de 31.7 % a 30.1 %; un aumento en el límite plástico, de 21.56 % a 24.23 %; y una disminución en el índice de plasticidad de 10.14 % a 5.87 %. Estos valores corresponden al 10% de la integración de ceniza. Además, se evidenció una mejora significativa en el CBR, que aumentó de 7.20 % a 19.1 % con un 8 % de ceniza. En conclusión, el estudio demostró que es posible mejorar los suelos expansivos

mediante la agregación de ceniza de mazorca de maíz, lo que representa una alternativa sostenible frente al uso de material granular de cantera, contribuyendo a la protección del ecosistema en áreas de cerros y ríos (23).

La investigación de Báez tuvo como finalidad medir el impacto de la ceniza de fibra de maíz en la intervención para el acondicionamiento de la subrasante de la carretera Maras Moray mediante un diseño cuasiexperimental con 5 calicatas. Se probaron porcentajes de ceniza de 2 %, 5 %, 10% y 15 %. Los resultados manifestaron que la adición óptima del 10 % redujo el límite líquido de 24% a 17%, el límite plástico de 18 % a 14 % y el índice de plasticidad de 5 % a 3 %. Además, incrementó la densidad máxima seca de 1.82 g/cm³ a 2.03 g/cm³ y el CBR de 9 % a 14.85 %, mientras que valores superiores al 10 % disminuyeron estas propiedades. Se evidenció que la ceniza de fibra de maíz mejora significativamente las propiedades físicas y mecánicas de la subrasante, siendo el 10 % la proporción más efectiva (24).

El trabajo académico de Pacuy pretendió estudiar el impacto de la inclusión de ceniza de hojas de maíz en las propiedades de la subrasante de la carretera a Yungay, Áncash. Se desarrolló un estudio de tipo aplicado con diseño experimental, utilizando suelo extraído de la calicata 03 mediante una selección muestral no aleatoria por criterios de accesibilidad. Los ensayos físicos y mecánicos revelaron que la incorporación de ceniza en proporciones de 3 %, 6.5 % y 10 % produjo mejoras significativas: el límite líquido disminuyó de 48.13 % a 37.9 %, el límite plástico aumentó de 20.46 % a 28.77 %, y el índice de plasticidad se redujo de 27.67 % a 9.13 %. Además, el óptimo contenido de humedad se incrementó de 13.32 % a 23.26 %, mientras que la densidad máxima seca disminuyó de 1.70 g/cm³ a 1.56 g/cm³. En términos de CBR, los valores al 95 % de la MDS para una penetración de 0.1” aumentaron de 4.46% a 11.97 %, y al 100 % de la MDS subieron de 5.15 % a 13.04 %. Se estableció que la inclusión de ceniza de maíz en estas cantidades mejora de manera significativa las propiedades físicas y mecánicas del suelo (25).

En la investigación de Pasache y Vilca, estuvieron orientados a analizar el efecto de la fibra de vidrio y la ceniza de chala sobre las características de la subrasante en la avenida Rosales, ubicada en el distrito de Carabaylo, Lima, desarrollando ensayos de granulometría, límites de Atterberg, Proctor modificado y CBR. El diseño de la investigación fue cuasiexperimental, de tipo explicativo y enfoque cuantitativo. Se incorporaron proporciones de fibra de vidrio (1 %, 3 % y 5 %) y ceniza de chala (3 %, 5 % y 7 %), obteniéndose como resultados: la optimización del óptimo contenido de humedad de 8.3 % a 7.8 % con 7 % de CC; la reducción del IP de 3.9 % a 0 % (no plástico) con 7 % de ceniza de chala; y el aumento del CBR al 95 % de la densidad máxima seca de 18.2 % a 35.30 % con 3 % de ceniza de chala. Se concluyó que la ceniza de chala tuvo un impacto más significativo en la mejora de la resistencia de la subrasante en comparación con la fibra de vidrio (26).

2.2. Bases Teóricas

2.2.1. Suelos

De acuerdo con González et al. (27), es un material natural que se origina a partir de la descomposición de formaciones rocosas (roca madre) debido a la acción prolongada de fenómenos atmosféricos, y está compuesto de fragmentos de minerales, con o sin componentes orgánicos.

El sistema de tipificación AASHTO agrupa al suelo en 7, del A-1 al A-7. Si el 35 % o por debajo de las partículas del suelo pasan a través del tamiz número 200, son materiales granulares que se clasifican en los grupos A-1, A-2 y A-3; en cambio, si más del 35 % atraviesa el tamiz número 200, estos son limo y arcilla que pertenecen en los grupos A-4, A-5, A-6, A-7 (28).

Según la normativa del SUCS, se clasifica el suelo, se determina a partir de su contenido de finos, es decir, basándose en su tamaño granulométrico. Por esta razón, la clasificación empieza con el tamiz número 200, por lo que, si menos del 50 % del suelo es filtrado por este tamiz, se considera que es suelo de grano grueso y se subclasifica en arena o grava. Por otra parte, si pasa más del 50 % del tamiz #200 se considera suelo de grano fino y se subclasifica en limo y arcilla (29).

2.2.2. Capa Subrasante

Es la capa del suelo en una carretera que sostiene la estructura del pavimento y se despliega hasta una profundidad donde la carga de diseño del tráfico previsto no tiene impacto. Las cualidades del suelo que constituyen la subrasante son esenciales para el diseño de pavimentos, estas pueden modificarse a través de procesos de estabilización que involucran mezclas con materiales como cemento, cal, puzolanas o químicos. Para evaluar estas propiedades en un proyecto, se extraen muestras a lo largo del terreno (calicatas) y se analizan en laboratorio, determinando la granulometría, los límites de Atterberg, el CBR, la densidad (Proctor) y el contenido de humedad (30).

2.2.3. Estabilización de Suelos

El ingeniero a menudo enfrenta suelos que, debido a sus características, requieren tomar decisiones clave: aceptar el material tal como está considerando sus limitaciones; desecharlo y reemplazarlo con uno más adecuado; o modificar sus propiedades para cumplir con los requisitos del proyecto. La estabilización de suelos surge de esta última opción, permitiendo mejorar propiedades como la estabilidad volumétrica, resistencia, permeabilidad, compresibilidad y durabilidad. Los métodos de estabilización incluyen la adición de agentes químicos como cemento, cal, asfalto, y métodos mecánicos como la compactación y mezclas de suelos. Estos procedimientos buscan potenciar las cualidades del suelo, incrementando su

resistencia y durabilidad para obtener una base sólida y duradera en la construcción de carreteras (4).

2.2.4. Propiedades físicas y mecánicas de la Subrasante

2.2.4.1. Límites de Consistencia. Cuando el suelo concentra una gran cantidad de agua, el impacto que puede tener este en su comportamiento resulta significativo y esto se da en mayor medida cuando estas partículas resultan tener un diámetro menor a 0.075 mm. Este fenómeno resulta más visible cuando el suelo es de composición arcillosa, pues las interacciones que se dan a nivel superficial asumen un papel relevante en comparación con las fuerzas gravitatorias. Así, resulta crucial examinar las diversas condiciones de consistencia para la manifestación en el suelo de acuerdo a la humedad. A continuación, se describen los estados que abarca este análisis (31):

Estado líquido: se da cuando el suelo contiene elevados niveles de agua, lo que genera que la cohesión entre partículas sea nula y, consecuentemente, se pierda la capacidad de resistencia convirtiendo el suelo en solo una mezcla viscosa.

Estado plástico: cuando se da este estado el suelo tiene la capacidad de ser altamente moldeable a tal punto que llega a tener deformaciones considerables, incluso con cargas leves. Cuando concluye la aplicación de fuerzas sobre este, no vuelve a su estado original, lo que significa una gran desventaja.

Estado semisólido: en este caso pierde la capacidad de ser moldeable e incluso tiene la tendencia de romperse en lugar de cambiar su estructura. A pesar de no ser un sólido puro, el comportamiento que describe es considerable, aunque reduce su volumen cuando pierde agua.

Estado sólido: se puede asegurar que este es el estado más óptimo, pues el suelo alcanza la mejor estabilidad posible y su volumen no varía cuando experimenta cambios en torno a la humedad.

Después de haber mencionado los principales estados del suelo, resulta importante resaltar cómo se da la transición entre estos, los cuales estarán determinados por los niveles de humedad que son conocidos como límite líquido, límite plástico y límite de retracción. La Figura 3 muestra cómo se desarrollan estos conceptos centrándose especialmente en la transición del estado líquido al plástico. Este enfoque se debe a la notable capacidad de deformación del suelo y la reducción de su capacidad de soporte. En términos específicos, el propósito es entender el rango de humedad en el que el suelo manifiesta una respuesta plástica (31).

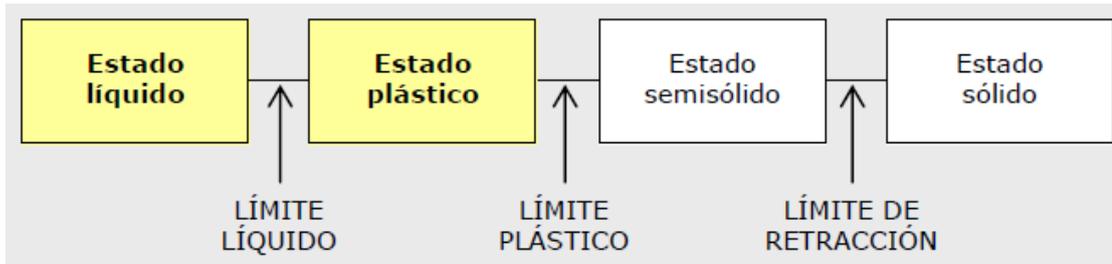
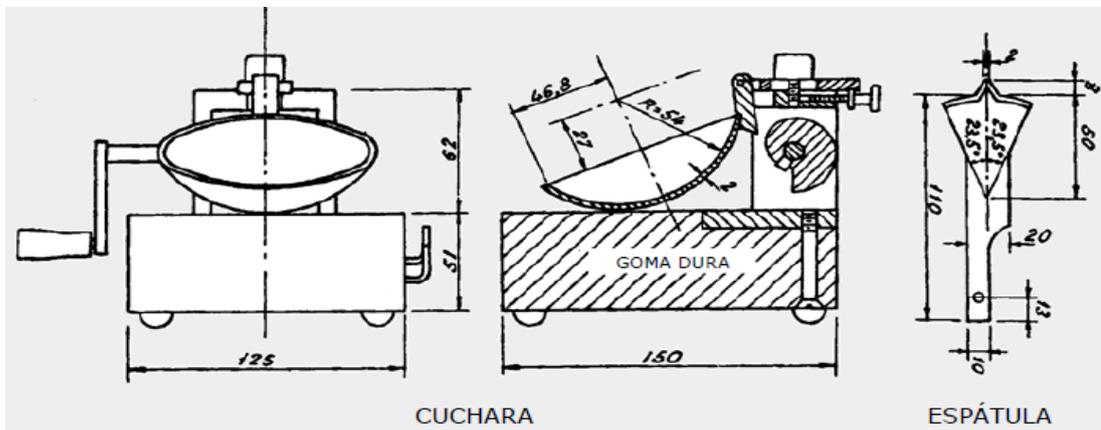


Figura 3. Estados de consistencia de un suelo

Nota. Tomado del “Manual de carreteras. Vol. 2: Construcción y mantenimiento” (p.9), por Bañón y Beviá, 2012.

2.2.4.1.1. Límite Líquido. Se caracteriza como la cantidad máximo de agua que una sustancia puede retener sin que pierda su habilidad para experimentar deformaciones de naturaleza plástica. Cuando se llega a incorporar un nivel mayor de agua, la transición del material será hacia una sustancia líquida y densa, con lo que perderá la capacidad que tiene para mantener su forma original plástica (32).

Para este ensayo, previamente tamizado el suelo con una malla de 0.425 mm (No. 40), se introduce la muestra en el aparato de Casagrande y se cuenta el número de impactos necesarios para cerrar el surco de 13 mm de longitud en la pasta de suelo; se realizan varias pruebas con distintos contenidos de humedad y se muestran los resultados en un gráfico, interpolando para encontrar el contenido de humedad correspondiente a 25 golpes en una gráfica semilogarítmica (31). Para el límite líquido se utilizará una cuchara de Casagrande,



según la Figura 4.

Figura 4. Cuchara de Casagrande

Nota. Tomado de “Manual de carreteras. Vol. 2: Construcción y mantenimiento” (p.9), por Bañón y Beviá, 2012.

2.2.4.1.2. Límite Plástico. El concepto de límite plástico se refiere a la humedad mínima necesaria para que una sustancia exhiba sus propiedades plásticas típicas. Es decir, si el porcentaje de agua bajo el suelo compromete la flexibilidad y el suelo se quiebra en fragmentos al intentar darle forma o remodelarlo (32).

El proceso de determinación del límite plástico es un poco más complejo. El límite se caracteriza la menor presencia de humedad en el suelo necesaria para crear cilindros de 3 mm de diámetro sin desmoronarse. Para adquirir este valor se realizan dos mediciones y se calcula su promedio (31).

En la Figura 5 se puede observar la prueba del límite plástico. La imagen de la izquierda muestra un cilindro de suelo, al lado derecho está el suelo completo, junto con una muestra separada que ha sido fragmentada.

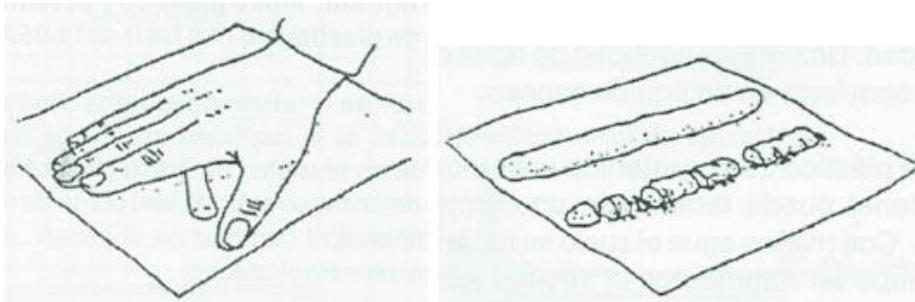


Figura 5. *Ensayo de límite plástico*

Nota. Tomado de “Manual de Ingeniería de Pavimentos” (p.16), por Menéndez, 2009.

2.2.4.1.3. Índice de Plasticidad. Se define a partir de la reducción del límite líquido del límite plástico, proporcionando un valor numérico que indica la plasticidad del suelo. Su porcentaje de plasticidad alto señala un suelo con notoria plasticidad, mientras que uno bajo indica una plasticidad mínima. (32).

2.2.4.2. Proctor Modificado. La compactación juega un papel vital en el procedimiento de construcción, ya que se emplea para preparar los cimientos y las capas subyacentes de carreteras, pavimentos de aeropuertos, terraplenes y estructuras similares. Este proceso utiliza técnicas mecánicas para mejorar la concentración de partículas sólidas dentro de un volumen determinado de suelo. Este incremento en la compactación del suelo tiene un impacto significativo en la maximización de las propiedades fundamentales del suelo (32).

Menéndez (32) destaca algunas de las ventajas más notables de la compactación, las cuales pueden ser descritas a través de las siguientes características:

Resistencia: la compactación del suelo fortalece su resistencia al reducir los vacíos entre las partículas, mejorando así su capacidad para soportar cargas sin sufrir deformaciones excesivas o asentamientos no deseados.

Permeabilidad: la capacidad del suelo para absorber agua se reduce como resultado de la compactación, lo que disminuye su porosidad. Esto es ventajoso en situaciones en las que se necesita un suelo que no permita el paso del agua, como en la construcción de presas o diques.

Compresibilidad: la capacidad de compresión del suelo disminuye cuando aumenta su densidad. Evitar el asentamiento excesivo de las estructuras es crucial en la construcción de cimientos.

2.2.4.2.1. Ensayo de Proctor. Hay dos versiones de Proctor, a saber, la Proctor estándar y la modificada, la única distinción entre estas variantes es la cantidad de energía de compactación utilizada: la versión modificada tiene aproximadamente 4,5 veces más energía que la versión estándar, esta diferenciación puede entenderse fácilmente, ya que el método Proctor modificado es una progresión lógica del método estándar. Este método está impulsado por la necesidad de utilizar maquinaria de compactación más potente a medida que las cargas por eje de los vehículos siguen aumentando (33).

Al respecto, la MTC (33) hace referencia al Proctor modificado, que aborda las técnicas de compactación empleadas en un laboratorio, con el fin de elaborar la curva de compactación, es decir, la interacción entre el peso unitario seco y el contenido de agua del suelo. En este procedimiento se compactan los suelos en un molde de 101,6 o 152,4 mm (4 o 6 pulgadas) de diámetro mediante un pistón que cae desde una altura de 457 mm, aplicando una fuerza de 44,5 N. Esta acción resulta en una compactación que equivale a 2700 kN-m/m³ de energía.

2.2.4.2.2. Procedimiento de Ensayo Proctor Modificado. El objetivo es determinar la correlación entre la humedad del suelo y su densidad seca a través de un ensayo de compactación. En este ensayo se compactan muestras de suelo en moldes de 4 o 6 pulgadas de diámetro utilizando un pisón de 10 libras soltado desde una elevación de 18", generando una energía de compactación de 56,000 libras-pie por pie cúbico. El proceso implica la compactación en 5 capas, cada una recibiendo 25 o 56 golpes según el procedimiento de ensayo. Después de la compactación, se nivelan las muestras y se registra su masa para determinar la masa volumétrica del suelo compactado. Este procedimiento se repite al menos cuatro ocasiones con diferentes niveles de contenido de agua del suelo para obtener datos comparativos (31).

En la Figura 6 se detallan los elementos habituales empleados durante la ejecución de la prueba Proctor. El molde es visible y contiene la muestra en capas que se apilan una encima de la otra. Además, la ilustración muestra la maza o pistón empleado para ejecutar el procedimiento de compactación durante el proceso experimental de los ensayos.

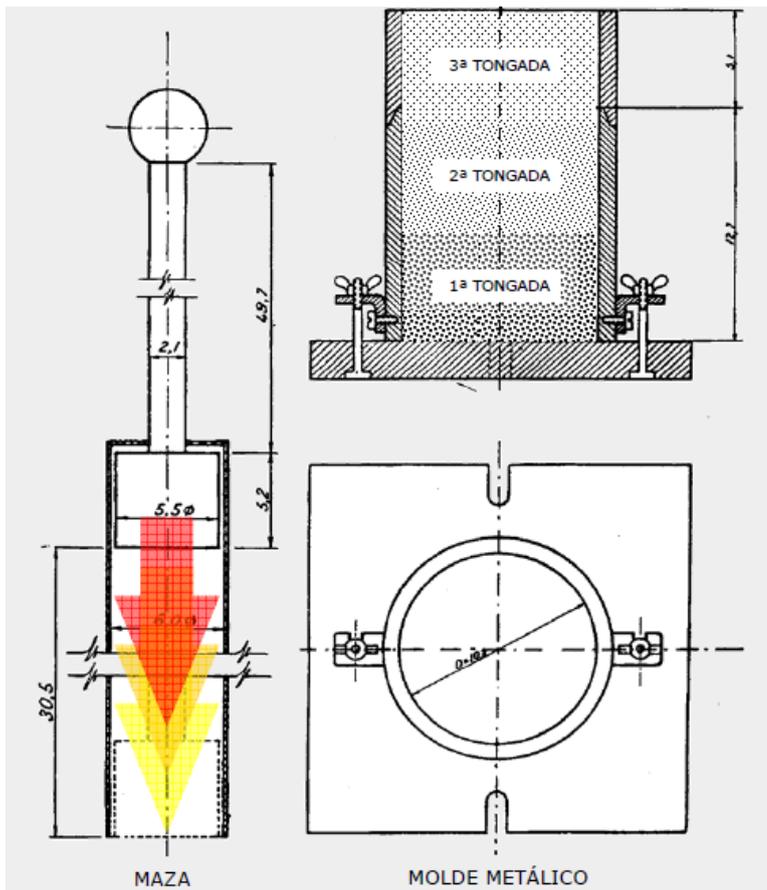


Figura 6. Elementos empleados en el Proctor

Nota. Tomado de “Manual de carreteras. Vol. 2: Construcción y mantenimiento” (p.16), por Bañón y Beviá, 2012.

2.2.4.2.3. Densidad Seca Máxima y Contenido de Humedad Óptimo. El nivel de compactación se puede determinar evaluando la masa del suelo por unidad de volumen en seco, que es un factor crítico. En general, se puede mejorar la densidad del suelo para una mejor compactación incorporando una cantidad específica de agua, lo que funciona como agente lubricante y ayuda a la cohesión de las partículas del suelo; sin embargo, es fundamental asegurar el equilibrio, ya que un exceso de agua puede impactar negativamente en el suelo provocando la separación de partículas y reduciendo su densidad (32).

Por tanto, cuando se aplica una determinada cantidad de energía de compactación, y para conducir a un nivel ideal de compactación existe un porcentaje de humedad específico donde la densidad seca alcanza su valor más alto, el nivel de humedad se denomina a lo óptimo y se conoce como densidad seca máxima a la densidad correspondiente. En esta condición, las partículas se ordenan de la manera más efectiva, favoreciendo la solidificación de la sustancia y dando lugar a un aumento de densidad que potencia la resistencia y durabilidad del suelo o materia compactada (32). En la Figura 7 la curva de compactación se muestra en rojo, con su pico marcando el óptimo contenido de humedad y la máxima densidad seca.

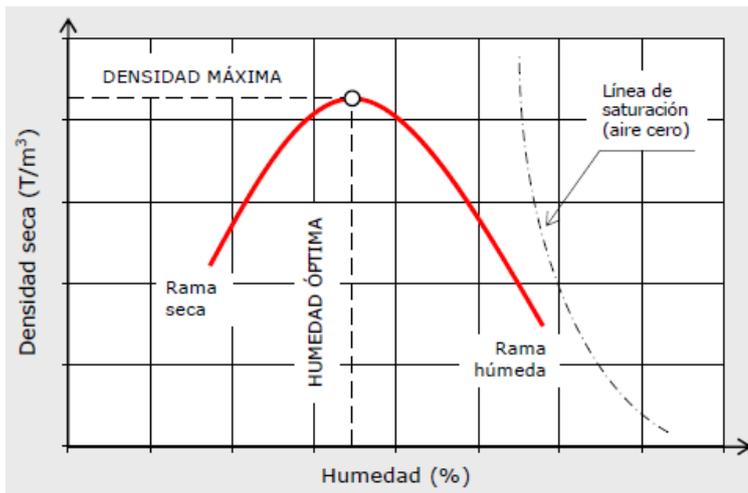


Figura 7. Curva humedad- densidad seca

Nota. Tomado de “Manual de carreteras. Vol. 2: Construcción y mantenimiento” (p.13), por Bañón y Beviá, 2012.

2.2.4.2.4. Energía de Compactación. Al examinar la correlación entre el contenido hídrico y la masa volumétrica del suelo particular en varios niveles de energía de compactación, queda claro que el punto de humedad ideal cambia según la intensidad de la energía aplicada a la muestra. En pocas palabras, la conexión entre humedad y densidad no es fija, sino que se altera por la cantidad de energía utilizada durante el procedimiento de compactación. Este hecho resalta la importancia de establecer con precisión los parámetros de compactación, ya que los niveles de humedad ideales necesarios para alcanzar la densidad máxima pueden diferir según las circunstancias particulares de compactación (31).

Al profundizar en el análisis de las curvas resultantes (ver Figura 8), hay un patrón notable que indica que la humedad ideal tiende a disminuir. Otra forma de entender estos hallazgos es que, en suelos con niveles de humedad que exceden la cantidad ideal, la capacidad del proceso de compactación para aumentar la densidad es considerablemente menor en comparación con suelos con menor contenido de humedad (31).

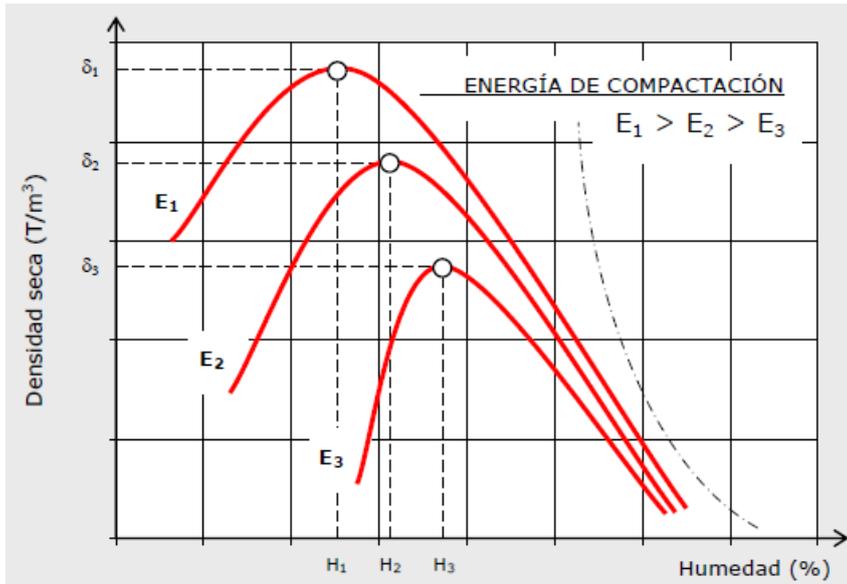


Figura 8. *Influencia de la energía de la compactación*

Nota. Tomado de “Manual de carreteras. Vol. 2: Construcción y mantenimiento” (p.13), por Bañón y Beviá, 2012.

2.2.4.3. CBR. Es un ensayo que evalúa el comportamiento de la resistencia del suelo bajo variaciones específicas de humedad y densidad. En el laboratorio se preparan muestras de suelo de acuerdo con estas especificaciones para recrear las condiciones más desfavorables. Las muestras se saturan en agua durante varios días, generalmente 4, para simular situaciones críticas de humedad. Luego, se confinan en un molde y se les aplica una carga que imita el peso del pavimento sobre el suelo. Este proceso permite obtener un valor del CBR que representa cómo se comportará el suelo compactado y saturado bajo cargas reales (33).

En relación a este tema, Kramer et al. (34) mencionan que los principales elementos que influyen en esta capacidad de soporte son:

La capacidad del objeto para soportar altas presiones está determinada por la densidad de sus materiales y el nivel de humedad presente durante su creación.

El contenido de agua (humedad) en un momento específico, cuando los suelos están saturados, reduce la capacidad de carga en comparación con los suelos no saturados; por lo tanto, en general se puede observar que la capacidad del suelo para soportar peso disminuye a medida que aumentan los niveles de humedad.

2.2.4.3.1. Ensayo de California Bearing Ratio (CBR). Bañón y Beviá (2012) señalan que el índice CBR puede definirse como la variación porcentual entre la fuerza requerida para penetrar un pistón en el suelo y la fuerza necesaria para ejecutar la misma acción en una muestra de referencia compuesta por grava triturada. Dentro del campo de la ingeniería civil, este índice se utiliza para realizar una evaluación de la resistencia del suelo en comparación con un estándar de referencia, siendo una herramienta común en la determinación del rendimiento de los suelos en el diseño de pavimentos y otros proyectos de infraestructura.

Un gráfico similar al de la Figura 9, normalmente se crea recopilando múltiples conjuntos de datos que incluyen mediciones de presión y sus correspondientes profundidades de penetración. El gráfico ilustra una comparación entre las mediciones tomadas a dos profundidades distintas, específicamente 0,1 pulgadas y 0,2 pulgadas, así como los valores de referencia correspondientes de la muestra de grava obtenida a esas profundidades. La determinación del índice CBR del suelo implica seleccionar el mayor valor obtenido al comparar dos cifras (31).

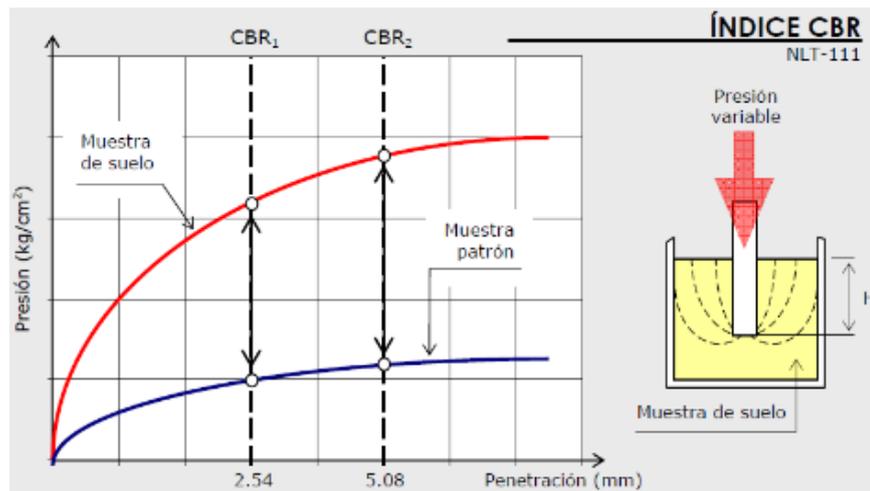


Figura 9. Esquema presión versus penetración

Nota. Tomado de “Manual de carreteras. Vol. 2: Construcción y mantenimiento” (p.13), por Bañón y Beviá, 2012.

Los componentes necesarios para el ensayo CBR incluyen una prensa para controlar el desplazamiento, un molde con collar y una placa base perforada, un disco separador y un ariete compactador. La prensa debe poder aplicar una fuerza mínima de 44,5 kilo newtons y al mismo tiempo lograr una precisión de 44 newtons o más. El molde está equipado con dimensiones precisas, incluido un cuello y una placa base. Durante el proceso de compactación se observa el uso del disco espaciador, y el pisón de compactación se ajusta específicamente al equipo para este propósito (33).

El primer paso del proceso es preparar adecuadamente la muestra de suelo, asegurando que represente con precisión la región específica que se está estudiando. Posteriormente, se incorpora en el molde la muestra y se comprime en capas con la ayuda del ariete compactador. Se puede obtener información sobre la resistencia del suelo y su idoneidad para la construcción de pavimentos y estructuras aplicando una carga vertical en la placa superior, midiendo la penetración del penetrómetro a intervalos específicos y calculando el CBR. Estos métodos ofrecen información valiosa para determinar la resistencia del suelo y su idoneidad para fines de construcción (31).

En la Figura 10 se representan algunos componentes cruciales de la prueba del índice CBR que conforman la sobrecarga, el molde con su base, el disco y el collar. El disco distribuye

eficazmente el peso sobre la superficie, mientras que el collar garantiza un confinamiento suficiente durante todo el procedimiento.

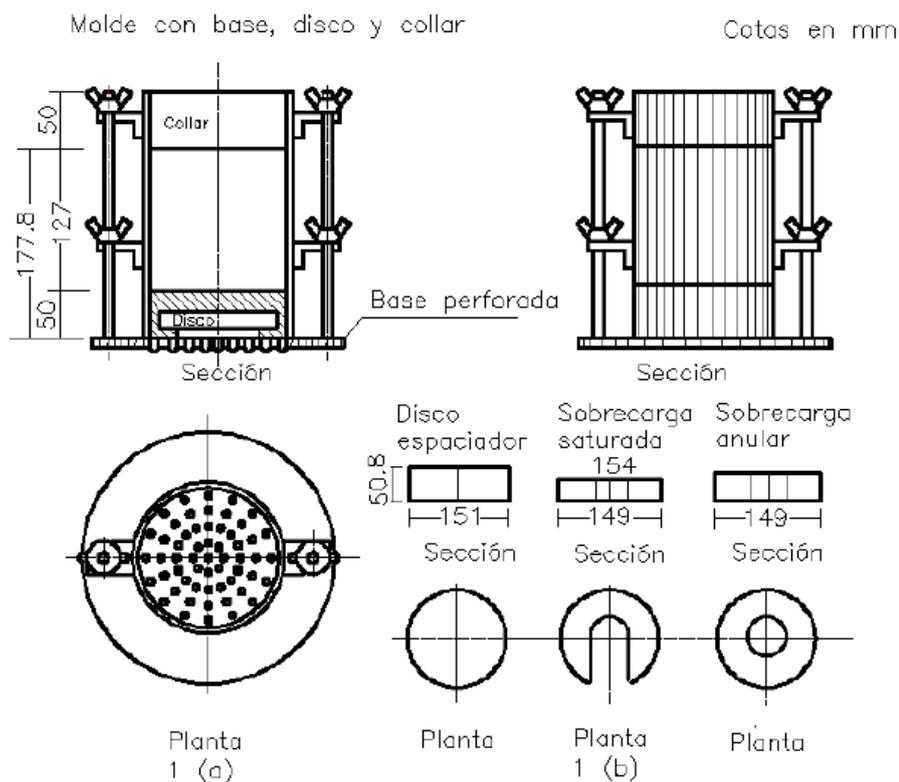


Figura 10. Componentes del ensayo de CBR

Nota. Tomado de “Manual de ensayo de materiales” (p.249), por MTC, 2016.

2.2.4.3.2. Procedimiento de ensayo de CBR. De acuerdo al Manual de Ensayo de Materiales del MTC (33), el procedimiento para llevar a cabo el ensayo de CBR se resume a continuación:

Preparación de la muestra: en este punto es crucial asegurarse de que la muestra de suelo elegida represente con precisión el área específica de interés, para garantizar la representatividad y las propiedades físicas de la muestra. Es fundamental cumplir con las regulaciones y estándares apropiados durante su recolección y preparación.

Preparación del molde CBR: la preparación adecuada del molde CBR es fundamental para evitar influencias externas en la prueba. Se debe verificar la limpieza y el estado del molde, y se debe colocar una hoja de papel filtro en su base.

Compactación de la muestra: el molde CBR se llena con una muestra de suelo y luego se comprime en capas mediante un compactador de suelo, siguiendo normas específicas que dictan el número adecuado de golpes. El procedimiento persiste hasta que la muestra alcanza la densidad deseada.

Preparación del penetrómetro: el penetrómetro CBR está preparado, colocado en el soporte del molde, mantenido limpio y en buen estado de funcionamiento.

Inserción del penetrómetro: el penetrómetro se inserta prudentemente en el medio de la muestra comprimida dentro del molde CBR hasta que haga contacto con la base de penetración.

Aplicación de la carga: la muestra sufre una fuerza vertical desde la placa de carga superior, con la magnitud ajustada según los requisitos especificados, generalmente alrededor de 4500 N. La carga se ejerce a una velocidad constante de acuerdo con las pautas pertinentes.

Medición de la penetración: la penetración del penetrómetro normalmente se mide en rangos de carga específicos, normalmente 0,05 pulgadas o 1,27 mm durante la prueba. La aplicación de la carga se realiza a una velocidad uniforme conforme a las normativas correspondientes.

Cálculo del CBR: para encontrar el valor CBR, se debe dividir la carga requerida para una profundidad de penetración determinada (generalmente 0,1 pulgadas o 2,54 mm) por la carga estándar aplicada y luego multiplicar el resultado por 100 para representarlo como un porcentaje.

2.2.5. Cenizas de Cáscara de Huevo y Chala

Estas cenizas se refieren a los residuos minerales que quedan después de la combustión de estos materiales orgánicos (35):

- Cenizas de Cáscara de Huevo:
 - Características físicas:
 - Las cenizas de cáscara de huevo suelen ser blancas o grisáceas y tienen una textura fina.
 - Su estructura puede variar, pero tiende a ser porosa.
- Cenizas de chala:
 - Características físicas:
 - Las cenizas de chala son residuos derivados de la combustión de la chala, que es la parte de la planta de maíz que queda después de la cosecha.
 - Las cenizas de chala, al igual que las cenizas de cáscara de huevo, suelen tener una apariencia polvorienta y fina.

Con un corte transversal se pueden ver todas las partes fundamentales (ver Figura 11), las cuales son: clara, yema y cáscara, que representan el 60 %, 30 % y 10 % del peso completo del huevo, respectivamente. Adicionalmente, la cáscara está constituida mayormente por compuestos ricos en calcio con pequeñas cantidades de magnesio, fósforo, potasio y azufre.

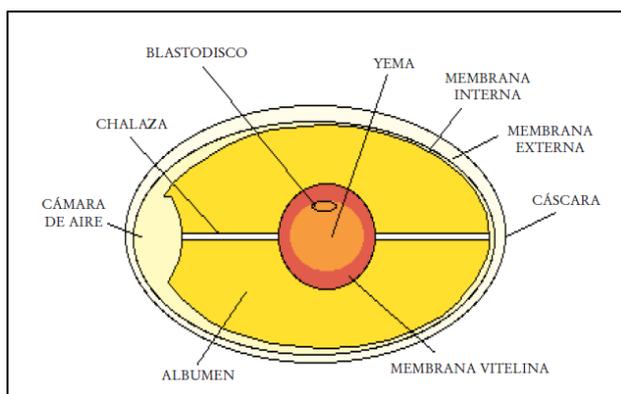


Figura 11. Corte esquemático de un huevo para mostrar su estructura.

Nota. Tomado del Instituto de Estudios Del Huevo, 2003, p. 22.

2.2.5.1. Composición Química de las Cenizas. Alfaro (36) realizó un análisis químico de la ceniza de chala mediante difracción de rayos X, obteniendo los siguientes resultados:

Tabla 2. Composición química de la ceniza de chala

Componente	Formula	Resultado
Óxido de Silicio	SiO ₂	72.35 %
Cloruro de Potasio	KCl	7.90 %
Óxido de Calcio	CaO	4.24 %
Óxido de Azufre	SO ₃	2.10 %
Óxido de Magnesio	MgO	0.86 %
Óxido de Aluminio	Al ₂ O ₃	0.75 %
Óxido de Hierro	Fe ₂ O ₃	0.46 %

Nota. Tomado de “Mejoramiento de la resistencia a la compresión de un concreto simple con adiciones de ceniza de chala de maíz en la localidad de Chilcayoc, provincia de Sucre, Ayacucho”.

Estos datos de la **Tabla 2** revelan la composición química detallada de la ceniza de chala, lo que permite evaluar sus propiedades potenciales como material puzolánico. Según las Especificaciones Estándar ASTM C618 (37) para la ceniza volante de carbón y puzolana natural, ya sea en estado crudo o calcinado, empleadas en la elaboración del hormigón, uno de los requisitos clave para clasificar un material como puzolana tipo N es que la combinación de dióxido de silicio (SiO₂), óxido de aluminio (Al₂O₃) y óxido de hierro (Fe₂O₃) debe ser mayor o igual al 70 %, y el contenido de trióxido de azufre (SO₃) debe ser inferior al 4 %. En este caso, la ceniza de chala cumple con ambos criterios, ya que la suma de SiO₂ (72.35 %), Al₂O₃ (0.75 %) y Fe₂O₃ (0.46 %) resulta en un total de 73.56 %, superando el mínimo requerido para su clasificación como puzolana tipo N. Además, el contenido de SO₃ es de 2.10 %, lo que está por debajo del límite máximo establecido por la norma. Aunque el análisis químico específico

de la ceniza de chala no se realizó en esta investigación, los datos provienen de un estudio previo, lo que valida su clasificación como puzolana tipo N conforme a las exigencias establecidas por la normativa.

En la investigación por Gómez (38), se realizó una evaluación de tipo químico de la ceniza de cascara de huevo, donde se encontró que el óxido de calcio (CaO) es el componente predominante, representando el 86.20% del total. La tabla que se expone a continuación, sintetiza los resultados obtenidos del análisis:

Tabla 3. *Composición química de la ceniza de cáscara de huevo*

Componente	Formula	Resultado
Óxido de Calcio	CaO	86.20 %
Óxido de Magnesio	MgO	6.63 %
Óxido de Fosforo	P ₂ O ₅	0.54 %
Óxido de Potasio	K ₂ O	0.24 %
Óxido de Azufre	SO ₄	0.10 %

Nota. Tomado de la investigación titulada: “Incidencia de ceniza de cáscara de huevo y plástico PET reciclado en las propiedades físico-mecánicas del ladrillo artesanal para viviendas”.

Este análisis resalta la elevada concentración de óxido de calcio en la ceniza de cascara de huevo, lo cual puede influir de manera significativa en su actividad cementante. Al adicionar agua a esta ceniza, se obtiene hidróxido de calcio (Ca (OH)₂) debido a su alto contenido de óxido de calcio. Este compuesto, al reaccionar con la ceniza de chala, un material puzolánico, favorece la formación de productos cementantes, lo que da lugar a una reacción que mejora las propiedades del suelo y facilita su estabilización.

2.2.6. Definición de Términos Básicos

Pavimento: Para Coronado (30) es la estructura completa formada por las capas de subrasante, subbase, base y carpeta, colocada sobre la rasante. Está diseñada para soportar las cargas vehiculares.

Suelos estabilizados: Montejo (4) los define como suelos deficientes o inestables que requieren la adición de un agente estabilizante, como la cal, el cemento o un aditivo de tipo químico o iónico para mejorar su estabilidad.

Puzolanas: Matallana (39) define a la puzolana como un material rico en sílice y alúmina que, por sí solo, tiene poca capacidad cementante; sin embargo, al estar finamente pulverizada y al estar expuesto a la humedad, reacciona con el hidróxido de calcio a temperatura ambiente, formando una composición cementante. Su efectividad radica en su fina división, permitiendo la interacción de la sílice con el hidróxido de calcio para generar silicatos de calcio estables.

Materiales cementantes: Matallana (39) menciona que se caracterizan por su capacidad de adhesión y cohesión, lo que facilita la unión de los agregados, dando lugar a una estructura sólida, resistente y de larga duración.

CAPÍTULO III: METODOLOGÍA

3.1. Método, Tipo o Alcance de la Investigación

3.1.1. Método de Investigación

Cabezas et al (40) mencionan que el método científico es un proceso destinado a descubrir, analizar, generalizar los eventos y profundizar los conocimientos obtenidos, demostrar estos conocimientos de manera racional y verificarlos mediante experimentos y técnicas adecuadas. En el contexto de esta investigación, se utilizó el método científico.

3.1.2. Tipo de la Investigación

De acuerdo con Espinoza (41), su trabajo fue del tipo aplicada buscando convertir el conocimiento teórico en práctica o acción, con la finalidad de resolver necesidades que se plantean en la sociedad. En consecuencia, se trata de una investigación aplicada.

3.1.3. Nivel de la Investigación

Según Espinoza (41), el nivel explicativo tiene como objetivo identificar la conexión causal entre las variables de la investigación. En consecuencia, el nivel del estudio fue explicativo.

3.2. Diseño de la Investigación

Siguiendo la definición proporcionada por Hernández et al. (42), el diseño cuasiexperimental se distingue por la falta de asignación aleatoria de los participantes, sujetos a los grupos de control y experimentales. En este tipo de diseño, la variable independiente puede ser manipulada por los investigadores o puede ocurrir de manera natural, y se observan los efectos resultantes en las variables dependientes. Dado que la selección de los sujetos no se realizó de manera aleatoria, la investigación se clasifica como cuasiexperimental, con un enfoque en la comparación de los efectos entre grupos de control y experimentales.

3.3. Población, Muestra y Muestreo

3.3.1. Población

Escobar et al. (43) mencionan que se conforma por sujetos o elementos con una determinada característica en común que será el objeto del estudio.

El estrato de suelo arcilloso de los 567 metros lineales del Jirón Centenario es la población más coherente para esta investigación, ya que presenta homogeneidad en sus estratos, a diferencia de las calles adyacentes donde la variación de suelos podría introducir sesgos en los resultados.

3.3.2. Muestra

Escobar et al. (43) mencionan que es una parte, porción y fracción representativa de la población, y que el análisis de ese fragmento mantiene las características de la población.

La Norma De Pavimentos Urbanos – CE.010 (6) menciona que el número de puntos de investigación como mínimo deben ser 3, y para el caso de vías locales se debe tener un punto de exploración por cada 1800 m². Así, se tiene una vía de longitud de 567 m y ancho de 12 m, llegando un área de 6804 m², por lo cual se deben realizar 4 puntos de exploración. Sin embargo, debido a que este es un trabajo de investigación y no un proyecto de inversión, se realizaron 3 calicatas de 1.65, 1.78 y 1.60 metros de profundidad. En consecuencia, la muestra para esta investigación fue el suelo arcilloso representativo extraído de la calicata numero dos que, en total, fue de 400 kg (20 baldes).

Tabla 4. Cuadro de muestras necesarias para los ensayos

ENSAYOS	ESPECIMEN	MUESTRA DE SUELO (Kg)			
		T0	T1	T2	T3
PROCTOR MODIFICADO	1	10	10	10	10
	2	10	10	10	10
	3	10	10	10	10
CBR	1	15	15	15	15
	2	15	15	15	15
	3	15	15	15	15
SUB TOTAL		75	75	75	75
TOTAL		300			

Según la **Tabla 4**, se planificó que se utilizaría 300 kg de muestra de suelo, por lo que, finalmente, se recolectó 400 kilogramos de muestra, lo cual incluye los desperdicios que se podrían dar a la hora de realizar los ensayos.

3.3.3. Muestreo

Se trabajó con el muestreo que no consideró las probabilidades, conocido como no probabilístico a conveniencia del autor. Según Bernal (44), en este tipo de muestreo no se aplica la matemática o estadística, sino que el investigador selecciona la muestra a su criterio técnico, siempre asegurándose de que la muestra refleje de manera adecuada la población.

3.4. Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos

3.4.1. Técnica de Recolección de Datos

De acuerdo con Bernal (44), la observación es un proceso detallado que permite obtener conocimiento de manera inmediata, el tema de estudio, lo que permite posteriormente describir y analizar las situaciones relacionadas con la realidad investigada. También define a la recopilación de información como el procedimiento de recopilar y recolectar datos relevantes para su posterior análisis y uso. Por consiguiente, los métodos empleados en este estudio son la observación y la recopilación de información.

3.4.2. Instrumento de Recolección de Datos

Muñoz (45) menciona que los instrumentos son recursos utilizados por el investigador para adquirir y documentar la información; además, constituyen utensilios que facilitan la

recolección, el filtrado y la codificación de los datos, los cuales pueden ser posteriormente empleados en análisis estadísticos. Así, los formatos de laboratorio fueron utilizados como instrumentos para recopilación de datos.

3.5. Materiales y Métodos

3.5.1. Exploración de Suelo

El lugar de estudio fue el Jr. Centenario de Huancán, Huancayo, Junín, que tiene una longitud de 567 ml y un ancho de 12 ml (en la **Figura 12** se presenta la sección de la vía proyectada). La vía no se encuentra pavimentada, ni posee veredas, su superficie de rodadura es de material de agregado de río cuya capa tiene un espesor que oscila de 30 a 50 cm. Por debajo de esta capa se encuentra la capa subrasante que está compuesta de arcilla. Además, la vía se encuentra clasificada como una vía local. En la **Figura 13** se puede apreciar la ubicación de la vía y de las calicatas.

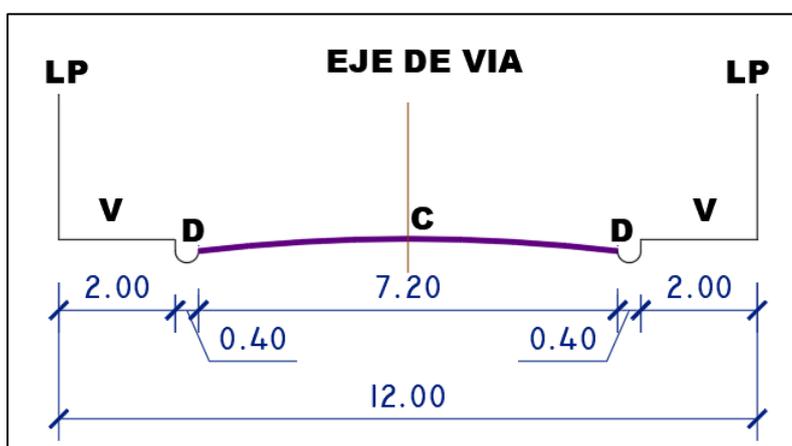


Figura 12. Sección de vía proyectado

Nota. Tomado del plano de Vías de la Municipalidad Distrital de Huancan.

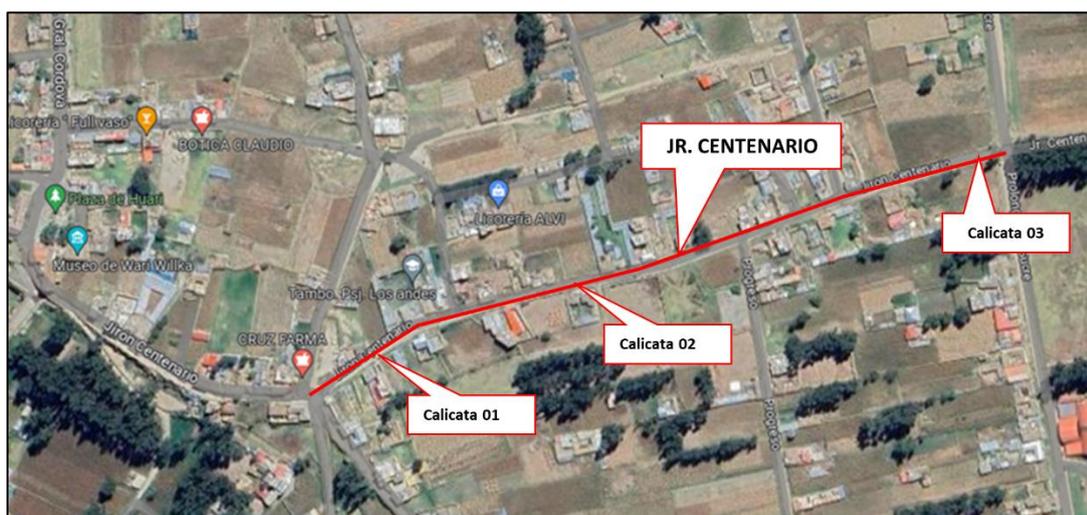


Figura 13. Vista de la ubicación del Jr. Centenario

Nota. Tomado de Google Maps.

Seguidamente, se expone un cuadro sobre las profundidades, hallándose las coordenadas UTM y la cantidad de muestra extraída de cada una.

Tabla 5. Cuadro de calicatas

Calicata N°	Profundidad	Coordenadas	Muestra
01	1.65	(477881.00 m E; 8660392.00 m S)	0 kg
02	1.78	(478024.00 m E; 8660445.00 m S)	400 kg aprox.
03	1.60	(478356.00 m E; 8660549.00 m S)	0 kg

La cantidad necesaria de suelo, la cual fue utilizada para realizar los ensayos de humedad, peso específico, lavado del material por la malla N.º 200, análisis granulométrico por hidrómetro y límites de consistencia son de 300 g, 50 g, 100g, 50 g y 600 g, respectivamente. Para estos ensayos se ha llegado a un total de muestra de 1.10 kg, mientras que para los ensayos de Proctor modificado cada ensayo se necesita 10 kg. En este ensayo se utilizaron 4 puntos para determinar la curva, cada punto necesita una muestra de 2.5 kg por punto. El que necesita más muestra es el ensayo de CBR. Aquí cada ensayo necesita una muestra de 15 kg, se preparan 3 moldes donde cada uno necesita 5kg; por consiguiente, se necesita 300 kg. Como se puede apreciar en la **Tabla 6**, se recolectó la muestra alterada de 400 kg (20 baldes), aproximadamente, lo cual considera la humedad y el desperdicio que se dan en los ensayos, un resultado óptimo debido a que fue mayor a lo necesario.

Tabla 6. Cuadro de muestras para los ensayos

Ensayos	Espécimen	Muestra de suelo (kg)			
		T0	T1	T2	T3
Proctor modificado	1	10	10	10	10
	2	10	10	10	10
	3	10	10	10	10
CBR	1	15	15	15	15
	2	15	15	15	15
	3	15	15	15	15
Sub total		75	75	75	75
Total		300			



Figura 14. Muestra de suelo recolectado en 20 baldes

3.5.2. Proporciones de Cenizas

La norma CE 0.20 de Suelos y Taludes establece que la proporción óptima de estabilización varía en función del material estabilizador utilizado, en el caso de la cal, la norma recomienda un intervalo entre el 2 % y el 8 %, mientras que, para el cemento, el rango óptimo oscila entre el 6 % y 14 %. Siguiendo estos lineamientos, para la presente investigación se seleccionaron combinaciones de porcentajes de inclusión de ceniza de cascara de huevo y chala que resulten en 5 %, 10 % y 15 %. Esta elección se fundamentó en la necesidad de explorar rangos similares a los establecidos por la normativa para otros estabilizantes comunes, asegurando así que los porcentajes evaluados estén dentro de un intervalo técnicamente relevante para estudios de estabilización de suelos.

Además, al incluir valores superiores al rango utilizado comúnmente para cemento, se buscó determinar el comportamiento del suelo tratado con cenizas en términos de sus propiedades físicas y mecánicas, considerando que estas cenizas no son materiales de estabilización convencionales y presentan características únicas.

Por lo tanto, los porcentajes seleccionados permiten evaluar de manera integral el efecto de las cenizas como aditivos estabilizantes, considerando tanto su potencial desempeño como la posibilidad de optimización futura de las dosificaciones.

Tabla 7. Selección de estabilizador según tipo de suelo

TIPO DE SUELO	DE	Arcillas finas	Arcillas gruesas	Limos finos	Limos gruesos	Arenas finas	Arenas Gruesas
Tamaño de partícula	de	<0.0006	0.0006-0.002	0.002-0.01	0.01-0.06	0.06-0.4	0.4-2.0
Estabilidad volumétrica		Muy pobre	Regular	Regular	Bueno	Muy bueno	Muy bueno

Cal	SÍ	SÍ	SÍ			
Cemento	NO	NO	NO	NO	SÍ	SÍ
Asfalto					SÍ	SÍ

Nota. Tomado de la Norma CE.20 Suelos y Taludes.

3.5.3. Recolección de las cenizas

3.5.3.1. Procedimiento para la recolección de ceniza de cascara de huevo.

a) Recolección

Fuentes: Se recolectaron las cáscaras de huevo de panaderías, chifas, restaurantes y pollerías.

Cantidad: Se recolectó una cantidad total de 25 kg de cáscara de huevo libre de impurezas.

b) Preparación:

Molido: Se molieron las cáscaras de huevo para facilitar su incineración.

Envolvimiento: Se envolvieron las cáscaras molidas en papel aluminio para mejorar los resultados de incineración.

c) Incineración:

Horno: Se utilizó un horno artesanal para incinerar las cáscaras molidas envueltas en papel aluminio.

Temperatura: Se controló la temperatura y el tiempo de incineración para asegurar una combustión completa.

d) Resultado:

Cantidad Final: Se consiguió 12 kg de ceniza de cáscara de huevo a partir de 25 kg de cáscaras.



Figura 15. *Pasos con el fin de conseguir la ceniza de cascara de huevo*

3.5.3.2. Procedimiento para la Obtención de Ceniza de Chala.

a) Recolección:

Fuentes: Se recolectó la chala de vecinos de las localidades de Huari - Huancán y Huallaspanca - Sapallanga.

b) Incineración:

Proceso: Se incineró 56 kg de chala recolectada.

Control: Se mantuvo el control sobre el proceso de incineración para asegurar una combustión adecuada.

c) Resultado:

Cantidad final: Se obtuvo 12 kg de ceniza de chala de las porciones recolectadas.



Figura 16. *Incineración de la chala*

Se calculó que se necesitaría 11.32 kg de CCH y 11.32 kg de ceniza de chala, por lo cual se recogió 25 kg de cáscara de huevo y 66 kg de chala, lo cual proporcionaron 12 kg de CCH y 12 kg de CC.

Tabla 8. *Cuadro de cantidad de ceniza por tratamiento y especímenes*

Ensayo	Espécimen	Tratamiento	Cantidad de ceniza huevo (g)	Cantidad de ceniza chala (g)
Límites de consistencia	1	T01 (2.5% cáscara de huevo + 2.5% chala)	3.75	3.75
		T02 (5% cáscara de huevo + 5% chala)	7.5	7.5
		T03 (7.5% cáscara de huevo + 7.5% chala)	11.25	11.25
	2	T01 (2.5% cáscara de huevo + 2.5% chala)	3.75	3.75
		T02 (5% cáscara de huevo + 5% chala)	7.5	7.5
		T03 (7.5% cáscara de huevo + 7.5% chala)	11.25	11.25
	3	T01 (2.5% cáscara de huevo + 2.5% chala)	3.75	3.75

		T02 (5% cáscara de huevo + 5% chala)	7.5	7.5
		T03 (7.5% cáscara de huevo + 7.5% chala)	11.25	11.25
		T01 (2.5% cáscara de huevo + 2.5% chala)	250	250
	1	T02 (5% cáscara de huevo + 5% chala)	500	500
		T03 (7.5% cáscara de huevo + 7.5% chala)	750	750
		T01 (2.5% cáscara de huevo + 2.5% chala)	250	250
Proctor modificado	2	T02 (5% cáscara de huevo + 5% chala)	500	500
		T03 (7.5% cáscara de huevo + 7.5% chala)	750	750
		T01 (2.5% cáscara de huevo + 2.5% chala)	250	250
	3	T02 (5% cáscara de huevo + 5% chala)	500	500
		T03 (7.5% cáscara de huevo + 7.5% chala)	750	750
		T01 (2.5% cáscara de huevo + 2.5% chala)	375	375
	1	T02 (5% cáscara de huevo + 5% chala)	750	750
		T03 (7.5% cáscara de huevo + 7.5% chala)	1125	1125
		T01 (2.5% cáscara de huevo + 2.5% chala)	375	375
CBR				

	T02 (5% cáscara de huevo + 5% chala)	750	750
	T03 (7.5% cáscara de huevo + 7.5% chala)	1125	1125
	T01 (2.5% cáscara de huevo + 2.5% chala)	375	375
3	T02 (5% cáscara de huevo + 5% chala)	750	750
	T03 (7.5% cáscara de huevo + 7.5% chala)	1125	1125
	Peso de ceniza (gr)	11317.5	11317.5
	Peso de ceniza (kg)	11.32	11.32
	Total, de ceniza (kg)		22.64

3.5.4. Estudios de Laboratorio

Las pruebas se realizaron en las instalaciones de los laboratorios de la Universidad Continental, asimismo, se llevaron a cabo en el Laboratorio Centauros para poder establecer las propiedades físicas y mecánicas de suelo de la capa subrasante, cuyos ensayos se detallan a continuación:

Tabla 9. Cuadro de ensayos realizados

Reglamento	Ensayo	N.º de veces
MTC E 108	Determinación del contenido de humedad de un suelo	01
MTC E 109	Análisis granulométrico por medio del hidrómetro	01
MTC E 110	Determinación del límite líquido de los suelos	24
MTC E 111	Determinación del límite plástico (L. P.) de los suelos e índice de plasticidad (I. P.)	24
MTC E 113	Método de ensayo estándar para la gravedad específica de sólidos de suelo mediante picnómetro de agua.	1
MTC E 115	Compactación de suelos en laboratorio utilizando una energía modificada (Proctor Modificado)	12
MTC E 115	CBR de Suelos (Laboratorio)	12
MTC E 137	Determinación de material más fino que el tamiz 75 μm (N.º 200) en suelos	1

CAPÍTULO IV: RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Presentación de Resultados

4.1.1. Caracterización del Suelo Patrón

Con respecto a la caracterización que se obtuvo correspondiente del suelo arcilloso extraída de la calicata número 2, la cual es la muestra patrón:

Contenido de humedad: el contenido de humedad obtenido fue de 19.02 %

Gravedad específica: el resultado de la gravedad específica para el suelo fue de 2.70

Determinación de material más fino que el tamiz N.º 200: El porcentaje de pasante del tamiz N.º 200 fue de 77.71 %

Análisis granulométrico por medio del hidrómetro. Se obtuvo la siguiente curva granulométrica.

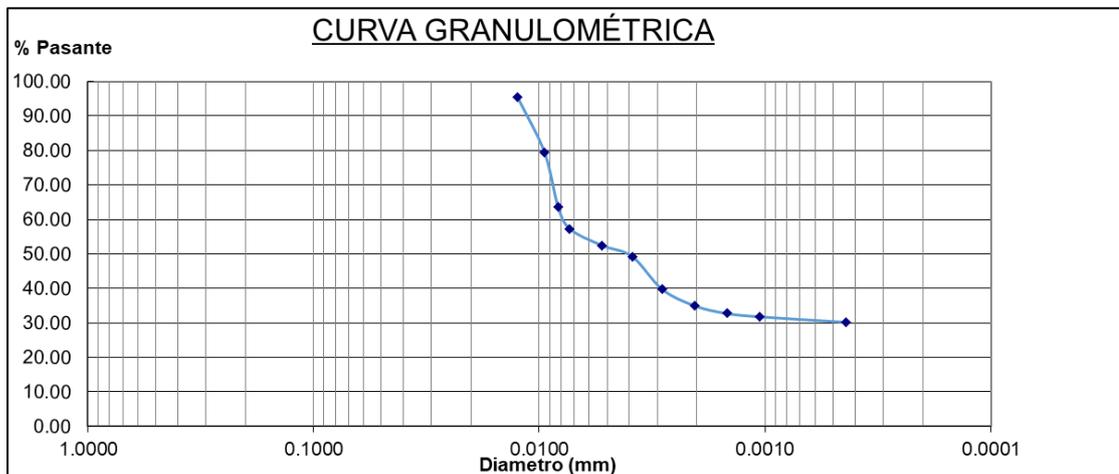


Figura 17. Curva granulométrica

Clasificación SUCS: CL (Arcilla de baja plasticidad).

Clasificación AASHTO: A-4 (5) (Suelo limoso arcilloso con índice de grupo 5).

4.1.2. Propiedades Físicas de la Capa Sub Rasante (Primer Ensayo)

Variación de los límites de consistencia

Con los ensayos se obtuvo el límite líquido, límite plástico y el índice de plasticidad. Para los tres especímenes de tierra de la calicata 2 adicionando diferentes porcentajes de cenizas, se obtuvo los siguientes valores:

Tabla 10. Resultados de los límites de consistencia

Especímen	Tipo	Tratamiento 0 (Suelo sin tratamiento)	Tratamiento 1 (2.5% de ceniza de cáscara de huevo +2.5% de ceniza de chala)	Tratamiento 2 (5% de ceniza de cáscara de huevo +5% de ceniza de chala)	Tratamiento 3 (7.5% de ceniza de cáscara de huevo +7.5% de ceniza de chala)
Especímen 01	Límite Líquido	23.97%	26.34%	31.00%	28.59%

Espécimen 02	Límite Plástico	14.84%	12.50%	16.39%	20.65%
	Índice de plasticidad	9.14%	13.84%	14.61%	7.94%
	Límite Líquido	24.15%	26.81%	30.74%	29.60%
	Límite Plástico	14.77%	12.73%	16.70%	20.37%
Espécimen 03	Índice de plasticidad	9.38%	14.08%	14.04%	9.23%
	Límite Líquido	23.92%	26.34%	30.53%	29.20%
	Límite Plástico	14.46%	12.65%	15.76%	20.75%
	Índice de plasticidad	9.46%	13.69%	14.77%	8.45%

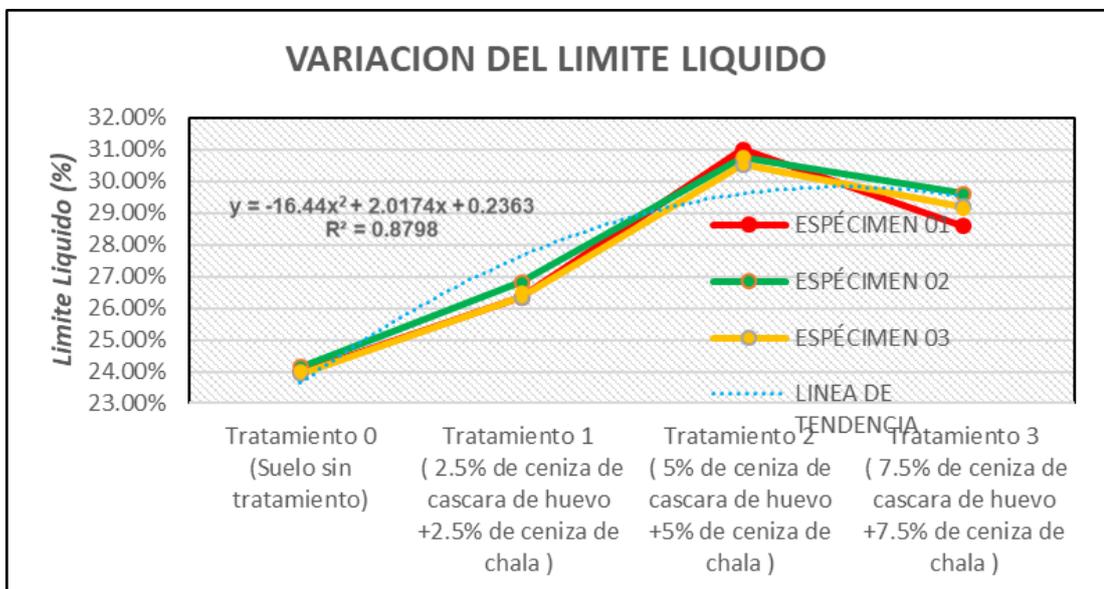


Figura 18. Variación del límite líquido

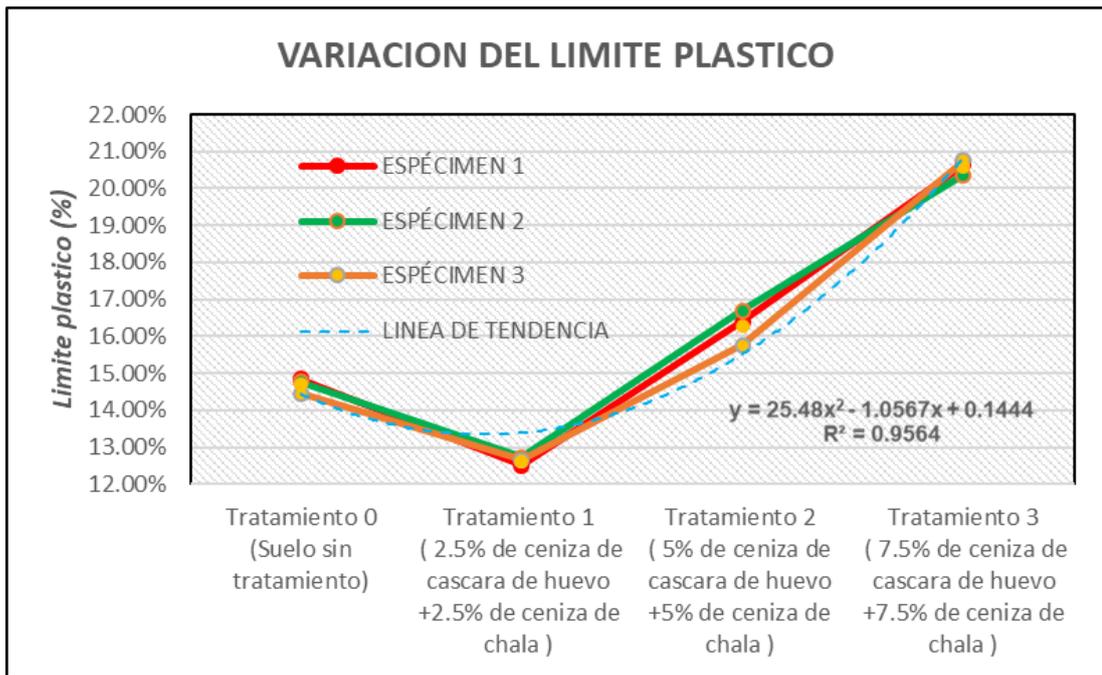


Figura 19. Variación del límite plástico

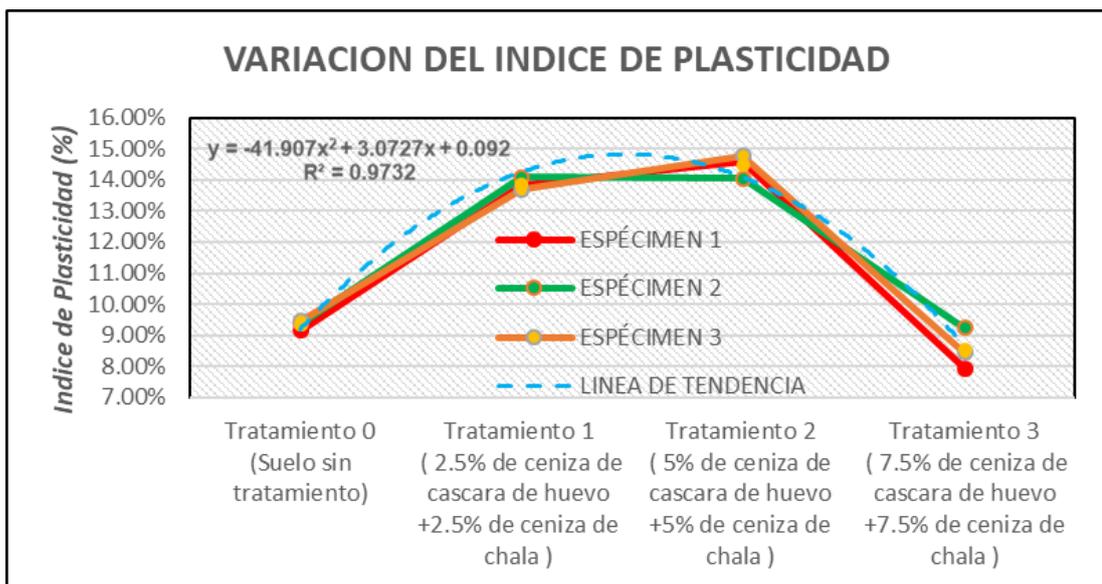


Figura 20. Variación del índice de plasticidad

4.1.3. Propiedades Físicas de la Capa Sub Rasante – Verificación de Resultados

Se vio la necesidad de realizar más ensayos para verificar la consistencia de los resultados que explican las propiedades físicas del suelo con las diferentes proporciones de cenizas, los mismos que se muestran a continuación:

Variación de los límites de consistencia

Tabla 11. Resultados de los límites de consistencia de los ensayos de verificación

Muestra	Tipo	Tratamiento 0 (Suelo sin tratamiento)	Tratamiento 1 (2.5% de ceniza de cáscara de huevo +2.5% de ceniza de chala)	Tratamiento 2 (5% de ceniza de cáscara de huevo +5% de ceniza de chala)	Tratamiento 3 (7.5% de ceniza de cáscara de huevo +7.5% de ceniza de chala)
Espécimen 01	Límite Líquido	25.00%	27.00%	26.00%	27.00%
	Límite Plástico	19.00%	21.00%	22.00%	23.00%
	Índice de plasticidad	6.00%	6.00%	4.00%	4.00%
Espécimen 02	Límite Líquido	25.00%	26.00%	28.00%	28.00%
	Límite Plástico	20.00%	22.00%	24.00%	24.00%
	Índice de plasticidad	5.00%	4.00%	4.00%	4.00%
Espécimen 03	Límite Líquido	25.00%	27.00%	28.00%	29.00%
	Límite Plástico	20.00%	21.00%	22.00%	23.00%
	Índice de plasticidad	5.00%	6.00%	6.00%	6.00%

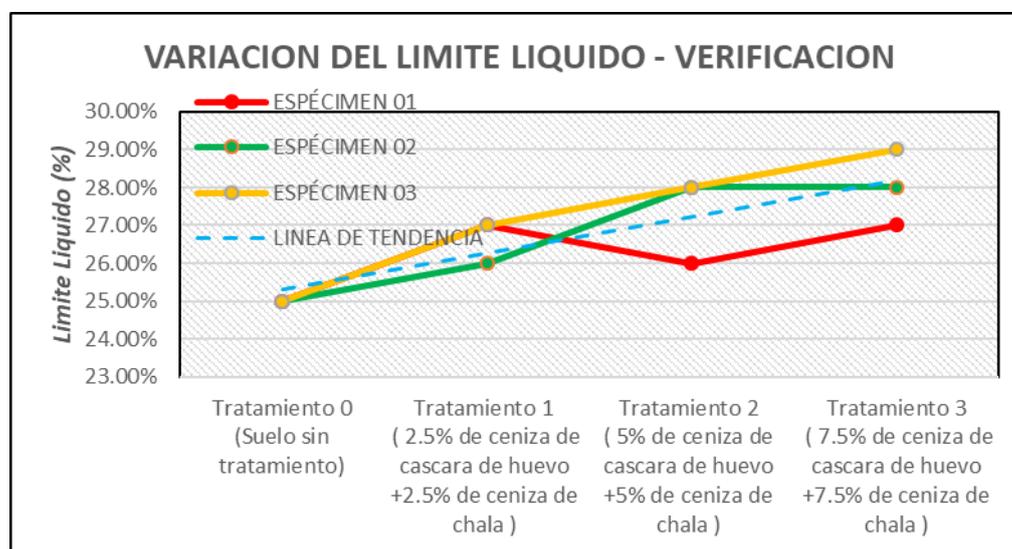


Figura 21. Variación del límite líquido de los ensayos de verificación

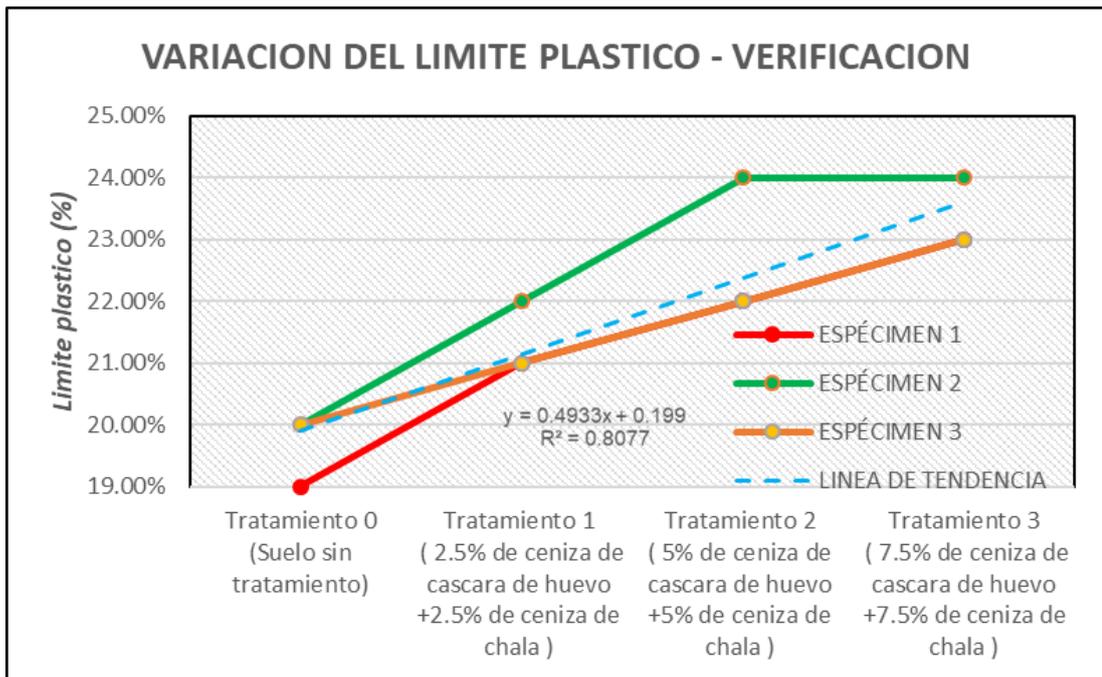


Figura 22. Variación del límite plástico de los ensayos de verificación

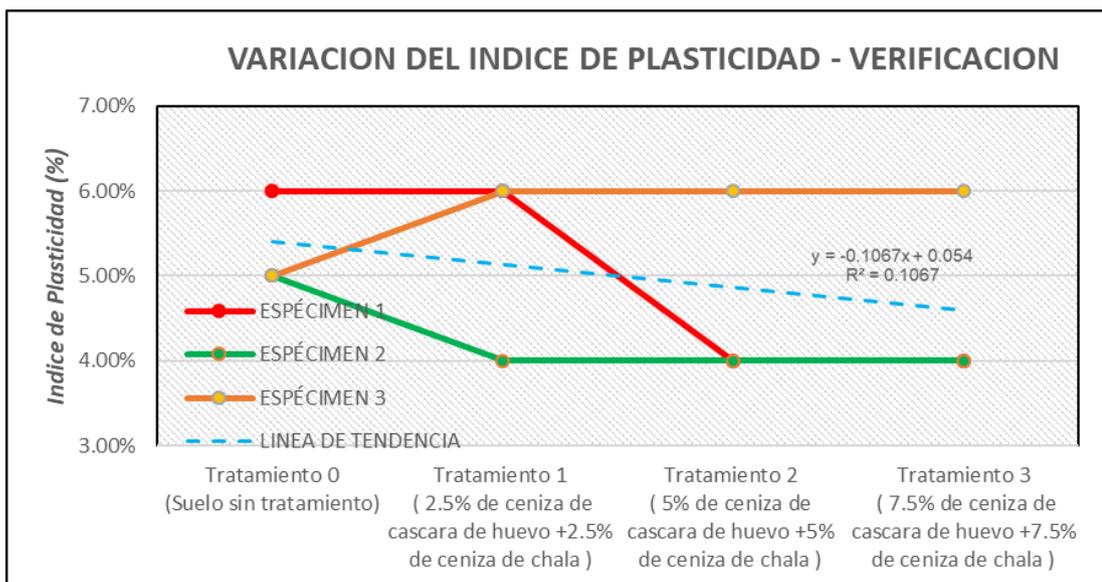


Figura 23. Variación del índice de plasticidad de los ensayos de verificación

4.1.4. Propiedades Mecánicas de la Capa Sub Subrasante

Variación de la máxima densidad seca y el óptimo contenido de humedad

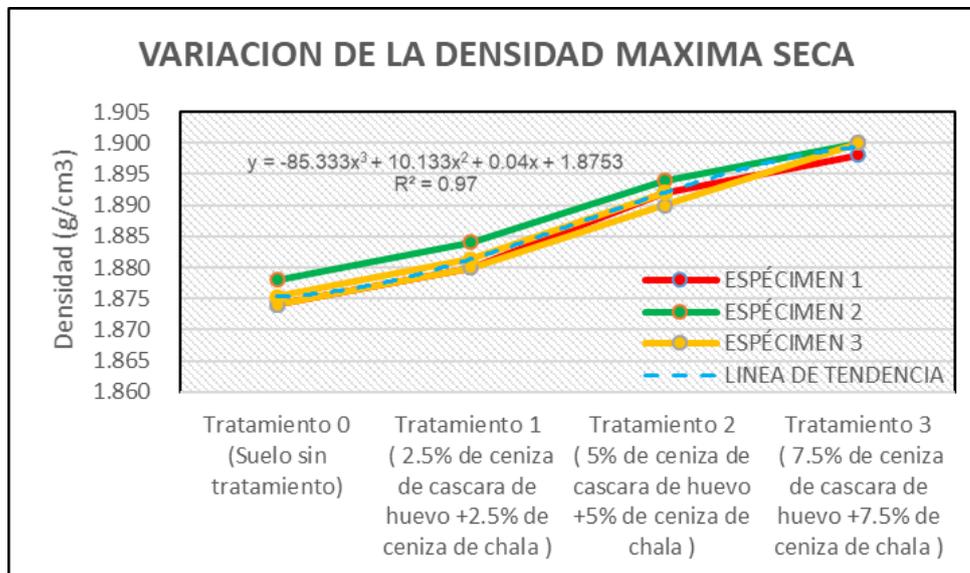
Con este tipo de ensayo se obtuvo los valores de la máxima densidad seca y de los óptimos contenidos de humedad para los tres especímenes de tierra de la calicata número 2, adicionando diferentes porcentajes de cenizas y obteniendo los siguientes valores:

Tabla 12. Resultados del ensayo de Proctor modificado

Muestra	Tipo	Tratamiento 0 (Suelo sin tratamiento)	Tratamiento 1 (2.5% de ceniza de cáscara de	Tratamiento 2 (5% de ceniza de cáscara de	Tratamiento 3 (7.5% de ceniza de cáscara de

			huevo +2.5% de ceniza de chala)	huevo +5% de ceniza de chala)	huevo +7.5% de ceniza de chala)
Espécimen 01	Densidad Máxima Seca (gr/cm ³)	1.874	1.880	1.892	1.898
	Humedad Óptima	11.70%	11.80%	13.00%	12.90%
Espécimen 02	Densidad Máxima Seca (gr/cm ³)	1.878	1.884	1.894	1.900
	Humedad Óptima	11.50%	12.20%	12.90%	13.40%
Espécimen 03	Densidad Máxima Seca (gr/cm ³)	1.874	1.880	1.890	1.900
	Humedad Óptima	11.70%	11.90%	13.00%	13.40%

Figura 24. Variación de la densidad máxima seca



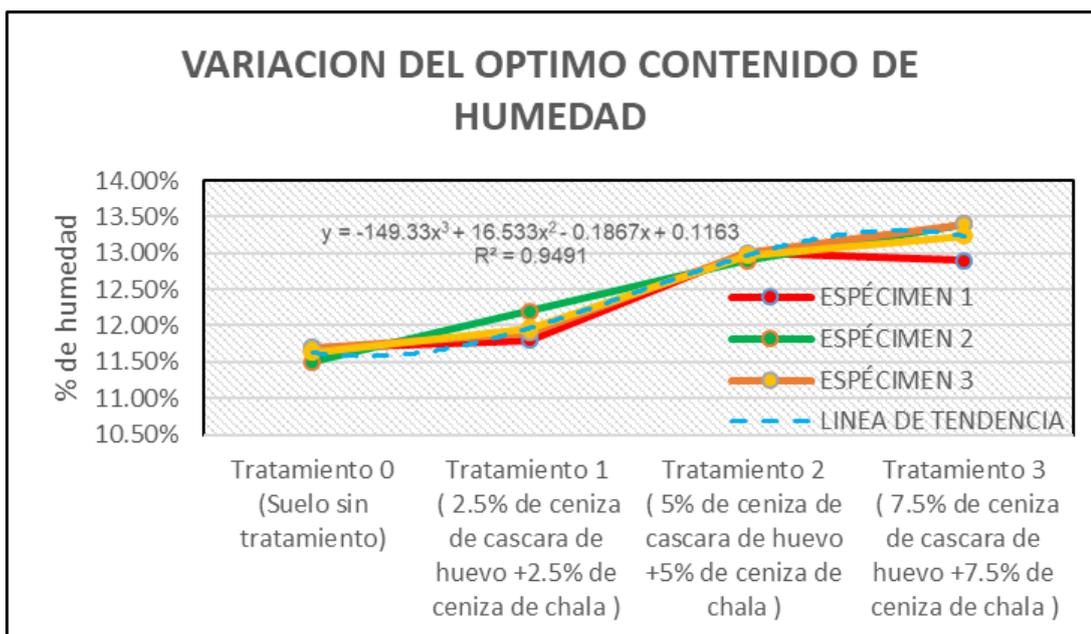


Figura 25. Variación del optimo contenido de humedad

Variación del CBR

Mediante la ejecución de ensayos de CBR, se han obtenido los valores correspondientes para tres especímenes de suelo extraídos de la calicata número 2. Estas muestras fueron modificadas mediante la adición de varios porcentajes de cenizas. Seguidamente, se muestran los hallazgos alcanzados a partir de las pruebas de CBR para cada uno de los especímenes de suelo y porcentajes de cenizas añadidos.

Tabla 13. Resultado del ensayo de CBR

Muestra	Tipo	Tratamiento 0 (Suelo sin tratamiento)	Tratamiento 1 (2.5% de ceniza de cascara de huevo + 2.5% de ceniza de chala)	Tratamiento 2 (5% de ceniza de cascara de huevo + 5% de ceniza de chala)	Tratamiento 3 (7.5% de ceniza de cascara de huevo + 7.5% de ceniza de chala)
Especímen 01	CBR al 100% de MDS para 0.1 "	5.34%	6.55%	15.24%	10.67%
	CBR al 95% de MDS para 0.1 "	4.10%	5.55%	14.08%	9.83%
	CBR al 100% de MDS para 02"	5.23%	6.15%	12.79%	9.41%
	CBR al 95% de MDS para 02"	4.04%	5.00%	11.83%	8.37%
Especímen 02	CBR al 100% de MDS para 0.1 "	5.21%	6.97%	16.28%	10.73%
	CBR al 95% de MDS para 0.1 "	4.19%	6.12%	15.27%	10.02%

Espécimen 03	CBR al 100% de MDS para 02"	5.14%	6.60%	13.06%	9.36%
	CBR al 95% de MDS para 02"	4.07%	5.47%	11.88%	8.45%
	CBR al 100% de MDS para 0.1 "	5.31%	6.74%	14.45%	10.62%
	CBR al 95% de MDS para 0.1 "	4.15%	5.99%	13.63%	9.76%
	CBR al 100% de MDS para 02"	5.20%	6.09%	10.97%	9.34%
	CBR al 95% de MDS para 02"	4.04%	4.94%	10.28%	8.35%

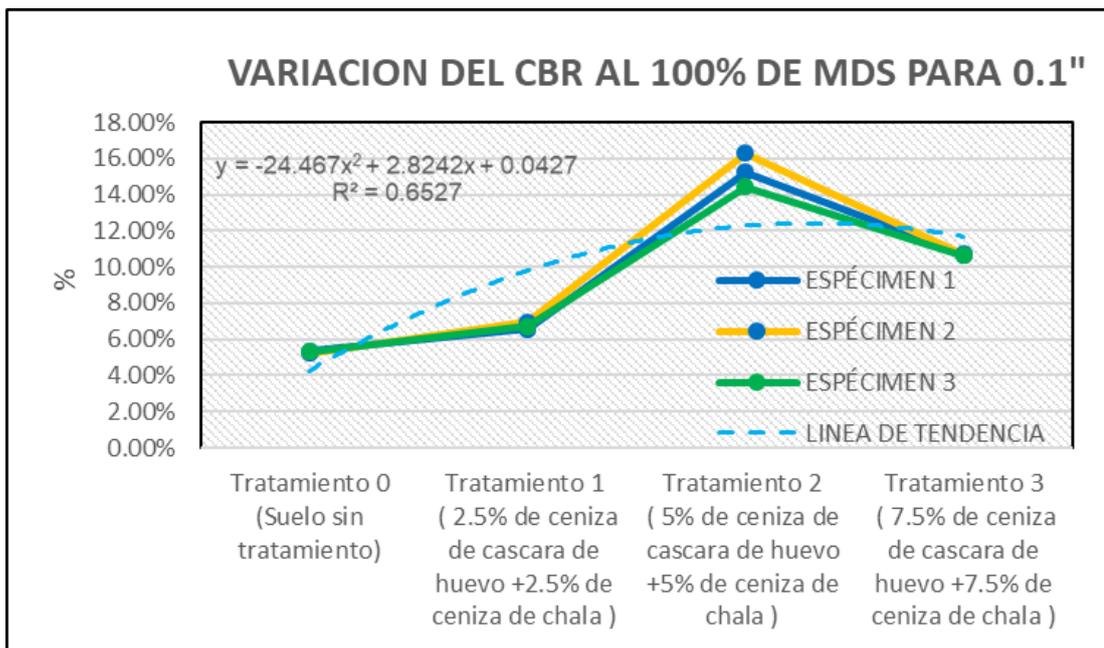


Figura 26. Variación del CBR al 100 % MDS para 0.1"

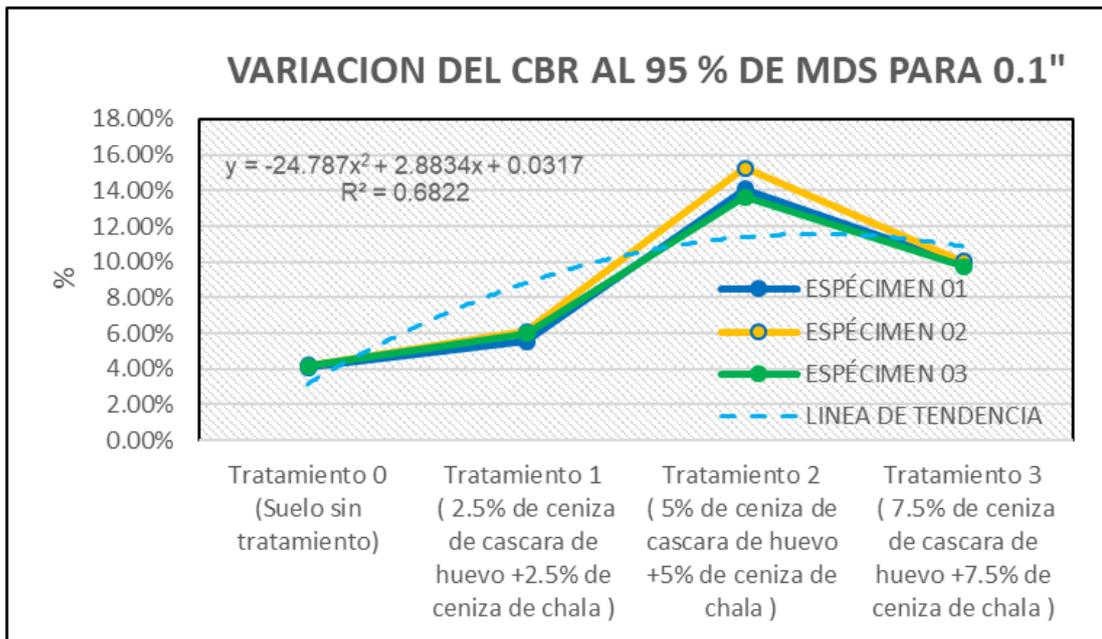


Figura 27. Variación del CBR al 95 % MDS para 0.1"

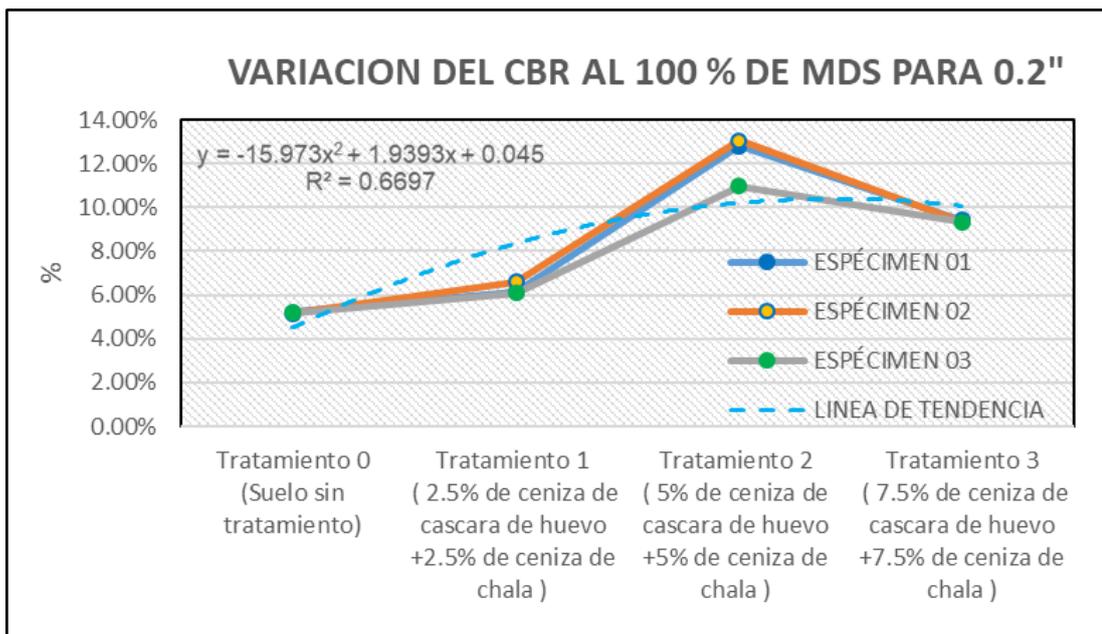


Figura 28. Variación del CBR al 100 % MDS para 0.2"

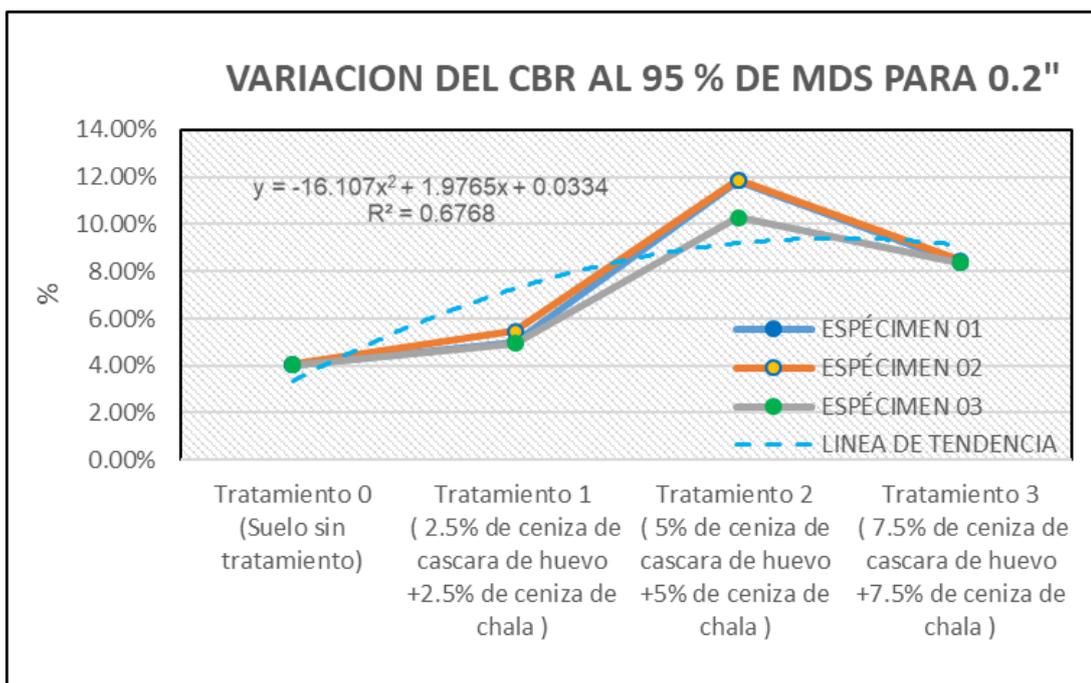


Figura 29. Variación del CBR al 95 % MDS para 0.2"

4.2. Análisis de los Resultados del Tratamiento y Sin Tratamiento

4.2.1. Resultado para las Propiedades Físicas

Tabla 14. Resultados descriptivos para las propiedades físicas (límites de consistencia)

Tratamiento		Límite líquido	Límite plástico	Índice de plasticidad
Suelo sin tratamiento	Media	24.01%	14.69%	9.33%
	Min.	23.92%	14.46%	9.14%
	Máx.	24.15%	14.84%	9.46%
	D.E.	0.0012	0.0020	0.0017
Tratamiento 1 (2.5% de CCH + 2.5% de CC)	Media	26.50%	12.63%	13.87%
	Min.	26.34%	12.50%	13.69%
	Máx.	26.81%	12.73%	14.08%
	D.E.	0.0027	0.0012	0.0020
Tratamiento 2 (5% de CCH +5% de CC)	Media	30.76%	16.28%	14.47%
	Min.	30.53%	15.76%	14.04%
	Máx.	31.00%	16.70%	14.77%
	D.E.	0.0024	0.0048	0.0038
Tratamiento 3 (7.5% de CCH +7.5% de CC)	Media	29.13%	20.59%	8.54%
	Min.	28.59%	20.37%	7.94%
	Máx.	29.60%	20.75%	9.23%
	D.E.	0.0051	0.0020	0.0065

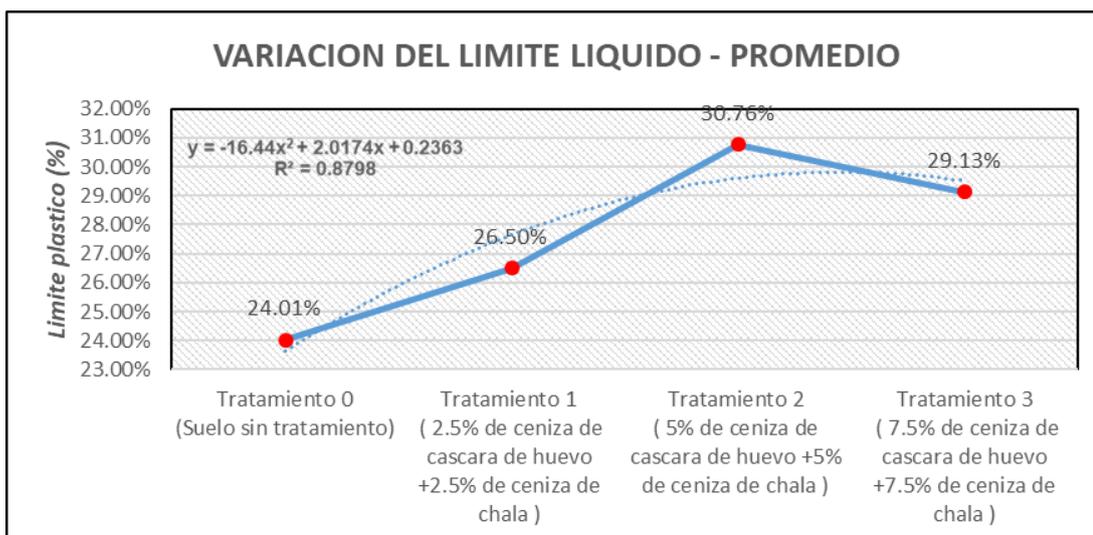


Figura 30. Variación del límite líquido – promedio

En la Figura 30 se representa la evolución del LL promedio, exhibiendo una tendencia ascendente con el incremento del contenido de CCH y chala en los tratamientos 1 y 2; no obstante, se observa una disminución de esta propiedad para el tratamiento 3.

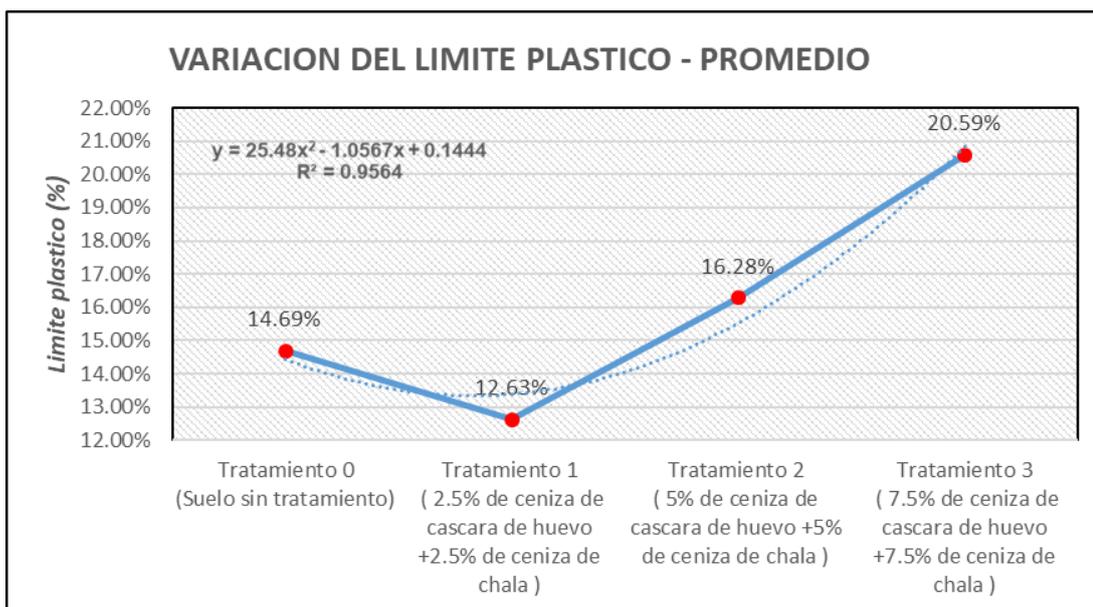


Figura 31. Variación del límite plástico - promedio

La Figura 31 muestra la variación promedio del límite plástico. Como primer resultado, utilizando 2.5 % de ceniza de cada tipo, se obtuvo que la propiedad disminuyó de 14.69 % a 12.63 %, aumentando más porcentaje de ceniza, lo que indica un aumento de la propiedad, en especial con el tratamiento 3 (7.5 % de cada tipo de ceniza) que presenta el valor más alto entre los especímenes.

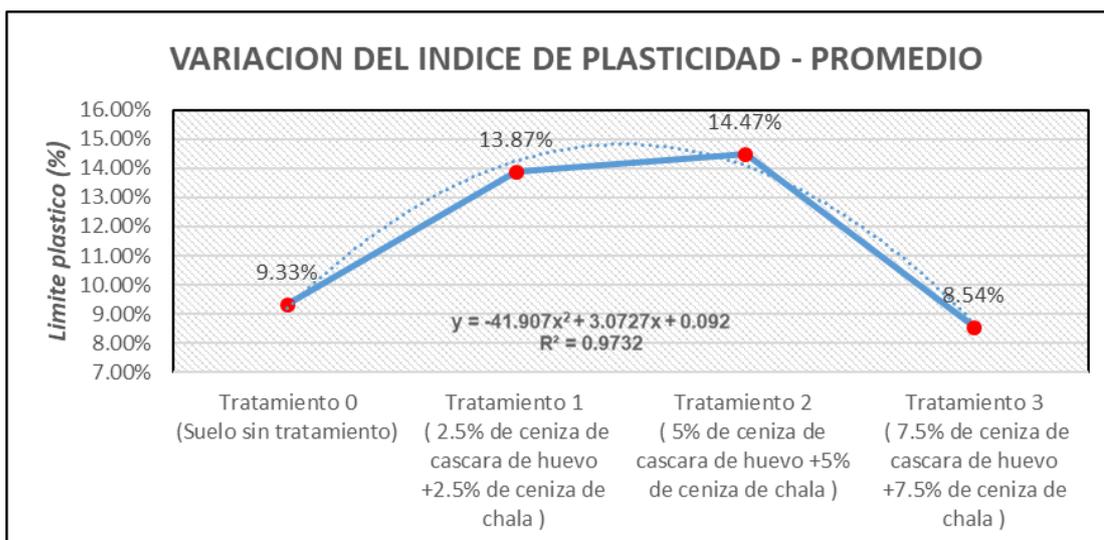


Figura 32. Variación del índice de plasticidad – promedio

El índice de plasticidad muestra un incremento significativo con el tratamiento 2, alcanzando casi el 15 %, antes de descender ligeramente con el tratamiento 3. Asimismo, el suelo sin tratamiento tenía un promedio de 9.33 %, el tratamiento 3 disminuyó este valor a 8.54%, lo que refleja la disminución de la plasticidad del suelo.

4.2.2. Resultado Para las Propiedades Físicas con los Ensayos de Verificación

Tabla 15. Resultados descriptivos para las propiedades físicas (límites de consistencia) con los ensayos de verificación

Tratamiento		Límite líquido	Límite plástico	Índice de plasticidad
Suelo sin tratamiento	Media	25.00 %	19.67 %	5.33 %
	Min.	25.00 %	19.00 %	5.00 %
	Máx.	25.00 %	20.00 %	6.00 %
	D.E.	0.000	0.000	0.000
Tratamiento 1 (2.5% de CCH +2.5% de CC)	Media	26.67%	21.33 %	5.33 %
	Min.	26.00 %	21.00 %	4.00 %
	Máx.	27.00 %	22.00 %	6.00 %
	D.E.	0.000	0.000	0.0001
Tratamiento 2 (5% de CCH +5% de CC)	Media	27.33 %	22.67 %	4.67 %
	Min.	26.00 %	22.00 %	4.00 %
	Máx.	28.00 %	24.00 %	6.00 %
	D.E.	0.0001	0.0001	0.0001
	Media	28.00 %	23.33 %	4.67 %

Tratamiento 3 (7.5% de CCH +7.5% de CC)	Min.	27.00 %	23.00 %	4.00 %
	Máx.	29.00 %	24.00 %	6.00 %
	D.E.	0.0001	0.000	0.0001

La desviación estándar representa el grado de dispersión o variación existente entre los datos en relación con la media, una desviación estándar menor señala que los datos se agrupan con mayor proximidad a la media, lo que significa menos variabilidad y, por lo tanto, mayor consistencia y precisión en los resultados (46). Dado que en los resultados con el fin de establecer los límites de consistencia del suelo los valores de la desviación estándar fueron menores que los de la primera serie de pruebas, se concluye que estos resultados presentan una menor variación respecto a la media y, por ende, son más confiables y representativos del comportamiento del material.

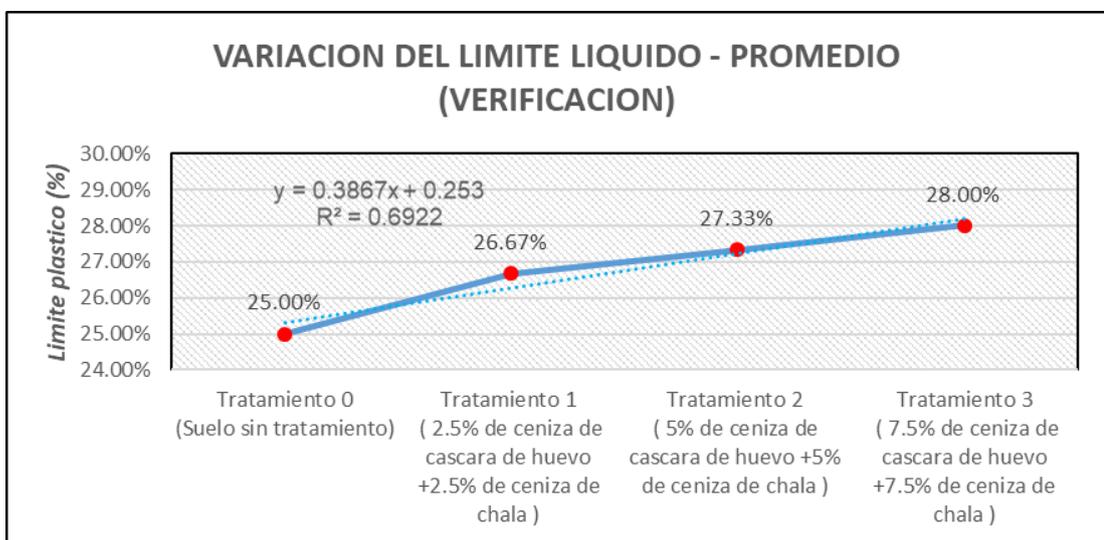


Figura 33. Variación del límite líquido promedio con ensayos de verificación

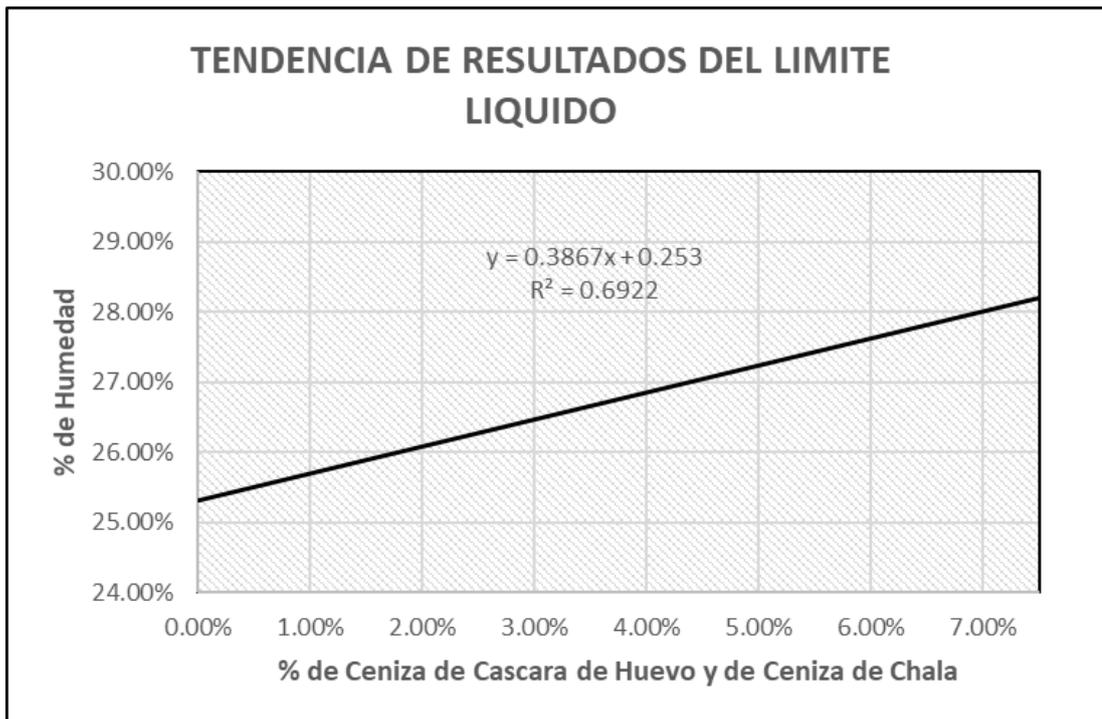


Figura 34. *Tendencia del resultado del límite líquido*

En la Figura 33 y Figura 34 se presenta la evolución del límite líquido promedio. Se observa una tendencia ascendente correlacionada con el aumento en el porcentaje de ceniza de cascara de huevo y ceniza de chala. Se destaca que el tratamiento 3, con un contenido de 7.5 % de cada tipo de ceniza, alcanzó un valor de 28 %. Este hallazgo sugiere que este tratamiento específico provoca un significativo incremento en la habilidad del suelo para almacenar agua previa al paso de un estado plástico a uno líquido.

Un límite líquido más elevado indica una mayor capacidad del suelo tratado para retener agua antes de pasar de un estado plástico a uno líquido; sin embargo, este comportamiento no es significativo en términos de comportamiento mecánico, ya que, al aumentar el límite líquido, se amplía el rango en el que el suelo permanece en un estado plástico, lo que resulta poco favorable desde la perspectiva de la ingeniería, ya que un suelo en este estado no exhibe propiedades mecánicas adecuadas para su uso en construcción.

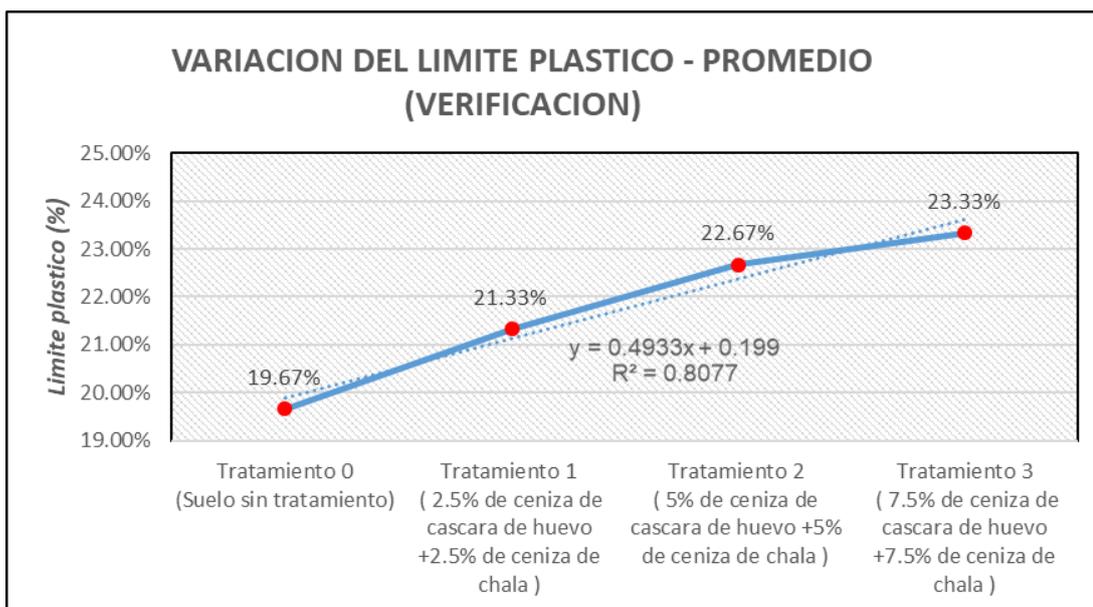


Figura 35. Variación del límite plástico promedio de los ensayos de verificación

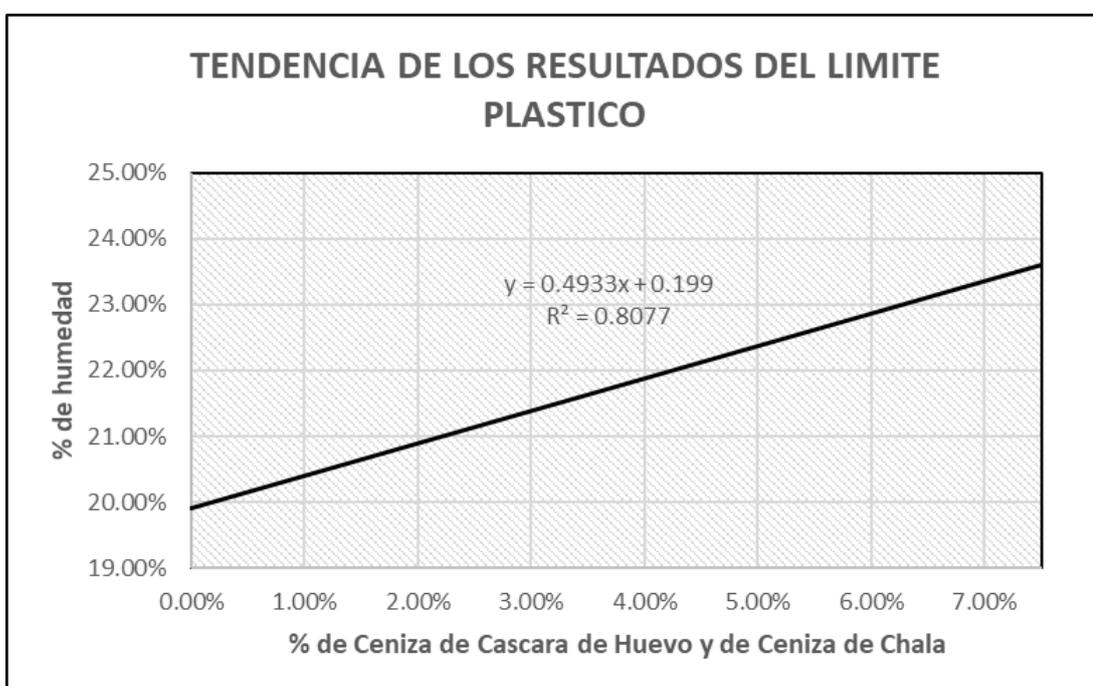


Figura 36. Tendencia de resultados del límite plástico

En la Figura 35 se muestra la variación media del límite plástico. Se nota un incremento progresivo al proporcionar cenizas, con valores de 19.67 %, 21.33 %, 22.67 % y 23.33 %. Este patrón se confirma en la Figura 36, que muestra que la tendencia del límite plástico produce un incremento lineal con mayores adiciones de ceniza. Específicamente, se alcanzó un valor más alto para un contenido del 7.5 % de cada tipo de ceniza.

Un límite plástico más elevado indica que el suelo tratado tiene la capacidad de absorber una mayor cantidad de agua antes de pasar de un estado sólido a uno plástico. Este cambio es significativo, ya que el estado sólido se considera más estable y exhibe un

comportamiento mecánico óptimo. Asimismo, el límite plástico del suelo sin tratamiento tuvo un promedio de 19.67 % que aumentó con la adición de cenizas, y el tratamiento 3 arrojó el valor más alto con un promedio de 23.33 %.

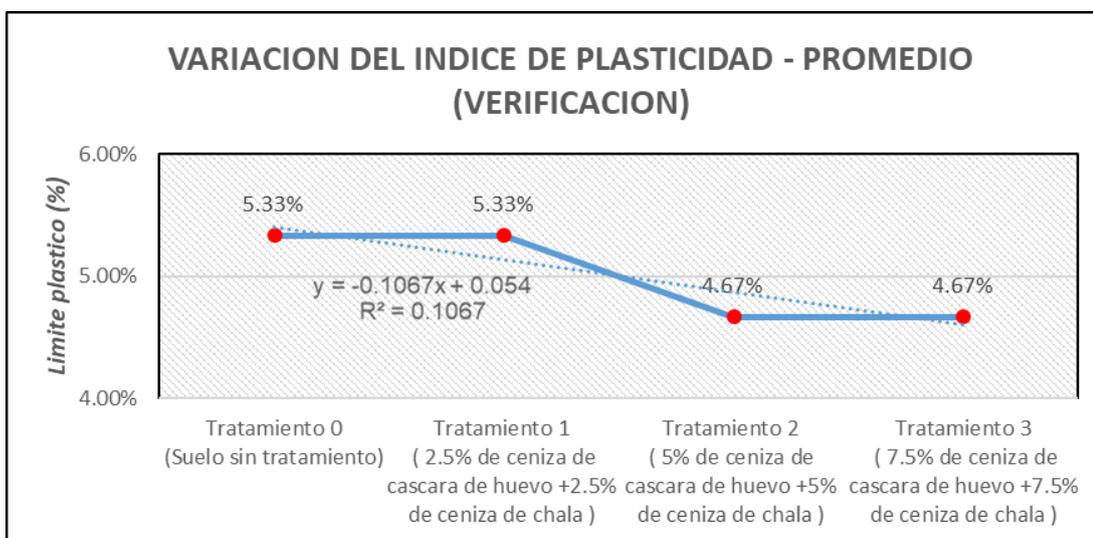


Figura 37. Verificación del índice de plasticidad promedio de los ensayos de verificación

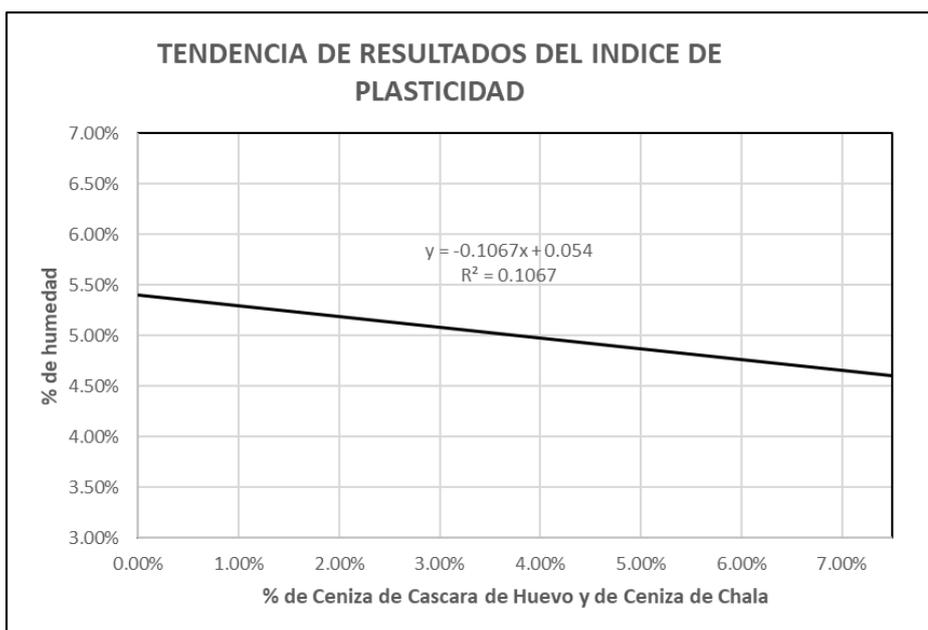


Figura 38. Tendencia de resultados del índice de plasticidad

El índice de plasticidad muestra una disminución con los tratamientos, alcanzando un mínimo valor de 4.67 %. Asimismo, el suelo sin tratamiento tenía un promedio de 5.33 %, índice que es crucial porque muestra la extensión del rango de humedades con la cual el suelo se comporta de manera plástica. La combinación de las cenizas ayudó a que el índice de plasticidad se reduzca con en el tratamiento 2 y 3. La plasticidad implica que el suelo puede experimentar grandes deformaciones incluso bajo la aplicación de pequeños esfuerzos; además, no recupera su volumen inicial de manera eficiente, pues un suelo altamente plástico puede

resultar problemático en diversas aplicaciones, ya que su comportamiento poco elástico puede dar lugar a asentamientos y deformaciones no deseadas en las estructuras; por lo tanto, en muchas situaciones se busca minimizar la plasticidad del suelo para garantizar un comportamiento mecánico más estable y predecible.

La implementación de cada tratamiento con ceniza resultó en modificaciones en las propiedades físicas del suelo. De manera específica, se observó que el tratamiento 3 mostró los valores más altos tanto en el límite líquido como en el límite plástico, mientras que, para el mismo tratamiento, el índice de plasticidad reveló el valor más bajo. Estos cambios indican que el tratamiento 3 tuvo un impacto particular en las características de plasticidad del suelo, lo que afectó su capacidad de retener agua.

4.2.3. Resultado Para las Propiedades Mecánicas

Resultado de la variación de la densidad máxima seca y el óptimo contenido de humedad

Tabla 16. Resultados descriptivos para las propiedades mecánicas

Tratamiento		Densidad máxima	Humedad
Suelo sin tratamiento	Media	1.875	11.63%
	Min.	1.874	11.50%
	Máx.	1.878	11.70%
	D.E.	0.0023	0.0012
Tratamiento 1 (2.5% de ceniza de cascara de huevo+2.5% de ceniza de chala)	Media	1.881	11.97%
	Min.	1.880	11.80%
	Máx.	1.884	12.20%
	D.E.	0.0023	0.0021
Tratamiento 2 (5% de ceniza de cascara de huevo +5% de ceniza de chala)	Media	1.892	12.97%
	Min.	1.890	12.90%
	Máx.	1.894	13.00%
	D.E.	0.0020	0.0006
Tratamiento 3 (7.5% de ceniza de cascara de huevo +7.5% de ceniza de chala)	Media	1.899	13.23%
	Min.	1.898	12.90%
	Máx.	1.900	13.40%
	D.E.	0.0012	0.0029

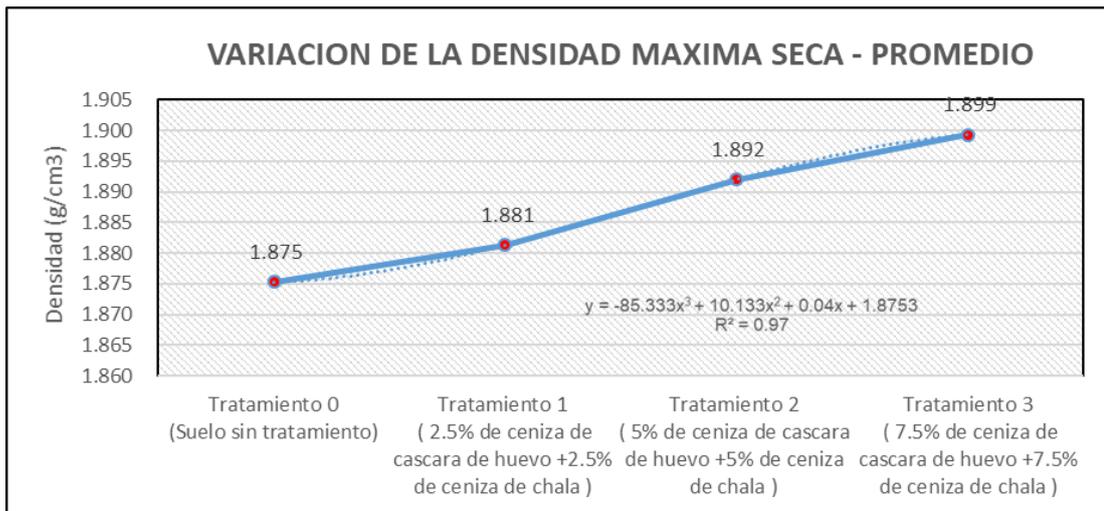


Figura 39. Variación de la densidad máxima seca – promedio

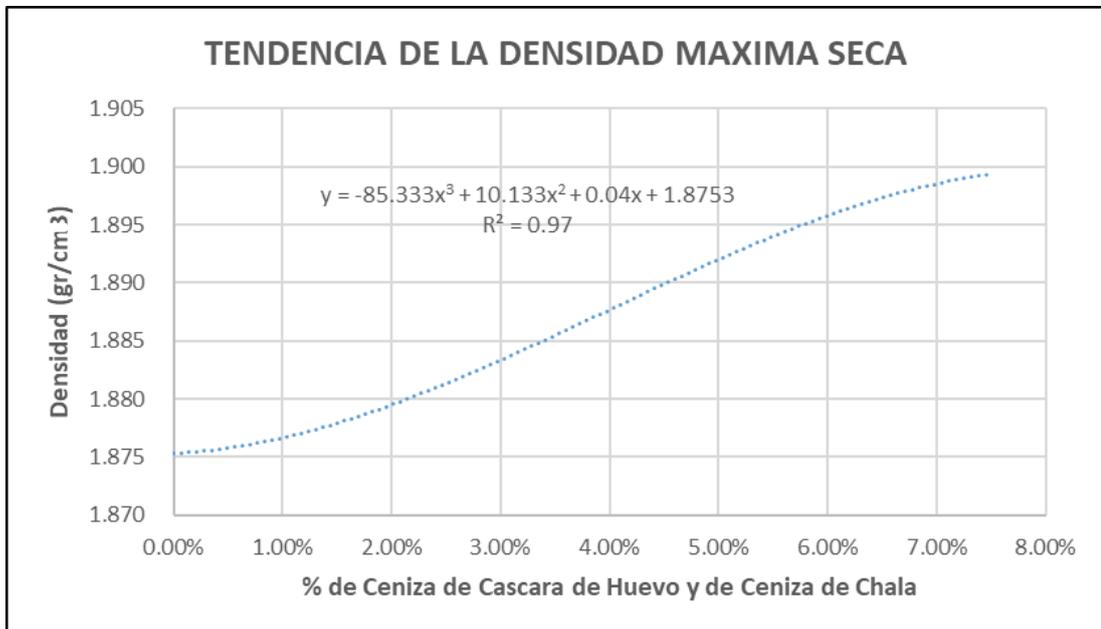


Figura 40. Dispersión de la densidad máxima seca – promedio

La Figura 39 representa la densidad máxima seca en g/cm³. Se observa una tendencia creciente en la DMS a medida que aumenta la relación de ceniza en los tratamientos. El tratamiento 0, que corresponde al suelo sin tratamiento, tiene la densidad más baja, mientras que el tratamiento 3, que incorpora un 7.5 % de ceniza de cascara de huevo y un 7.5% de ceniza de chala, muestra la densidad máxima más alta. Asimismo, el suelo sin tratamiento posee una densidad máxima media de 1.875 g/cm³, que experimenta un aumento incremental con la introducción de cenizas. El tratamiento 3 muestra la mayor densidad máxima media (1.899 g/cm³), lo que indica que esta composición de cenizas resulta en la compactación más eficiente del suelo. En la ingeniería civil, una mayor densidad máxima es indicativa de un suelo con

mejor capacidad de soporte y estabilidad, lo cual es fundamental para la construcción de cimentaciones y pavimentos duraderos.

En la Figura 40 se observa que, conforme aumenta la participación de ceniza, la máxima densidad seca exhibe un aumento progresivo. Según un análisis de tendencia cúbica, esta propiedad seguirá aumentando hasta alcanzar un punto crítico, que ocurre al utilizar un 8.1% de ceniza de cada tipo para obtener una densidad máxima seca de 1.90 g/cm³. Posteriormente, la máxima densidad seca tenderá a disminuir.

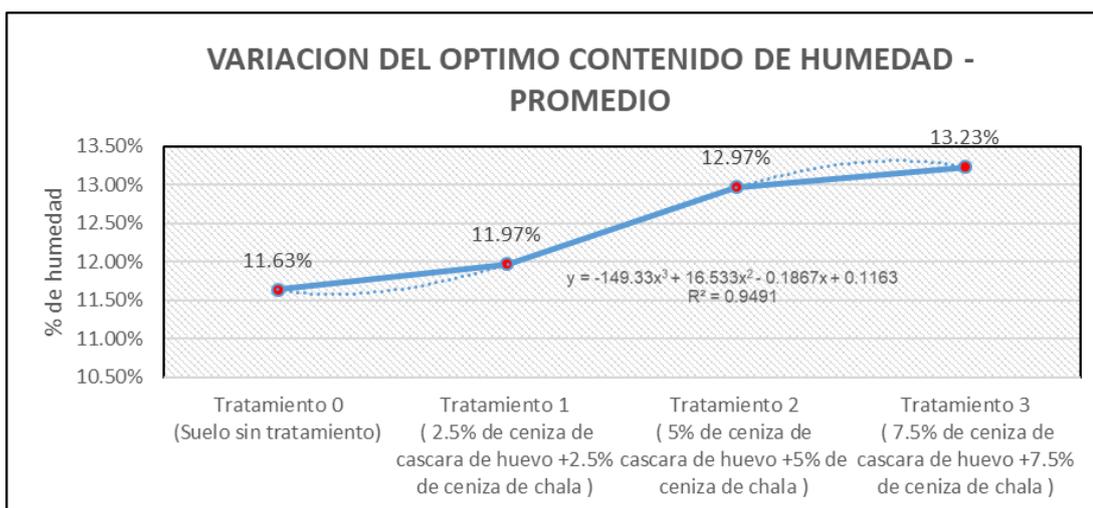


Figura 41. Variación de la humedad óptima – promedio

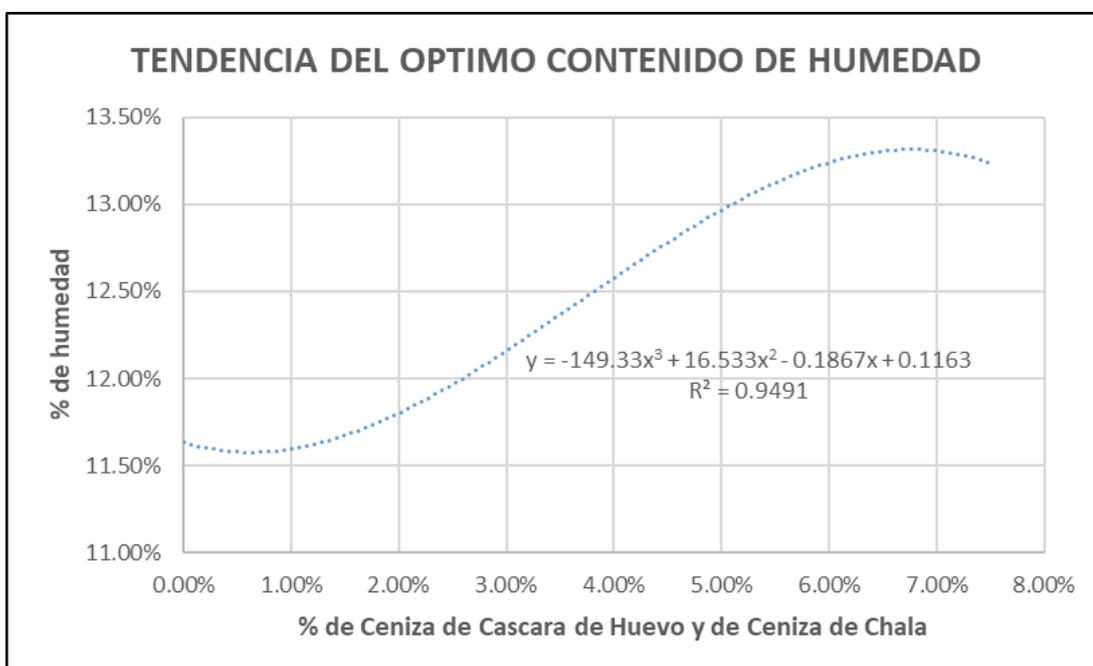


Figura 42. Dispersión del óptimo contenido de humedad

La Figura 41 muestra que la humedad óptima aumenta con cada incremento en la proporción de cenizas añadidas al suelo. El tratamiento 0, que corresponde al suelo sin tratamiento, presenta la menor humedad óptima, mientras que el tratamiento 3, con un 7.5 %

de ceniza de cascara de huevo y un 7.5 % de ceniza de chala, muestra la mayor humedad. Este incremento en la humedad sugiere que las cenizas permiten que el suelo retenga más agua. Además, el suelo sin tratamiento tiene un contenido de humedad medio de 11.63 %, y este valor aumenta ligeramente con cada tratamiento, siendo el tratamiento 3 el que presenta el valor más alto (13.23 %).

En la Figura 42 se aprecia un patrón claro: con el aumento de la participación de ceniza, la máxima densidad seca también aumenta de manera progresiva. Un análisis de tendencia cúbica revela un punto destacado: utilizando un 6.76 % de cada tipo de ceniza se logra el contenido de humedad máximo de 13.31 %.

Resultado del cambio del CBR

Tabla 17. Resultados descriptivos para las propiedades mecánicas

Tratamiento		CBR al 100% de MDS para 0.1 "	CBR al 95% de MDS para 0.1 "	CBR al 100% de MDS para 0.2"	CBR al 95% de MDS para 02"
Suelo sin tratamiento	Media	5.29%	4.15%	5.19%	4.05%
	Min.	5.21%	4.10%	5.14%	4.04%
	Máx.	5.34%	4.19%	5.23%	4.07%
	D.E.	0.0007	0.0005	0.0005	0.0002%
Tratamiento 1 (2.5% de ceniza de cáscara de huevo +2.5% de ceniza de chala)	Media	6.75%	5.89%	6.28%	5.14%
	Min.	6.55%	5.55%	6.09%	4.94%
	Máx.	6.97%	6.12%	6.60%	5.47%
	D.E.	0.0021	0.0030	0.0028	0.0029
Tratamiento 2 (5% de ceniza de cáscara de huevo +5% de ceniza de chala)	Media	15.32%	14.33%	12.27%	11.33%
	Min.	14.45%	13.63%	10.97%	10.28%
	Máx.	16.28%	15.27%	13.06%	11.88%
	D.E.	0.0092	0.0085	0.0114	0.0091
Tratamiento 3 (7.5% de ceniza de cáscara de huevo +7.5% de ceniza de chala)	Media	10.67%	9.87%	9.37%	8.39%
	Min.	10.62%	9.76%	9.34%	8.35%
	Máx.	10.73%	10.02%	9.41%	8.45%
	D.E.	0.0006	0.0013	0.0004	0.0005

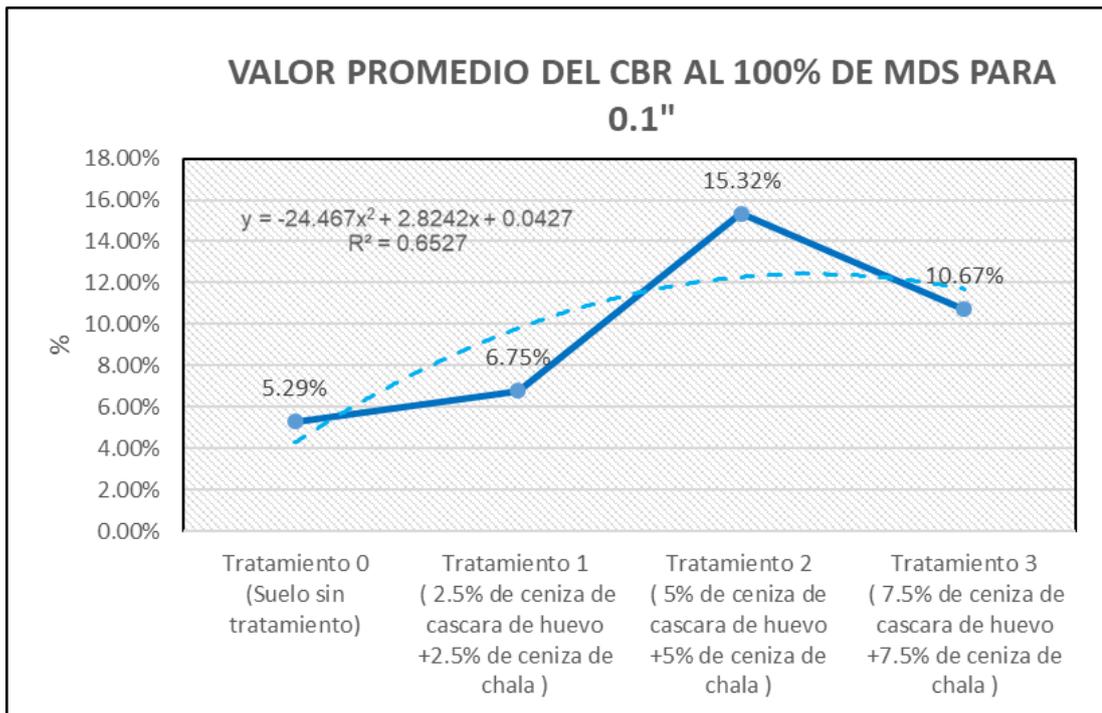


Figura 43. Variación del CBR promedio al 100 % MDS - 0.1" de penetración

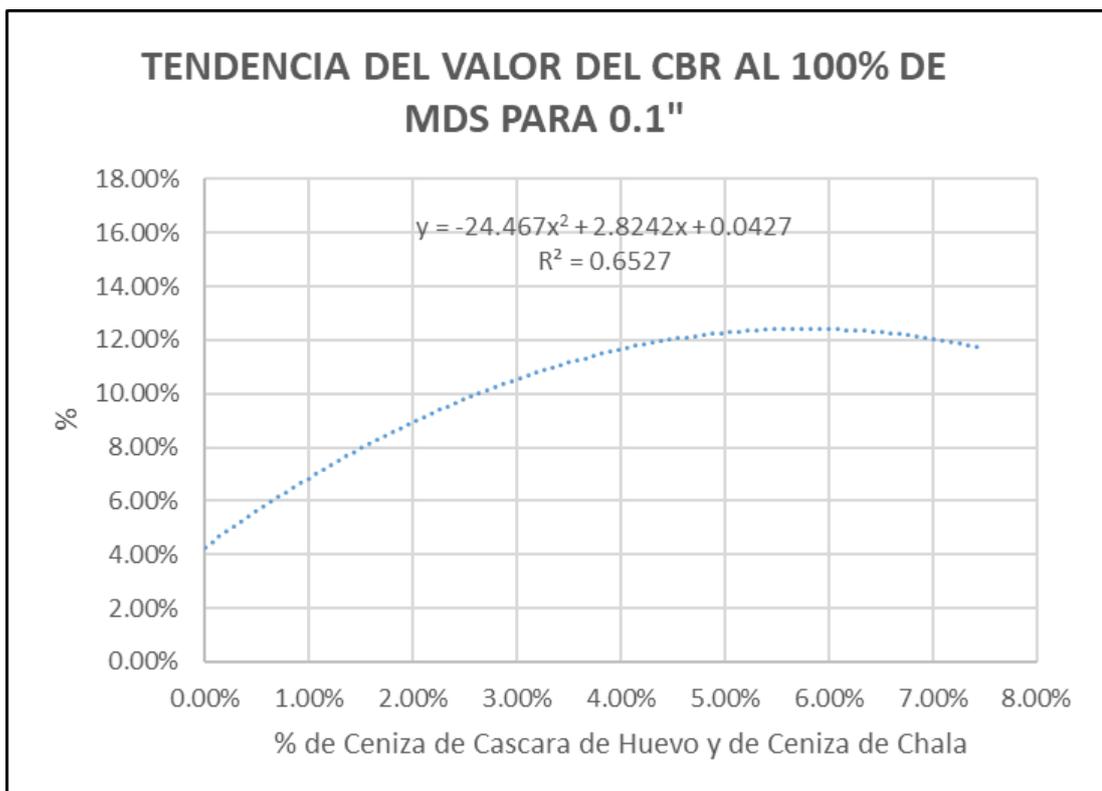


Figura 44. Dispersión del valor del CBR al 100 % MDS - 0.1" de penetración

La

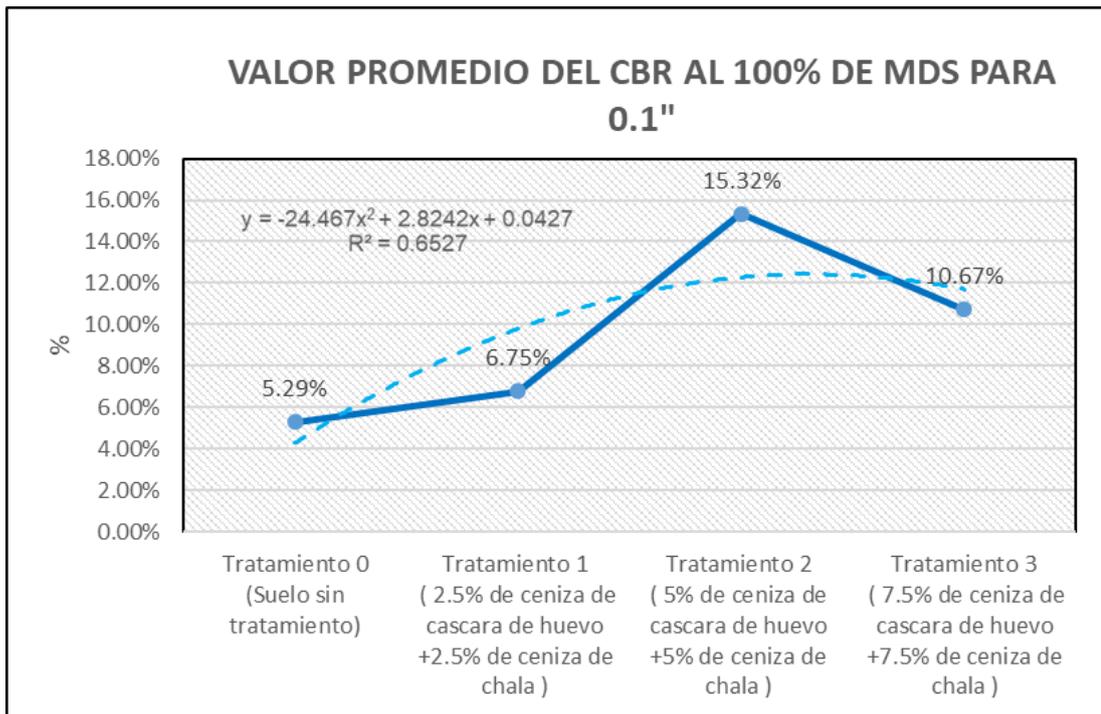


Figura 43 ilustra que todos los tratamientos mejoraron el CBR en comparación con el suelo sin tratamiento. El tratamiento 2 (5% de ceniza de cascara de huevo + 5% de ceniza de chala) mostró el mayor incremento, superando el 15 %, lo que evidencia un cambio notable en la resistencia y la capacidad de soporte de carga del suelo. Esto es especialmente relevante para la ingeniería, ya que un CBR alto es deseable para la construcción de pavimentos, pues implica una mayor resistencia del suelo a la penetración y, por ende, una base más firme para las estructuras.

Se identifica un patrón en la Figura 44 donde los valores del CBR al 100 % de la MDS, con una penetración de 0.1 pulgadas, muestran una relación cuadrática con el aumento de las adiciones de ceniza. Este fenómeno indica que, a medida que se eleva la concentración de ceniza, la propiedad de resistencia a la penetración del suelo mejora de manera consistente. Este análisis revela un punto crucial: al alcanzar la proporción de 5.77 % de cada tipo de ceniza se logra el valor máximo de CBR, equivalente al 12.42 %.

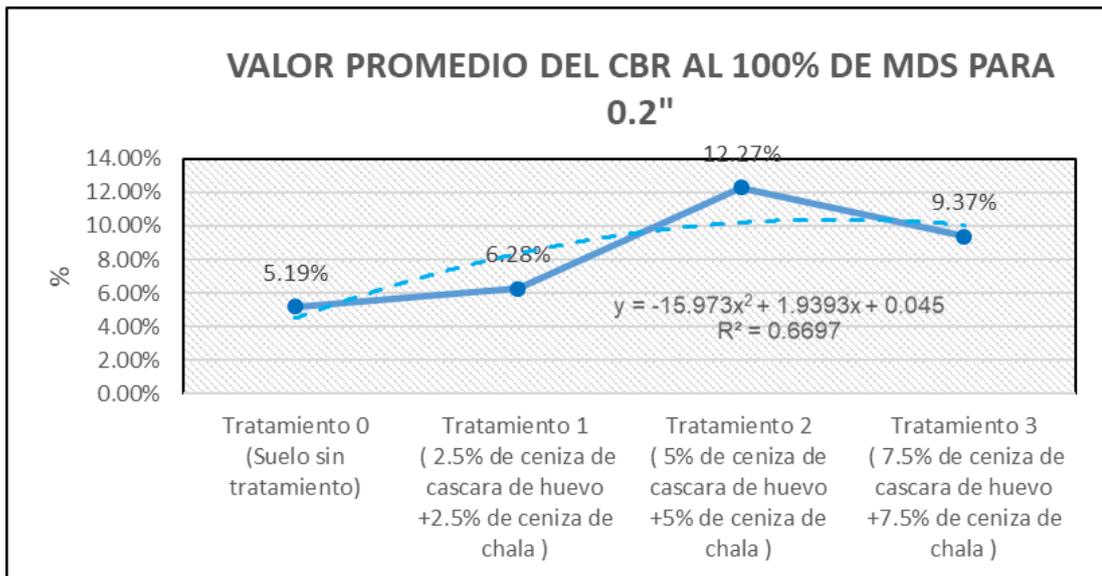


Figura 45. Variación del CBR promedio al 100 % MDS 0.2 de penetración”

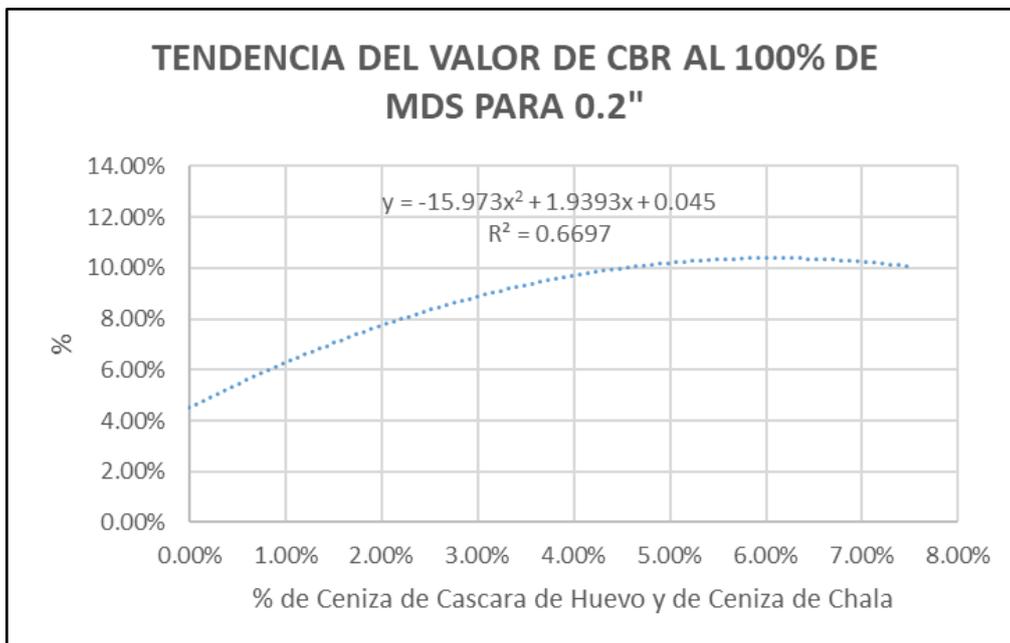


Figura 46. Dispersión del valor del CBR al 100 % de MDS para 0.2"

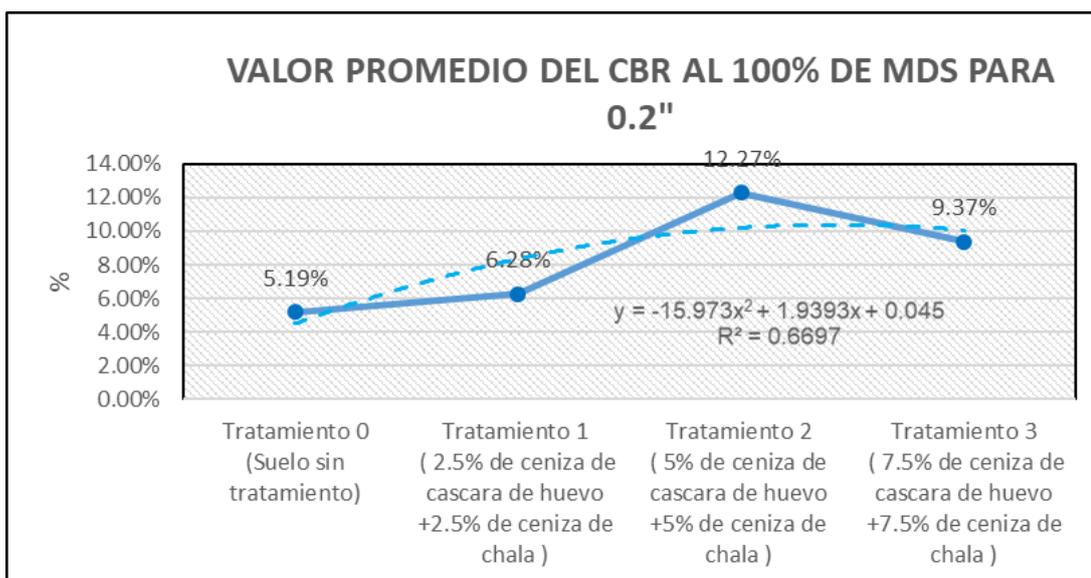


Figura 45, se observa una tendencia similar, donde el tratamiento 2 sigue proporcionando los valores más altos de CBR, aunque con un aumento en la profundidad de 0.2". El suelo sin tratamiento muestra valores más bajos en comparación con los tratados (5.19%), con el tratamiento 2 resaltando significativamente con el valor más alto de 12.27 % a 0.2". Estos resultados muestran que el tratamiento 2 mejora el CBR del suelo.

En la Figura 46 se pone de manifiesto una correlación cuadrática entre los valores del CBR al 100 % de la MDS, con una penetración de 0.2 pulgadas, y el aumento de las adiciones de ceniza. Este descubrimiento revela que, mientras se incrementa la cantidad de ceniza agregada, la resistencia a la penetración del suelo, medida por el CBR, experimenta una mejora constante; sin embargo, se observa un punto crítico: al alcanzar la combinación de 6.07 % de cada tipo de ceniza, se obtiene el valor máximo de resistencia de 10.39 %. A partir de esta proporción, el aumento adicional de ceniza tiende a disminuir la resistencia del suelo.

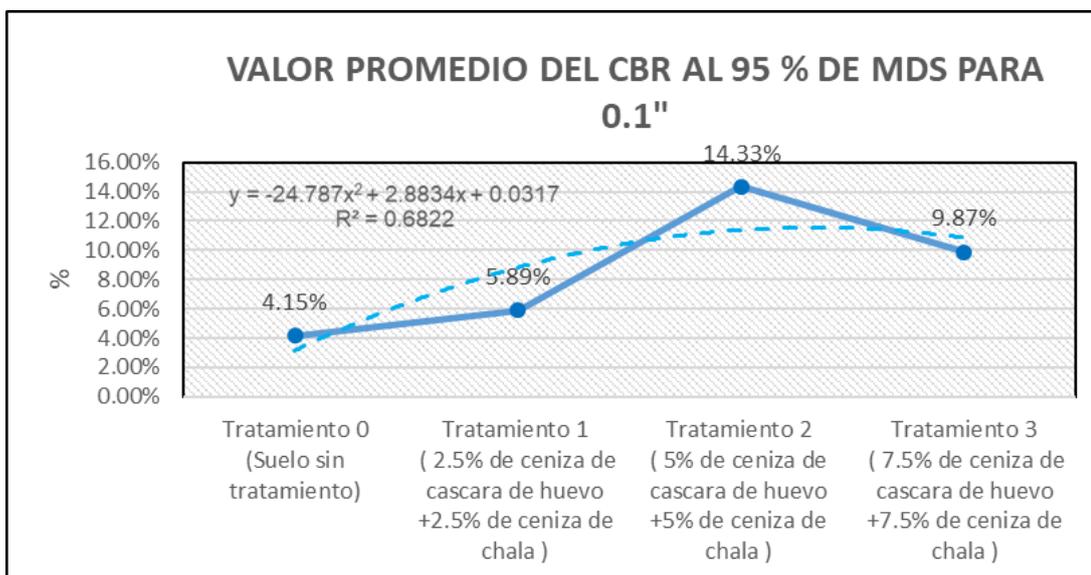


Figura 47. Variación del CBR promedio al 95 % de MDS para 0.1''

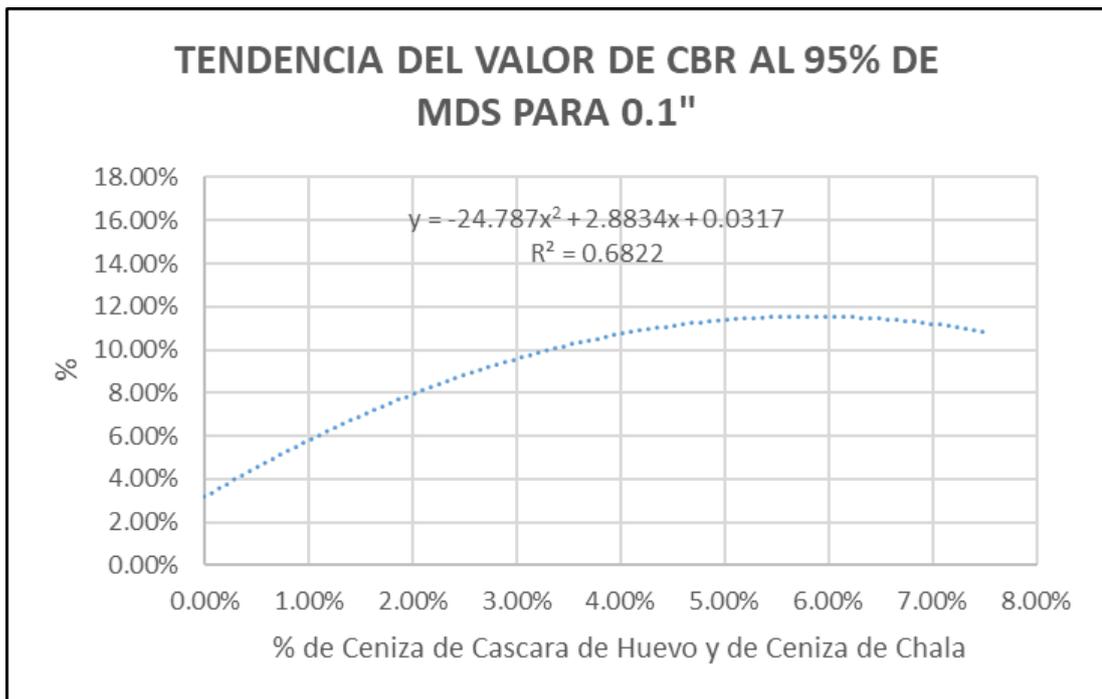


Figura 48. Dispersión del valor de CBR 95 % MDS 0.1 de penetración

La

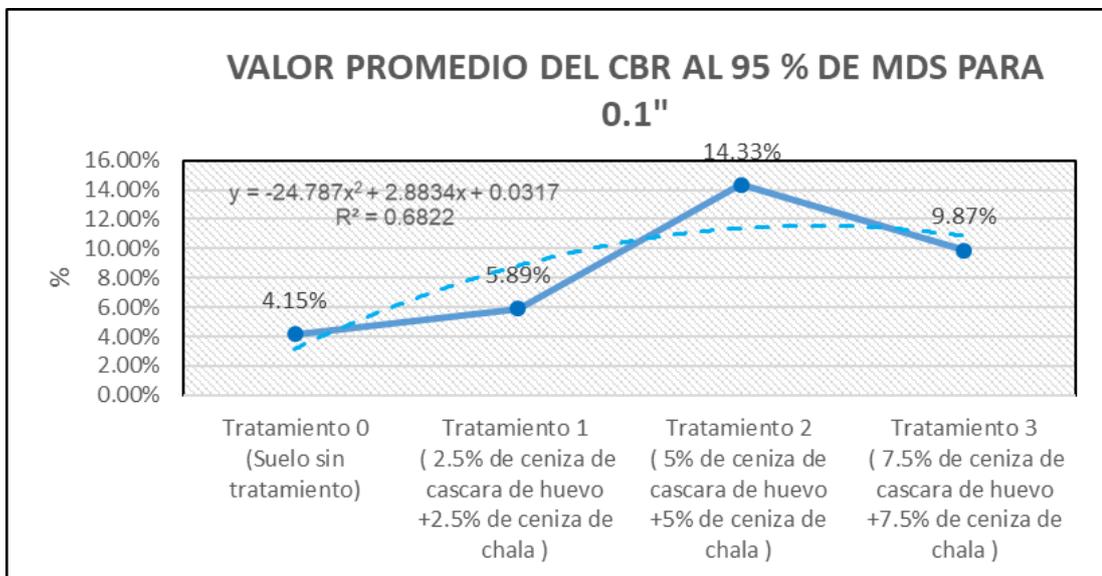


Figura 47 muestra que el tratamiento 2 nuevamente presenta el crecimiento más alto en el CBR al 95 % de MDS a una profundidad de 0.1'', lo que confirma la efectividad del tratamiento con una mezcla de 5 % de cada tipo de ceniza en la mejora de la resistencia del suelo.

En la Figura 48 se presenta una correlación cuadrática entre los valores del CBR a una penetración de 0.1 pulgadas y el aumento en la proporción de ceniza añadida al suelo. Este análisis sugiere que, conforme se incrementa la cantidad de ceniza, se manifiesta un progreso

sistemático y predecible en la resistencia del suelo a la penetración; sin embargo, se identifica un punto crítico en torno al 5.82 % de cada tipo de ceniza, donde se alcanza un máximo de 11.56 % en el CBR.

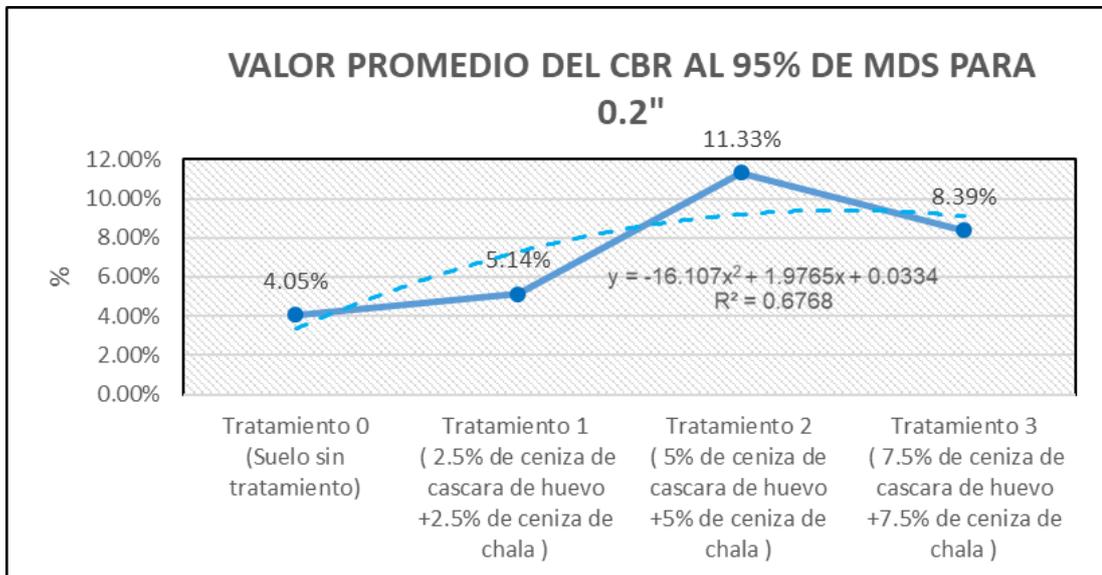


Figura 49. Variación del CBR promedio al 95 % de MDS para 0.2"

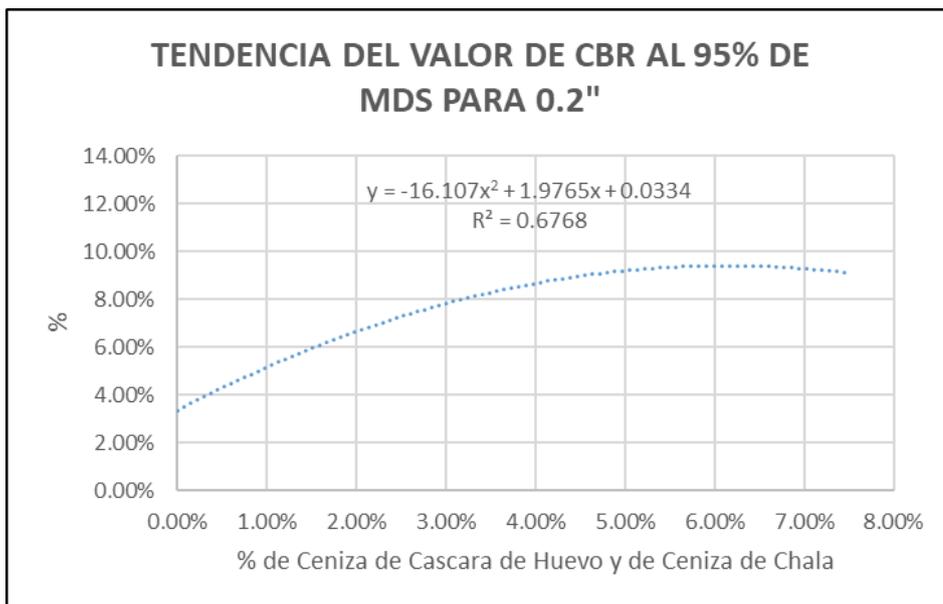


Figura 50. Dispersión del valor de CBR al 95 % de MDS para 0.2"

En la Figura 49, aunque el tratamiento 2 sigue siendo superior al suelo sin tratamiento, el incremento es menos pronunciado a una mayor profundidad (0.2"), similar a los valores de CBR al 100 % de MDS. Los valores de CBR al 95 % de MDS también muestran mejoras con los tratamientos, siendo nuevamente el tratamiento 2 el que obtiene los mayores valores medios de 11.33 % a 0.2".

En la Figura 50 se registra una correlación entre los valores del CBR (índice de soporte California) a una penetración de 0.2 pulgadas y el aumento de las adiciones de ceniza de cada tipo. Se destaca que, al utilizar un porcentaje de cenizas del 6.14 %, se registra el máximo valor de CBR, alcanzando un 9.40 %.

4.3. Prueba de Normalidad

Para evaluar la normalidad, se analizaron en conjunto los parámetros correspondientes a las propiedades físicas y mecánicas del material. Dentro de las propiedades físicas se consideraron el límite líquido, límite plástico y el índice de plasticidad; mientras que, en cuanto a las propiedades mecánicas, se incluyeron la densidad máxima seca, el contenido óptimo de humedad y el CBR. Este análisis resulta esencial para identificar la distribución de los datos y determinar la prueba estadística más adecuada para el estudio.

A continuación, se establecieron las hipótesis para la prueba de normalidad:

- H0: Los registros evidencian una distribución que se ajusta al modelo normal.
- H1: Los registros no evidencian una distribución que se ajusta al modelo normal.

Los criterios para aceptar o rechazar la hipótesis fueron:

- p-valor es menor o igual a 0.05: se descarta la H0 y se acepta la H1.
- p-valor es mayor a 0.05: se mantiene la H0 y se rechaza la H1.

Para seleccionar el procedimiento estadístico más adecuado se eligió aplicar la prueba de Anderson - Darling (utilizando el programa de Minitab) debido a que el conjunto de datos de estudio estaba compuesto por tres especímenes de muestras de suelo. Durante este proceso, se fijó un nivel de significancia del 0.05 para identificar distribuciones que difieren significativamente de la normal. Los hallazgos alcanzados se detallan en el siguiente apartado:

Tabla 18. Pruebas de normalidad de las propiedades físicas

PROPIEDAD FÍSICA	TRATAMIENTO	Anderson - Darling			Resultado
		Estadístico	gl	P valor	
LÍMITE LÍQUIDO	Suelo sin tratamiento	0.395	3	0.122	Normal
	Tratamiento 1 (2.5% de ceniza de cáscara de huevo +2.5% de ceniza de chala)	0.488	3	0.057	
	Tratamiento 2 (5% de ceniza de cáscara de huevo +5% de ceniza de chala)	0.488	3	0.057	
	Tratamiento 3 (7.5% de ceniza de cáscara de huevo +7.5% de ceniza de chala)	0.189	3	0.631	
	Suelo sin tratamiento	0.488	3	0.057	
LÍMITE PLÁSTICO	Tratamiento 1 (2.5% de ceniza de cáscara de huevo +2.5% de ceniza de chala)	0.488	3	0.057	Normal

	Tratamiento 2 (5% de ceniza de cáscara de huevo +5% de ceniza de chala)	0.488	3	0.057	
	Tratamiento 3 (7.5% de ceniza de cáscara de huevo +7.5% de ceniza de chala)	0.488	3	0.057	
	Suelo sin tratamiento	0.488	3	0.057	
	Tratamiento 1 (2.5% de ceniza de cáscara de huevo +2.5% de ceniza de chala)	0.488	3	0.057	
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	Tratamiento 2 (5% de ceniza de cáscara de huevo +5% de ceniza de chala)	0.488	3	0.057	Normal
	Tratamiento 3 (7.5% de ceniza de cáscara de huevo +7.5% de ceniza de chala)	0.488	3	0.057	

Tabla 19. Pruebas de normalidad da las propiedades mecánicas

Propiedad Mecánica	Tratamiento	Anderson - Darling			Resultado
		Estadístico	gl	p valor	
DMS	Suelo sin tratamiento	0.488	3	0.057	Normal
	Tratamiento 1 (2.5% de ceniza de cáscara de huevo +2.5% de ceniza de chala)	0.488	3	0.057	
	Tratamiento 2 (5% de ceniza de cáscara de huevo +5% de ceniza de chala)	0.189	3	0.631	
	Tratamiento 3 (7.5% de ceniza de cáscara de huevo +7.5% de ceniza de chala)	0.488	3	0.057	
	Suelo sin tratamiento	0.488	3	0.057	
OCH	Tratamiento 1 (2.5% de ceniza de cáscara de huevo +2.5% de ceniza de chala)	0.277	3	0.334	Normal
	Tratamiento 2 (5% de ceniza de cáscara de huevo +5% de ceniza de chala)	0.488	3	0.057	
	Tratamiento 3 (7.5% de ceniza de cáscara de huevo +7.5% de ceniza de chala)	0.488	3	0.057	
CBR AL 100% MDS PARA 0.1 "	Suelo sin tratamiento	0.29	3	0.3	Normal
	Tratamiento 1 (2.5% de ceniza de cáscara de huevo +2.5% de ceniza de chala)	0.193	3	0.615	

CBR AL 95% MDS PARA 0.1 "	Tratamiento 2 (5% de ceniza de cáscara de huevo +5% de ceniza de chala)	0.196	3	0.598	Normal
	Tratamiento 3 (7.5% de ceniza de cáscara de huevo +7.5% de ceniza de chala)	0.193	3	0.616	
	Suelo sin tratamiento	0.194	3	0.609	
	Tratamiento 1 (2.5% de ceniza de cáscara de huevo +2.5% de ceniza de chala)	0.292	3	0.295	
	Tratamiento 2 (5% de ceniza de cáscara de huevo +5% de ceniza de chala)	0.261	3	0.378	
	Tratamiento 3 (7.5% de ceniza de cáscara de huevo +7.5% de ceniza de chala)	0.265	3	0.369	
CBR AL 100% MDS PARA 0.2 "	Suelo sin tratamiento	0.23	3	0.487	Normal
	Tratamiento 1 (2.5% de CCH+2.5% de ceniza de chala)	0.379	3	0.14	
	Tratamiento 2 (5% de ceniza de cáscara de huevo +5% de ceniza de chala)	0.369	3	0.153	
	Tratamiento 3 (7.5% de ceniza de cáscara de huevo +7.5% de ceniza de chala)	0.255	3	0.399	
	Suelo sin tratamiento	0.488	3	0.057	
	Tratamiento 1 (2.5% de ceniza de cáscara de huevo +2.5% de ceniza de chala)	0.383	3	0.136	
CBR AL 95% MDS PARA 0.2 "	Tratamiento 2 (5% de ceniza de cáscara de huevo +5% de ceniza de chala)	0.458	3	0.073	Normal
	Tratamiento 3 (7.5% de ceniza de cáscara de huevo +7.5% de ceniza de chala)	0.312	3	0.249	

Como se detalla en la Tabla 18 y Tabla 19, los datos presentan una distribución gaussiana dado que el p- valor es superior a 0.05, por lo cual las propiedades siguen una distribución gaussiana.

4.4. Prueba de Hipótesis

Dado que los datos presentan una distribución gaussiana, se utilizó el análisis de varianza (ANOVA) para evaluar la prueba de hipótesis. El objetivo de esta evaluación fue determinar si los datos apoyan la hipótesis nula (H_0) o la hipótesis alternativa (H_1). Este análisis se realizó comparando el p-valor obtenido con un nivel de significancia de 0.05, lo cual permitió establecer si hay diferencias significativas entre los grupos analizados.

4.4.1. Prueba de Hipótesis de las Propiedades Físicas

a. **Hipótesis a probar:** la incorporación de ceniza de cáscara de huevo y ceniza de chala afecta las propiedades físicas de la capa subrasante del Jr. Centenario, Huancán, Huancayo.

b. **Hipótesis estadísticas:**

- H0: No se identifican cambios en las propiedades físicas entre los distintos tratamientos.

$$\mu_0 = \mu_1 = \mu_2 = \mu_3$$

- H1: Se identifican cambios en las propiedades físicas entre los distintos tratamientos.

$$\mu_0 \neq \mu_1 \neq \mu_2 \neq \mu_3$$

c. **Criterios para aceptar o rechazar las hipótesis:**

$p - \text{valor} < 0.05$: se rechaza la H0 y se acepta la H1

$p - \text{valor} \geq 0.05$: se acepta la H0 y se rechaza la H1

d. **Resultados estadísticos:**

Tabla 20. Promedio de las propiedades físicas según tratamiento experimental

Propiedad	Suelo sin tratamiento	Tratamiento 1 (2.5% de ceniza de cáscara de huevo +2.5% de ceniza de chala)	Tratamiento 2 (5% de ceniza de cáscara de huevo +5% de ceniza de chala)	Tratamiento 3 (7.5% de ceniza de cáscara de huevo +7.5% de ceniza de chala)
	Media	Media	Media	Media
Limite liquido	25.00%	26.67%	27.33%	28.00%
Limite plástica	19.67%	21.33%	22.67%	23.33%
Índice de plasticidad	5.33%	5.33%	4.67%	4.67%

Nota. Elaborado con los valores resultantes de los ensayos de laboratorio.

Tabla 21. Pruebas inferenciales para limite líquido, limite plástica e índice de plasticidad

	ANOVA	gl	F	p-valor
Limite liquido	Entre especímenes	3	7.458	0.011
	Dentro de especímenes	8		
	Total	11		

	Entre especímenes	3	13.476	0.002
Limite plástica	Dentro de especímenes	8		
	Total	11		
	Entre especímenes	3	0.410	0.750
Índice de plasticidad	Dentro de especímenes	8		
	Total	11		

Nota. Elaborado con resultados obtenidos de los ensayos de laboratorio.

Hipótesis específica: La adición de ceniza de cáscara de huevo y ceniza de chala afecta el límite líquido de la capa subrasante del Jr. Centenario, Huancán, Huancayo.

De acuerdo con los resultados, para el límite líquido de la capa subrasante en el Jr. Centenario, Huancan, Huancayo, se han evaluado el suelo sin tratamiento y tres tratamientos con distintas proporciones de ceniza de cascara de huevo y ceniza de chala. El análisis de los promedios revela que el límite líquido es más alto para el tratamiento 3, que consiste en un 7.5 % de ceniza de cascara de huevo y un 7.5 % de ceniza de chala, con un valor medio de 28.00 %. Este resultado es seguido de cerca por el tratamiento 2 con un promedio de 27.33 %, y luego el tratamiento 1 con 26.67 %. El suelo sin tratamiento tiene el valor más bajo con 25.00 %.

Al realizar el análisis de varianza (ANOVA) a esos valores, se obtiene un estadístico F de 7.458 con un grado de libertad (gl) de 3 y un p-valor de 0.011. Este p-valor bajo indica que hay diferencias estadísticamente relevantes entre al menos dos de los especímenes de tratamiento. Considerando que el p-valor es inferior a 0.05, se descarta la hipótesis nula que plantea que todos los tratamientos tienen el mismo efecto en el límite líquido del suelo, lo que sugiere que las variaciones en la composición de las cenizas tienen un impacto estadísticamente significativo en esta propiedad del suelo.

Tabla 22. Prueba post hoc de Tukey del límite líquido

Prueba	Tratamiento	N	Subconjunto para alfa = 0.05			
			1	2	3	4
Tukey	Suelo sin tratamiento	3	25.00			
	Tratamiento 1 (2.5% de ceniza de cáscara de huevo +2.5% de ceniza de chala)	3	26.67	26.67		
	Tratamiento 2 (5% de ceniza de cáscara de huevo +5% de ceniza de chala)	3		27.33		
	Tratamiento 3 (7.5% de ceniza de cáscara de huevo +7.5% de ceniza de chala)	3			28.00	
	Sig.		0.134	0.264		

Los tratamientos 1, 2 y 3 están agrupados en el mismo conjunto, señalando que las diferencias entre ellos no son estadísticamente relevantes; por otro lado, el suelo sin tratamiento se encuentra en un conjunto diferente, lo cual sugiere que el promedio es significativamente diferente y menor que la de los otros tratamientos.

Hipótesis específica: La adición de ceniza de cáscara de huevo y ceniza de chala afecta el límite plástico de la capa subrasante del Jr. Centenario, Huancán, Huancayo.

Se halló que el suelo sin tratamiento presentó un valor promedio de límite plástico de 19.67 %. Con el tratamiento 1 (2.5% de CCH + 2.5% de CC) el valor promedio aumentó a 21.33 %, con el tratamiento 2 (5% de CCH + 5% de CC) aumentó el límite plástico a un promedio de 22.67 %, y con el tratamiento 3 (7.5% de CCH + 7.5% de CC) mostró el mayor aumento en el límite plástico con un promedio de 23.33 %.

El ANOVA para el límite plástico mostró un valor F de 13.476 y un p-valor de 0.002. No se acepta la hipótesis nula, lo que indica que las diferencias entre los tratamientos son estadísticamente significativas. El tratamiento con mayor concentración de cenizas (tratamiento 3) produjo el mayor cambio en el límite plástico.

Tabla 23. Análisis post hoc de Tukey del límite plástico

Prueba	Tratamiento	N	Subconjunto para alfa = 0.05			
			1	2	3	4
Tukey	Suelo sin tratamiento	3	19.67			
	Tratamiento 1 (2.5% de ceniza de cáscara de huevo +2.5% de ceniza de chala)	3	21.33	21.33		
	Tratamiento 2 (5% de ceniza de cáscara de huevo +5% de ceniza de chala)	3		22.67	22.67	
	Tratamiento 3 (7.5% de ceniza de cáscara de huevo +7.5% de ceniza de chala)	3			23.33	
	Sig.		0.106	0.22	0.717	

El suelo sin tratamiento se encuentra en un subconjunto diferente, lo que indica que su media es significativamente menor en comparación con los tratamientos aplicados. El tratamiento 3, al estar en un subconjunto diferente al del suelo sin tratamiento, evidencia una diferencia significativa y un mayor valor obtenido respecto al suelo base sin intervención.

Hipótesis específica: La adición de ceniza de cáscara de huevo y ceniza de chala afecta el índice de plasticidad de la capa subrasante del Jr. Centenario, Huancán, Huancayo.

Se halló que el índice de plasticidad para el suelo sin modificación fue de 5.33 %. Bajo el tratamiento 1, el índice de plasticidad se mantuvo con 5.33 %; el tratamiento 2 resultó en un índice de plasticidad ligeramente menor de 4.67 %. El tratamiento 3 mantuvo su índice de plasticidad a 4.67 %, pero resultó más bajo que el suelo sin tratamiento.

En el caso del índice de plasticidad, el ANOVA arrojó un valor de F de 0.410 con un p-valor de 0.750. Así, se considera válida la hipótesis nula demostrando, ausencia de diferencias significativas entre los tratamientos.

Tabla 24. *Análisis post hoc de Tukey del índice de plasticidad*

Prueba	Tratamiento	N	Subconjunto para alfa =				
			0.05	1	2	3	4
Tukey	Suelo sin tratamiento	3	4.67				
	Tratamiento 1 (2.5% de CCH +2.5% de CC)	3	4.67				
	Tratamiento 2 (5% de CCH +5% de CC)	3	5.33				
	Tratamiento 3 (7.5% de CCH +7.5% de CC)	3	5.33				
	Sig.			0.86			

El análisis de Tukey indica que no hay variación estadística entre las intervenciones, ya que se encuentran en el mismo subconjunto.

e. Análisis:

Límite Líquido: los tratamientos con ceniza mostraron un aumento progresivo en el límite líquido con el aumento de la proporción de cenizas, alcanzando el valor más alto en el tratamiento 3. La prueba de ANOVA confirmó que existen diferencias entre los tratamientos.

Límite Plástico: El tratamiento 3 resultó en un significativo aumento en el límite plástico. Así, con la prueba de ANOVA se verificó la existencia de diferencias entre las medias.

Índice de Plasticidad: Aunque la prueba de ANOVA no muestra diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos en relación con el índice de plasticidad, se observa una disminución en el índice de plasticidad con el tratamiento 3, pasando de 5.33 % a 4.67 %.

4.4.2. Prueba de Hipótesis de las Propiedades Mecánicas

a. **Hipótesis a probar:** La adición de ceniza de cáscara de huevo y ceniza de chala afecta las propiedades mecánicas de la capa subrasante del Jr. Centenario, Huancán, Huancayo.

b. **Hipótesis estadísticas:**

- H0: No se observan diferencias en las propiedades mecánicas entre los distintos tratamientos.

$$\mu_0 = \mu_1 = \mu_2 = \mu_3$$

- H1: Se observan diferencias en las propiedades mecánicas entre los distintos tratamientos.

$$\mu_0 \neq \mu_1 \neq \mu_2 \neq \mu_3$$

c. Criterios para aceptar o rechazar las hipótesis:

p – valor menor que 0.05 : se descarta la H_0 y se valida la H_1

p – valor mayor igual a 0.05 : se valida la H_0 y se descarta la H_1

d. Resultados estadísticos:

Tabla 25. Promedios de las propiedades mecánicas según tratamiento experimental

Propiedad	Suelo sin tratamiento	Tratamiento 1 (2.5% de ceniza de cáscara de huevo +2.5% de ceniza de chala)	Tratamiento 2 (5% de ceniza de cáscara de huevo +5% de ceniza de chala)	Tratamiento 3 (7.5% de ceniza de cáscara de huevo +7.5% de ceniza de chala)
	Media	Media	Media	Media
Densidad máxima	1.8753	1.8813	1.8920	1.8993
Humedad %	11.63 %	11.97 %	12.97 %	13.23 %
CBR al 100% de MDS para 0.1 "	5.29 %	6.75 %	15.32 %	10.67 %
CBR al 95% de MDS para 0.1 "	4.15 %	5.89 %	14.33 %	9.87 %
CBR al 100% de MDS para 0.2"	5.19 %	6.28 %	12.27 %	9.37 %
CBR al 95% de MDS para 02"	4.05 %	5.14 %	11.33 %	8.39 %

Tabla 26. Pruebas inferenciales para densidad máxima seca, óptimo contenido de humedad, CBR al 95 % y 100 %

	ANOVA	gl	F	p-valor
DMS	Entre especímenes	3	86.333	0.000
	Dentro de especímenes	8		
	Total	11		
OCH	Entre especímenes	3	49.705	0.000
	Dentro de especímenes	8		
	Total	11		
CBR al 100% de MDS para 0.1 "	Entre especímenes	3	270.968	0.000

	Dentro de especímenes	8		
	Total	11		
	Entre especímenes	3	297.775	0.000
CBR al 95% de MDS para 0.1 "	Dentro de especímenes	8		
	Total	11		
	Entre especímenes	3	89.368	0.000
CBR al 100% de MDS para 0.2"	Dentro de especímenes	8		
	Total	11		
	Entre especímenes	3	142.758	0.000
CBR al 95% de MDS para 0.2"	Dentro de especímenes	8		
	Total	11		

Hipótesis específica: La adición de ceniza de cáscara de huevo y ceniza de chala afecta la densidad máxima seca de la capa subrasante del Jr. Centenario, Huancán, Huancayo.

El suelo sin tratamiento presentó una densidad óptima media de 1.8753 g/cm³. Con la adición de cenizas, se observaron incrementos progresivos en la densidad máxima con el tratamiento 1 (2.5 % de ceniza de cada tipo) alcanzando 1.8813 g/cm³. El tratamiento 2 (5 % de ceniza de cada tipo) alcanzó 1.8920 g/cm³, y el tratamiento 3 (7.5% de ceniza de cada tipo) alcanzó 1.8993 g/cm³.

El tratamiento 3 logró la densidad máxima más alta con un promedio de 1.8993 g/cm³, lo cual indica que el suelo tratado con la mayor proporción de cenizas se compactó más densamente que los otros tratamientos y el suelo sin tratamiento.

La prueba de ANOVA arrojó una cifra de F de 86.333 y un p-valor de 0.000, lo que sugiere que hay diferencias estadísticamente significativas entre, al menos, dos de los tratamientos en cuanto a densidad máxima.

Tabla 27. Prueba post hoc de Tukey de la máxima densidad seca

Prueba	Tratamiento	N	Subconjunto para alfa = 0.05			
			1	2	3	4
Tukey	Suelo sin tratamiento	3	1.88			
	Tratamiento 1 (2.5% de ceniza de cáscara de huevo +2.5% de ceniza de chala)	3		1.88		
	Tratamiento 2 (5% de ceniza de cáscara de huevo +5% de ceniza de chala)	3			1.89	
	Tratamiento 3 (7.5% de ceniza de cáscara de huevo +7.5% de ceniza de chala)	3				1.90

Sig.	1.00	1.00	1.00	1.00
------	------	------	------	------

El análisis de Tukey indica que existe variación estadística entre los tratamientos debido a que se encuentran en diferentes subconjuntos, y el tratamiento 3 permite obtener el mayor valor de la densidad seca.

Hipótesis específica: La adición de ceniza de cáscara de huevo y ceniza de chala afecta el óptimo contenido de humedad de la capa subrasante del Jr. Centenario, Huancán, Huancayo.

Para la humedad, el suelo sin tratamiento tuvo un promedio de 11.63 %. Este valor se incrementó ligeramente con cada tratamiento: 11.97 % para el tratamiento 1, 12.97 % para el tratamiento 2, y 13.23 % para el tratamiento 3.

Aunque todas las muestras tratadas mostraron un incremento en la humedad en comparación con el suelo sin tratamiento, el tratamiento 3 también presentó la mayor humedad con un promedio de 13.23 %, esto puede reflejar una capacidad para retener agua mejorada debido a la presencia de cenizas.

La prueba de ANOVA para la humedad mostró un valor de F de 49.705 y un p-valor de 0.000, lo que confirma que las diferencias de humedad en los tratamientos son también significativas.

Tabla 28. Prueba post hoc de Tukey del óptimo contenido de humedad

Prueba	Tratamiento	N	Subconjunto para alfa = 0.05			
			1	2	3	4
Tukey	Suelo sin tratamiento	3	0.12			
	Tratamiento 1 (2.5% de ceniza de cáscara de huevo +2.5% de ceniza de chala)	3	0.12			
	Tratamiento 2 (5% de ceniza de cáscara de huevo +5% de ceniza de chala)	3		0.13		
	Tratamiento 3 (7.5% de ceniza de cáscara de huevo +7.5% de ceniza de chala)	3		0.13		
	Sig.		0.215	0.37		

El análisis de post hoc de Tukey muestra que el tratamiento 2 y 3 están en un subconjunto diferente del tratamiento patrón, lo cual muestra una diferencia significativa.

Hipótesis específica: La adición de ceniza de cáscara de huevo y ceniza de chala afecta el CBR al 100 % de la MDS para 0.1” de penetración de la capa subrasante del Jr. Centenario, Huancán, Huancayo.

El suelo sin tratamiento mostró un promedio de 5.29 %. Los tratamientos con cenizas mejoraron este valor: 6.75 % para el tratamiento 1, 15.32 % para el tratamiento 2, y 10.67 % para el tratamiento 3; de estos, el tratamiento 2 presentó el mejor resultado, lo que indica una notable mejora en la capacidad de carga del suelo.

El tratamiento 2 mostró el valor más alto de CBR con 15.32 %, lo que simboliza una mejora en la resistencia del suelo en contraste con suelo sin tratamiento. El análisis de ANOVA reveló diferencias sustanciales en términos estadísticos entre los tratamientos con un p-valor de 0.000.

Tabla 29. *Análisis post hoc de Tukey del CBR al 100 % de la MDS para 0.1"*

Prueba	Tratamiento	N	Subconjunto para alfa = 0.05			
			1	2	3	4
Tukey	Suelo sin tratamiento	3	0.05			
	Tratamiento 1 (2.5% de ceniza de cáscara de huevo +2.5% de ceniza de chala)	3		0.07		
	Tratamiento 3 (7.5% de ceniza de cáscara de huevo +7.5% de ceniza de chala)	3			0.11	
	Tratamiento 2 (5% de ceniza de cáscara de huevo + 5% de ceniza de chala)	3				0.15
	Sig.		1.00	1.00	1.00	1.00

La prueba de Tukey indica que existe fluctuación del CBR al 100 % de la MDS para 0.1" entre los tratamientos, debido a que se encuentran en diferentes subconjuntos. Además, el tratamiento 2 hace que se obtenga el mayor CBR al estar en el subconjunto 4.

Hipótesis específica: La adición de ceniza de cáscara de huevo y ceniza de chala afecta el CBR al 100 % de MDS para 0.2" de penetración de la capa subrasante del Jr. Centenario, Huancán, Huancayo.

El suelo sin tratamiento tenía un promedio de 5.19 %, mientras que los tratamientos mostraron los siguientes promedios: 6.28 % para el tratamiento 1, 12.27 % para el tratamiento 2, y 9.37 % para el tratamiento 3. El 2 se destacó una vez más, proporcionando el mayor valor de CBR en esta profundidad.

Una vez más, el tratamiento 2 proporcionó el mejor resultado con un valor de CBR de 12.27 %, mostrando una mejoría destacada en la capacidad del suelo para soportar peso sin deformarse. La significancia estadística de este resultado fue respaldada por un p-valor de 0.000 en el ANOVA.

Tabla 30. *Análisis post hoc de Tukey del CBR al 100 % de la MDS para 0.2"*

Prueba	Tratamiento	N	Subconjunto para alfa = 0.05			
			1	2	3	4
Tukey	Suelo sin tratamiento	3	0.05			
	Tratamiento 1 (2.5% de ceniza de cáscara de huevo +2.5% de ceniza de chala)	3	0.06			
	Tratamiento 2 (5% de ceniza de cáscara de huevo +5% de ceniza de chala)	3		0.09		
	Tratamiento 3 (7.5% de ceniza de cáscara de huevo +7.5% de ceniza de chala)	3			0.12	
	Sig.		0.18	1.00	1.00	

La prueba de Tukey sugiere que hay variación en el CBR al 100 % de la MDS para 0.2" entre los distintos tratamientos, ya que se sitúan en conjuntos diferentes.

Hipótesis específica: La adición de ceniza de cáscara de huevo y ceniza de chala afecta el CBR al 95 % de MDS para 0.1" de penetración de la capa subrasante del Jr. Centenario, Huancán, Huancayo.

También se observó un incremento con los tratamientos: 5.89 % para el tratamiento 1, 14.33 % para el tratamiento 2, y 9.87 % para el tratamiento 3; nuevamente, el tratamiento 2 sobresalió con el mayor valor, lo que refleja una resistencia mejorada del suelo subrasante.

De nuevo, el tratamiento 2 resultó ser el más eficiente, con el valor de CBR más alto de 14.33 %, lo que sugiere una notable mejora en la capacidad de carga del suelo a esta compactación y profundidad. El ANOVA confirmó la significancia estadística de estas diferencias con un p-valor de 0.000.

Tabla 31. Análisis post hoc de Tukey del CBR al 95 % de la MDS para 0.1"

Prueba	Tratamiento	N	Subconjunto para alfa =			
			0.05			
			1	2	3	4
Tukey	Suelo sin tratamiento	3	0.04			
	Tratamiento 1 (2.5% de ceniza de cáscara de huevo +2.5% de ceniza de chala)	3		0.06		
	Tratamiento 3 (7.5% de ceniza de cáscara de huevo + 7.5% de ceniza de chala)	3			0.10	
	Tratamiento 2 (5% de ceniza de cáscara de huevo +5% de ceniza de chala)	3				0.14
	Sig.		1.00	1.00	1.00	1.00

Del análisis de Tukey se interpreta que el tratamiento 2 presenta el mayor valor en esta propiedad dado que se encuentra en un subconjunto más a la derecha y distinto a los demás.

Hipótesis específica: La adición de ceniza de cáscara de huevo y ceniza de chala afecta el CBR al 95 % de MDS para 0.2" de penetración de la capa subrasante del Jr. Centenario, Huancán, Huancayo.

El valor de CBR es un criterio crucial en el diseño de pavimentos, ya que mide la resistencia del suelo a la penetración y, por ende, su capacidad de soporte. El suelo sin tratamiento tuvo un valor de CBR de 4.05 %. Los tratamientos con cenizas mejoraron este valor significativamente: el tratamiento 1 registró un CBR de 5.14 %, el tratamiento 2 un CBR de 11.33 %, y el tratamiento 3 un CBR de 8.39 %.

El tratamiento 2 mostró el mayor valor de CBR con 11.33 %, lo que simboliza una mejor capacidad de soporte del suelo en comparación con los otros tratamientos, y el suelo sin tratamiento un valor más alto de CBR, lo que indica que el suelo tiene una mejor capacidad para soportar cargas sin sufrir deformaciones significativas, lo cual es crítico en la construcción de pavimentos y cimentaciones.

La prueba de ANOVA dio un valor de F de 142.758 y un p-valor de 0.000 para el CBR, lo cual permite señalar diferencias significativas y sugiere un mejoramiento en la capacidad del subsuelo para soportar esfuerzos con la inclusión de cenizas.

Tabla 32. *Análisis post hoc de Tukey del CBR al 95 % de la MDS para 0.2"*

Prueba	Tratamiento	N	Subconjunto para alfa = 0.05			
			1	2	3	4
Tukey	Suelo sin tratamiento	3	0.04			
	Tratamiento 1 (2.5% de ceniza de cáscara de huevo +2.5% de ceniza de chala)	3	0.05			
	Tratamiento 3 (7.5% de ceniza de cáscara de huevo + 7.5% de ceniza de chala)	3		0.08		
	Tratamiento 2 (7.5% de ceniza de cáscara de huevo +7.5% de ceniza de chala)	3			0.11	
	Sig.		0.09	1.00	1.00	

El análisis de Tukey muestra que el tratamiento 2 alcanza el valor más alto de esta propiedad de manera significativa, ya que se encuentra en un subconjunto diferente y más a la derecha en la comparación.

e. Análisis:

Los datos derivados de las evaluaciones mecánicas efectuadas para evaluar el impacto de la ceniza de cáscara de huevo y ceniza de chala en la capa subrasante del Jr. Centenario, Huancán, Huancayo, proporcionan evidencia sustancial para probar la hipótesis planteada. Se observó que la inclusión de estas cenizas contribuye notablemente a la mejora de las propiedades mecánicas del suelo.

Densidad máxima: el tratamiento 3, que consiste en 7.5 % de ceniza de cáscara de huevo y 7.5% de ceniza de chala, resultó en la mayor densidad máxima, lo que sugiere una mejor compactación del suelo.

Óptimo contenido de humedad: en términos de humedad, nuevamente, el tratamiento 3 presentó el valor más alto.

CBR al 100 % de MDS para 0.1" y 0.2" y al 95 %: el tratamiento 2 se destacó al mostrar los valores más altos de CBR a ambas profundidades de penetración, lo que indica una capacidad de soporte del suelo notablemente mejorada. Los altos valores de CBR implican que el suelo tiene una buena capacidad para resistir la carga impuesta por la infraestructura, lo que reduce la probabilidad de deformaciones y fallas debido a las cargas en el pavimento.

4.4.3. Prueba de la Hipótesis General

- i. Hipótesis: La adición de ceniza de cáscara de huevo y ceniza de chala afecta las propiedades físicas y mecánicas de la capa subrasante del Jr. Centenario, Huancán, Huancayo.
- ii. Pruebas:

Tabla 33. Resumen de las propiedades físicas y mecánicas

Propiedad	Prueba Utilizada	p-valor	Promedio Suelo Sin Tratamiento	Promedio Mejor Tratamiento	Influencia Significativa
Límite Líquido	ANOVA	0.011	25.00 %	28.00 % (tratamiento 3)	Sí
Límite Plástico	ANOVA	0.002	19.67 %	23.33 % (tratamiento 3)	Sí
Índice de plasticidad	ANOVA	0.750	5.33 %	4.67 % (tratamiento 3)	No (Estadísticamente) Si (cuantitativamente)
Densidad máxima seca	ANOVA	0.00	1.8753	1.8993 (tratamiento 3)	Sí
Óptimo contenido Humedad	ANOVA	0.00	11.63 %	13.23 % (tratamiento 3)	Sí
CBR al 100% de MDS para 0.1"	ANOVA	0.00	5.29 %	15.32 % (tratamiento 2)	Sí
CBR al 95% de MDS para 0.1"	ANOVA	0.00	4.15 %	14.33 % (tratamiento 2)	Sí
CBR al 100% de MDS para 0.2"	ANOVA	0.00	5.19 %	12.27 % (tratamiento 2)	Sí
CBR al 95% de MDS para 0.2"	ANOVA	0.00	4.05 %	11.33 % (tratamiento 2)	Sí

La investigación ha comprobado que la inclusión de ceniza de cáscara de huevo y chala afecta de manera significativa tanto las propiedades físicas como mecánicas del suelo. Por medio de diversas pruebas estadísticas rigurosas, se ha confirmado la hipótesis de que estas cenizas alteran los límites líquidos y plásticos, la densidad máxima, el óptimo contenido de humedad y CBR, a excepción de la propiedad del índice de plasticidad, pero este valor sí tuvo una reducción de 5.33 % a 4.67 %.

En términos de las propiedades físicas, los tratamientos con cenizas han incrementado el límite líquido, límite plástico y han reducido el índice de plasticidad. Además, se ha observado que el límite plástico alcanza su punto más elevado con el tratamiento 3, lo cual sugiere una mejor capacidad del suelo para soportar deformaciones sin romperse.

Desde la perspectiva mecánica, los resultados son significativos, el tratamiento 3 ha mostrado una densidad máxima superior, lo que se traduce en un suelo más robusto y compacto, esencial para la estabilidad de cualquier estructura que se asiente sobre él. La humedad óptima,

también mayor en el mismo tratamiento, es indicativa de que el suelo puede alcanzar esta densidad máxima en condiciones de campo ideales, pero es en los valores de CBR donde el tratamiento 2 destaca, mejorando considerablemente la capacidad de carga del suelo a diferentes profundidades y grados de compactación, lo que es decisivo para el diseño eficiente de pavimentos y cimentaciones.

La efectividad de la adición de cenizas queda así claramente evidenciada, no solo por la mejora en las propiedades individuales, sino también por la significancia estadística de estos cambios, reflejada en los p-valores obtenidos para la prueba de ANOVA. Estos p-valores, que rozan el cero, son una prueba irrefutable de que la inclusión de cenizas modifica el suelo de una manera que es estadísticamente significativa. Las implicancias para la ingeniería civil de tales hallazgos son múltiples y prometedoras. La opción de perfeccionar el comportamiento del terreno utilizando materiales sostenibles como las cenizas de cáscara de huevo y chala puede representar un enfoque más ecológico y económico para la construcción y el mantenimiento de infraestructuras.

4.5. Discusión de Resultados

4.5.1. Discusión de las Propiedades Físicas

4.5.1.1. Discusión 1 (límite líquido). A nivel internacional, Umesh (19) encontró que la adición del 18 % de ceniza volante al suelo redujo el límite líquido de 36.05 % a 31.85 %; en contraste, en esta investigación se observó un aumento en este valor.

A nivel nacional, Aldoradin (21) reportó que la inclusión del 12 % de ceniza de cáscara de huevo disminuyó el límite líquido de 40 % a 37 %; sin embargo, en esta investigación se evidenció un comportamiento opuesto, ya que el valor del límite líquido aumentó.

De manera similar, Vidal (22) halló que la adición del 15 % de ceniza de cáscara de huevo incrementó el límite líquido de 55 % a 59 %, mostrando la misma tendencia observada en esta investigación.

Por otro lado, Quispe (23) encontró que la inclusión del 10 % de ceniza de mazorca de maíz redujo el límite líquido de 31.7 % a 30.1 %; en contraste, en esta investigación se registró un aumento en dicho valor.

Asimismo, Báez (24) determinó que la adición del 10 % de ceniza de mazorca de maíz redujo el límite líquido de 24 % a 17 %. Sin embargo, en esta investigación se evidenció un incremento en este parámetro.

Finalmente, Pacuy (25) observó que la inclusión del 10 % de ceniza de hoja de maíz disminuyó el límite líquido de 48.13 % a 37.9 %. No obstante, los resultados de esta investigación mostraron un comportamiento contrario, con un aumento en el límite líquido.

Estos hallazgos sugieren que la respuesta del suelo a la adición de cenizas varía según el tipo de ceniza utilizada y las características del suelo base. El incremento del límite líquido

en esta investigación podría estar asociado con las propiedades mineralógicas y la composición química de las cenizas empleadas, lo que podría haber influido en la retención de humedad y la interacción entre las partículas del suelo tratado.

4.5.1.2. Discusión 2 (límite plástico). A nivel internacional, Umesh (19) demostró que el límite plástico aumentó de 22.55 % a 27.45 % con la adición de un 36 % de cenizas volantes. En concordancia con estos hallazgos, la presente investigación también evidenció un incremento en el valor del límite plástico con la incorporación de ceniza.

A nivel nacional, los resultados encontrados presentan algunas coincidencias y discrepancias con investigaciones previas. Aldoradin (21) reportó una reducción del límite plástico de 22 % a 21 % al utilizar un 12 % de ceniza de cascara de huevo, mientras que en este estudio se observó un efecto contrario, mostrando un aumento del valor del límite plástico. Por otro lado, Vidal (22) encontró que la adición de un 15 % de ceniza de cascara de huevo elevó el límite plástico de 26 % a 32 %, lo cual concuerda con la tendencia identificada en el contexto de esta investigación.

En cuanto a la ceniza de mazorca de maíz, Quispe (23) determinó que el uso de un 10 % de este material incrementó el límite plástico de 21.56 % a 24.23 %, lo que concuerda con los resultados obtenidos en este trabajo. Sin embargo, Báez, con la misma proporción de ceniza de mazorca de maíz, observó un decrecimiento del límite plástico de 18 % a 14 %, lo que contrasta con los hallazgos de la presente investigación.

Finalmente, Pacuy (25) reportó que al incorporar un 10 % de ceniza de hoja de maíz, el límite plástico se elevó de 20.46 % a 28.77 %, lo que está en línea con los resultados observados en este estudio, reforzando la hipótesis de que ciertos tipos de cenizas pueden aumentar la plasticidad del suelo.

A partir de estos resultados, se puede inferir que el impacto de la ceniza sobre el límite plástico este fenómeno puede estar condicionado por diversos factores, como el tipo de ceniza utilizada, la cantidad incorporada y las características del suelo base. La variabilidad en los hallazgos entre diferentes estudios destaca la necesidad de considerar las condiciones específicas de cada investigación al interpretar los efectos de la estabilización con cenizas en los suelos.

4.5.1.3. Discusión 3 (índice plástico). A nivel internacional, Yifru et al. (12) encontraron que el índice de plasticidad disminuyó de 57.11 % a 27.65 % al incorporar un 2.7 % de cemento y un 5.3 % de ceniza de mazorca de maíz. En un sentido similar, en esta investigación también se observó un descenso del índice de plasticidad, aunque en menor magnitud y sin una diferencia estadísticamente significativa.

Por otro lado, Umesh (19) reportó que la adición de un 36 % de ceniza volante redujo el IP de 13.50 % a 9.54 %. En la presente investigación se observó la misma tendencia de decrecimiento del índice de plasticidad, aunque con un impacto menos pronunciado.

A nivel nacional, Aldoradin (21) encontró que el uso de un 12 % de ceniza de cáscara de huevo redujo el índice de plasticidad de 18 % a 16 %. De manera similar, en este estudio también se observó una reducción en el índice de plasticidad, aunque la disminución no fue significativa. Asimismo, Vidal, al utilizar un 15 % de ceniza de cascara de huevo, reportó una disminución en el índice de plasticidad de 30 % a 26 %, un comportamiento que se replicó en la presente investigación con una reducción menos marcada.

En cuanto a la ceniza de mazorca de maíz, Quispe (23) determinó que el uso de un 10 % de este material atenuó el índice de plasticidad de 10.14 % a 5.87 %. Igualmente, en este estudio se obtuvo una disminución, aunque no significativa. Báez (24) también observó una rebaja del índice de plasticidad de 5 % a 3 % al emplear un 10 % de ceniza de fibra de maíz, una tendencia que coincide con los hallazgos obtenidos en esta investigación.

Por otro lado, Pacuy (25) reportó una disminución del índice de plasticidad de 27.67 % a 9.13 % con la adición de un 10 % de ceniza de hoja de maíz, una tendencia que también se identificó en esta investigación, aunque con una reducción menos significativa.

Finalmente, Pasache y Vilca (26) lograron reducir el índice de plasticidad de 3.9 % a 0% utilizando una combinación de 5 % de fibra de vidrio y 7 % de ceniza de chala. Dentro de la presente investigación, también se observó una disminución del índice de plasticidad, aunque sin alcanzar valores tan bajos ni una reducción estadísticamente significativa.

Estos resultados sugieren que la incorporación de ceniza, independientemente de su tipo, tiende a reducir el índice de plasticidad del suelo, lo que indica una mejora en su reacción ante la presencia de humedad. Sin embargo, la magnitud de la reducción varía según la cantidad de ceniza incorporada, su composición química y las características del suelo base, lo que explica las diferencias observadas entre los distintos estudios.

4.5.2. *Discusión de las Propiedades Mecánicas*

4.5.2.1. Discusión 1 (Máxima densidad seca). A nivel internacional, Yifru et al. (12) encontraron que al utilizar 2.7 % de cemento y 5.3 % de ceniza de mazorca de maíz, la máxima densidad seca aumentó de 1.385 g/cm³ a 1.4 g/cm³. De manera similar, en la presente investigación se observó la misma tendencia de incremento en esta propiedad.

Por otro lado, Umesh (19) reportó que al emplear 36 % de ceniza volante, la máxima densidad seca disminuyó de 19.75 kN/m³ a 16.95 kN/m³. En contraste, en esta investigación se encontró que la máxima densidad seca aumentó, lo que sugiere que la influencia de la ceniza depende del tipo y la cantidad utilizada.

Asimismo, Mostafijur et al. (20) determinaron que al incorporar 6 % de cemento y 10 % de ceniza de cascara de huevo, la máxima densidad seca aumentó de 1.44 g/cm³ a 1.82 g/cm³. De manera análoga, en la presente investigación también se observó un aumento en esta propiedad.

A nivel nacional, Aldoradin (21) observó que al utilizar 12 % de ceniza de cáscara de huevo, la máxima densidad seca disminuyó de 1.93 g/cm³ a 1.87 g/cm³. En contraste, en este estudio se obtuvo un resultado opuesto, ya que la densidad seca experimentó un incremento.

De manera similar, Vidal (22) reportó que al emplear 15 % de ceniza de cascara de huevo, la máxima densidad seca se redujo de 1.769 g/cm³ a 1.592 g/cm³. Sin embargo, en esta investigación, la tendencia fue inversa, evidenciando un aumento en la densidad.

Por otro lado, Báez (24) encontró que al incorporar 10 % de ceniza de fibra de maíz, la máxima densidad seca incremento de 1.82 g/cm³ a 2.03 g/cm³, lo que coincide con los hallazgos de la presente investigación.

Finalmente, Pacuy (25) determinó que al emplear 10 % de ceniza de chala, la máxima densidad seca disminuyó de 1.70 g/cm³ a 1.56 g/cm³. En contraste, en este estudio se encontró que esta propiedad aumentó, lo que resalta la variabilidad en los efectos de la ceniza dependiendo de las condiciones específicas del suelo y la proporción utilizada.

4.5.2.2. Discusión 2 (Óptimo contenido de humedad). A nivel internacional, Yifru et al. (12) encontraron que el óptimo contenido de humedad disminuyó de 36.5 % a 30.5 % al utilizar 2.7 % de cemento y 5.3 % de ceniza de mazorca de maíz. En contraste, en el presente análisis se observó que esta característica aumentó, lo que sugiere una diferencia en la interacción de los materiales estabilizantes con el suelo.

Por otro lado, Umesh (19) reportó que al emplear 36 % de ceniza volante, el óptimo contenido de humedad aumentó de 10.75 % a 15.765 %, resultado que concuerda con el hallazgo de la presente investigación, que también evidenció un incremento en esta propiedad.

Asimismo, Mostafijur et al. (20) determinaron que al incorporar 6 % de cemento y 10 % de CCH, el OCH disminuyó de 19.63 % a 12.10 %. En contraste, en este estudio se obtuvo un resultado opuesto, ya que la humedad óptima experimentó un aumento.

A nivel nacional, Aldoradin (21) encontró que al utilizar 12 % de ceniza de cascara de huevo, el óptimo contenido de humedad aumentó de 11.50 % a 12.51 %, lo cual concuerda con los hallazgos del presente estudio.

De manera similar, Vidal (22) reportó que al emplear 15 % de ceniza de cascara de huevo, el óptimo contenido de humedad aumentó de 15.30 % a 17.70 %, tendencia que también se observó en este estudio.

Por otro lado, Pacuy (25) encontró que al incorporar 10 % de ceniza de chala, el óptimo contenido de humedad aumentó significativamente, pasando de 13.32 % a 23.26 %, en concordancia con los resultados registrados en este análisis.

Finalmente, en el estudio de Pasache y Vilca (26) se observó que el óptimo contenido de humedad disminuyó de 8.3 % a 7.8 % al emplear 5 % de fibra de vidrio y 7 % de ceniza de chala. Sin embargo, en la presente investigación se obtuvo un comportamiento contrario, lo que evidencia un aumento en la humedad óptima.

Estos resultados sugieren que el efecto de la adición de cenizas en el óptimo contenido de humedad varía en función de la composición del suelo, el tipo de ceniza utilizada y su proporción, lo que resalta la relevancia de tener en cuenta las condiciones particulares de cada estudio al interpretar sus efectos en la estabilización de suelos.

4.5.2.3. Discusión 3 (CBR). A nivel internacional, Yifru et al. (12) encontraron que, al emplear 2.7 % de cemento y 5.3 % de ceniza de mazorca de maíz, el valor del CBR se elevó de 2.62 % a 6.72 %. En la presente investigación se observó la misma tendencia de incremento en la capacidad de soporte del suelo.

Por otro lado, Umesh (19) determinó que al utilizar 18 % de ceniza volante, la resistencia a la compresión sin confinamiento mejoró de 58.75 kN/m² a 90.85 kN/m². Sin embargo, al incrementar aún más la cantidad de ceniza, la resistencia disminuyó. De manera similar, en esta investigación se observó que el CBR aumentó hasta un cierto límite y luego comenzó a reducirse.

Asimismo, Mostafijur et al. (20) reportó que al adicionar 6 % de cemento y 10 % de ceniza de cáscara de huevo, la resistencia a la compresión aumentó de 69.17 kPa a 126.33 kPa. De forma análoga, en este estudio se encontró que la resistencia, representada en términos de CBR, mostró una tendencia ascendente hasta un punto óptimo tras el cual comenzó a disminuir.

A nivel nacional, Aldoradin (21) halló que al incorporar 12 % de ceniza de, el CBR para el 95 % de la MDS aumentó de 3.20 % a 5 %, mientras que para el 100 % de la MDS, el CBR incrementó de 5.60 % a 7.40 %, resultados que coinciden con los obtenidos en esta investigación.

De manera similar, Vidal (22) encontró que al emplear 15 % de CCH, el CBR para el 95 % de la MDS aumentó de 3.7 % a 8.1 %, y para el 100 % de la MDS, de 5 % a 10.1 %, tendencia que también se observó en este estudio.

Por otro lado, Quispe (23) reportó que en el momento en que se adiciono 8 % de ceniza de mazorca de maíz, el CBR aumentó de 7.20 % a 19.1 %. Sin embargo, al incrementar la cantidad de ceniza, esta propiedad tendió a disminuir, comportamiento similar al observado en la presente investigación.

Báez (24) se estableció que cuando al utilizar 10 % de ceniza de fibra de maíz, el CBR aumentó de 9 % a 14.85 %, resultado que concuerda con los hallazgos de este estudio.

Asimismo, Pacuy (25) encontró que al emplear 10 % de ceniza de chala, el CBR para una penetración de 0.1” al 95 % de la MDS aumentó de 4.46 % a 11.97 %, mientras que para

el 100 % de la MDS, el CBR incrementó de 5.15 % a 13.04 %, lo que concuerda con los resultados de esta investigación.

Finalmente, Pasache y Vilca (26) determinaron que al adicionar 1 % de fibra de vidrio y 3 % de ceniza de chala, el CBR al 95 % de la MDS aumentó de 18.20 % a 35.30 %, lo que es consistente con los hallazgos de este estudio, que observó, también, un incremento en el CBR.

Estos resultados confirman que la inclusión de materiales alternativos como la ceniza de cascara de huevo y de chala puede mejorar significativamente la capacidad de soporte del terreno. No obstante, se observa que existe un valor máximo adecuado de adición, ya que una dosificación excesiva puede generar una reducción en el CBR, debido a posibles efectos negativos en la compactación y cohesión del suelo tratado.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

Se determinó que las cenizas de cascara de huevo y chala han demostrado un impacto significativo en las propiedades físicas y mecánicas de la capa subrasante del Jr. Centenario, Huancán, Huancayo. Los análisis estadísticos, incluidos ANOVA y la prueba post hoc de Tukey, se corroboraron cambios estadísticamente significativos en las propiedades evaluadas. Se observó un aumento progresivo en el límite líquido con la proporción de cenizas, alcanzando el valor más alto en el tratamiento 3, con diferencias significativas entre los tratamientos. El límite plástico mostró un aumento significativo con el tratamiento 3, corroborado por ANOVA, aunque el índice de plasticidad no presentó diferencias significativas. El tratamiento 3 redujo este índice de plasticidad. En cuanto a la densidad máxima seca, el tratamiento 3 resultó en la mayor densidad, el óptimo contenido de humedad también fue más alto en el tratamiento 3, variando de 11.63 % a 13.23 %. Respecto al CBR, el tratamiento 2 destacó al mostrar los valores más altos tanto al 100 % como al 95 % de MDS para penetraciones de 0.1" y 0.2", lo que indica una notable mejora del suelo. Estos altos valores de CBR reflejan una buena capacidad del suelo para resistir la carga impuesta por la infraestructura, reduciendo la probabilidad de deformaciones y fallas en el pavimento.

Se cuantificó que la adición de ceniza de cascara de huevo y ceniza de chala afecta las propiedades físicas de la capa subrasante del Jr. Centenario, Huancán, Huancayo. Específicamente, el límite líquido mostró un incremento progresivo desde un valor inicial de 25.00 % hasta 26.67 %, 27.33 % y 28.00 % para los tratamientos 1, 2 y 3, respectivamente. De igual manera, el límite plástico aumentó de 19.67 % a 21.33 %, 22.67 % y 23.33 % para los tratamientos 1, 2 y 3, respectivamente, lo que indica que, al aumentar el porcentaje de cenizas, esta propiedad también tiende a aumentar. En contraste, el índice de plasticidad disminuyó de un valor inicial de 5.33 % a 4.67 % para los tratamientos 2 y 3, lo que sugiere que la adición de ceniza contribuye a reducir su plasticidad. Comparativamente, el tratamiento 3 superó a otros tratamientos evaluados, destacándose como el que más hace variar estas propiedades del suelo.

Se cuantificó que la incorporación de ceniza de cascara de huevo y chala tiene un impacto significativo en las propiedades mecánicas de la capa subrasante del Jr. Centenario, Huancán, Huancayo. Respecto a la densidad máxima seca, se detectó un aumento desde un valor inicial de 1.875 g/cm³ hasta 1.881 g/cm³, 1.892 g/cm³ y 1.899 g/cm³ para los tratamientos 1, 2 y 3, respectivamente, evidenciando que la adición de ceniza eleva esta propiedad. El óptimo contenido de humedad también mostró un incremento significativo, pasando de un valor inicial de 11.63 % a 11.97 %, 12.97 % y 13.23 % para los tratamientos 1, 2 y 3, respectivamente. Para el CBR al 100 % de MDS, el valor para una penetración de 0.1" aumentó de 5.29 % a 15.32 %, mientras que para una penetración de 0.2" el CBR subió de 5.19 % a 12.27 %. De manera

similar, el CBR al 95 % de MDS para una penetración de 0.1” incrementó de 4.15 % a 14.33 %, y para 0.2” mostró un incremento de 4.05 % a 11.33%. Estos resultados demuestran que el tratamiento 2 proporciona los valores más altos de CBR, destacando especialmente en la penetración de 0.1”.

Recomendaciones

Se recomienda utilizar ceniza que pase por el tamiz número 200 en lugar del tamiz número 40. La investigación actual empleó ceniza que pasaba por el tamiz número 40, pero el uso de ceniza más fina podría proporcionar una mayor homogeneidad y efectividad en la optimización de las propiedades físicas y mecánicas del suelo. Esta modificación permitiría una evaluación más detallada y potencialmente mejoraría el rendimiento del suelo para aplicaciones en infraestructura civil, ofreciendo nuevas perspectivas y combinaciones más efectivas para futuras recomendaciones en el campo de la ingeniería.

Se recomienda utilizar, según la tendencia de la curva de CBR y % de adición de ceniza, un 5.78 % de cada tipo de ceniza al 95 % de la máxima densidad seca para alcanzar un CBR máximo de 11.56 % con una penetración de 0.1”. Es crucial no exceder este porcentaje de adición de ceniza, ya que sobrepasar esta proporción podría resultar en una disminución del valor del CBR, disminuyendo de esta manera la capacidad de carga del suelo modificado.

Se sugiere realizar un análisis químico detallado de las cenizas de cáscara de huevo y ceniza de chala utilizadas. Este análisis permitiría identificar los componentes químicos presentes en las cenizas, proporcionando una comprensión más profunda de cómo estas adiciones influyen en las propiedades físicas y mecánicas del suelo. Al conocer la composición química, se podría correlacionar mejor los cambios observados en los límites de consistencia, la densidad máxima seca, el óptimo contenido de humedad y los valores de CBR con los componentes específicos de las cenizas. Esto, a su vez, podría facilitar la optimización de las proporciones de adición y mejorar las recomendaciones para aplicaciones prácticas en la mejora de suelos para infraestructura civil.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. RODRÍGUEZ, P. *Un método simplificado de predicción de hinchamiento de arcillas expansivas debido a cambios de humedad*. Obras y Proyectos. 2020, pp. 35-44.
2. RICO, A. *Planteamiento teórico del problema del Fujo de agua en suelos*. Pavimentos. Mexico: Limusa S, 2005, pp. 227-228.
3. KALANTARI, B. *Foundations on Expansive Soils: A Review*. Research Journal of Applied Sciences, Engineering and Technology. 2012, pp. 3231-3237.
4. MONTEJO, A. *Ingeniería de Pavimentos para Carreteras*. Colombia: Agora Editores, 2002.
5. CE.020. *Suelos y Taludes*. Lima: Reglamento Nacional de Edificaciones, 2012. p. 28.
6. REGLAMENTO NACIONAL DE EDIFICACIONES. *CE.010 Pavimentos Urbanos*. Lima, 2010.
7. MINISTERIO DE ECONOMIA Y FINANZA. Consulta Amigable. [En línea] 10 de diciembre de 2024. [Citado el: 10 de diciembre de 2024.] Disponible en: <https://apps5.mineco.gob.pe/transparencia/Navegador/default.aspx?y=2019&ap=Proyecto>.
8. NEVILLE, A. *Tecnología del concreto*, 2013.
9. KUNAK. KUNAK TECHNOLOGIES SL. [En línea] 2022. [Citado el: 05 de 12 de 2024.] Disponible en: <https://kunakair.com/es/impacto-ambiental-industria-cementera-calidad>
[aire/#:~:text=Uno%20de%20los%20da%C3%B1os%20que,las%20aguas%20superficiales%20y%20subterr%C3%A1neas](https://kunakair.com/es/impacto-ambiental-industria-cementera-calidad/aire/#:~:text=Uno%20de%20los%20da%C3%B1os%20que,las%20aguas%20superficiales%20y%20subterr%C3%A1neas)
10. QUIMICA ANDINA. [En línea] [Citado el: 5 de 12 de 2024.] Disponible en: <https://www.quimicaandina.com.pe/impacto-ambiental-y-sostenibilidad-en-la-produccion-de-cal-hidratada/>
11. ZAVALA, A. *et al. New Technologies In The Stabilization of Soils For Highways in the World. a Systematic Review During the Years 2012 -2022*. 2022.
12. YIFRU, W. *et al. Efectos de la Ceniza de Mazorca de Maíz como Reemplazo Parcial del Cemento para la Estabilización de una Arcilla Expansiva*. Ethiopia, 2022.
13. JAMES, J. *et al. Egg Shell Ash as Auxiliary Addendum to Lime Stabilization of an Expansive Soil*. *Journal of Solid Waste Technology and Management*. Febrero 2017, 43, pp. 15-25.
14. MINISTERIO DE DESARROLLO AGRARIO Y RIEGO. *Produccion ganadera y avicola 2023*. Lima, 2023.
15. DIRECCION GENERAL DE POLITICAS AGRARIAS. *Siembras y perspectivas de la produccion*. Lima: Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego. 2023.
16. REAL ACADEMIA ESPAÑOLA. Definicion de ceniza. Diccionario de la lengua española. [En línea] [Citado el: 01 de 01 de 2024.] Disponible en: <https://dle.rae.es/ceniza>.

17. ARISTIZÁBAL, A., y MANRIQUE, M. *Ensayos y Propiedades de los Materiales*. Bogota: Pontificia Universidad Javeriana, 2017.
18. ASKELAND, D., y WRIGHT, W. *Ciencia e Ingeniería de Materiales*. Mexico: CENGAGE Learning, 2016.
19. UMESH, S. *Análisis de Mejoras en la Calidad del Suelo con Ceniza Volantes y Estabilización de Subrasante Frágiles*. International Journal of Scientific Development and Research. 2021.
20. MOSTAFIJUR, R. et al. *Efecto de la ceniza de cáscara de arroz en la estabilización del suelo en la ciudad de Dinajpur*, Brilliant Engineering, 2023.
21. ALDORADIN, C. *Incorporación de ceniza de cáscara de huevo para el mejoramiento de la subrasante en la Av. Santa Rosa- Chincha- Ica*, 2022. Lima, 2022.
22. VIDAL, L. *Mejoramiento de las propiedades de la subrasante de un suelo*. Lima, 2021.
23. QUISPE, D. *Estabilización de suelos expansivos con ceniza de mazorca de maíz en la ciudad del Cusco*. Revista Ambiente, Comportamiento y Sociedad, 2021.
24. BAEZ, K. *Mejoramiento de propiedades físico - mecánicas de la subrasante con cenizas de fibras de maíz en carretera Maras – Moray, Cusco -2022*. Lima, 2022.
25. PACUY, E. *Estabilización de subrasante con adición de ceniza de hojas de maíz*. Huaraz, 2022.
26. PASACHE, E., y VILCA, S. *Evaluación de fibra de vidrio y ceniza de chala en las propiedades de la subrasante, avenida Rosales, Carabayllo, Lima 2022*. Lima: Universidad César Vallejo, 2022. Tesis de pregrado.
27. GONZALEZ, L., et al. *Ingeniería Geológica*. Madrid: Pearson, 2002.
28. DAS, B. *Fundamentos de Ingeniería Geotécnica*. Mexico: Cengage Learning, 2013.
29. NARSILIO, G., y SANTAMARINA, J. *Clasificación de suelos: fundamento físico, prácticas actuales y recomendaciones*. Atlanta: Georgia Institute of Technology, 2016.
30. CORONADO, J. *Manual Centroamericano para Diseño de Pavimentos*. Guatemala: SIECA, 2002.
31. BAÑÓN, L., y BEVIÁ, J. *Manual de carreteras. Vol 2: Construcción y mantenimiento*. Alicante: Ortiz e Hijos, Contrastista de Obras, S.A, 2012.
32. MENÉNDEZ, J. *Ingeniería de Pavimentos*. Lima: Instituto de la Construcción y la Gerencia, 2009, p. 108.
33. MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES. *Manual de ensayos de materiales*. Lima: Dirección General de Caminos y Ferrocarriles, 2016.
34. Kraemer, C., et al. *Ingeniería de carreteras Volumen II*. Madrid: McGraw-Hill/Interamericana de España, 2004.

35. AHMED, B., *et al.* *Utilización del polvo de cáscara de huevo como agente modificador del CBR para 2016*. International Conference on Civil Engineering for Sustainable Development. 2016, pp. 1-6.
36. ALFARO, E. *Mejoramiento de la Resistencia a la Compresion de un concreto simple con adiciones de ceniza de chala de maiz en la localidad de Chilcayoc, Provincia Sucre - Ayacucho*. Ayacucho, 2019.
37. ASTM C618-19: *Standard Specification for Coal Fly Ash and Raw or Calcined Natural Pozzolan for Use in Concrete*. ASTM International. West Conshohocken, Pennsylvania, Estados Unidos: s.n., 2019.
38. GÓMEZ, A. *Incidencia de ceniza de cáscara de huevo y plástico PET reciclado en las propiedades fisico - mecanicas del ladrillo artesanal para viviendas*. Lima, 2023.
39. MATA LLANA, R. *El Concreto Fundamentos y Nuevas Tecnologías*. Bogotá, Colombia, 2019.
40. CABEZAS, E., *et al.* *Introducción a la metodología*. Ecuador: s.n., 2018.
41. ESPINOZA, C. *Metodología de investigación tecnológica*. Huancayo: Imagen Grafica SAC, 2010.
42. HERNÁNDEZ, R. *et al.* *Metodología de la investigación*. Sexta. México D.F.: McGraw-Hill / Interamericana Editores, S.A. de C.V., 2014.
43. ESCOBAR, P. *et al.* *Metodología de la investigación científica*. Huancayo: Biblioteca Nacional del Perú, 2015.
44. BERNAL, C. *Metodología de la investigación*. Orlando Palma. Bogotá: Pearson Educación, 2010, p. 59.
45. MUÑOZ, C. *Metodología de la investigación*. México D.F.: Progreso S.A, 2015.
46. TRIOLA, M. *Estadística*. Mexico: Pearson, 2009.

ANEXOS

Anexo 1: Matriz de Consistencia

Título: Influencia de las Cenizas de Cáscara de Huevo y Chala en las Propiedades de la Capa Subrasante, Jr. Centenario, Huancán, Huancayo

PROBLEMA	OBJETIVO	HIPÓTESIS	VARIABLES	METODOLOGÍA	MUESTRA	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS
<p>Problema general:</p> <p>¿Cuál es la influencia de la ceniza de cáscara de huevo y ceniza de chala en las propiedades físicas y mecánicas de la capa subrasante del Jr. Centenario, Huancán, Huancayo?</p> <p>Problemas específicos:</p> <ul style="list-style-type: none"> ¿Cuánto es la influencia de la ceniza de cáscara de huevo y ceniza de chala en las propiedades 	<p>Objetivo general:</p> <p>Determinar la influencia de la ceniza de cáscara de huevo y ceniza de chala en las propiedades físicas y mecánicas de la capa subrasante del Jr. Centenario, Huancán, Huancayo.</p> <p>Objetivos específicos:</p> <ul style="list-style-type: none"> Cuantificar la influencia de la ceniza de cáscara de huevo y ceniza de chala en las 	<p>Hipótesis general:</p> <p>La adición de ceniza de cáscara de huevo y ceniza de chala afecta las propiedades físicas y mecánicas de la capa subrasante del Jr. Centenario, Huancán, Huancayo.</p> <p>Hipótesis específicas:</p> <ul style="list-style-type: none"> La adición de ceniza de cáscara de huevo y ceniza de chala afecta las propiedades físicas de la capa subrasante del Jr. Centenario, Huancán, Huancayo. 	<ul style="list-style-type: none"> Propiedades físicas (límites de consistencia) y mecánicas (Proctor modificado y CBR) Ceniza de cáscara de huevo y de chala. 	<p>Tipo de Investigación: Aplicada</p> <p>Nivel de Investigación: Explicativo</p> <p>Método de Investigación: Científico</p> <p>Diseño: Cuasiexperimental</p>	<p>Población: Estrato de suelo arcilloso de los 567 metros lineales de la calle Centenario.</p> <p>Muestra: Suelo arcilloso representativo extraído de la calicata numero dos que en total fue 400 kg (20 baldes)</p> <p>Muestreo: No probabilístico</p>	<p>Técnicas: Observación y recopilación de información</p> <p>Instrumentos: Formatos de laboratorio.</p>

<p>físicas de la capa subrasante del Jr. Centenario, Huancán, Huancayo?</p> <ul style="list-style-type: none"> • ¿Cuánto es la Influencia de la ceniza de cáscara de huevo y ceniza de chala en las propiedades mecánicas de la capa subrasante del Jr. Centenario, Huancán, Huancayo? 	<p>propiedades físicas de la capa subrasante del Jr. Centenario, Huancán, Huancayo.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Cuantificar la influencia de la ceniza de cáscara de huevo y ceniza de chala en las propiedades mecánicas de la capa subrasante del Jr. Centenario, Huancán, Huancayo. 	<ul style="list-style-type: none"> • La adición de ceniza de cáscara de huevo y ceniza de chala afecta las propiedades mecánicas de la capa subrasante del Jr. Centenario, Huancán, Huancayo. 				
---	--	--	--	--	--	--

Anexo 2: Resultado de Laboratorio

"Año de la unidad, la paz y el desarrollo"
LABORATORIO DE PAVIMENTOS, SUELOS Y CONCRETO

ENSAYO: CLASIFICACION VISUAL - MANUAL DE SUELOS
(ASTM D2488)

PROYECTO: "Influencia de las Cenizas de Cáscara de Huevo y Chala en las Propiedades de la Capa Subrasante, Jr. Centenario, Huancan, Huancayo"

UBICACION: Jr. Centenario, Huancan, Huancayo

REALIZADO POR: Bach. Meza Soto Jhonatan Cesar

FECHA DE REALIZACION: 19/03/2023

01. Calicata N°:	1
02. Estrato:	2do
03. Muestra:	No se saco muestra de esta calicata
04. Ubicación:	Jr. Centenario, Huancan, Huancayo
05. Cordenadas:	(477881.00 m E; 8660392.00 m S)
06. Humedad:	Humedo
07. Color:	Marron amarillento
08. Profundidad:	1.65 m
09. Consistencia:	Blando
10. Plasticidad:	Alta
11. Resistencia en estado seco:	Muy alta
12. Estructura	Homogenea
13. Cementacion	Fuerte

PERFIL ESTRATIGRAFICO			
PROFUNDIDAD (m)	ALTURA (m)	DESCRIPCION	PANEL FOTOGRAFICO
0.00	0.50	Presencia de suelo organico, limoso arcilloso de color marron oscuro, poca presencia de humedad, con raices y agregado de rio de hasta 4 in.	
0.10			
0.20			
0.30			
0.40			
0.50	1.15	Arcilla de color marron amarillento, poco contenido de humedad, de alta plasticidad y consistencia blanda.	
0.60			
0.70			
0.80			
0.90			
1.00			
1.10			
1.20			
1.30			
1.40			
1.50			
1.65			

ENSAYO:	CLASIFICACION VISUAL - MANUAL DE SUELOS	
		SELLO Y FIRMA

ENSAYO: CLASIFICACION VISUAL - MANUAL DE SUELOS
(ASTM D2488)

PROYECTO: "Influencia de las Cenizas de Cáscara de Huevo y Chala en las Propiedades de la Capa Subrasante, Jr. Centenario, Huancan, Huancayo"
UBICACION: Jr. Centenario, Huancan, Huancayo
REALIZADO POR: Bach. Meza Soto Jhonatan Cesar
FECHA DE REALIZACION: 19/03/2023

01. Calicata N°:	2
02. Estrato:	2do
03. Muestra:	400 kg aproximadamente
04. Ubicación:	Jr. Centenario, Huancan, Huancayo
05. Cordenadas:	(478024.00 m E; 8660445.00 m S)
06. Humedad:	Humedo
07. Color:	Marron amarillento
08. Profundidad:	1.78 m
09. Consistencia:	Blando
10. Plasticidad:	Alta
11. Resistencia en estado seco:	Muy alta
12. Estructura	Homogenea
13. Cementacion	Fuerte

14. PERFIL ESTRATIGRAFICO			
PROFUNDIDAD (m)	ALTURA (m)	DESCRIPCION	PANEL FOTOGRAFICO
0.00	0.30	Presencia de suelo organico, limoso arcilloso de color marron oscuro con raices y poca presencia de humedad.	
0.10			
0.20			
0.30	1.48	Arcilla de color marron amarillento, poco contenido de humedad, de alta plasticidad y consistencia blanda.	
0.40			
0.60			
0.80			
1.00			
1.20			
1.40			
1.60			
1.78			

ENSAYO:	CLASIFICACION VISUAL - MANUAL DE SUELOS	
		SELLO Y FIRMA

"Año de la unidad, la paz y el desarrollo"
 LABORATORIO DE PAVIMENTOS, SUELOS Y CONCRETO

ENSAYO: CLASIFICACION VISUAL - MANUAL DE SUELOS
 (ASTM D2488)

PROYECTO: "Influencia de las Cenizas de Cáscara de Huevo y Chala en las Propiedades de la Capa Subrasante, Jr. Centenario, Huancan, Huancayo"
UBICACION: Jr. Centenario, Huancan, Huancayo
REALIZADO POR: Bach. Meza Soto Jhonatan Cesar
FECHA DE REALIZACION: 19/03/2023

01. Calicata N°:	3
02. Estrato:	2do
03. Muestra:	No se saco muestra de esta calicata
04. Ubicación:	Jr. Centenario, Huancan, Huancayo
05. Cordenadas:	(478356.00 m E; 8660549.00 m S)
06. Humedad:	Humedo
07. Color:	Marron amarillento
08. Profundidad:	1.60 m
09. Consistencia:	Blando
10. Plasticidad:	Alta
11. Resistencia en estado seco:	Muy alta
12. Estructura	Homogenea
13. Cementacion	Fuerte

PERFIL ESTRATIGRAFICO			
PROFUNDIDAD (m)	ALTURA (m)	DESCRIPCION	PANEL FOTOGRAFICO
0.00	0.45	Presencia de suelo organico, limoso arcilloso de color marron oscuro con raices, poca presencia de humedad y agregado de material de rio.	
0.10			
0.20			
0.30			
0.40			
0.60	1.15	Arcilla de color marron amarillento, poco contenido de humedad, de alta plasticidad y consistencia blanda.	
0.80			
1.00			
1.20			
1.40			
1.60			

ENSAYO:	CLASIFICACION VISUAL - MANUAL DE SUELOS	
		SELO Y FIRMA

"Año de la unidad, la paz y el desarrollo"
LABORATORIO DE PAVIMENTOS, SUELOS Y CONCRETO

ENSAYO: CONTENIDO DE HUMEDAD DE UN SUELO
(MTC E 108 - ASTM D2216)

PROYECTO: "Influencia de las Cenizas de Cáscara de Huevo y Chala en las Propiedades de la Capa Subrasante, Jr. Centenario, Huancan, Huancayo"

UBICACION: Jr. Centenario, Huancan, Huancayo

REALIZADO POR: Bach. Meza Soto Jhonatan Cesar

REVISADO POR: Ing. Jose Luis Sanchez Tovar

FECHA: 22/03/2023

Muestra N° 01				
Peso de la tara (1):	0.080	Kg	79.60	gr
Peso de la muestra natural (2):	0.100	kg	100.00	gr
Peso de la muestra seca con tara (3):	0.163	kg	163.29	gr
Peso del agua en la muestra (2-3+1):	0.016	kg	16.31	gr

Muestra N° 02				
Peso de la tara (1):	0.080	Kg	79.70	gr
Peso de la muestra natural (2):	0.100	kg	100.00	gr
Peso de la muestra seca con tara (3):	0.164	kg	163.89	gr
Peso del agua en la muestra (2-3+1):	0.016	kg	15.81	gr

Muestra N° 03				
Peso de la tara (1):	0.083	Kg	82.70	gr
Peso de la muestra natural (2):	0.100	kg	100.00	gr
Peso de la muestra seca con tara (3):	0.167	kg	166.89	gr
Peso del agua en la muestra (2-3+1):	0.016	kg	15.81	gr

$W = \frac{\text{Peso del agua en la muestra}}{\text{Peso de la muestra seca}} \times 100$ W: Contenido de humedad (%)	W de muestra N° 01:	19.49	%
	W de muestra N° 02:	18.78	%
	W de muestra N° 03:	18.78	%
	W promedio:	19.02	%

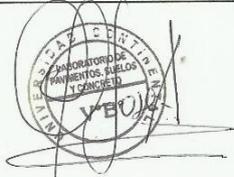
ENSAYO:	CONTENIDO DE HUMEDAD DE UN SUELO (MTC E 108 - ASTM D2216)	

ENSAYO: PESO ESPECIFICO / GRAVEDAD DE SOLIDOS / GRAVEDAD ESPECIFICA DE SOLIDOS
(MTC E 113 - ASTM D 854)

PROYECTO: "Influencia de las Cenizas de Cáscara de Huevo y Chala en las Propiedades de la Capa Subrasante, Jr. Centenario, Huancan, Huancayo"
UBICACION: Jr. Centenario, Huancan, Huancayo
REALIZADO POR: Bach. Meza Soto Jhonatan Cesar
REVISADO POR: Ing. Jose Luis Sanchez Tovar
FECHA: 22/03/2023

GRAVEDAD DE SOLIDOS (Gs)	
Peso del picnometro :	142.20 gr
Temperatura :	16.20 °C
Factor de correccion por temperatura (α) :	1.0077
Ws: Peso de suelo seco	50 gr
W1: Picnometro + agua + suelo	671.62 gr
W2: Picnometro + agua	640 gr
Vs=Ws+W2-W1	19
Gs= α *Ws/Vs	2.70

Temperatura (°C)	Peso Especifico del agua (gr/cm ³)	Factor de correccion α
16	0.99897	1.0007
17	0.99880	1.0006
18	0.99862	1.0004
19	0.99843	1.0002
20	0.99823	1.0000
21	0.99802	0.9998
22	0.99780	0.9996
23	0.99757	0.9993
24	0.99732	0.9991
25	0.99707	0.9988
26	0.99681	0.9986
27	0.99654	0.9983
28	0.99626	0.9980
29	0.99597	0.9977
30	0.99567	0.9974

ENSAYO:	PESO ESPECIFICO / GRAVEDAD DE SOLIDOS / GRAVEDAD ESPECIFICA DE SOLIDOS (MTC E 113 - ASTM D 854)	 SELLO Y FIRMA
----------------	---	---

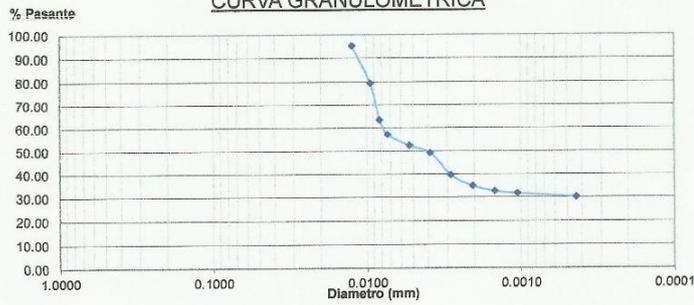
"Año de la unidad, la paz y el desarrollo"
LABORATORIO DE PAVIMENTOS, SUELOS Y CONCRETO

ENSAYO:
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR MEDIO DEL HIDRÓMETRO
(MTC E 109 – ASTM D 422)

PROYECTO: "Influencia de las Cenizas de Cáscara de Huevo y Chale en las Propiedades de la Capa Subrasante, Jr. Centenario, Huancan, Huancayo"
UBICACION: Jr. Centenario, Huancan, Huancayo
REALIZADO POR: Bach. Meza Soto Jhonatan Cesar
REVISADO POR: Ing. Sanchez Tovar Jose Luis
FECHA: 30/03/2023

HIDROMETRO: 151H
AGENTE DISPERSANTE: Hexametáfosfato de sodio (Na₆P₆O₄₀)
CONCENTRACION: 40 gr/L

CURVA GRANULOMÉTRICA



ENSAYO:	ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR MEDIO DEL HIDROMETRO (MTC E 109 – ASTM D 422)	
		SELLO Y FIRMA

ENSAYO:
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR MEDIO DEL HIDRÓMETRO
(MTC E 109 – ASTM D 422)

PROYECTO: "Influencia de las Cenizas de Cáscara de Huevo y Chala en las Propiedades de la Capa Subrasante, Jr. Centenario, Huancan, Huancayo"
UBICACION: Jr. Centenario, Huancan, Huancayo
REALIZADO POR: Bach. Meza Soto Jhonatan Cesar
REVISADO POR: Ing. Sanchez Tovar Jose Luis
FECHA: 30/03/2023

HIDROMETRO: 151H
AGENTE DISPERSANTE: Hexametáfosfato de sodio (NaPO₃)
CONCENTRACION: 40 gr/L

DETERMINACION DE MATERIAL MAS FINO QUE EL TAMIZ N° 200	
Muestra (I)	100 gr
Tara (II)	80.1 gr
Suelo seco + tara (III)	102.39 gr
Suelo retenido en tamiz N° 200 (IV=III-II)	22.29 gr
Suelo pasante tamiz N° 200 (I-IV)	77.71 gr
% PASANTE EL TAMIZ N° 200:	77.71%

Ws (gr):	50
Gs :	2.70

$$\%Pasante = \left(\frac{100000}{w} \cdot \frac{G}{(G-1)} \right) (R-1)$$

$$\mu = 0.0145 - 0.00022 (T^{\circ}C)$$

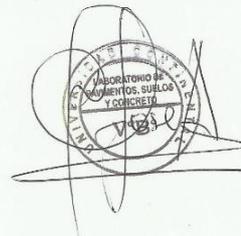
$$K = \sqrt{\frac{30 \cdot \mu}{980 + (Gs - Gw)}}$$

$$D = k \cdot \sqrt{\frac{L}{L}}$$

Hidrómetro 151 H		
Lectura del hidrómetro * R' + Cm	Profundidad efectiva L (Cm)	Lectura del hidrómetro * R' + Cm
1,000	16,3	0
1,001	16,0	1
1,002	15,8	2
1,003	15,5	3
1,004	15,2	4
1,005	15,0	5
1,006	14,7	6
1,007	14,4	7
1,008	14,2	8
1,009	13,9	9
1,010	13,7	10
1,011	13,4	11
1,012	13,1	12
1,013	12,9	13
1,014	12,6	14

1,015	12,3	15
1,016	12,1	16
1,017	11,8	17
1,018	11,5	18
1,019	11,3	19
1,020	11,0	20
1,021	10,8	21
1,022	10,5	22
1,023	10,2	23
1,024	10,0	24
1,025	9,7	25
1,026	9,4	26
1,027	9,2	27
1,028	8,9	28
1,029	8,6	29
1,030	8,4	30

FECHA	HORA	TIEMPO (min)	T °C	Lectura del hidrometro (R)	Profundidad efectiva L (cm)	K	D (mm)	% pasante
29/03/2023	11:01 a. m.	1	19.1	1.03000	8.40	0.0136	0.0125	95.35
29/03/2023	11:02 a. m.	2	19.1	1.02500	9.70	0.0136	0.0095	79.46
29/03/2023	11:03 a. m.	3	19.1	1.02000	11.00	0.0136	0.0083	63.57
29/03/2023	11:04 a. m.	4	19	1.01800	11.50	0.0136	0.0073	57.21
29/03/2023	11:08 a. m.	8	18.9	1.01650	11.95	0.0137	0.0053	52.44
29/03/2023	11:15 a. m.	15	19.3	1.01550	12.20	0.0136	0.0039	49.26
29/03/2023	11:30 a. m.	30	18.6	1.01250	13.00	0.0137	0.0029	39.73
29/03/2023	12:00 p. m.	60	18.4	1.01101	13.40	0.0137	0.0021	34.99
29/03/2023	1:00 p. m.	120	17.5	1.01030	13.61	0.0139	0.0015	32.74
29/03/2023	3:00 p. m.	240	17.1	1.01000	13.70	0.0139	0.0011	31.78
30/03/2023	11:00 a. m.	1440	15.9	1.00950	13.80	0.0141	0.0004	30.19

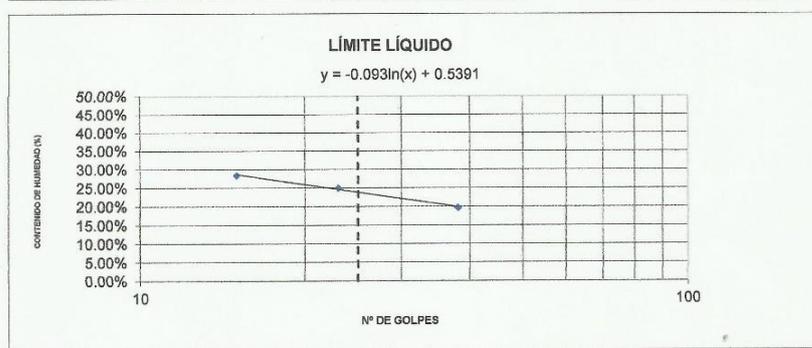


ENSAYO:
LÍMITE LÍQUIDO Y LÍMITE PLÁSTICO
(MTC E 111 – ASTM D 4318 AASHTO T 90)

PROYECTO: "Influencia de las Cenizas de Cáscara de Huevo y Chala en las Propiedades de la Capa Subrasante, Jr. Centenario, Huancan, Huancayo"
UBICACION: Jr. Centenario, Huancan, Huancayo
MUESTRA: Tratamiento 0 (Suelo sin tratamiento) - Grupo 1
REALIZADO POR: Bach. Meza Soto Jhonatan Cesar
REVISADO POR: Ing. Sanchez Tovar Jose Luis

DETERMINACION DEL LIMITE LIQUIDO			
Capsula N°:	1	2	3
Peso de la capsula :	21.68	21.30	21.71
Peso de la capsula + suelo humedo:	34.20	34.00	43.89
Peso de capsula + suelo seco:	32.13	31.46	37.42
Humedad (w%) :	19.81%	25.00%	28.45%
Numero de golpes (N):	38	23	15

LL= 23.97%



DETERMINACION DEL LIMITE PLASTICO			
Capsula N°:	4	5	6
Peso de la capsula :	21.79	21.13	21.57
Peso de la capsula + suelo humedo:	22.56	22.64	22.48
Peso de capsula + suelo seco:	22.46	22.45	22.36
Humedad (w%) :	14.93%	14.39%	15.19%
LP=	14.84%		

INDICE PLASTICO
IP= 9.14%

CLASIF. SUCS: CL
CLASIF. AASHTO: A-4 (5)

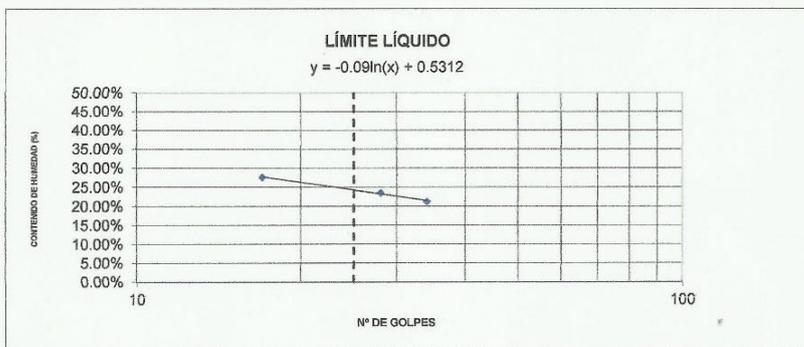
ENSAYO:	LÍMITE LÍQUIDO Y LÍMITE PLÁSTICO (MTC E 111 – ASTM D 4318 AASHTO T 90)	 SELLO Y FIRMA
----------------	--	-------------------

ENSAYO:
LÍMITE LÍQUIDO Y LÍMITE PLÁSTICO
(MTC E 111 – ASTM D 4318 AASHTO T 90)

PROYECTO: "Influencia de las Cenizas de Cáscara de Huevo y Chala en las Propiedades de la Capa Subrasante, Jr. Centenario, Huancan, Huancayo"
UBICACION: Jr. Centenario, Huancan, Huancayo
MUESTRA: Tratamiento 0 (Suelo sin tratamiento) - Grupo 2
REALIZADO POR: Bach. Meza Soto Jhonatan Cesar
REVISADO POR: Ing. Sanchez Tovar Jose Luis

DETERMINACION DEL LIMITE LIQUIDO			
Capsula N°:	1	2	3
Peso de la capsula :	29.16	21.39	21.50
Peso de la capsula + suelo humedo:	45.26	43.31	39.96
Peso de capsula + suelo seco:	42.43	39.13	35.96
Humedad (w%) :	21.33%	23.56%	27.66%
Numero de golpes (N):	34	28	17

LL= 24.15%



DETERMINACION DEL LIMITE PLASTICO			
Capsula N°:	4	5	6
Peso de la capsula :	14.52	15.80	10.94
Peso de la capsula + suelo humedo:	15.93	16.80	12.42
Peso de capsula + suelo seco:	15.75	16.67	12.23
Humedad (w%) :	14.63%	14.94%	14.73%
LP=	14.63%	14.77%	

INDICE PLASTICO
IP= 9.38%

CLASIF. SUCS: CL
CLASIF. AASHTO: A-4 (5)

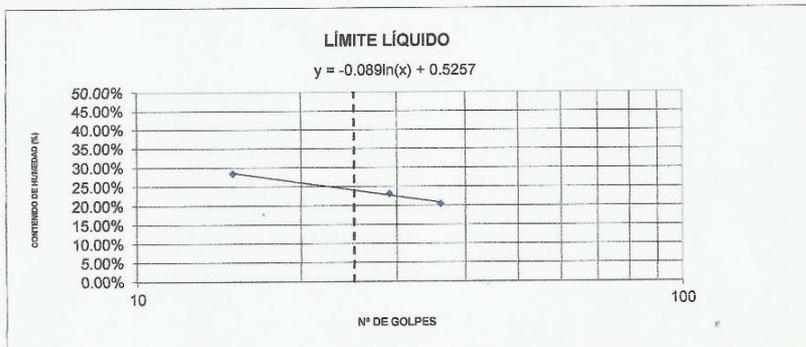
ENSAYO:	LIMITE LÍQUIDO Y LIMITE PLÁSTICO (MTC E 111 – ASTM D 4318 AASHTO T 90)	 SELLO Y FIRMA
----------------	--	-------------------

ENSAYO:
LIMITE LÍQUIDO Y LIMITE PLÁSTICO
(MTC E 111 – ASTM D 4318 AASHTO T 90)

PROYECTO: "Influencia de las Cenizas de Cáscara de Huevo y Chala en las Propiedades de la Capa Subrasante, Jr. Centenario, Huancan, Huancayo"
UBICACION: Jr. Centenario, Huancan, Huancayo
MUESTRA: Tratamiento 0 (Suelo sin tratamiento) - Grupo 3
REALIZADO POR: Bach. Meza Soto Jhonatan Cesar
REVISADO POR: Ing. Sanchez Tovar Jose Luis

DETERMINACION DEL LIMITE LIQUIDO			
Capsula N°:	1	2	3
Peso de la capsula :	21.68	21.71	21.54
Peso de la capsula + suelo humedo:	35.35	39.42	38.9
Peso de capsula + suelo seco:	33.02	36.09	35.05
Humedad (w%) :	20.55%	23.16%	28.50%
Numero de golpes (N):	36	29	15

LL= 23.92%



DETERMINACION DEL LIMITE PLASTICO			
Capsula N°:	4	5	6
Peso de la capsula :	21.35	29.47	21.53
Peso de la capsula + suelo humedo:	22.13	30.98	22.33
Peso de capsula + suelo seco:	22.03	30.79	22.23
Humedad (w%) :	14.71%	14.39%	14.29%
	LP=	14.46%	

INDICE PLASTICO
IP= 9.46%

CLASIF. SUCS: CL
CLASIF. AASHTO: A-4 (5)

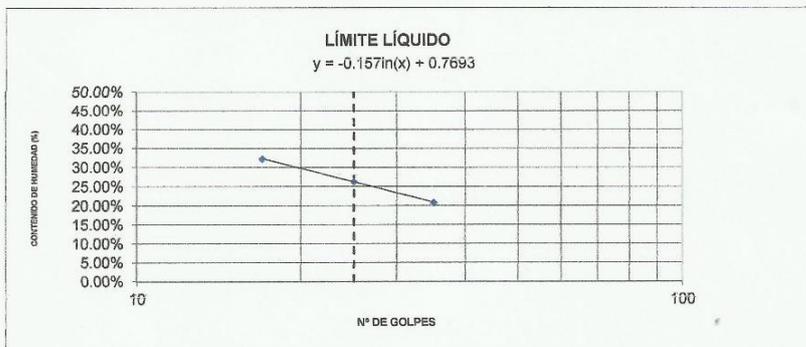
ENSAYO:	LIMITE LÍQUIDO Y LIMITE PLÁSTICO (MTC E 111 – ASTM D 4318 AASHTO T 90)	 SELO Y FIRMA
----------------	--	------------------

ENSAYO:
LÍMITE LÍQUIDO Y LÍMITE PLÁSTICO
(MTC E 111 – ASTM D 4318 AASHTO T 90)

PROYECTO: "Influencia de las Cenizas de Cáscara de Huevo y Chala en las Propiedades de la Capa Subrasante, Jr. Centenario, Huancan, Huancayo"
UBICACION: Jr. Centenario, Huancan, Huancayo
MUESTRA: Tratamiento 1 (2.5% de ceniza de cascara de huevo +2.5% de ceniza de chala) - Grupo 1
REALIZADO POR: Bach. Meza Soto Jhonatan Cesar
REVISADO POR: Ing. Sanchez Tovar Jose Luis

DETERMINACION DEL LIMITE LIQUIDO			
Capsula N°:	1	2	3
Peso de la capsula :	21.65	21.54	21.63
Peso de la capsula + suelo humedo:	38.76	42.50	43.22
Peso de capsula + suelo seco:	35.80	38.13	37.95
Humedad (w%) :	20.92%	26.34%	32.29%
Numero de golpes (N):	35	25	17

LL= 26.34%



DETERMINACION DEL LIMITE PLASTICO			
Capsula N°:	4	5	6
Peso de la capsula :	21.79	21.13	21.57
Peso de la capsula + suelo humedo:	22.52	21.84	22.65
Peso de capsula + suelo seco:	22.44	21.76	22.53
Humedad (w%) :	12.31%	12.70%	12.50%
LP=	12.50%		

INDICE PLASTICO
IP= 13.84%

CLASIF. SUCS: CL
CLASIF. AASHTO: A-6 (8)

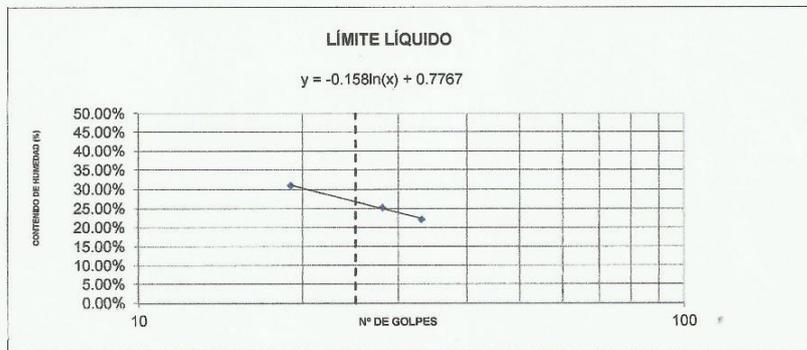
ENSAYO:	LIMITE LÍQUIDO Y LIMITE PLÁSTICO (MTC E 111 – ASTM D 4318 AASHTO T 90)	 SELLO Y FIRMA
----------------	--	---

ENSAYO:
LÍMITE LÍQUIDO Y LÍMITE PLÁSTICO
(MTC E 111 – ASTM D 4318 AASHTO T 90)

PROYECTO: "Influencia de las Cenizas de Cáscara de Huevo y Chala en las Propiedades de la Capa Subrasante, Jr. Centenario, Huancan, Huancayo"
UBICACION: Jr. Centenario, Huancan, Huancayo
MUESTRA: Tratamiento 1 (2.5% de ceniza de cascara de huevo +2.5% de ceniza de chala) - Grupo 2
REALIZADO POR: Bach. Meza Soto Jhonatan Cesar
REVISADO POR: Ing. Sanchez Tovar Jose Luis

DETERMINACION DEL LIMITE LIQUIDO			
Capsula N°:	1	2	3
Peso de la capsula :	21.68	21.30	21.71
Peso de la capsula + suelo humedo:	38.59	43.11	44.00
Peso de capsula + suelo seco:	35.52	38.70	38.72
Humedad (w%) :	22.18%	25.34%	31.04%
Numero de golpes (N):	33	28	19

LL= 26.81%



DETERMINACION DEL LIMITE PLASTICO			
Capsula N°:	4	5	6
Peso de la capsula :	21.79	21.13	21.57
Peso de la capsula + suelo humedo:	22.42	21.74	22.19
Peso de capsula + suelo seco:	22.35	21.67	22.12
Humedad (w%) :	12.50%	12.96%	12.73%
LP=	12.73%		

INDICE PLASTICO
IP= 14.08%

CLASIF. SUCS: CL
CLASIF. AASHTO: A-6 (8)

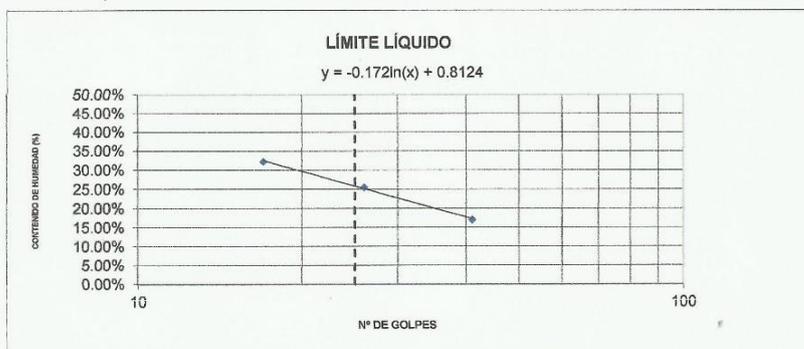
ENSAYO:	LÍMITE LÍQUIDO Y LÍMITE PLÁSTICO (MTC E 111 – ASTM D 4318 AASHTO T 90)	
		SELLO Y FIRMA

ENSAYO:
LÍMITE LÍQUIDO Y LÍMITE PLÁSTICO
(MTC E 111 – ASTM D 4318 AASHTO T 90)

PROYECTO: "Influencia de las Cenizas de Cáscara de Huevo y Chala en las Propiedades de la Capa Subrasante, Jr. Centenario, Huancan, Huancayo"
UBICACION: Jr. Centenario, Huancan, Huancayo
MUESTRA: Tratamiento 1 (2.5% de ceniza de cascara de huevo +2.5% de ceniza de chala) - Grupo 3
REALIZADO POR: Bach. Meza Soto Jhonatan Cesar
REVISADO POR: Ing. Sanchez Tovar Jose Luis

DETERMINACION DEL LIMITE LIQUIDO			
Capsula N°:	1	2	3
Peso de la capsula :	29.16	21.39	21.50
Peso de la capsula + suelo humedo:	36.95	42.61	43.26
Peso de capsula + suelo seco:	35.81	38.29	37.95
Humedad (w%) :	17.14%	25.56%	32.28%
Numero de golpes (N):	41	26	17

LL= 26.34%



DETERMINACION DEL LIMITE PLASTICO			
Capsula N°:	4	5	6
Peso de la capsula :	14.52	15.8	10.94
Peso de la capsula + suelo humedo:	22.65	22.94	21.22
Peso de capsula + suelo seco:	21.74	22.14	20.06
Humedad (w%) :	12.60%	12.62%	12.72%
LP=	12.65%		

INDICE PLASTICO
IP= 13.69%

CLASIF. SUCS: CL
CLASIF. AASHTO: A-6 (8)

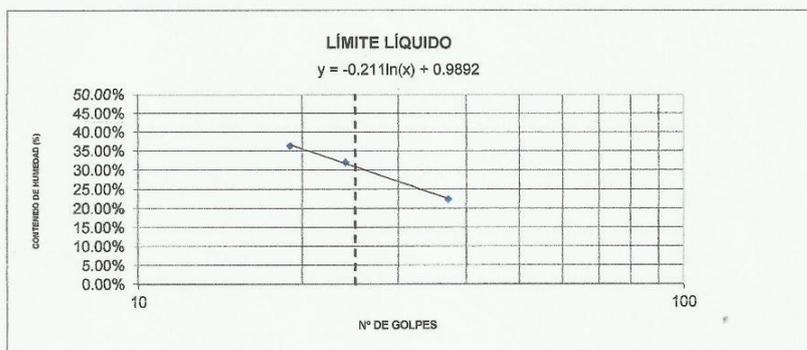
ENSAYO:	LÍMITE LÍQUIDO Y LÍMITE PLÁSTICO (MTC E 111 – ASTM D 4318 AASHTO T 90)	
		SELLO Y FIRMA

ENSAYO:
LÍMITE LÍQUIDO Y LÍMITE PLÁSTICO
(MTC E 111 – ASTM D 4318 AASHTO T 90)

PROYECTO: "Influencia de las Cenizas de Cáscara de Huevo y Chala en las Propiedades de la Capa Subrasante, Jr. Centenario, Huancan, Huancayo"
UBICACION: Jr. Centenario, Huancan, Huancayo
MUESTRA: Tratamiento 2 (5% de ceniza de cascara de huevo +5% de ceniza de chala) - Grupo 1
REALIZADO POR: Bach. Meza Soto Jhonatan Cesar
REVISADO POR: Ing. Sanchez Tovar Jose Luis

DETERMINACION DEL LIMITE LIQUIDO			
Capsula N°:	1	2	3
Peso de la capsula :	21.42	30.06	21.59
Peso de la capsula + suelo humedo:	40.88	44.06	43.30
Peso de capsula + suelo seco:	37.31	40.66	37.50
Humedad (w%):	22.47%	32.08%	36.46%
Numero de golpes (N):	37	24	19

LL= 31.00%



DETERMINACION DEL LIMITE PLASTICO			
Capsula N°:	4	5	6
Peso de la capsula :	23.42	25.23	29.99
Peso de la capsula + suelo humedo:	24.36	26.15	31.46
Peso de capsula + suelo seco:	24.23	26.02	31.25
Humedad (w%):	16.05%	16.46%	16.67%
LP=	16.39%		

INDICE PLASTICO
IP= 14.61%

CLASIF. SUCS: CL
CLASIF. AASHTO: A-6 (9)

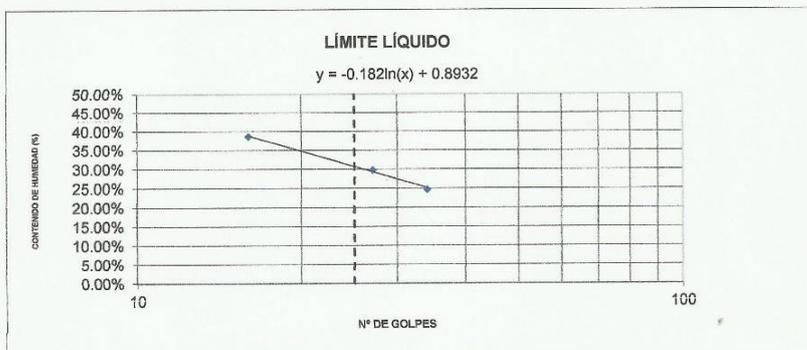
ENSAYO:	LIMITE LÍQUIDO Y LIMITE PLÁSTICO (MTC E 111 – ASTM D 4318 AASHTO T 90)	 SELLO Y FIRMA
----------------	--	-------------------

ENSAYO:
LIMITE LÍQUIDO Y LIMITE PLÁSTICO
(MTC E 111 – ASTM D 4318 AASHTO T 90)

PROYECTO: "Influencia de las Cenizas de Cáscara de Huevo y Chala en las Propiedades de la Capa Subrasante, Jr. Centenario, Huancan, Huancayo"
UBICACION: Jr. Centenario, Huancan, Huancayo
MUESTRA: Tratamiento 2 (5% de ceniza de cascara de huevo +5% de ceniza de chala) - Grupo 2
REALIZADO POR: Bach. Meza Soto Jhonatan Cesar
REVISADO POR: Ing. Sanchez Tovar Jose Luis

DETERMINACION DEL LIMITE LIQUIDO			
Capsula N°:	1	2	3
Peso de la capsula :	21.68	21.71	21.54
Peso de la capsula + suelo humedo:	41.19	42.45	42.10
Peso de capsula + suelo seco:	37.31	37.68	36.36
Humedad (w%) :	24.82%	29.87%	38.73%
Numero de golpes (N):	34	27	16

LL= 30.74%



DETERMINACION DEL LIMITE PLASTICO			
Capsula N°:	4	5	6
Peso de la capsula :	14.52	15.8	10.94
Peso de la capsula + suelo humedo:	15.36	16.65	11.56
Peso de capsula + suelo seco:	15.24	16.53	11.47
Humedad (w%) :	16.67%	16.44%	16.98%
LP=	16.70%		

INDICE PLASTICO
IP= 14.04%

CLASIF. SUCS: CL
CLASIF. AASHTO: A-6 (9)

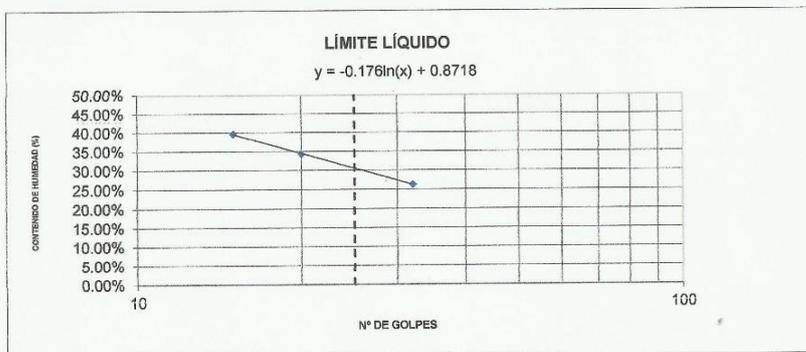
ENSAYO:	LIMITE LÍQUIDO Y LIMITE PLÁSTICO (MTC E 111 – ASTM D 4318 AASHTO T 90)	 SELLO Y FIRMA
----------------	--	-------------------

ENSAYO:
LIMITE LÍQUIDO Y LIMITE PLÁSTICO
(MTC E 111 – ASTM D 4318 AASHTO T 90)

PROYECTO: "Influencia de las Cenizas de Cáscara de Huevo y Chala en las Propiedades de la Capa Subrasante, Jr. Centenario, Huancan, Huancayo"
UBICACION: Jr. Centenario, Huancan, Huancayo
MUESTRA: Tratamiento 2 (5% de ceniza de cascara de huevo +5% de ceniza de chala) - Grupo 3
REALIZADO POR: Bach. Meza Soto Jhonatan Cesar
REVISADO POR: Ing. Sanchez Tovar Jose Luis

DETERMINACION DEL LIMITE LIQUIDO			
Capsula N°:	1	2	3
Peso de la capsula :	21.65	21.54	21.63
Peso de la capsula + suelo humedo:	40.88	39.51	43.30
Peso de capsula + suelo seco:	36.87	34.92	37.14
Humedad (w%) :	26.35%	34.30%	39.72%
Numero de golpes (N):	32	20	15

LL= 30.53%



DETERMINACION DEL LIMITE PLASTICO			
Capsula N°:	4	5	6
Peso de la capsula :	21.79	21.13	21.57
Peso de la capsula + suelo humedo:	22.38	22.00	22.46
Peso de capsula + suelo seco:	22.3	21.88	22.34
Humedad (w%) :	15.69%	16.00%	15.58%
LP=	15.76%		

INDICE PLASTICO
IP= 14.77%

CLASIF. SUCS: CL
CLASIF. AASHTO: A-6 (9)

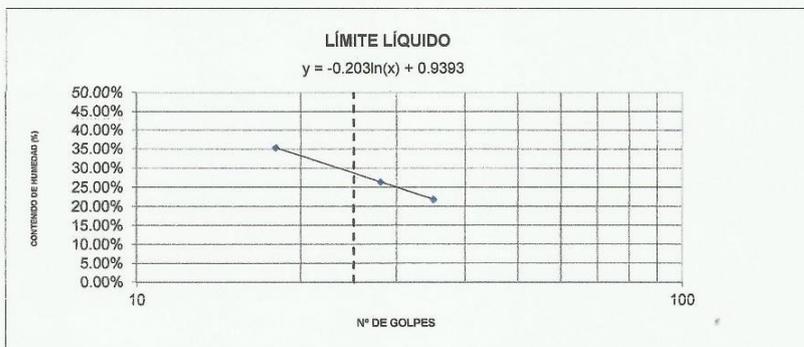
ENSAYO:	LIMITE LÍQUIDO Y LIMITE PLÁSTICO (MTC E 111 – ASTM D 4318 AASHTO T 90)	 SELLO Y FIRMA
----------------	--	-------------------

ENSAYO:
LÍMITE LÍQUIDO Y LÍMITE PLÁSTICO
(MTC E 111 – ASTM D 4318 AASHTO T 90)

PROYECTO: "Influencia de las Cenizas de Cáscara de Huevo y Chala en las Propiedades de la Capa Subrasante, Jr. Centenario, Huancan, Huancayo"
UBICACION: Jr. Centenario, Huancan, Huancayo
MUESTRA: Tratamiento 3 (7.5% de ceniza de cascara de huevo +7.5% de ceniza de chala) - Grupo 1
REALIZADO POR: Bach. Meza Soto Jhonatan Cesar
REVISADO POR: Ing. Sanchez Tovar Jose Luis

DETERMINACION DEL LIMITE LIQUIDO			
Capsula N°:	1	2	3
Peso de la capsula :	21.65	21.66	22.18
Peso de la capsula + suelo humedo:	39.76	39.56	41.86
Peso de capsula + suelo seco:	36.51	35.82	36.72
Humedad (w%) :	21.87%	26.41%	35.35%
Numero de golpes (N):	35	28	18

LL= 28.59%



DETERMINACION DEL LIMITE PLASTICO			
Capsula N°:	4	5	6
Peso de la capsula :	22.63	21.88	21.67
Peso de la capsula + suelo humedo:	23.51	22.94	22.94
Peso de capsula + suelo seco:	23.36	22.76	22.72
Humedad (w%) :	20.55%	20.45%	20.95%
LP=	20.65%		

INDICE PLASTICO
IP= 7.94%

CLASIF. SUCS: CL
CLASIF. AASHTO: A-4 (5)

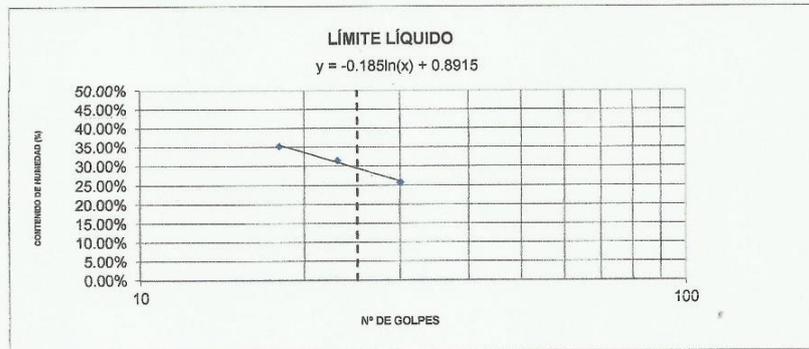
ENSAYO:	LIMITE LÍQUIDO Y LIMITE PLÁSTICO (MTC E 111 – ASTM D 4318 AASHTO T 90)	
		SELLO Y FIRMA

ENSAYO:
LÍMITE LÍQUIDO Y LÍMITE PLÁSTICO
(MTC E 111 – ASTM D 4318 AASHTO T 90)

PROYECTO: "Influencia de las Cenizas de Cáscara de Huevo y Chala en las Propiedades de la Capa Subrasante, Jr. Centenario, Huancan, Huancayo"
UBICACION: Jr. Centenario, Huancan, Huancayo
MUESTRA: Tratamiento 3 (7.5% de ceniza de cascara de huevo +7.5% de ceniza de chala) - Grupo 2
REALIZADO POR: Bach. Meza Soto Jhonatan Cesar
REVISADO POR: Ing. Sanchez Tovar Jose Luis

DETERMINACION DEL LIMITE LIQUIDO			
Capsula N°:	1	2	3
Peso de la capsula :	29.16	21.39	21.50
Peso de la capsula + suelo humedo:	47.76	39.59	39.86
Peso de capsula + suelo seco:	43.94	35.23	35.07
Humedad (w%) :	25.85%	31.50%	35.30%
Numero de golpes (N):	30	23	18

LL= 29.60%



DETERMINACION DEL LIMITE PLASTICO			
Capsula N°:	4	5	6
Peso de la capsula :	21.79	21.13	21.57
Peso de la capsula + suelo humedo:	22.51	21.94	22.64
Peso de capsula + suelo seco:	22.39	21.8	22.46
Humedad (w%) :	20.00%	20.90%	20.22%
LP=	20.37%		

INDICE PLASTICO
IP= 9.23%

CLASIF. SUCS: CL
CLASIF. AASHTO: A-4 (6)

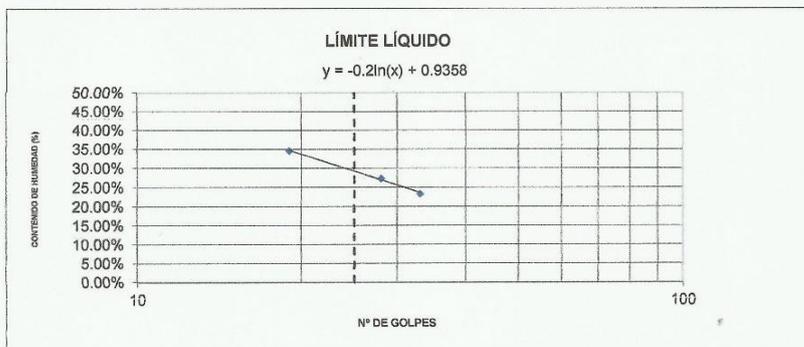
ENSAYO:	LÍMITE LÍQUIDO Y LÍMITE PLÁSTICO (MTC E 111 – ASTM D 4318 AASHTO T 90)	 SELLO Y FIRMA
----------------	--	--

ENSAYO:
LÍMITE LÍQUIDO Y LÍMITE PLÁSTICO
(MTC E 111 – ASTM D 4318 AASHTO T 90)

PROYECTO: "Influencia de las Cenizas de Cáscara de Huevo y Chala en las Propiedades de la Capa Subrasante, Jr. Centenario, Huancan, Huancayo"
UBICACION: Jr. Centenario, Huancan, Huancayo
MUESTRA: Tratamiento 3 (7.5% de ceniza de cascara de huevo +7.5% de ceniza de chala) - Grupo 3
REALIZADO POR: Bach. Meza Soto Jhonatan Cesar
REVISADO POR: Ing. Sanchez Tovar Jose Luis

DETERMINACION DEL LIMITE LIQUIDO			
Capsula N°:	1	2	3
Peso de la capsula :	21.79	21.13	21.57
Peso de la capsula + suelo humedo:	39.55	39.56	33.86
Peso de capsula + suelo seco:	36.18	35.60	30.70
Humedad (w%) :	23.42%	27.37%	34.61%
Numero de golpes (N):	33	28	19

LL= 29.20%



DETERMINACION DEL LIMITE PLASTICO			
Capsula N°:	4	5	6
Peso de la capsula :	14.52	15.8	10.94
Peso de la capsula + suelo humedo:	15.56	16.96	11.94
Peso de capsula + suelo seco:	15.38	16.76	11.77
Humedad (w%) :	20.93%	20.83%	20.48%
LP=	20.75%		

INDICE PLASTICO
IP= 8.45%

CLASIF. SUCS: CL
CLASIF. AASHTO: A-4 (5)

ENSAYO:	LIMITE LÍQUIDO Y LIMITE PLÁSTICO (MTC E 111 – ASTM D 4318 AASHTO T 90)	
		SELLO Y FIRMA

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, PAVIMENTOS Y AGUA CENTAURO INGENIEROS



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR
EL ORGANISMO DE ACREDITACION INACAL – DA
CON REGISTRO LE-141



Informe de ensayo con valor oficial

Inscrito en el Registro de Marcas y Servicio de INDECOPI con CERTIFICADO N° 00114425 con Resolución N° 007184-2019-/DSD-INDECOPI

INFORME DE ENSAYO

Inicio de página

EXPEDIENTE N° : 294-2024-AS
 PETICIONARIO : MEZA SOTO JHONATAN CESAR
 ATENCIÓN : UNIVERSIDAD CONTINENTAL
 CONTACTO DE PETICIONARIO : cesar77675403@gmail.com
 PROYECTO : "INFLUENCIA DE LAS CENIZAS DE CÁSCARA DE HUEVO Y CHALA EN LAS PROPIEDADES DE LA CAPA SUBRASANTE, JR. CENTENARIO, HUANCAN, HUANCAYO"
 UBICACIÓN : JR. CENTENARIO, CENTRO POBLADO DE HUARI, HUANCAN, HUANCAYO, JUNÍN
 FECHA DE RECEPCIÓN : 12 DE FEBRERO DEL 2024
 FECHA DE EMISIÓN : 20 DE FEBRERO DEL 2024

MÉTODOS DE ENSAYO:

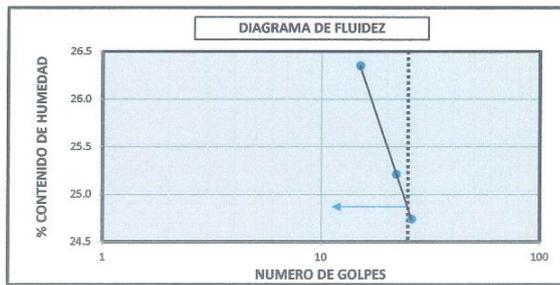
NTP 339.129 1999 (revisada el 2019) SUELOS. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico, e índice de plasticidad de suelos.1ª Edición

SUELOS. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico, e índice de plasticidad de suelos

NTP 339.129 1999 (revisada el 2019)

Página 1 de 1

CÓDIGO DE TRABAJO	: P-050-2024	CÓDIGO DE MUESTRA	: E-1 (0,40 m a 1,65 m)	CONDICIÓN DE LA MUESTRA	: ALTERADA - MUESTRA DE SUELO, EN 1 BOLSA DE COLOR NEGRO, CON UN PESO DE 2 kg APROX.
FECHA DEL MUESTREO	: 2024-02-09	PROFUNDIDAD DE CALICATA	: 4.00 m	PROCEDENCIA DE LA MUESTRA	: UBICACIÓN: JR. CENTENARIO, CENTRO POBLADO DE HUARI, HUANCAN, HUANCAYO, JUNÍN, COORDENADAS: E 478024 N 8660445
TIPO DE MATERIAL	: SUELO	SONDEO	: CALICATA	MUESTRA PROPORCIONÓ	: PETICIONARIO



MÉTODO DE ENSAYO	MULTIPUNTO
PREPARACIÓN DE LA MUESTRA	HÚMEDO

LÍMITES DE CONSISTENCIA	
LÍMITE LÍQUIDO	25
LÍMITE PLÁSTICO	19
ÍNDICE PLÁSTICO	6

* NO SE REMOVIÓ LENTES DE ARENA
 * MUESTRA SECADA AL AIRE DURANTE LA PREPARACIÓN

ADICIONES, DESVIACIONES O EXCLUSIONES DEL MÉTODO: NO APLICA

CONDICIONES AMBIENTALES:

FECHA DE INICIO DEL ENSAYO : 2024-02-15
 FECHA DE CULMINACIÓN DEL ENSAYO : 2024-02-16
 TEMPERATURA AMBIENTE : 19,2 °C
 HUMEDAD RELATIVA : 59%
 ÁREA DONDE SE REALIZÓ EL ENSAYO : SUELOS I Y PAVIMENTOS - SUELOS II Y CONCRETO
 DIRECCIÓN DEL LABORATORIO : AV. MARISCAL CASTILLA N° 3950 - EL TAMBO - HUANCAYO (SEDE 1)

MUESTREO E IDENTIFICACIÓN REALIZADOS POR EL PETICIONARIO.

LOS RESULTADOS DEL ENSAYO CORRESPONDEN ÚNICAMENTE A LA MUESTRA PROPORCIONADA POR EL PETICIONARIO.

LOS DATOS PROPORCIONADOS POR EL PETICIONARIO SON LOS SIGUIENTES: PETICIONARIO, ATENCIÓN, NOMBRE DEL PROYECTO, UBICACIÓN DEL PROYECTO, UBICACIÓN Y PROCEDENCIA DE LA MUESTRA, FECHA DEL MUESTREO.

EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD

LOS RESULTADOS DE LOS ENSAYOS NO DEBEN SER UTILIZADOS COMO UNA CERTIFICACIÓN DE CONFORMIDAD CON NORMAS DE PRODUCTOS O COMO CERTIFICADO DEL SISTEMA DE CALIDAD DE LA ENTIDAD QUE LO PRODUCE. LOS RESULTADOS CORRESPONDEN A LOS ENSAYOS REALIZADOS SOBRE LAS MUESTRAS TAL Y COMO SE RECIBIÓ LOS CUALES FUERON PROPORCIONADAS POR EL CLIENTE AL LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS.

HC-AS-041 REV.02 FECHA: 2023/10/31

INFORME AUTORIZADO POR ING. JANET YÉSSICA ANDÍA ARIAS

Fin de página

Email: grupocentauroingenieros@gmail.com Web: http://centauroingenieros.com/ Facebook: centauro ingenieros

Cel. 992875880 - 964483588 - 964966015

Av. Mariscal Castilla N° 3950 (Sede 1) y N° 3948 (Sede 2) - El Tambo - Huancayo - Junín (Frente a la 1ra Puerta de la U.N.C.P.)

Para verificar la autenticidad del Informe puede comunicarse a: grupocentauroingenieros@gmail.com

INVERSIONES GENERALES CENTAURO INGENIEROS S.A.C.
 ÁREA DE CALIDAD
 Janet Yéssica Andía Arias
 Ing. Ing. Janet Yéssica Andía Arias
 INGENIERA CIVIL
 CIP 69775

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, PAVIMENTOS Y AGUA CENTAURO INGENIEROS

SERVICIOS DE :

- ENSAYOS DE MECÁNICAS DE SUELOS
- ENSAYOS EN AGREGADOS PARA CONCRETOS Y ASFALTO
- ENSAYOS EN ROCAS
- ENSAYOS QUÍMICOS EN SUELOS Y AGUA
- ENSAYOS SPT, DPL, DPHS
- ESTUDIOS Y ENSAYOS GEOFÍSICOS
- PERFORACIONES Y EXTRACCIÓN DIAMANTINAS
- ESTUDIOS GEOTÉCNICOS
- CONTROL DE CALIDAD EN SUELOS CONCRETO Y ASFALTO
- EXTRACCIÓN Y TRASLADO DE MUESTRAS INSITU



Inscrito en el Registro de Marcas y Servicio de INDECOPI con CERTIFICADO N° 00114425 con Resolución N° 007184-2019-/DSD-INDECOPI

INFORME DE ENSAYO

Inicio de página

EXPEDIENTE N° : 295-2024-AS
PETICIONARIO : MEZA SOTO JHONATAN CESAR
ATENCIÓN : UNIVERSIDAD CONTINENTAL
CONTACTO DE PETICIONARIO : cesar77675403@gmail.com
PROYECTO : "INFLUENCIA DE LAS CENIZAS DE CÁSCARA DE HUEVO Y CHALA EN LAS PROPIEDADES DE LA CAPA SUBRASANTE, JR. CENTENARIO, HUANCAN, HUANCAYO"
UBICACIÓN : JR. CENTENARIO, CENTRO POBLADO DE HUARI, HUANCAN, HUANCAYO, JUNÍN
FECHA DE RECEPCIÓN : 12 DE FEBRERO DEL 2024
FECHA DE EMISIÓN : 20 DE FEBRERO DEL 2024

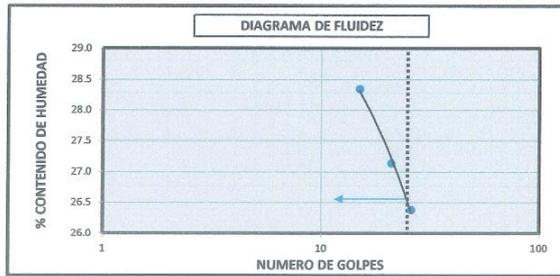
MÉTODOS DE ENSAYO:
 NTP 339.129 1999 (revisada el 2019) SUELOS. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico, e índice de plasticidad de suelos. 1ª Edición

SUELOS. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico, e índice de plasticidad de suelos

NTP 339.129 1999 (revisada el 2019)

Página 1 de 1

CÓDIGO DE TRABAJO	: P-050-2024	CÓDIGO DE MUESTRA	: E-1 + (2.5 % ceniza de chala + 2.5% ceniza de cascara de huevo)	CONDICIÓN DE LA MUESTRA	: ALTERADA - MUESTRA DE SUELO, EN 1 BOLSA DE COLOR NEGRO, CON UN PESO DE 2 kg APROX., MUESTRA DE ADITIVO DE CENIZA DE CHALA EN UNA BOLSA TRANSPARENTE CON UN PESO DE 250 g APROX. Y MUESTRA DE ADITIVO DE CENIZA DE CÁSCARA DE HUEVO EN UNA BOLSA TRANSPARENTE CON UN PESO DE 250 g APROX.
FECHA DEL MUESTREO	: 2024-02-09	PROFUNDIDAD DE CALICATA	: 1.78 m	PROCEDENCIA DE LA MUESTRA	: UBICACIÓN: JR. CENTENARIO, CENTRO POBLADO DE HUARI, HUANCAN, HUANCAYO, JUNÍN, COORDENADAS: E 478024 N 8660445
TIPO DE MATERIAL	: -	SONDEO	: CALICATA	MUESTRA PROPORCIONÓ	: PETICIONARIO



MÉTODO DE ENSAYO	MULTIPUNTO
PREPARACIÓN DE LA MUESTRA	HÚMEDO
LÍMITES DE CONSISTENCIA	
LÍMITE LÍQUIDO	27
LÍMITE PLÁSTICO	21
ÍNDICE PLÁSTICO	6
* NO SE REMOVIÓ LENTES DE ARENA	
* MUESTRA SECADA AL AIRE DURANTE LA PREPARACIÓN	

ADICIONES, DESVIACIONES O EXCLUSIONES DEL MÉTODO: NO APLICA

CONDICIONES AMBIENTALES:

FECHA DE INICIO DEL ENSAYO : 2024-02-15
 FECHA DE CULMINACIÓN DEL ENSAYO : 2024-02-16
 TEMPERATURA AMBIENTE : 19.4 °C
 HUMEDAD RELATIVA : 58%
 ÁREA DONDE SE REALIZÓ EL ENSAYO : SUELOS I Y PAVIMENTOS - SUELOS II Y CONCRETO
 DIRECCIÓN DEL LABORATORIO : AV. MARISCAL CASTILLA N° 3950 - EL TAMBO - HUANCAYO (SEDE 1)

INVERSIONES GENERALES CENTAURO INGENIEROS S.A.C.
 AREA DE CALIDAD

 Ing. Janet Yessica Andia Arias
 INGENIERA CIVIL
 CIP 69775

MUESTREO E IDENTIFICACIÓN REALIZADOS POR EL PETICIONARIO.

LOS RESULTADOS DEL ENSAYO CORRESPONDEN ÚNICA Y EXCLUSIVAMENTE A LA MUESTRA PROPORCIONADA POR EL PETICIONARIO.

LOS DATOS PROPORCIONADOS POR EL PETICIONARIO SON LOS SIGUIENTES: PETICIONARIO, ATENCIÓN, NOMBRE DEL PROYECTO, UBICACIÓN DEL PROYECTO, UBICACIÓN Y PROCEDENCIA DE LA MUESTRA, FECHA DEL MUESTREO.

EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD

LOS RESULTADOS DE LOS ENSAYOS NO DEBEN SER UTILIZADOS COMO UNA CERTIFICACIÓN DE CONFORMIDAD CON NORMAS DE PRODUCTOS O COMO CERTIFICADO DEL SISTEMA DE CALIDAD DE LA ENTIDAD QUE LO PRODUCE. LOS RESULTADOS CORRESPONDEN A LOS ENSAYOS REALIZADOS SOBRE LAS MUESTRAS TAL Y COMO SE RECIBIÓ LOS CUALES FUERON PROPORCIONADAS POR EL CLIENTE AL LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS.

HC-AS-041 REV.02 FECHA: 2023/10/31

INFORME AUTORIZADO POR ING. JANET YÉSSICA ANDÍA ARIAS

Fin de página

Email: grupocentauroringenieros@gmail.com Web: http://centauroringenieros.com/ Facebook: centauroringenieros

Cel. 992875860 - 964483588 - 964966015

Av. Mariscal Castilla N° 3950 (Sede 1) y N° 3948 (Sede 2) - El Tambo - Huancayo - Junin (Frente a la 1ra Puerta de la U.N.C.P.)

Para verificar la autenticidad del informe puede comunicarse a: grupocentauroringenieros@gmail.com

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, PAVIMENTOS Y AGUA CENTAURO INGENIEROS

SERVICIOS DE :

- ENSAYOS DE MECÁNICAS DE SUELOS
- ENSAYOS EN AGREGADOS PARA CONCRETOS Y ASFALTO
- ENSAYOS EN ROCAS
- ENSAYOS QUÍMICOS EN SUELOS Y AGUA
- ENSAYOS SPT, DPL, DFHS
- ESTUDIOS Y ENSAYOS GEOFÍSICOS
- PERFORACIONES Y EXTRACCIÓN DIAMANTINAS
- ESTUDIOS GEOTÉCNICOS
- CONTROL DE CALIDAD EN SUELOS CONCRETO Y ASFALTO
- EXTRACCIÓN Y TRASLADO DE MUESTRAS INSITU



Inscrito en el Registro de Marcas y Servicio de INDECOPI con CERTIFICADO N° 00114425 con Resolución N° 007184-2019-/DSD-INDECOPI

INFORME DE ENSAYO

Página de página

EXPEDIENTE N° : 296-2024-AS
PETICIONARIO : MEZA SOTO JHONATAN CESAR
ATENCIÓN : UNIVERSIDAD CONTINENTAL
CONTACTO DE PETICIONARIO : cesar77675403@gmail.com
PROYECTO : "INFLUENCIA DE LAS CENIZAS DE CÁSCARA DE HUEVO Y CHALA EN LAS PROPIEDADES DE LA CAPA SUBRASANTE, JR. CENTENARIO, HUANCAN, HUANCAYO"
UBICACIÓN : JR. CENTENARIO, CENTRO POBLADO DE HUARI, HUANCAN, HUANCAYO, JUNÍN
FECHA DE RECEPCIÓN : 12 DE FEBRERO DEL 2024
FECHA DE EMISIÓN : 20 DE FEBRERO DEL 2024

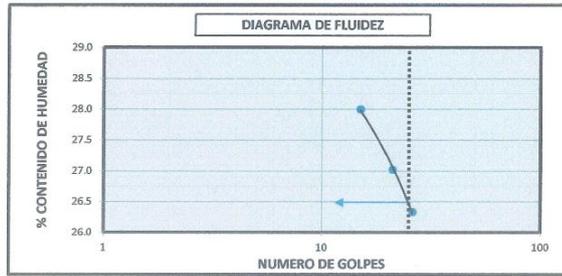
MÉTODOS DE ENSAYO:
 NTP 339.129 1999 (revisada el 2019) SUELOS. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico, e índice de plasticidad de suelos.1ª Edición

SUELOS. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico, e índice de plasticidad de suelos

NTP 339.129 1999 (revisada el 2019)

Página 1 de 1

CÓDIGO DE TRABAJO	: P-050-2024	CÓDIGO DE MUESTRA	: E-1 + (5.0 % ceniza de chala + 5.0% ceniza de cascara de huevo)	CONDICIÓN DE LA MUESTRA	: ALTERADA - MUESTRA DE SUELO, EN 1 BOLSA DE COLOR NEGRO, CON UN PESO DE 2 kg APROX., MUESTRA DE ADITIVO DE CENIZA DE CHALA EN UNA BOLSA TRANSPARENTE CON UN PESO DE 250 g APROX. Y MUESTRA DE ADITIVO DE CENIZA DE CÁSCARA DE HUEVO EN UNA BOLSA TRANSPARENTE CON UN PESO DE 250 g APROX.
FECHA DEL MUESTREO	: 2024-02-09	PROFUNDIDAD DE CALICATA	: 1.78 m	PROCEDECIA DE LA MUESTRA	: UBICACIÓN: JR. CENTENARIO, CENTRO POBLADO DE HUARI, HUANCAN, HUANCAYO, JUNÍN, COORDENADAS: E 478024 N 8660445
TIPO DE MATERIAL	: -	SONDEO	: CALICATA	MUESTRA PROPORCIONÓ	: PETICIONARIO



MÉTODO DE ENSAYO	MULTIPUNTO
PREPARACIÓN DE LA MUESTRA	HÚMEDO

LÍMITES DE CONSISTENCIA	
LÍMITE LÍQUIDO	26
LÍMITE PLÁSTICO	22
ÍNDICE PLÁSTICO	4

* NO SE REMOVIÓ LENTES DE ARENA
 * MUESTRA SECADA AL AIRE DURANTE LA PREPARACIÓN

ADICIONES, DESVIACIONES O EXCLUSIONES DEL MÉTODO: NO APLICA

CONDICIONES AMBIENTALES:

FECHA DE INICIO DEL ENSAYO : 2024-02-15
 FECHA DE CULMINACIÓN DEL ENSAYO : 2024-02-16
 TEMPERATURA AMBIENTE : 19.6 °C
 HUMEDAD RELATIVA : 57%
 ÁREA DONDE SE REALIZÓ EL ENSAYO : SUELOS I Y PAVIMENTOS - SUELOS II Y CONCRETO
 DIRECCIÓN DEL LABORATORIO : AV. MARISCAL CASTILLA N° 3950 - EL TAMBO - HUANCAYO (SEDE 1)

UNVERSIONES GENERALES CENTAURO INGENIEROS S.A.C.
 AREA DE CALIDAD
Janet Andía Arias
 Ing. Janet Yéssica Andía Arias
 INGENIERÍA CIVIL
 CIP 69775

MUESTREO E IDENTIFICACIÓN REALIZADOS POR EL PETICIONARIO.

LOS RESULTADOS DEL ENSAYO CORRESPONDEN ÚNICA Y EXCLUSIVAMENTE A LA MUESTRA PROPORCIONADA POR EL PETICIONARIO.

LOS DATOS PROPORCIONADOS POR EL PETICIONARIO SON LOS SIGUIENTES: PETICIONARIO, ATENCIÓN, NOMBRE DEL PROYECTO, UBICACIÓN DEL PROYECTO, UBICACIÓN Y PROCEDECIA DE LA MUESTRA, FECHA DEL MUESTREO.

EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD

LOS RESULTADOS DE LOS ENSAYOS NO DEBEN SER UTILIZADOS COMO UNA CERTIFICACIÓN DE CONFORMIDAD CON NORMAS DE PRODUCTOS O COMO CERTIFICADO DEL SISTEMA DE CALIDAD DE LA ENTIDAD QUE LO PRODUCE. LOS RESULTADOS CORRESPONDEN A LOS ENSAYOS REALIZADOS SOBRE LAS MUESTRAS TAL Y COMO SE RECIBIÓ LOS CUALES FUERON PROPORCIONADAS POR EL CLIENTE AL LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS.

HC-AS-041 REV.02 FECHA: 2023/10/31

INFORME AUTORIZADO POR ING. JANET YÉSSICA ANDÍA ARIAS

Fin de página

Email: grupocentauroringenieros@gmail.com Web: http://centauroringenieros.com/ Facebook: centauroringenieros

Cef. 992875860 - 964483588 - 964966015

Av. Mariscal Castilla N° 3950 (Sede 1) y N° 3948 (Sede 2) - El Tambo - Huancayo - Junin (Frente a la 1ra Puerta de la U.N.C.P.)

Para verificar la autenticidad del informe puede comunicarse a: grupocentauroringenieros@gmail.com

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, PAVIMENTOS Y AGUA CENTAURO INGENIEROS

SERVICIOS DE :

- ENSAYOS DE MECÁNICAS DE SUELOS
- ENSAYOS EN AGREGADOS PARA CONCRETOS Y ASFALTO
- ENSAYOS EN ROCAS
- ENSAYOS QUÍMICOS EN SUELOS Y AGUA
- ENSAYOS SPT, DFL, DPHS
- ESTUDIOS Y ENSAYOS GEOFÍSICOS
- PERFORACIONES Y EXTRACCIÓN DIAMANTINAS
- ESTUDIOS GEOTÉCNICOS
- CONTROL DE CALIDAD EN SUELOS CONCRETO Y ASFALTO
- EXTRACCIÓN Y TRASLADO DE MUESTRAS INSITU



Inscrito en el Registro de Marcas y Servicio de INDECOPI con CERTIFICADO N° 00114425 con Resolución N° 007184-2019-/DSD-INDECOPI

INFORME DE ENSAYO

Inicio de página

EXPEDIENTE N° : 297-2024-AS
PETICIONARIO : MEZA SOTO JHONATAN CESAR
ATENCIÓN : UNIVERSIDAD CONTINENTAL
CONTACTO DE PETICIONARIO : cesar77675403@gmail.com
PROYECTO : "INFLUENCIA DE LAS CENIZAS DE CÁSCARA DE HUEVO Y CHALA EN LAS PROPIEDADES DE LA CAPA SUBRASANTE, JR. CENTENARIO, HUANCAN, HUANCAYO"
UBICACIÓN : JR. CENTENARIO, CENTRO POBLADO DE HUARI, HUANCAN, HUANCAYO, JUNÍN
FECHA DE RECEPCIÓN : 12 DE FEBRERO DEL 2024
FECHA DE EMISIÓN : 20 DE FEBRERO DEL 2024

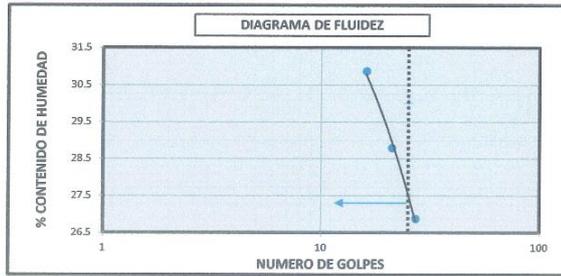
MÉTODOS DE ENSAYO:
 NTP 339.129 1999 (revisada el 2019) SUELOS. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico, e índice de plasticidad de suelos.1ª Edición

SUELOS. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico, e índice de plasticidad de suelos

NTP 339.129 1999 (revisada el 2019)

Página 1 de 1

CÓDIGO DE TRABAJO	: P-050-2024	CÓDIGO DE MUESTRA	: E-1 + (7.5 % ceniza de chala + 7.5% ceniza de cascara de huevo)	CONDICIÓN DE LA MUESTRA	: ALTERADA - MUESTRA DE SUELO, EN 1 BOLSA DE COLOR NEGRO, CON UN PESO DE 2 kg APROX., MUESTRA DE ADITIVO DE CENIZA DE CHALA EN UNA BOLSA TRANSPARENTE CON UN PESO DE 250 g APROX. Y MUESTRA DE ADITIVO DE CENIZA DE CÁSCARA DE HUEVO EN UNA BOLSA TRANSPARENTE CON UN PESO DE 250 g APROX.
FECHA DEL MUESTREO	: 2024-02-09	PROFUNDIDAD DE CALICATA	: 1.78 m	PROCEDENCIA DE LA MUESTRA	: UBICACIÓN: JR. CENTENARIO, CENTRO POBLADO DE HUARI, HUANCAN, HUANCAYO, JUNÍN, COORDENADAS: E 478024 N 8660445
TIPO DE MATERIAL	: -	SONDEO	: CALICATA	MUESTRA PROPORCIONÓ	: PETICIONARIO



MÉTODO DE ENSAYO	MULTIPUNTO
PREPARACIÓN DE LA MUESTRA	HÚMEDO
LÍMITES DE CONSISTENCIA	
LÍMITE LÍQUIDO	27
LÍMITE PLÁSTICO	23
ÍNDICE PLÁSTICO	4
* NO SE REMOVIÓ LENTES DE ARENA	
* MUESTRA SECADA AL AIRE DURANTE LA PREPARACIÓN	

ADICIONES, DESVIACIONES O EXCLUSIONES DEL MÉTODO: NO APLICA

CONDICIONES AMBIENTALES:

FECHA DE INICIO DEL ENSAYO : 2024-02-15
FECHA DE CULMINACIÓN DEL ENSAYO : 2024-02-16
TEMPERATURA AMBIENTE : 19.8 °C
HUMEDAD RELATIVA : 56%
ÁREA DONDE SE REALIZÓ EL ENSAYO : SUELOS I Y PAVIMENTOS - SUELOS II Y CONCRETO
DIRECCIÓN DEL LABORATORIO : AV. MARISCAL CASTILLA N° 3950 - EL TAMBO - HUANCAYO (SEDE 1)

INVERSIONES GENERALES CENTAURO INGENIEROS S.A.C.
 ÁREA DE CALIDAD

 Ing. Janet Yéssica Andía Arias
 INGENIERA CIVIL
 CIP 69975

MUESTREO E IDENTIFICACIÓN REALIZADOS POR EL PETICIONARIO.

LOS RESULTADOS DEL ENSAYO CORRESPONDEN ÚNICA Y EXCLUSIVAMENTE A LA MUESTRA PROPORCIONADA POR EL PETICIONARIO.
 LOS DATOS PROPORCIONADOS POR EL PETICIONARIO SON LOS SIGUIENTES: PETICIONARIO, ATENCIÓN, NOMBRE DEL PROYECTO, UBICACIÓN DEL PROYECTO, UBICACIÓN Y PROCEDENCIA DE LA MUESTRA, FECHA DEL MUESTREO.

EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD
 LOS RESULTADOS DE LOS ENSAYOS NO DEBEN SER UTILIZADOS COMO UNA CERTIFICACIÓN DE CONFORMIDAD CON NORMAS DE PRODUCTOS O COMO CERTIFICADO DEL SISTEMA DE CALIDAD DE LA ENTIDAD QUE LO PRODUCE. LOS RESULTADOS CORRESPONDEN A LOS ENSAYOS REALIZADOS SOBRE LAS MUESTRAS TAL Y COMO SE RECIBIÓ LOS CUALES FUERON PROPORCIONADAS POR EL CLIENTE AL LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS.

HC-AS-041 REV.02 FECHA: 2023/10/31

INFORME AUTORIZADO POR ING. JANET YÉSSICA ANDÍA ARIAS

Fin de página

Email: grupocentauroringenieros@gmail.com Web: http://centauroringenieros.com/ Facebook: centauroringenieros

Cel. 992875860 - 964483588 - 964966015

Av. Mariscal Castilla N° 3950 (Sede 1) y N° 3948 (Sede 2) - El Tambo - Huancayo - Junín (Frente a la 1ra Puerta de la U.N.C.P.)

Para verificar la autenticidad del informe puede comunicarse a: grupocentauroringenieros@gmail.com



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR
EL ORGANISMO DE ACREDITACION INACAL - DA
CON REGISTRO LE-141



Informe de ensayo con valor oficial

Inscrito en el Registro de Marcas y Servicio de INDECOPI con CERTIFICADO N° 00114425 con Resolución N° 007184-2019-/DSD-INDECOPI

INFORME DE ENSAYO

Inicio de página

EXPEDIENTE N° : 298-2024-AS
PETICIONARIO : MEZA SOTO JHONATAN CESAR
ATENCIÓN : UNIVERSIDAD CONTINENTAL
CONTACTO DE PETICIONARIO : cesar77675403@gmail.com
PROYECTO : "INFLUENCIA DE LAS CENIZAS DE CÁSCARA DE HUEVO Y CHALA EN LAS PROPIEDADES DE LA CAPA SUBRASANTE, JR. CENTENARIO, HUANCAN, HUANCAYO"
UBICACIÓN : JR. CENTENARIO, CENTRO POBLADO DE HUARI, HUANCAN, HUANCAYO, JUNÍN
FECHA DE RECEPCIÓN : 12 DE FEBRERO DEL 2024
FECHA DE EMISIÓN : 19 DE FEBRERO DEL 2024

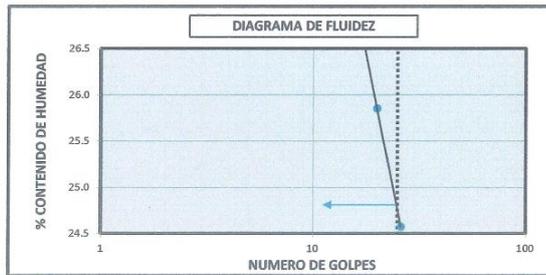
MÉTODOS DE ENSAYO:
 NTP 339.129 1999 (revisada el 2019) SUELOS. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico, e índice de plasticidad de suelos. 1ª Edición

SUELOS. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico, e índice de plasticidad de suelos

NTP 339.129 1999 (revisada el 2019)

Página 1 de 1

CÓDIGO DE TRABAJO	: P-050-2024	CÓDIGO DE MUESTRA	: E-2 (0.40 m a 1.65 m)	CONDICIÓN DE LA MUESTRA	: ALTERADA - MUESTRA DE SUELO, EN 1 BOLSA DE COLOR NEGRO, CON UN PESO DE 2 kg APROX.
FECHA DEL MUESTREO	: 2024-02-09	PROFUNDIDAD DE CALICATA	: 1.78 m	PROCEDENCIA DE LA MUESTRA	: UBICACIÓN: JR. CENTENARIO, CENTRO POBLADO DE HUARI, HUANCAN, HUANCAYO, JUNÍN, COORDENADAS: E 478024 N 8660445
TIPO DE MATERIAL	: SUELO	SONDEO	: CALICATA	MUESTRA PROPORCIONÓ	: PETICIONARIO



MÉTODO DE ENSAYO	MULTIPUNTO
PREPARACIÓN DE LA MUESTRA	HÚMEDO

LÍMITES DE CONSISTENCIA	
LÍMITE LÍQUIDO	25
LÍMITE PLÁSTICO	20
ÍNDICE PLÁSTICO	5

* NO SE REMOVIÓ LENTES DE ARENA
 * MUESTRA SECADA AL AIRE DURANTE LA PREPARACIÓN

ADICIONES, DESVIACIONES O EXCLUSIONES DEL MÉTODO: NO APLICA

CONDICIONES AMBIENTALES:

FECHA DE INICIO DEL ENSAYO : 2024-02-15
 FECHA DE CULMINACIÓN DEL ENSAYO : 2024-02-16
 TEMPERATURA AMBIENTE : 20.1 °C
 HUMEDAD RELATIVA : 57%
 ÁREA DONDE SE REALIZÓ EL ENSAYO : SUELOS I Y PAVIMENTOS - SUELOS II Y CONCRETO
 DIRECCIÓN DEL LABORATORIO : AV. MARISCAL CASTILLA N° 3950 - EL TAMBO - HUANCAYO (SEDE 1)

INVERSIONES GENERALES CENTAURO INGENIEROS S.A.C.
 ÁREA DE CALIDAD

 Ing. Janet Yéssica Andía Arias
 INGENIERA CIVIL
 CIP 69775

MUESTREO E IDENTIFICACIÓN REALIZADOS POR EL PETICIONARIO.

LOS RESULTADOS DEL ENSAYO CORRESPONDEN ÚNICA Y EXCLUSIVAMENTE A LA MUESTRA PROPORCIONADA POR EL PETICIONARIO.

LOS DATOS PROPORCIONADOS POR EL PETICIONARIO SON LOS SIGUIENTES: PETICIONARIO, ATENCIÓN, NOMBRE DEL PROYECTO, UBICACIÓN DEL PROYECTO, UBICACIÓN Y PROCEDENCIA DE LA MUESTRA, FECHA DEL MUESTREO.

EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD

LOS RESULTADOS DE LOS ENSAYOS NO DEBEN SER UTILIZADOS COMO UNA CERTIFICACIÓN DE CONFORMIDAD CON NORMAS DE PRODUCTOS O COMO CERTIFICADO DEL SISTEMA DE CALIDAD DE LA ENTIDAD QUE LO PRODUCE. LOS RESULTADOS CORRESPONDEN A LOS ENSAYOS REALIZADOS SOBRE LAS MUESTRAS TAL Y COMO SE RECIBIÓ LOS CUALES FUERON PROPORCIONADAS POR EL CLIENTE AL LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS.

HC-AS-041 REV.02 FECHA: 2023/10/31

INFORME AUTORIZADO POR ING. JANET YÉSSICA ANDÍA ARIAS

Fin de página

Email: grupocentauroingenieros@gmail.com Web: http://centauroingenieros.com/ Facebook: centauro ingenieros

Cel. 992875860 - 964483588 - 964966015

Av. Mariscal Castilla N° 3950 (Sede 1) y N° 3948 (Sede 2) - El Tambo - Huancayo - Junin (Frente a la 1ra Puerta de la U.N.C.P.)

Para verificar la autenticidad del informe puede comunicarse a: grupocentauroingenieros@gmail.com

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, PAVIMENTOS Y AGUA CENTAURO INGENIEROS

SERVICIOS DE :

- ENSAYOS DE MECÁNICAS DE SUELOS
- ENSAYOS EN AGREGADOS PARA CONCRETOS Y ASFALTO
- ENSAYOS EN ROCAS
- ENSAYOS QUÍMICOS EN SUELOS Y AGUA
- ENSAYOS SPT, DPL, DPHS
- ESTUDIOS Y ENSAYOS GEOFÍSICOS
- PERFORACIONES Y EXTRACCIÓN DIAMANTINAS
- ESTUDIOS GEOTÉCNICOS
- CONTROL DE CALIDAD EN SUELOS CONCRETO Y ASFALTO
- EXTRACCIÓN Y TRASLADO DE MUESTRAS INSITU



Inscrito en el Registro de Marcas y Servicio de INDECOPI con CERTIFICADO N° 00114425 con Resolución N° 007184-2019-/DSD-INDECOPI

INFORME DE ENSAYO

Inicio de página

EXPEDIENTE N°	: 299-2024-AS
PETICIONARIO	: MEZA SOTO JHONATAN CESAR
ATENCIÓN	: UNIVERSIDAD CONTINENTAL
CONTACTO DE PETICIONARIO	: cesar77675403@gmail.com
PROYECTO	: "INFLUENCIA DE LAS CENIZAS DE CÁSCARA DE HUEVO Y CHALA EN LAS PROPIEDADES DE LA CAPA SUBRASANTE, JR. CENTENARIO, HUANCAN, HUANCAYO"
UBICACIÓN	: JR. CENTENARIO, CENTRO POBLADO DE HUARI, HUANCAN, HUANCAYO, JUNÍN
FECHA DE RECEPCIÓN	: 12 DE FEBRERO DEL 2024
FECHA DE EMISIÓN	: 20 DE FEBRERO DEL 2024

MÉTODOS DE ENSAYO:

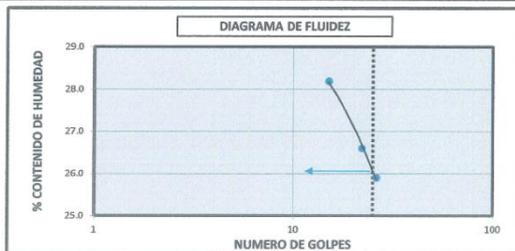
NTP 339.129 1999 (revisada el 2019) SUELOS. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico, e índice de plasticidad de suelos.1ª Edición

SUELOS. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico, e índice de plasticidad de suelos

NTP 339.129 1999 (revisada el 2019)

Página 1 de 1

CÓDIGO DE TRABAJO	: P-050-2024	CÓDIGO DE MUESTRA	: E-2 + (2.5 % ceniza de chala + 2.5% ceniza de cascara de huevo)	CONDICIÓN DE LA MUESTRA	: ALTERADA - MUESTRA DE SUELO, EN 1 BOLSA DE COLOR NEGRO, CON UN PESO DE 2 kg APROX., MUESTRA DE ADITIVO DE CENIZA DE CHALA EN UNA BOLSA TRANSPARENTE CON UN PESO DE 250 g APROX. Y MUESTRA DE ADITIVO DE CENIZA DE CÁSCARA DE HUEVO EN UNA BOLSA TRANSPARENTE CON UN PESO DE 250 g APROX.
FECHA DEL MUESTREO	: 2024-02-09	PROFUNDIDAD DE CALICATA	: 1.78 m	PROCEDENCIA DE LA MUESTRA	: UBICACIÓN: JR. CENTENARIO, CENTRO POBLADO DE HUARI, HUANCAN, HUANCAYO, JUNÍN, COORDENADAS: E 478024 N 8660445
TIPO DE MATERIAL	: -	SONDEO	: CALICATA	MUESTRA PROPORCIONÓ	: PETICIONARIO



MÉTODO DE ENSAYO	MULTIPUNTO
PREPARACIÓN DE LA MUESTRA	HÚMEDO
LÍMITES DE CONSISTENCIA	
LÍMITE LÍQUIDO	26
LÍMITE PLÁSTICO	22
ÍNDICE PLÁSTICO	4
* NO SE REMOVIÓ LENTES DE ARENA	
* MUESTRA SECADA AL AIRE DURANTE LA PREPARACIÓN	

ADICIONES, DESVIACIONES O EXCLUSIONES DEL MÉTODO: NO APLICA

CONDICIONES AMBIENTALES:

FECHA DE INICIO DEL ENSAYO	: 2024-02-15
FECHA DE CULMINACIÓN DEL ENSAYO	: 2024-02-16
TEMPERATURA AMBIENTE	: 20.4 °C
HUMEDAD RELATIVA	: 55%
ÁREA DONDE SE REALIZÓ EL ENSAYO	: SUELOS I Y PAVIMENTOS - SUELOS II Y CONCRETO
DIRECCIÓN DEL LABORATORIO	: AV. MARISCAL CASTILLA N° 3950 - EL TAMBO - HUANCAYO (SEDE 1)

INVERSIONES GENERALES CENTAURO INGENIEROS S.A.C
 AREA DE CALIDAD

 Ing. Janet Yéssica Andía Arias
 INGENIERA CIVIL
 CIP 59775

MUESTREO E IDENTIFICACIÓN REALIZADOS POR EL PETICIONARIO.

LOS RESULTADOS DEL ENSAYO CORRESPONDEN ÚNICA Y EXCLUSIVAMENTE A LA MUESTRA PROPORCIONADA POR EL PETICIONARIO.

LOS DATOS PROPORCIONADOS POR EL PETICIONARIO SON LOS SIGUIENTES: PETICIONARIO, ATENCIÓN, NOMBRE DEL PROYECTO, UBICACIÓN DEL PROYECTO, UBICACIÓN Y PROCEDENCIA DE LA MUESTRA, FECHA DEL MUESTREO.

EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD

LOS RESULTADOS DE LOS ENSAYOS NO DEBEN SER UTILIZADOS COMO UNA CERTIFICACIÓN DE CONFORMIDAD CON NORMAS DE PRODUCTOS O COMO CERTIFICADO DEL SISTEMA DE CALIDAD DE LA ENTIDAD QUE LO PRODUCE. LOS RESULTADOS CORRESPONDEN A LOS ENSAYOS REALIZADOS SOBRE LAS MUESTRAS TAL Y COMO SE RECIBIÓ LOS CUALES FUERON PROPORCIONADAS POR EL CLIENTE AL LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS.

HC-AS-041 REV.02 FECHA: 2023/10/31

INFORME AUTORIZADO POR ING. JANET YÉSSICA ANDÍA ARIAS

Fin de página

Email: grupocentauroringenieros@gmail.com Web: http://centauroringenieros.com/ Facebook: centauroringenieros

Cel. 992875860 - 964483588 - 964966015

Av. Mariscal Castilla N° 3950 (Sede 1) y N° 3948 (Sede 2) - El Tambo - Huancayo - Junín (Frente a la 1ra Puerta de la U.N.C.P.)

Para verificar la autenticidad del informe puede comunicarse a: grupocentauroringenieros@gmail.com

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, PAVIMENTOS Y AGUA CENTAURO INGENIEROS

SERVICIOS DE :

- ENSAYOS DE MECÁNICAS DE SUELOS
- ENSAYOS EN AGREGADOS PARA CONCRETOS Y ASFALTO
- ENSAYOS EN ROCAS
- ENSAYOS QUÍMICOS EN SUELOS Y AGUA
- ENSAYOS SPT, DPL, DPHS

- ESTUDIOS Y ENSAYOS GEOFÍSICOS
- PERFORACIONES Y EXTRACCIÓN DIAMANTINAS
- ESTUDIOS GEOTÉCNICOS
- CONTROL DE CALIDAD EN SUELOS CONCRETO Y ASFALTO
- EXTRACCIÓN Y TRASLADO DE MUESTRAS INSITU



Inscrito en el Registro de Marcas y Servicio de INDECOPI con CERTIFICADO N° 00114425 con Resolución N° 007184-2019-/DSD-INDECOPI

INFORME DE ENSAYO

Inicio de página

EXPEDIENTE N° : 300-2024-AS
PETICIONARIO : MEZA SOTO JHONATAN CESAR
ATENCIÓN : UNIVERSIDAD CONTINENTAL
CONTACTO DE PETICIONARIO : cesar77675403@gmail.com
PROYECTO : "INFLUENCIA DE LAS CENIZAS DE CÁSCARA DE HUEVO Y CHALA EN LAS PROPIEDADES DE LA CAPA SUBRASANTE, JR. CENTENARIO, HUANCAN, HUANCAYO"
UBICACIÓN : JR. CENTENARIO, CENTRO POBLADO DE HUARI, HUANCAN, HUANCAYO, JUNÍN
FECHA DE RECEPCIÓN : 12 DE FEBRERO DEL 2024
FECHA DE EMISIÓN : 20 DE FEBRERO DEL 2024

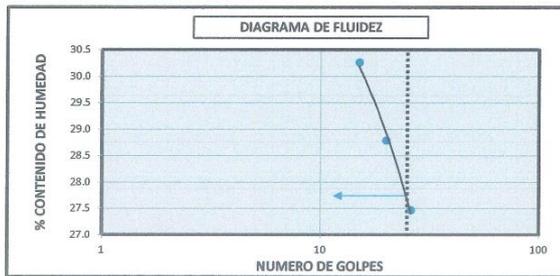
MÉTODOS DE ENSAYO:
 NTP 339.129 1999 (revisada el 2019) SUELOS. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico, e índice de plasticidad de suelos. 1ª Edición

SUELOS. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico, e índice de plasticidad de suelos

NTP 339.129 1999 (revisada el 2019)

Página 1 de 1

CÓDIGO DE TRABAJO	: P-050-2024	CÓDIGO DE MUESTRA	: E-2 + (5.0 % ceniza de chala + 5.0% ceniza de cascara de huevo)	CONDICIÓN DE LA MUESTRA	: ALTERADA - MUESTRA DE SUELO, EN 1 BOLSA DE COLOR NEGRO, CON UN PESO DE 2 kg APROX., MUESTRA DE ADITIVO DE CENIZA DE CHALA EN UNA BOLSA TRANSPARENTE CON UN PESO DE 250 g APROX. Y MUESTRA DE ADITIVO DE CENIZA DE CÁSCARA DE HUEVO EN UNA BOLSA TRANSPARENTE CON UN PESO DE 250 g APROX.
FECHA DEL MUESTREO	: 2024-02-09	PROFUNDIDAD DE CALICATA	: 1.78 m	PROCEDECIA DE LA MUESTRA	: UBICACIÓN: JR. CENTENARIO, CENTRO POBLADO DE HUARI, HUANCAN, HUANCAYO, JUNÍN, COORDENADAS: E 478024 N 8660445
TIPO DE MATERIAL	: -	SONDEO	: CALICATA	MUESTRA PROPORCIONÓ	: PETICIONARIO



MÉTODO DE ENSAYO	MULTIPUNTO
PREPARACIÓN DE LA MUESTRA	HÚMEDO
LÍMITES DE CONSISTENCIA	
LÍMITE LÍQUIDO	28
LÍMITE PLÁSTICO	24
ÍNDICE PLÁSTICO	4
* NO SE REMOVIÓ LENTES DE ARENA	
* MUESTRA SECADA AL AIRE DURANTE LA PREPARACIÓN	

ADICIONES, DESVIACIONES O EXCLUSIONES DEL MÉTODO: NO APLICA

CONDICIONES AMBIENTALES:

FECHA DE INICIO DEL ENSAYO : 2024-02-15
 FECHA DE CULMINACIÓN DEL ENSAYO : 2024-02-16
 TEMPERATURA AMBIENTE : 20.6 °C
 HUMEDAD RELATIVA : 54%
 ÁREA DONDE SE REALIZÓ EL ENSAYO : SUELOS I Y PAVIMENTOS - SUELOS II Y CONCRETO
 DIRECCIÓN DEL LABORATORIO : AV. MARISCAL CASTILLA N° 3950 - EL TAMBO - HUANCAYO (SEDE 1)

INVERSIONES GENERALES CENTAURO INGENIEROS S.A.C.
 ÁREA DE CALIDAD

 Ing. Janet Yéssica Andía Arias
 INGENIERA CIVIL
 CIP: 69975

MUESTREO E IDENTIFICACIÓN REALIZADOS POR EL PETICIONARIO.

LOS RESULTADOS DEL ENSAYO CORRESPONDEN ÚNICA Y EXCLUSIVAMENTE A LA MUESTRA PROPORCIONADA POR EL PETICIONARIO.

LOS DATOS PROPORCIONADOS POR EL PETICIONARIO SON LOS SIGUIENTES: PETICIONARIO, ATENCIÓN, NOMBRE DEL PROYECTO, UBICACIÓN DEL PROYECTO, UBICACIÓN Y PROCEDENCIA DE LA MUESTRA, FECHA DEL MUESTREO.

EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD

LOS RESULTADOS DE LOS ENSAYOS NO DEBEN SER UTILIZADOS COMO UNA CERTIFICACIÓN DE CONFORMIDAD CON NORMAS DE PRODUCTOS O COMO CERTIFICADO DEL SISTEMA DE CALIDAD DE LA ENTIDAD QUE LO PRODUCE. LOS RESULTADOS CORRESPONDEN A LOS ENSAYOS REALIZADOS SOBRE LAS MUESTRAS TAL Y COMO SE RECIBIÓ LOS CUALES FUERON PROPORCIONADAS POR EL CLIENTE AL LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS.

HC-AS-041 REV.02 FECHA: 2023/10/31

INFORME AUTORIZADO POR ING. JANET YÉSSICA ANDÍA ARIAS

Fin de página

Email: grupocentauroringenieros@gmail.com Web: http://centauroringenieros.com/ Facebook: centauroringenieros

Cel. 992875860 - 964483588 - 964966015

Av. Mariscal Castilla N° 3950 (Sede 1) y N° 3948 (Sede 2) - El Tambo - Huancayo - Junín (Frente a la 1ra Puerta de la U.N.C.P.)

Para verificar la autenticidad del informe puede comunicarse a: grupocentauroringenieros@gmail.com

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, PAVIMENTOS Y AGUA CENTAURO INGENIEROS

SERVICIOS DE :

- ENSAYOS DE MECÁNICAS DE SUELOS
- ENSAYOS EN AGREGADOS PARA CONCRETOS Y ASFALTO
- ENSAYOS EN ROCAS
- ENSAYOS QUÍMICOS EN SUELOS Y AGUA
- ENSAYOS SPT, DPL, DPHS
- ESTUDIOS Y ENSAYOS GEOFÍSICOS
- PERFORACIONES Y EXTRACCIÓN DIAMANTINAS
- ESTUDIOS GEOTÉCNICOS
- CONTROL DE CALIDAD EN SUELOS CONCRETO Y ASFALTO
- EXTRACCIÓN Y TRASLADO DE MUESTRAS INSITU



Inscrito en el Registro de Marcas y Servicio de INDECOPI con CERTIFICADO N° 00114425 con Resolución N° 007184-2019-/DSD-INDECOPI

INFORME DE ENSAYO

Inicio de página

EXPEDIENTE N° : 301-2024-AS
PETICIONARIO : MEZA SOTO JHONATAN CESAR
ATENCIÓN : UNIVERSIDAD CONTINENTAL
CONTACTO DE PETICIONARIO : cesar77675403@gmail.com
PROYECTO : "INFLUENCIA DE LAS CENIZAS DE CÁSCARA DE HUEVO Y CHALA EN LAS PROPIEDADES DE LA CAPA SUBRASANTE, JR. CENTENARIO, HUANCAN, HUANCAYO"
UBICACIÓN : JR. CENTENARIO, CENTRO POBLADO DE HUARI, HUANCAN, HUANCAYO, JUNÍN
FECHA DE RECEPCIÓN : 12 DE FEBRERO DEL 2024
FECHA DE EMISIÓN : 20 DE FEBRERO DEL 2024

MÉTODOS DE ENSAYO:

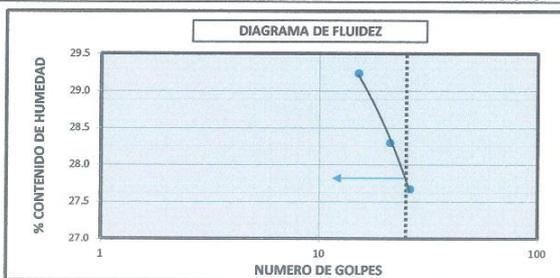
NTP 339.129 1999 (revisada el 2019) SUELOS. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico, e índice de plasticidad de suelos. 1ª Edición

SUELOS. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico, e índice de plasticidad de suelos

NTP 339.129 1999 (revisada el 2019)

Página 1 de 1

CÓDIGO DE TRABAJO	: P-050-2024	CÓDIGO DE MUESTRA	: E-2 + (7.5 % ceniza de chala + 7.5% ceniza de cascara de huevo)	CONDICIÓN DE LA MUESTRA	: ALTERADA - MUESTRA DE SUELO, EN 1 BOLSA DE COLOR NEGRO, CON UN PESO DE 2 kg APROX., MUESTRA DE ADITIVO DE CENIZA DE CHALA EN UNA BOLSA TRANSPARENTE CON UN PESO DE 250 g APROX. Y MUESTRA DE ADITIVO DE CENIZA DE CÁSCARA DE HUEVO EN UNA BOLSA TRANSPARENTE CON UN PESO DE 250 g APROX.
FECHA DEL MUESTREO	: 2024-02-09	PROFUNDIDAD DE CALICATA	: 1.78 m	PROCEDENCIA DE LA MUESTRA	: UBICACIÓN: JR. CENTENARIO, CENTRO POBLADO DE HUARI, HUANCAN, HUANCAYO, JUNÍN, COORDENADAS: E 478024 N 8660445
TIPO DE MATERIAL	: -	SONDEO	: CALICATA	MUESTRA PROPORCIONÓ	: PETICIONARIO



MÉTODO DE ENSAYO	MULTIPUNTO
PREPARACIÓN DE LA MUESTRA	HÚMEDO

LÍMITES DE CONSISTENCIA	
LÍMITE LÍQUIDO	28
LÍMITE PLÁSTICO	24
ÍNDICE PLÁSTICO	4

* NO SE REMOVIÓ LENTES DE ARENA
 * MUESTRA SECADA AL AIRE DURANTE LA PREPARACIÓN

ADICIONES, DESVIACIONES O EXCLUSIONES DEL MÉTODO: NO APLICA

CONDICIONES AMBIENTALES:

FECHA DE INICIO DEL ENSAYO : 2024-02-15
 FECHA DE CULMINACIÓN DEL ENSAYO : 2024-02-16
 TEMPERATURA AMBIENTE : 20.8 °C
 HUMEDAD RELATIVA : 55%
 ÁREA DONDE SE REALIZÓ EL ENSAYO : SUELOS I Y PAVIMENTOS - SUELOS II Y CONCRETO
 DIRECCIÓN DEL LABORATORIO : AV. MARISSAL CASTILLA N° 3950 - EL TAMBO - HUANCAYO (SEDE 1)

INVERSIONES GENERALES CENTAURO INGENIEROS S.A.C.
 ÁREA DE CALIDAD

 Mg. Ing. Janet Yéssica Andía Arias
 INGENIERA CIVIL
 CIP 69775

MUESTREO E IDENTIFICACIÓN REALIZADOS POR EL PETICIONARIO.

LOS RESULTADOS DEL ENSAYO CORRESPONDEN ÚNICA Y EXCLUSIVAMENTE A LA MUESTRA PROPORCIONADA POR EL PETICIONARIO.

LOS DATOS PROPORCIONADOS POR EL PETICIONARIO SON LOS SIGUIENTES: PETICIONARIO, ATENCIÓN, NOMBRE DEL PROYECTO, UBICACIÓN DEL PROYECTO, UBICACIÓN Y PROCEDENCIA DE LA MUESTRA, FECHA DEL MUESTREO.

EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD

LOS RESULTADOS DE LOS ENSAYOS NO DEBEN SER UTILIZADOS COMO UNA CERTIFICACIÓN DE CONFORMIDAD CON NORMAS DE PRODUCTOS O COMO CERTIFICADO DEL SISTEMA DE CALIDAD DE LA ENTIDAD QUE LO PRODUCE. LOS RESULTADOS CORRESPONDEN A LOS ENSAYOS REALIZADOS SOBRE LAS MUESTRAS TAL Y COMO SE RECIBIÓ LOS CUALES FUERON PROPORCIONADAS POR EL CLIENTE AL LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS.

HC-AS-041 REV.02 FECHA: 2023/10/31

INFORME AUTORIZADO POR ING. JANET YÉSSICA ANDÍA ARIAS

Fin de página

Email: grupocentauroringenieros@gmail.com Web: http://centauroringenieros.com/ Facebook: centauroringenieros

Cel. 992875860 - 964483588 - 964966015

Av. Mariscal Castilla N° 3950 (Sede 1) y N° 3948 (Sede 2) - El Tambo - Huancayo - Junín (Frente a la 1ra Puerta de la U.N.C.P.)

Para verificar la autenticidad del informe puede comunicarse a: grupocentauroringenieros@gmail.com



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, PAVIMENTOS Y AGUA CENTAURO INGENIEROS
 LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR
 EL ORGANISMO DE ACREDITACION INACAL – DA
 CON REGISTRO LE-141



Informe de ensayo con valor oficial

Inscrito en el Registro de Marcas y Servicio de INDECOPI con CERTIFICADO N° 00114425 con Resolución N° 007184-2019-/DSD-INDECOPI

INFORME DE ENSAYO

Inicio de página

EXPEDIENTE N° : 302-2024-AS
PETICIONARIO : MEZA SOTO JHONATAN CESAR
ATENCIÓN : UNIVERSIDAD CONTINENTAL
CONTACTO DE PETICIONARIO : cesar77675403@gmail.com
PROYECTO : "INFLUENCIA DE LAS CENIZAS DE CÁSCARA DE HUEVO Y CHALA EN LAS PROPIEDADES DE LA CAPA SUBRASANTE, JR. CENTENARIO, HUANCAN, HUANCAYO"
UBICACIÓN : JR. CENTENARIO, CENTRO POBLADO DE HUARI, HUANCAN, HUANCAYO, JUNÍN
FECHA DE RECEPCIÓN : 12 DE FEBRERO DEL 2024
FECHA DE EMISIÓN : 20 DE FEBRERO DEL 2024

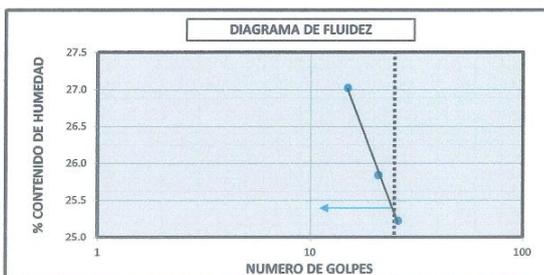
MÉTODOS DE ENSAYO:
 NTP 339.129 1999 (revisada el 2019) SUELOS. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico, e índice de plasticidad de suelos. 1ª Edición

SUELOS. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico, e índice de plasticidad de suelos

NTP 339.129 1999 (revisada el 2019)

Página 1 de 1

CÓDIGO DE TRABAJO	: P-050-2024	CÓDIGO DE MUESTRA	: E-3 (0.40 m a 1.65 m)	CONDICIÓN DE LA MUESTRA	: ALTERADA - MUESTRA DE SUELO, EN 1 BOLSA DE COLOR NEGRO, CON UN PESO DE 2 kg APROX.
FECHA DEL MUESTREO	: 2024-02-09	PROFUNDIDAD DE CALICATA	: 1.78 m	PROCEDENCIA DE LA MUESTRA	: UBICACIÓN: JR. CENTENARIO, CENTRO POBLADO DE HUARI, HUANCAN, HUANCAYO, JUNÍN, COORDENADAS: E 478024 N 8660445
TIPO DE MATERIAL	: SUELO	SONDEO	: CALICATA	MUESTRA PROPORCIONÓ	: PETICIONARIO



MÉTODO DE ENSAYO	MULTIPUNTO
PREPARACIÓN DE LA MUESTRA	HÚMEDO

LÍMITES DE CONSISTENCIA	
LÍMITE LÍQUIDO	25
LÍMITE PLÁSTICO	20
ÍNDICE PLÁSTICO	5
* NO SE REMOVIÓ LENTES DE ARENA	
* MUESTRA SECADA AL AIRE DURANTE LA PREPARACIÓN	

ADICIONES, DESVIACIONES O EXCLUSIONES DEL MÉTODO: NO APLICA

CONDICIONES AMBIENTALES:

FECHA DE INICIO DEL ENSAYO : 2024-02-15
FECHA DE CULMINACIÓN DEL ENSAYO : 2024-02-16
TEMPERATURA AMBIENTE : 20,9 °C
HUMEDAD RELATIVA : 55%
ÁREA DONDE SE REALIZÓ EL ENSAYO : SUELOS I Y PAVIMENTOS - SUELOS II Y CONCRETO
DIRECCIÓN DEL LABORATORIO : AV. MARISCAL CASTILLA N° 3950 - EL TAMBO - HUANCAYO (SEDE 1)

INVERSIONES GENERALES CENTAURO INGENIEROS S.A.C.
 ÁREA DE CALIDAD

 Mg. Ing. Janet Yessica Andía Arias
 INGENIERA CIVIL
 CIP: 89775

MUESTREO E IDENTIFICACIÓN REALIZADOS POR EL PETICIONARIO.

LOS RESULTADOS DEL ENSAYO CORRESPONDEN ÚNICA Y EXCLUSIVAMENTE A LA MUESTRA PROPORCIONADA POR EL PETICIONARIO.

LOS DATOS PROPORCIONADOS POR EL PETICIONARIO SON LOS SIGUIENTES: PETICIONARIO, ATENCIÓN, NOMBRE DEL PROYECTO, UBICACIÓN DEL PROYECTO, UBICACIÓN Y PROCEDENCIA DE LA MUESTRA, FECHA DEL MUESTREO.

EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD

LOS RESULTADOS DE LOS ENSAYOS NO DEBEN SER UTILIZADOS COMO UNA CERTIFICACIÓN DE CONFORMIDAD CON NORMAS DE PRODUCTOS O COMO CERTIFICADO DEL SISTEMA DE CALIDAD DE LA ENTIDAD QUE LO PRODUCE. LOS RESULTADOS CORRESPONDEN A LOS ENSAYOS REALIZADOS SOBRE LAS MUESTRAS TAL Y COMO SE RECIBIÓ LOS CUALES FUERON PROPORCIONADAS POR EL CLIENTE AL LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS.

HC-AS-041 REV.02 FECHA: 2023/10/31

INFORME AUTORIZADO POR ING. JANET YÉSSICA ANDÍA ARIAS

Fin de página

Email: grupocentauroingenieros@gmail.com Web: http://centauroingenieros.com/ Facebook: centauro ingenieros

Cel. 992875860 - 964483588 - 964966015

Av. Mariscal Castilla N° 3950 (Sede 1) y N° 3948 (Sede 2) - El Tambo - Huancayo - Junín (Frente a la 1ra Puerta de la U.N.C.P.)

Para verificar la autenticidad del informe puede comunicarse a: grupocentauroingenieros@gmail.com

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, PAVIMENTOS Y AGUA CENTAURO INGENIEROS

SERVICIOS DE :

- ENSAYOS DE MECANICAS DE SUELOS
- ENSAYOS EN AGREGADOS PARA CONCRETOS Y ASFALTO
- ENSAYOS EN ROCAS
- ENSAYOS QUÍMICOS EN SUELOS Y AGUA
- ENSAYOS SPT, DPL, DPHS

- ESTUDIOS Y ENSAYOS GEOFÍSICOS
- PERFORACIONES Y EXTRACCIÓN DIAMANTINAS
- ESTUDIOS GEOTÉCNICOS
- CONTROL DE CALIDAD EN SUELOS CONCRETO Y ASFALTO
- EXTRACCIÓN Y TRASLADO DE MUESTRAS INSITU



Inscrito en el Registro de Marcas y Servicio de INDECOPI con CERTIFICADO N° 00114425 con Resolución N° 007184-2019-/DSD-INDECOPI

INFORME DE ENSAYO

Inicio de página

EXPEDIENTE N° : 303-2024-AS
PETICIONARIO : MEZA SOTO JHONATAN CESAR
ATENCIÓN : UNIVERSIDAD CONTINENTAL
CONTACTO DE PETICIONARIO : cesar77675403@gmail.com
PROYECTO : "INFLUENCIA DE LAS CENIZAS DE CÁSCARA DE HUEVO Y CHALA EN LAS PROPIEDADES DE LA CAPA SUBRASANTE, JR. CENTENARIO, HUANCAN, HUANCAYO"
UBICACIÓN : JR. CENTENARIO, CENTRO POBLADO DE HUARI, HUANCAN, HUANCAYO, JUNÍN
FECHA DE RECEPCIÓN : 12 DE FEBRERO DEL 2024
FECHA DE EMISIÓN : 20 DE FEBRERO DEL 2024

MÉTODOS DE ENSAYO:

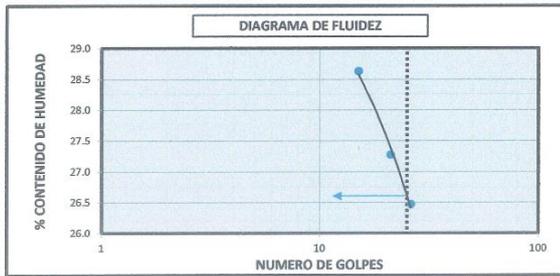
NTP 339.129 1999 (revisada el 2019) SUELOS. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico, e índice de plasticidad de suelos. 1ª Edición

SUELOS. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico, e índice de plasticidad de suelos

NTP 339.129 1999 (revisada el 2019)

Página 1 de 1

CÓDIGO DE TRABAJO	: P-050-2024	CÓDIGO DE MUESTRA	: E-3 + (2.5 % ceniza de chala + 2.5% ceniza de cascara de huevo)	CONDICIÓN DE LA MUESTRA	: ALTERADA - MUESTRA DE SUELO, EN 1 BOLSA DE COLOR NEGRO, CON UN PESO DE 2 kg APROX., MUESTRA DE ADITIVO DE CENIZA DE CHALA EN UNA BOLSA TRANSPARENTE CON UN PESO DE 250 g APROX. Y MUESTRA DE ADITIVO DE CENIZA DE CÁSCARA DE HUEVO EN UNA BOLSA TRANSPARENTE CON UN PESO DE 250 g APROX.
FECHA DEL MUESTREO	: 2024-02-09	PROFUNDIDAD DE CALICATA	: 1.78 m	PROCEDENCIA DE LA MUESTRA	: UBICACIÓN: JR. CENTENARIO, CENTRO POBLADO DE HUARI, HUANCAN, HUANCAYO, JUNÍN, COORDENADAS: E 478024 N 8660445
TIPO DE MATERIAL	: -	SONDEO	: CALICATA	MUESTRA PROPORCIONÓ	: PETICIONARIO



MÉTODO DE ENSAYO	MULTIPUNTO
PREPARACIÓN DE LA MUESTRA	HÚMEDO
LÍMITES DE CONSISTENCIA	
LÍMITE LÍQUIDO	27
LÍMITE PLÁSTICO	21
ÍNDICE PLÁSTICO	6
* NO SE REMOVIÓ LENTES DE ARENA	
* MUESTRA SECADA AL AIRE DURANTE LA PREPARACIÓN	

ADICIONES, DESVIACIONES O EXCLUSIONES DEL MÉTODO: NO APLICA

CONDICIONES AMBIENTALES:

FECHA DE INICIO DEL ENSAYO : 2024-02-15
FECHA DE CULMINACIÓN DEL ENSAYO : 2024-02-16
TEMPERATURA AMBIENTE : 21 °C
HUMEDAD RELATIVA : 57%
ÁREA DONDE SE REALIZO EL ENSAYO : SUELOS I Y PAVIMENTOS - SUELOS II Y CONCRETO
DIRECCIÓN DEL LABORATORIO : AV. MARISCAL CASTILLA N° 3950 - EL TAMBO - HUANCAYO (SEDE 1)

INVERSIONES GENERALES CENTAURO INGENIEROS S.A.C.
 AREA DE CALIDAD
 Ing. Janet Yéssica Andía Arias
 INGENIERA CIVIL
 CIP: 66175

MUESTREO E IDENTIFICACIÓN REALIZADOS POR EL PETICIONARIO.

LOS RESULTADOS DEL ENSAYO CORRESPONDEN ÚNICA Y EXCLUSIVAMENTE A LA MUESTRA PROPORCIONADA POR EL PETICIONARIO.

LOS DATOS PROPORCIONADOS POR EL PETICIONARIO SON LOS SIGUIENTES: PETICIONARIO, ATENCIÓN, NOMBRE DEL PROYECTO, UBICACIÓN DEL PROYECTO, UBICACIÓN Y PROCEDENCIA DE LA MUESTRA, FECHA DEL MUESTREO.

EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD

LOS RESULTADOS DE LOS ENSAYOS NO DEBEN SER UTILIZADOS COMO UNA CERTIFICACIÓN DE CONFORMIDAD CON NORMAS DE PRODUCTOS O COMO CERTIFICADO DEL SISTEMA DE CALIDAD DE LA ENTIDAD QUE LO PRODUCE. LOS RESULTADOS CORRESPONDEN A LOS ENSAYOS REALIZADOS SOBRE LAS MUESTRAS TAL Y COMO SE RECIBIÓ LOS CUALES FUERON PROPORCIONADAS POR EL CLIENTE AL LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS.

HC-AS-041 REV.02 FECHA: 2023/10/31

INFORME AUTORIZADO POR ING. JANET YÉSSICA ANDÍA ARIAS

Fin de página

Email: grupocentauroingenieros@gmail.com Web: http://centauroingenieros.com/ Facebook: centauroingenieros

Cel. 992875860 - 964483588 - 964966015

Av. Mariscal Castilla N° 3950 (Sede 1) y N° 3948 (Sede 2) - El Tambo - Huancayo - Junín (Frente a la 1ra Puerta de la U.N.C.P.)

Para verificar la autenticidad del informe puede comunicarse a: grupocentauroingenieros@gmail.com

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, PAVIMENTOS Y AGUA CENTAURO INGENIEROS

SERVICIOS DE :

- ENSAYOS DE MECÁNICAS DE SUELOS
- ENSAYOS EN AGREGADOS PARA CONCRETOS Y ASFALTO
- ENSAYOS EN ROCAS
- ENSAYOS QUÍMICOS EN SUELOS Y AGUA
- ENSAYOS SPT, DPL, DPHS
- ESTUDIOS Y ENSAYOS GEOFÍSICOS
- PERFORACIONES Y EXTRACCIÓN DIAMANTINAS
- ESTUDIOS GEOTÉCNICOS
- CONTROL DE CALIDAD EN SUELOS CONCRETO Y ASFALTO
- EXTRACCIÓN Y TRASLADO DE MUESTRAS INSITU



Inscrito en el Registro de Marcas y Servicio de INDECOPI con CERTIFICADO N° 00114425 con Resolución N° 007184-2019-/DSD-INDECOPI

INFORME DE ENSAYO

Inicio de página

EXPEDIENTE N° : 304-2024-AS
PETICIONARIO : MEZA SOTO JHONATAN CESAR
ATENCIÓN : UNIVERSIDAD CONTINENTAL
CONTACTO DE PETICIONARIO : cesar77675403@gmail.com
PROYECTO : "INFLUENCIA DE LAS CENIZAS DE CÁSCARA DE HUEVO Y CHALA EN LAS PROPIEDADES DE LA CAPA SUBRASANTE, JR. CENTENARIO, HUANCAN, HUANCAYO"
UBICACIÓN : JR. CENTENARIO, CENTRO POBLADO DE HUARI, HUANCAN, HUANCAYO, JUNÍN
FECHA DE RECEPCIÓN : 12 DE FEBRERO DEL 2024
FECHA DE EMISIÓN : 20 DE FEBRERO DEL 2024

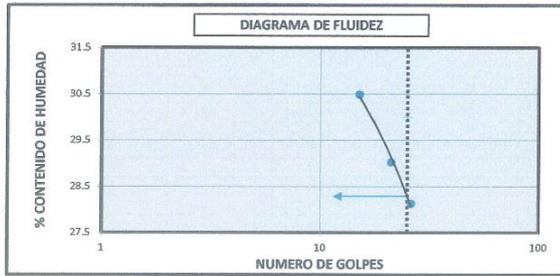
MÉTODOS DE ENSAYO:
 NTP 339.129 1999 (revisada el 2019) SUELOS. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico, e índice de plasticidad de suelos.1ª Edición

SUELOS. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico, e índice de plasticidad de suelos

NTP 339.129 1999 (revisada el 2019)

Página 1 de 1

CÓDIGO DE TRABAJO	: P-050-2024	CÓDIGO DE MUESTRA	: E-3 + (5.0 % ceniza de chala + 5.0% ceniza de cascara de huevo)	CONDICIÓN DE LA MUESTRA	: ALTERADA - MUESTRA DE SUELO, EN 1 BOLSA DE COLOR NEGRO, CON UN PESO DE 2 kg APROX., MUESTRA DE ADITIVO DE CENIZA DE CHALA EN UNA BOLSA TRANSPARENTE CON UN PESO DE 250 g APROX. Y MUESTRA DE ADITIVO DE CENIZA DE CÁSCARA DE HUEVO EN UNA BOLSA TRANSPARENTE CON UN PESO DE 250 g APROX.
FECHA DEL MUESTREO	: 2024-02-09	PROFUNDIDAD DE CALICATA	: 1.78 m	PROCEDENCIA DE LA MUESTRA	: UBICACIÓN: JR. CENTENARIO, CENTRO POBLADO DE HUARI, HUANCAN, HUANCAYO, JUNÍN, COORDENADAS: E 478024 N 8660445
TIPO DE MATERIAL	: -	SONDEO	: CALICATA	MUESTRA PROPORCIONÓ	: PETICIONARIO



MÉTODO DE ENSAYO	MULTIPUNTO
PREPARACIÓN DE LA MUESTRA	HÚMEDO

LÍMITES DE CONSISTENCIA	
LÍMITE LÍQUIDO	28
LÍMITE PLÁSTICO	22
ÍNDICE PLÁSTICO	6

* NO SE REMOVIÓ LENTES DE ARENA
 * MUESTRA SECADA AL AIRE DURANTE LA PREPARACIÓN

ADICIONES, DESVIACIONES O EXCLUSIONES DEL MÉTODO: NO APLICA

CONDICIONES AMBIENTALES:

FECHA DE INICIO DEL ENSAYO : 2024-02-15
FECHA DE CULMINACIÓN DEL ENSAYO : 2024-02-16
TEMPERATURA AMBIENTE : 21.1 °C
HUMEDAD RELATIVA : 53%
ÁREA DONDE SE REALIZÓ EL ENSAYO : SUELOS I Y PAVIMENTOS - SUELOS II Y CONCRETO
DIRECCIÓN DEL LABORATORIO : AV. MARISCAL CASTILLA N° 3950 - EL TAMBO - HUANCAYO (SEDE 1)

INVERSIONES GENERALES CENTAURO INGENIEROS S.A.C.
 ÁREA DE CALIDAD

 Ing. Janet Yessica Andía Arias
 INGENIERA CIVIL
 CIP 89775

MUESTREO E IDENTIFICACIÓN REALIZADOS POR EL PETICIONARIO.

LOS RESULTADOS DEL ENSAYO CORRESPONDEN ÚNICA Y EXCLUSIVAMENTE A LA MUESTRA PROPORCIONADA POR EL PETICIONARIO.

LOS DATOS PROPORCIONADOS POR EL PETICIONARIO SON LOS SIGUIENTES: PETICIONARIO, ATENCIÓN, NOMBRE DEL PROYECTO, UBICACIÓN DEL PROYECTO, UBICACIÓN Y PROCEDENCIA DE LA MUESTRA, FECHA DEL MUESTREO.

EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD

LOS RESULTADOS DE LOS ENSAYOS NO DEBEN SER UTILIZADOS COMO UNA CERTIFICACIÓN DE CONFORMIDAD CON NORMAS DE PRODUCTOS O COMO CERTIFICADO DEL SISTEMA DE CALIDAD DE LA ENTIDAD QUE LO PRODUCE. LOS RESULTADOS CORRESPONDEN A LOS ENSAYOS REALIZADOS SOBRE LAS MUESTRAS TAL Y COMO SE RECIBIÓ LOS CUALES FUERON PROPORCIONADAS POR EL CLIENTE AL LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS.

HC-AS-041 REV.02 FECHA: 2023/10/31

INFORME AUTORIZADO POR ING. JANET YÉSSICA ANDÍA ARIAS

Fin de página

Email: grupocentauroringenieros@gmail.com Web: http://centauroringenieros.com/ Facebook: centauroringenieros

Cel. 992876860 - 964483588 - 964966015

Av. Mariscal Castilla N° 3950 (Sede 1) y N° 3948 (Sede 2) - El Tambo - Huancayo - Junín (Frente a la 1ra Puerta de la U.N.C.P.)

Para verificar la autenticidad del informe puede comunicarse a: grupocentauroringenieros@gmail.com

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, PAVIMENTOS Y AGUA CENTAURO INGENIEROS

SERVICIOS DE :

- ENSAYOS DE MECÁNICAS DE SUELOS
- ENSAYOS EN AGREGADOS PARA CONCRETOS Y ASFALTO
- ENSAYOS EN ROCAS
- ENSAYOS QUÍMICOS EN SUELOS Y AGUA
- ENSAYOS SPT, DPL, DPHS
- ESTUDIOS Y ENSAYOS GEOFÍSICOS
- PERFORACIONES Y EXTRACCIÓN DIAMANTINAS
- ESTUDIOS GEOTÉCNICOS
- CONTROL DE CALIDAD EN SUELOS CONCRETO Y ASFALTO
- EXTRACCIÓN Y TRASLADO DE MUESTRAS IN SITU



Inscrito en el Registro de Marcas y Servicio de INDECOPI con CERTIFICADO N° 00114425 con Resolución N° 007184-2019-/DSD-INDECOPI

INFORME DE ENSAYO

Inicio de página

EXPEDIENTE N° : 305-2024-AS
PETICIONARIO : MEZA SOTO JHONATAN CESAR
ATENCIÓN : UNIVERSIDAD CONTINENTAL
CONTACTO DE PETICIONARIO : cesar77675403@gmail.com
PROYECTO : "INFLUENCIA DE LAS CENIZAS DE CÁSCARA DE HUEVO Y CHALA EN LAS PROPIEDADES DE LA CAPA SUBRASANTE, JR. CENTENARIO, HUANCAN, HUANCAYO"
UBICACIÓN : JR. CENTENARIO, CENTRO POBLADO DE HUARI, HUANCAN, HUANCAYO, JUNÍN
FECHA DE RECEPCIÓN : 12 DE FEBRERO DEL 2024
FECHA DE EMISIÓN : 20 DE FEBRERO DEL 2024

MÉTODOS DE ENSAYO:

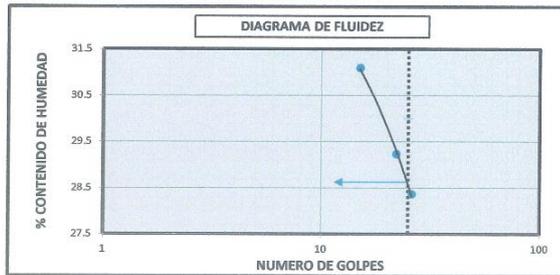
NTP 339.129 1999 (revisada el 2019) SUELOS. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico, e índice de plasticidad de suelos. 1ª Edición

SUELOS. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico, e índice de plasticidad de suelos

NTP 339.129 1999 (revisada el 2019)

Página 1 de 1

CÓDIGO DE TRABAJO	: P-050-2024	CÓDIGO DE MUESTRA	: E-3 + (7.5% ceniza de chala + 7.5% ceniza de cascara de huevo)	CONDICIÓN DE LA MUESTRA	: ALTERADA - MUESTRA DE SUELO, EN 1 BOLSA DE COLOR NEGRO, CON UN PESO DE 2 kg APROX., MUESTRA DE ADITIVO DE CENIZA DE CHALA EN UNA BOLSA TRANSPARENTE CON UN PESO DE 250 g APROX. Y MUESTRA DE ADITIVO DE CENIZA DE CÁSCARA DE HUEVO EN UNA BOLSA TRANSPARENTE CON UN PESO DE 250 g APROX.
FECHA DEL MUESTREO	: 2024-02-09	PROFUNDIDAD DE CALICATA	: 1.78 m	PROCEDENCIA DE LA MUESTRA	: UBICACIÓN: JR. CENTENARIO, CENTRO POBLADO DE HUARI, HUANCAN, HUANCAYO, JUNÍN, COORDENADAS: E 478024 N 8660445
TIPO DE MATERIAL	: -	SONDEO	: CALICATA	MUESTRA PROPORCIONÓ	: PETICIONARIO



MÉTODO DE ENSAYO	MULTIPUNTO
PREPARACIÓN DE LA MUESTRA	HÚMEDO
LÍMITES DE CONSISTENCIA	
LÍMITE LÍQUIDO	29
LÍMITE PLÁSTICO	23
ÍNDICE PLÁSTICO	6
* NO SE REMOVIÓ LENTES DE ARENA	
* MUESTRA SECADA AL AIRE DURANTE LA PREPARACIÓN	

ADICIONES, DESVIACIONES O EXCLUSIONES DEL MÉTODO: NO APLICA

CONDICIONES AMBIENTALES:

FECHA DE INICIO DEL ENSAYO : 2024-02-15
FECHA DE CULMINACIÓN DEL ENSAYO : 2024-02-16
TEMPERATURA AMBIENTE : 20.8 °C
HUMEDAD RELATIVA : 55%
ÁREA DONDE SE REALIZÓ EL ENSAYO : SUELOS I Y PAVIMENTOS - SUELOS II Y CONCRETO
DIRECCIÓN DEL LABORATORIO : AV. MARISCAL CASTILLA N° 3950 - EL TAMBO - HUANCAYO (SEDE 1)

INVERSIONES GENERALES CENTAURO INGENIEROS S.A.C.
 ÁREA DE CALIDAD

 Mg. Ing. Janet Yéssica Andía Arias
 INGENIERA CIVIL
 CIP 68775

MUESTREO E IDENTIFICACIÓN REALIZADOS POR EL PETICIONARIO.

LOS RESULTADOS DEL ENSAYO CORRESPONDEN ÚNICA Y EXCLUSIVAMENTE A LA MUESTRA PROPORCIONADA POR EL PETICIONARIO.

LOS DATOS PROPORCIONADOS POR EL PETICIONARIO SON LOS SIGUIENTES: PETICIONARIO, ATENCIÓN, NOMBRE DEL PROYECTO, UBICACIÓN DEL PROYECTO, UBICACIÓN Y PROCEDENCIA DE LA MUESTRA, FECHA DEL MUESTREO.

EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD

LOS RESULTADOS DE LOS ENSAYOS NO DEBEN SER UTILIZADOS COMO UNA CERTIFICACIÓN DE CONFORMIDAD CON NORMAS DE PRODUCTOS O COMO CERTIFICADO DEL SISTEMA DE CALIDAD DE LA ENTIDAD QUE LO PRODUCE. LOS RESULTADOS CORRESPONDEN A LOS ENSAYOS REALIZADOS SOBRE LAS MUESTRAS TAL Y COMO SE RECIBIÓ LOS CUALES FUERON PROPORCIONADAS POR EL CLIENTE AL LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS.

HC-AS-041 REV.02 FECHA: 2023/10/31

INFORME AUTORIZADO POR ING. JANET YÉSSICA ANDÍA ARIAS

Fin de página

Email: grupocentauroringenieros@gmail.com Web: http://centauroringenieros.com/ Facebook: centauro ingenieros

Cel. 992875860 - 964483588 - 964966015

Av. Mariscal Castilla N° 3950 (Sede 1) y N° 3948 (Sede 2) - El Tambo - Huancayo - Junín (Frente a la 1ra Puerta de la U.N.C.P.)

Para verificar la autenticidad del informe puede comunicarse a: grupocentauroringenieros@gmail.com

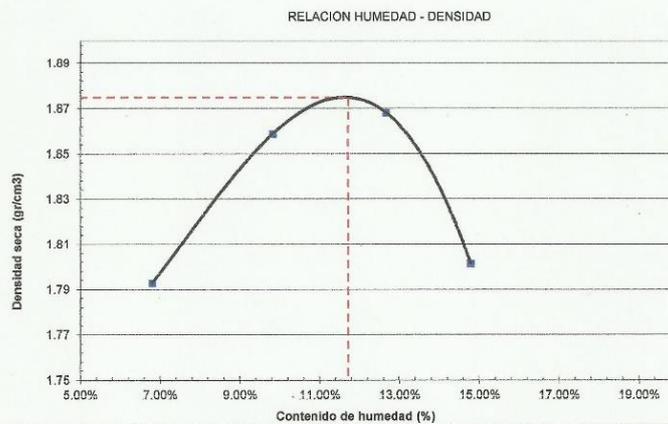
ENSAYO:
COMPACTACIÓN DE SUELOS EN LABORATORIO UTILIZANDO UNA ENERGIA MODIFICADA - PROCTOR MODIFICADO
(MTC 115 - NTP 339.141 - ASTM D 1557)

PROYECTO: "Influencia de las Cenizas de Cáscara de Huevo y Chala en las Propiedades de la Capa Subrasante, Jr. Centenario, Huancan, Huancayo"
UBICACIÓN: Jr. Centenario, Huancan, Huancayo
MUESTRA: GRUPO 01 - TRATAMIENTO 0
REALIZADO POR: Sach. Meza Soto Jhonatan Cesar
REVISADO POR: Ing. Sanchez Tovar Jose Luis
FECHA: 29/03/2023
METODO : A (5 capas de 25 golpes)

DATOS DEL EQUIPO	
ALTURA (cm):	11.6
DIAMETRO (cm):	10.2
VOLUMEN (cm ³):	947.87

DESCRIPCION	UND				
Peso suelo + molde (1)	gr	6000.00	6125.00	6175.00	6140.00
Peso molde (2)	gr	4185.00	4190.00	4180.00	4180.00
Peso suelo humedo compactado (1)-(2)=(3)	gr	1815.00	1935.00	1995.00	1960.00
Volumen del molde (4)	cm ³	947.87	947.87	947.87	947.87
Peso volumetrico humedo (3)/(4)=(5)	gr	1.91	2.04	2.10	2.07
Recipiente N°		1	2	3	4
Peso del suelo humedo + tara	gr	150.36	410.00	265.20	239.80
Peso del suelo seco + tara	gr	144.94	380.80	242.10	219.20
Tara	gr	65.22	83.50	59.60	79.80
Peso del agua (6)	gr	5.42	29.20	23.10	20.60
Peso del suelo seco (7)	gr	79.72	297.30	182.50	139.40
Contenido de agua (6)/(7)*100=(8)	%	6.80%	9.82%	12.66%	14.78%
Peso volumetrico seco (5)/(1+(8)/100)	gr/cm ³	1.79	1.86	1.87	1.80

DENSIDAD MAXIMA SECA	1.874 gr/cm ³
OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD	11.7 %



ENSAYO:	COMPACTACIÓN DE SUELOS EN LABORATORIO UTILIZANDO UNA ENERGIA MODIFICADA - PROCTOR MODIFICADO (MTC 115 - NTP 339.141 - ASTM D 1557)	 SELLO Y FIRMA
----------------	--	-------------------

ENSAYO:
ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO - CBR
(MTC E 133 - ASTM D 1583 - AASHTO T193)

PROYECTO: "Influencia de las Cenizas de Cáscara de Huevo y Chala en las Propiedades de la Capa Subrasante, Jr. Centenario, Huancan, Huancayo"
UBICACION: Jr. Centenario, Huancan, Huancayo
MUESTRA: GRUPO 01 - TRATAMIENTO 0
REALIZADO POR: Bach. Mesa Soto Jhonatan Cesar
REVISADO POR: Ing. Sanchez Tovar Jose Luis
FECHA: 05/04/2023

ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO
Máxima Densidad Seca: 1.874 gr/cm³
Óptimo Contenido de Humedad: 11.70 %

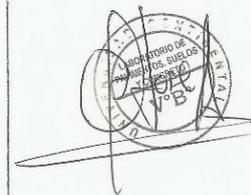
COMPACTACION						
Molde N°	1		2		3	
Capas N°	5		5		5	
Golpes por capa:	10		25		56	
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso del molde + suelo húmedo (gr) (1)	10967	10818	11119	10991	11359	11284
Peso de molde (gr) (2)	6820	6820	6715	6715	6720	6720
Peso del suelo húmedo (gr) (1)-(2)=(3)	4147	3998	4404	4276	4639	4564
Volumen del molde (cm ³) (4)	2123.85	2123.85	2123.85	2123.85	2123.85	2123.85
Densidad húmeda (gr/cm ³) (3)/(4)=(5)	1.95	1.88	2.07	2.01	2.18	2.15
Tara N°	1	1	2	2	3	3
Peso suelo húmedo + tara (gr) (6)	246.95	269.7	279.23	285	273.28	189.28
Peso suelo seco + tara (gr) (7)	230.02	245.32	258.81	260.66	164.08	177.54
Peso de tara (gr) (8)	85.31	85.31	84.26	84.26	85.47	85.47
Peso de agua (gr) (6)-(7)=(9)	16.93	23.88	20.42	24.34	9.2	11.74
Peso de suelo seco (gr) (7)-(8)=(10)	144.71	160.51	174.55	176.4	78.61	92.07
Contenido de humedad (%) (9)/(10)*100%=(11)	11.70%	14.88%	11.70%	13.80%	11.70%	12.75%
Densidad seca (gr/cm ³) (5)/(11)=(12)	1.75	1.64	1.86	1.77	1.96	1.91

EXPANSION											
MOLDE N°			1		2			3			
FECHA	HORA	TIEMPO (min)	EXPANSION		EXPANSION			EXPANSION			
			DIAL		DIAL			DIAL			
			mm	%	mm	%	mm	mm	%	%	
05/04/2023	11:25 a. m.	0	3.645	0.000	0.00%	4.450	0.000	0.00%	7.265	0.00	0.00%
06/04/2023	11:25 a. m.	1440	4.900	1.255	0.99%	5.450	1.000	0.79%	8.005	0.74	0.58%
07/04/2023	11:25 a. m.	1440	5.930	1.030	0.81%	6.050	0.600	0.47%	8.175	0.17	0.13%
08/04/2023	11:25 a. m.	1440	6.805	0.875	0.69%	6.805	0.755	0.59%	8.315	0.14	0.11%
09/04/2023	8:15 a. m.	1250	7.450	0.645	0.51%	7.150	0.345	0.27%	8.400	0.09	0.07%

PENETRACION														
PENETRACION		CARGA STAND (kg/cm ²)	MOLDE N° 01				MOLDE N° 02				MOLDE N° 03			
mm	pulg		Dial	Kg	Kg/cm ²	lb/pulg ²	Dial	Kg	Kg/cm ²	lb/pulg ²	Dial	Kg	Kg/cm ²	lb/pulg ²
0.64	0.025		0.5	39.93	2.06	29.28	1.0	42.0	2.17	30.80	3.0	50.3	2.59	36.91
1.27	0.05		1.0	42.01	2.17	30.80	2.5	48.3	2.49	35.38	5.0	58.7	3.02	43.01
1.91	0.075		2.0	46.18	2.38	33.86	4.0	54.5	2.81	39.96	7.5	69.1	3.56	50.64
2.54	0.10	1000	3.0	50.34	2.59	36.91	7.5	69.1	3.56	50.64	12.0	87.8	4.53	64.38
3.81	0.15		6.5	64.91	3.35	47.59	11.5	85.7	4.42	62.85	17.0	108.6	5.60	79.64
5.09	0.20	1500	9.0	75.32	3.88	55.22	15.0	100.3	5.17	73.53	22.0	129.4	6.67	94.90
6.35	0.25		13.0	91.97	4.74	67.43	21.0	125.3	6.46	91.85	28.0	154.4	7.96	113.21
7.63	0.30	1900	13.0	100.30	5.17	73.53	25.0	141.9	7.32	104.06	34.0	179.4	9.25	131.53
10.18	0.40	2300	21.5	127.36	6.56	93.37	33.0	175.2	9.03	128.48	43.5	218.9	11.29	160.52
12.72	0.50	2600	25.0	141.93	7.32	104.06	38.5	198.1	10.21	145.26	50.5	248.1	12.79	181.89

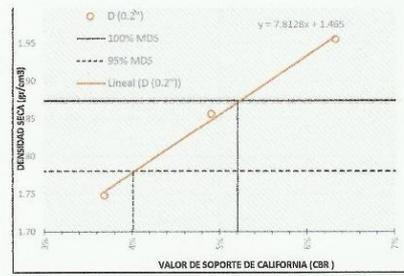
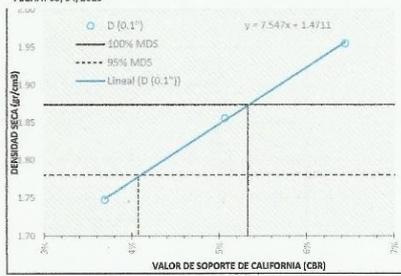


CURVA CBR



ENSAYO:
ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO - CBR
(MTC E 133 - ASTM D 1883 - AASHTO T193)

PROYECTO: "Influencia de las Cenizas de Cáscara de Huevo y Chala en las Propiedades de la Capa Subrasante, Jr. Centenario, Huancan, Huancayo"
UBICACION: Jr. Centenario, Huancan, Huancayo
MUESTRA: GRUPO 01 - TRATAMIENTO 0
REALIZADO POR: Bach. Meza Soto Jhonatan Cesar
REVISADO POR: Ing. Sanchez Tovar Jose Luis
FECHA: 05/04/2023



RESULTADOS	
CBR al 100% de MDS para 0.1'' =	5.34%
CBR al 95% de MDS para 0.1'' =	4.10%

RESULTADOS	
CBR al 100% de MDS para 0.2'' =	5.23%
CBR al 95% de MDS para 0.2'' =	4.04%

ENSAYO:	ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO - CBR (MTC E 133 - ASTM D 1883 - AASHTO T193)	 SELLO Y FIRMA
----------------	--	--

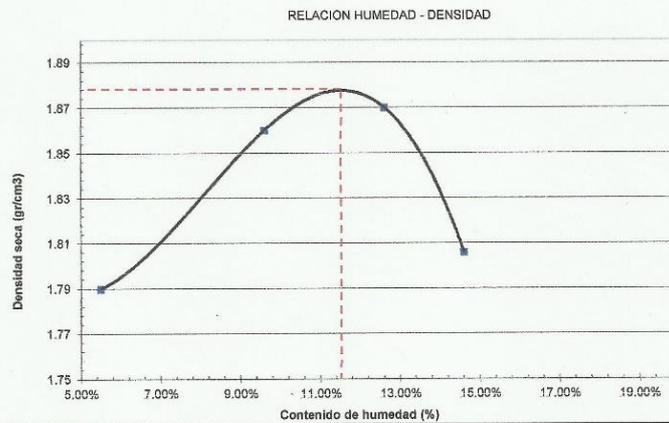
ENSAYO:
COMPACTACIÓN DE SUELOS EN LABORATORIO UTILIZANDO UNA ENERGIA MODIFICADA - PROCTOR MODIFICADO
(MTC 115 - NTP 339.141 - ASTM D 1557)

PROYECTO: "Influencia de las Cenizas de Cáscara de Huevo y Chala en las Propiedades de la Capa Subrasante, Jr. Centenario, Huancan, Huancayo"
UBICACION: Jr. Centenario, Huancan, Huancayo
MUESTRA: GRUPO 02 - TRATAMIENTO 0
REALIZADO POR: Bach. Meza Soto Jhonatan Cesar
REVISADO POR: Ing. Sanchez Tovar Jose Luis
FECHA: 05/04/2023
METODO: A (5 capas de 25 golpes)

DATOS DEL EQUIPO	
ALTURA (cm):	11.7
DIAMETRO (cm):	10.1
VOLUMEN (cm ³):	937.39

DESCRIPCION	UND				
Peso suelo + molde (1)	gr	5975.00	6111.00	6169.00	6115.00
Peso molde (2)	gr	4205.00	4200.00	4195.00	4175.00
Peso suelo humedo compactado (1)-(2)=(3)	gr	1770.00	1911.00	1974.00	1940.00
Volumen del molde (4)	cm ³	937.39	937.39	937.39	937.39
Peso volumetrico humedo (3)/(4)=(5)	gr	1.89	2.04	2.11	2.07
Recipiente N°		I	II	III	IV
Peso del suelo humedo + tara	gr	150.12	409.15	265.16	239.65
Peso del suelo seco + tara	gr	145.70	380.63	242.20	219.29
Tara	gr	65.22	83.50	60.00	79.80
Peso del agua (6)	gr	4.42	28.52	22.96	20.36
Peso del suelo seco (7)	gr	80.48	297.13	182.20	139.49
Contenido de agua (6)/(7)*100=(8)	%	5.49%	9.60%	12.60%	14.60%
Peso volumetrico seco (5)/(1+(8)/100)	gr/cm ³	1.79	1.86	1.87	1.81

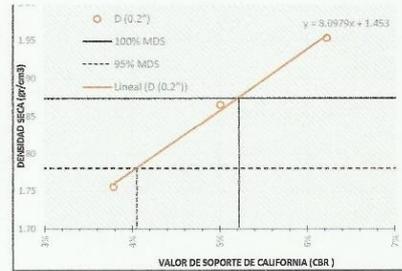
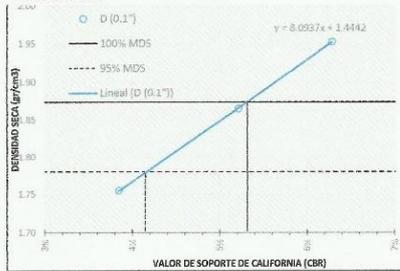
DENSIDAD MAXIMA SECA	1.878 gr/cm ³
OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD	11.5 %



ENSAYO:	COMPACTACIÓN DE SUELOS EN LABORATORIO UTILIZANDO UNA ENERGIA MODIFICADA - PROCTOR MODIFICADO (MTC 115 - NTP 339.141 - ASTM D 1557)	
		SELLO Y FIRMA

ENSAYO:
ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO - CBR
(MTC E 133 - ASTM D 1889 - AASHTO T193)

PROYECTO: "Influencia de las Cenizas de Cáscara de Huevo y Chala en las Propiedades de la Capa Subrasante, Jr. Centenario, Huancan, Huancayo"
UBICACION: Jr. Centenario, Huancan, Huancayo
MUESTRA: GRUPO 03 - TRATAMIENTO 0
REALIZADO POR: Bach. Meza Soto Jhonatan Cesar
REVISADO POR: Ing. Sanchez Tovar Jose Luis
FECHA: 03/05/2023



RESULTADOS	
CBR al 100% de MDS para 0.1" =	5.31%
CBR al 95% de MDS para 0.1" =	4.15%

RESULTADOS	
CBR al 100% de MDS para 0.2" =	5.20%
CBR al 95% de MDS para 0.2" =	4.04%

ENSAYO:	ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO - CBR (MTC E 133 - ASTM D 1889 - AASHTO T193)	

ENSAYO:
ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO - CBR
(MTC E 133 - ASTM D 1883 - AASHTO T193)

PROYECTO: "Influencia de las Cenizas de Cáscara de Huevo y Chala en las Propiedades de la Capa Subrasante, Jr. Centenario, Huancan, Huancayo"
UBICACION: Jr. Centenario, Huancan, Huancayo
MUESTRA: GRUPO 02 - TRATAMIENTO 0
REALIZADO POR: Bach. Meza Soto Jonathan Cesar
REVISADO POR: Ing. Sanchez Tovar Jose Luis
FECHA: 19/04/2023

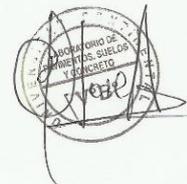
ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO

Máxima Densidad Seca: 1.878 gr/cm³
Óptimo Contenido de Humedad: 11.50 %

Molde N°	COMPACTACION					
	1		2		3	
Capas N°	5		5		5	
Golpes por capa:	10		25		56	
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso del molde + suelo húmedo (gr) (1)	11000	11029	11169	11223	11365	11400
Peso de molde (gr) (2)	6820	6820	6715	6715	6720	6720
Peso del suelo húmedo (gr) (1)-(2)=(3)	4180	4209	4454	4508	4643	4680
Volumen del molde (cm ³) (4)	2123.85	2123.85	2123.85	2123.85	2123.85	2123.85
Densidad húmeda (gr/cm ³) (3)/(4)=(5)	1.97	1.98	2.10	2.12	2.19	2.20
Tara N°	1	1	2	2	3	3
Peso suelo húmedo + tara (gr) (6)	199.52	215.62	231.15	267.91	201.93	211.2
Peso suelo seco + tara (gr) (7)	185.26	196.37	214.75	244.72	187.85	195.24
Peso de tara (gr) (8)	61.28	61.28	72.11	72.11	65.39	65.39
Peso de agua (gr) (6)-(7)=(9)	14.26	19.25	16.4	23.19	14.08	15.96
Peso de suelo seco (gr) (7)-(8)=(10)	123.98	135.09	142.64	172.61	122.46	129.85
Contenido de humedad (%) (9)/(10)*100%=(11)	11.50%	14.25%	11.50%	13.43%	11.50%	12.29%
Densidad seca (gr/cm ³) (5)/(1+(11))=(12)	1.77	1.73	1.88	1.87	1.96	1.96

FECHA	HORA	TIEMPO (min)	EXPANSION								
			1			2			3		
			DIAL	EXPANSION mm	%	DIAL	EXPANSION mm	%	DIAL	EXPANSION mm	%
19/04/2023	11:25 a. m.	0	0.000	0.000	0.00%	1.235	0.000	0.00%	6.120	0.00	0.00%
20/04/2023	11:25 a. m.	1440	1.235	1.235	0.97%	2.250	1.015	0.80%	6.855	0.72	0.56%
21/04/2023	11:25 a. m.	1440	2.285	1.050	0.83%	2.875	0.625	0.49%	6.950	0.12	0.09%
22/04/2023	11:25 a. m.	1440	3.020	0.735	0.58%	3.330	0.455	0.36%	7.050	0.10	0.08%
23/04/2023	8:15 a. m.	1250	3.630	0.610	0.48%	3.645	0.315	0.25%	7.075	0.03	0.02%

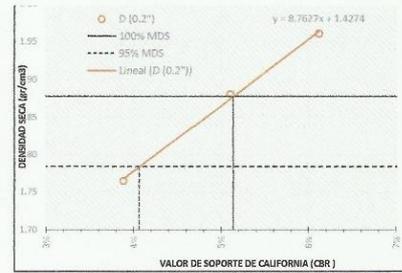
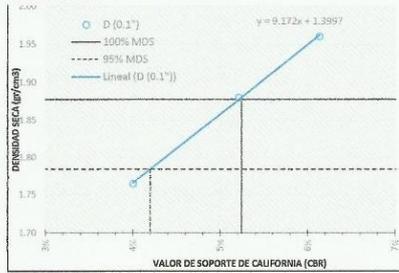
PENETRACION		CARGA STAND (kg/cm ²)	MOLDE N° 01				MOLDE N° 02				MOLDE N° 03			
mm	pulg		Dial	Kg	Kg/cm ²	Lb/pulg ²	Dial	Kg	Kg/cm ²	Lb/pulg ²	Dial	Kg	Kg/cm ²	Lb/pulg ²
0.64	0.025		0.0	37.85	1.95	27.75	2.0	46.2	2.38	33.86	2.0	46.2	2.38	33.86
1.27	0.05		2.0	46.18	2.38	33.86	3.5	52.4	2.70	38.43	4.0	54.5	2.81	39.96
1.91	0.075		3.0	50.34	2.59	36.91	6.0	62.8	3.24	46.06	6.0	62.8	3.24	46.06
2.54	0.10	1000	4.0	54.50	2.81	39.96	8.0	71.2	3.67	52.17	11.0	89.6	4.31	61.33
3.81	0.15		7.5	69.07	3.56	50.64	12.0	87.8	4.53	64.38	15.0	100.3	5.17	73.53
5.09	0.20	1500	10.0	79.48	4.10	58.27	15.0	104.5	5.38	76.59	21.0	125.3	6.46	91.85
6.35	0.25		13.5	94.05	4.85	68.96	19.0	117.0	6.03	85.74	27.0	150.3	7.75	110.16
7.63	0.30	1900	17.0	108.62	5.60	79.64	24.0	137.8	7.10	101.00	32.0	171.1	8.82	125.42
10.18	0.40	2300	23.0	133.60	6.89	97.95	30.0	162.7	8.39	119.32	40.0	204.4	10.53	149.84
12.72	0.50	2600	26.0	146.09	7.53	107.11	33.0	175.2	9.03	128.48	45.0	225.2	11.61	165.10



CURVA CBR

ENSAYO:
ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO - CBR
(MTC E 133 - ASTM D 1883 - AASHTO T193)

PROYECTO: "Influencia de las Cenizas de Cáscara de Huevo y Chala en las Propiedades de la Capa Subrasante, Jr. Centenario, Huancan, Huancayo"
UBICACION: Jr. Centenario, Huancan, Huancayo
MUESTRA: GRUPO 02 - TRATAMIENTO 0
REALIZADO POR: Bach. Mieza Soto Jhonatan Cesar
REVISADO POR: Ing. Sanchez Tovar Jose Luis
FECHA: 19/04/2023



RESULTADOS	
CBR al 100% de MDS para 0.1"	5.21%
CBR al 95% de MDS para 0.1"	4.19%

RESULTADOS	
CBR al 100% de MDS para 0.2"	5.14%
CBR al 95% de MDS para 0.2"	4.07%

ENSAYO:	ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO - CBR (MTC E 133 - ASTM D 1883 - AASHTO T193)	<p>SELLO Y FIRMA</p>
----------------	--	----------------------

ENSAYO:
COMPACTACIÓN DE SUELOS EN LABORATORIO UTILIZANDO UNA ENERGIA MODIFICADA - PROCTOR MODIFICADO
(MTC 115 - NTP 339.141 - ASTM D 1557)

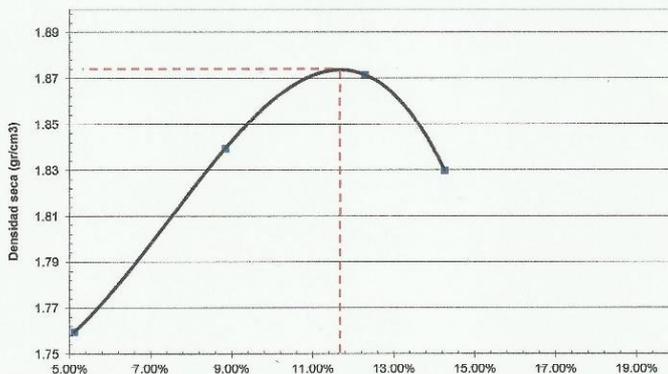
PROYECTO: "Influencia de las Cenizas de Cáscara de Huevo y Chala en las Propiedades de la Capa Subrasante, Jr. Centenario, Huancan, Huancayo"
UBICACION: Jr. Centenario, Huancan, Huancayo
MUESTRA: GRUPO 03 - TRATAMIENTO 0
REALIZADO POR: Bach. Meza Soto Jhonatan Cesar
REVISADO POR: Ing. Sanchez Tovar Jose Luis
FECHA: 12/04/2023
PROCEDIMIENTO: A (5 capas de 25 golpes)

DATOS DEL EQUIPO	
ALTURA (cm):	11.7
DIAMETRO (cm):	10.1
VOLUMEN (cm ³):	937.39

DESCRIPCION	UND	1	2	3	4
Peso suelo + molde (1)	gr	5924.00	6067.00	6160.00	6150.00
Peso molde (2)	gr	4190.00	4190.00	4190.00	4190.00
Peso suelo humedo compactado (1)-(2)=(3)	gr	1734.00	1877.00	1970.00	1960.00
Volumen del molde (4)	cm ³	937.39	937.39	937.39	937.39
Peso volumetrico humedo (3)/(4)=(5)	gr/cm ³	1.85	2.00	2.10	2.09
Recipiente N°		5	6	7	8
Peso del suelo humedo + tara	gr	195.4	192.9	281.2	186
Peso del suelo seco + tara	gr	189.72	182.6	256.5	170.4
Tara	gr	78.7	66.2	55.5	61
Peso del agua (6)	gr	5.68	10.3	24.7	15.6
Peso del suelo seco (7)	gr	111.02	116.4	201	109.4
Contenido de agua (6)/(7)*100=(8)	%	5.12%	8.85%	12.29%	14.26%
Peso volumetrico seco (5)/(1+(8)/100)	gr/cm ³	1.76	1.84	1.87	1.83

DENSIDAD MAXIMA SECA	1.874 gr/cm ³
OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD	11.7 %

RELACION HUMEDAD - DENSIDAD



ENSAYO:	Contenido de humedad (%)	
	COMPACTACIÓN DE SUELOS EN LABORATORIO UTILIZANDO UNA ENERGIA MODIFICADA - PROCTOR MODIFICADO (MTC 115 - NTP 339.141 - ASTM D 1557)	

ENSAYO:
ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO - CBR
(MTC E 193 - ASTM D 1883 - AASHTO T 193)

PROYECTO: "Influencia de las Cenizas de Cáscara de Huevo y Chala en las Propiedades de la Capa Subrasante, Jr. Centenario, Huancan, Huancayo"
UBICACION: Jr. Centenario, Huancan, Huancayo
MUESTRA: GRUPO 03 - TRATAMIENTO 0
REALIZADO POR: Bach. Miza Soto Jhonatan Cesar
REVISADO POR: Ing. Sanchez Tovar Jose Luis
FECHA: 03/05/2023

ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO
Máxima Densidad Seca: 1.874 gr/cm³
Óptimo Contenido de Humedad: 11.70 %

Molde N°	COMPACTACION					
	1		2		3	
Capas N°	5		5		5	
Golpes por capa:	10		25		56	
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso del molde + suelo húmedo [gr] (1)	10985	11024	11141	11175	11354	11369
Peso de molde [gr] (2)	6920	6820	6715	6715	6720	6720
Peso del suelo húmedo [gr] (1)-(2)=(3)	4165	4204	4426	4460	4634	4649
Volumen del molde [cm ³] (4)	2123.85	2123.85	2123.85	2123.85	2123.85	2123.85
Densidad húmeda [gr/cm ³] (3)/(4)=(5)	1.96	1.98	2.08	2.10	2.18	2.19
Tara N°	1		2		3	
Peso suelo húmedo + tara [gr] (6)	175.62	195.12	180.29	200.09	210.17	201.69
Peso suelo seco + tara [gr] (7)	166.16	180.92	170.23	186.13	197.11	188.69
Peso de tara [gr] (8)	85.31	85.31	84.26	85.26	85.47	85.47
Peso de agua [gr] (6)-(7)=(9)	9.46	14.2	10.06	13.96	13.06	13
Peso de suelo seco [gr] (7)-(8)=(10)	80.85	95.61	85.97	100.87	111.64	103.22
Contenido de humedad [%] (9)/(10)*100%=(11)	11.70%	14.85%	11.70%	13.84%	11.70%	12.59%
Densidad seca [gr/cm ³] (5)/(1+(11))=(12)	1.76	1.72	1.87	1.84	1.95	1.94

FECHA	HORA	TIEMPO (min)	MOLDE N°	EXPANSION					
				1		2		3	
				DIAL	EXPANSION	DIAL	EXPANSION	DIAL	EXPANSION
mm	%	mm	%	mm	%				
03/05/2023	11:25 a.m.	0		0.125	0.00%	2.185	0.00%	1.625	0.00%
04/05/2023	11:25 a.m.	1440		1.240	0.88%	3.040	0.85%	2.540	0.92%
05/05/2023	11:25 a.m.	1440		3.425	2.18%	3.595	0.55%	2.890	0.35%
06/05/2023	11:25 a.m.	1440		3.950	0.52%	3.810	0.21%	2.940	0.05%
07/05/2023	8:15 a.m.	1250		4.485	0.53%	3.935	0.12%	2.940	0.00%

PENETRACION		CARGA STAND (kg/cm ²)	MOLDE N° 01				MOLDE N° 02				MOLDE N° 03			
mm	pulg		Dial	Kg	Kg/cm ²	lb/pulg ²	Dial	Kg	Kg/cm ²	lb/pulg ²	Dial	Kg	Kg/cm ²	lb/pulg ²
0.64	0.025		0.5	39.93	2.06	29.28	1.5	44.1	2.27	32.33	2.5	48.3	2.49	35.38
1.27	0.05		1.5	44.10	2.27	32.33	3.0	50.8	2.59	36.91	4.5	56.6	2.92	41.49
1.91	0.075		2.5	48.26	2.49	35.38	5.0	58.7	3.02	43.01	7.0	67.0	3.45	49.12
2.54	0.10	1000	3.5	52.42	2.70	38.43	8.0	71.2	3.67	52.17	11.5	85.7	4.42	62.85
3.81	0.15		7.0	66.99	3.45	49.12	12.0	87.8	4.53	64.38	16.0	104.5	5.38	76.59
5.09	0.20	1500	9.5	77.40	3.99	56.75	15.5	102.4	5.28	75.06	21.5	127.4	6.56	93.37
6.35	0.25		13.0	91.97	4.74	67.43	20.0	121.1	6.24	88.80	27.5	152.3	7.85	111.69
7.63	0.30	1900	16.0	104.46	5.38	76.59	24.5	139.8	7.21	102.53	33.0	175.2	9.03	128.48
10.18	0.40	2300	22.5	131.52	6.78	96.43	31.5	169.0	8.71	123.90	42.0	212.7	10.96	155.95
12.72	0.50	2600	25.5	144.01	7.42	105.58	36.0	187.7	9.68	137.63	48.0	237.7	12.25	174.26



CURVA CBR



"Año de la unidad, la paz y el desarrollo"
LABORATORIO DE PAVIMENTOS, SUELOS Y CONCRETO

ENSAYO:
ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO - CBR
(MTC E 133 - ASTM D 1883 - AASHTO T193)

PROYECTO: "Influencia de las Cenizas de Cáscara de Huevo y Chala en las Propiedades de la Capa Subrasante, Jr. Centenario, Huancan, Huancayo"
UBICACION: Jr. Centenario, Huancan, Huancayo
MUESTRA: GRUPO 01 - TRATAMIENTO I (suelo natural + 2.5 % de ceniza de cascara de huevo + 2.5 % de ceniza de chafa)
REALIZADO POR: Bach. Mieza Soto Jhonatan Cesar
REVISADO POR: Ing. Sanchez Tovar Jose Luis
FECHA: 05/04/2023

ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO

Maxima Densidad Seca: 1.68 gr/cm³
Optimo Contenido de Humedad: 11.80 %

COMPACTACION						
Molde N°	1		2		3	
	5	10	5	10	5	10
Capas N°	5		5		5	
Golpes por capa:	10		25		56	
Condicion de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso del molde + suelo humedo [gr] (1)	10999	11017	11184	11204	11399	11411
Peso de molde [gr] (2)	6830	6830	6720	6720	6715	6715
Peso del suelo humedo [gr] (1)-(2)=(3)	4169	4187	4464	4484	4684	4696
Volumen del molde [cm ³] (4)	2123.85	2123.85	2123.85	2123.85	2123.85	2123.85
Densidad humeda [gr/cm ³] (3)/(4)=(5)	1.96	1.97	2.10	2.11	2.21	2.21
Tara N°	1	1	2	2	3	3
Peso suelo humedo + tara [gr] (6)	219.56	244.02	255.88	269.17	169.54	199.67
Peso suelo seco + tara [gr] (7)	203.54	221.04	237.18	246	157.51	183.31
Peso de tara [gr] (8)	67.72	67.72	67.72	78.71	55.52	55.52
Peso de agua [gr] (6)-(7)=(9)	16.02	22.98	18.7	23.17	12.03	16.36
Peso de suelo seco [gr] (7)-(8)=(10)	135.82	153.32	158.47	167.29	101.99	127.79
Contenido de humedad [%] (9)/(10)*100%=(11)	11.80%	14.99%	11.80%	13.85%	11.80%	12.80%
Densidad seca [gr/cm ³] (5)/(1+(11))=(12)	1.76	1.71	1.88	1.85	1.97	1.96

EXPANSION											
MOLDE N°			1			2			3		
FECHA	HORA	TIEMPO (min)	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%
05/04/2023	11:25 a. m.	0	0.000	0.000	0.00%	3.500	0.000	0.00%	5.050	0.000	0.00%
06/04/2023	11:25 a. m.	1440	0.850	0.850	0.67%	4.550	1.050	0.83%	5.765	0.715	0.56%
07/04/2023	11:25 a. m.	1440	1.850	1.000	0.79%	5.100	0.550	0.43%	5.915	0.150	0.12%
08/04/2023	11:25 a. m.	1440	2.350	0.500	0.39%	5.650	0.550	0.43%	6.080	0.115	0.09%
09/04/2023	8:15 a. m.	1250	2.950	0.600	0.47%	5.900	0.250	0.20%	6.095	0.065	0.05%

PENETRACION														
PENETRACION		CARGA STAND (kg/cm ²)	MOLDE N° 01				MOLDE N° 02				MOLDE N° 03			
mm	pulg		Dial	Kg	Kg/cm ²	Lb/pulg ²	Dial	Kg	Kg/cm ²	Lb/pulg ²	Dial	Kg	Kg/cm ²	Lb/pulg ²
0.64	0.025		4.0	54.50	2.81	39.96	5.5	60.7	3.13	44.54	6.5	64.9	3.35	47.59
1.27	0.05		6.0	62.83	3.24	46.06	7.5	69.1	3.56	50.64	10.0	79.5	4.10	58.27
1.91	0.075		7.0	66.99	3.45	49.12	9.5	77.4	3.99	56.75	12.5	89.9	4.63	65.90
2.54	0.10	1000	8.0	71.16	3.67	52.17	12.5	89.9	4.63	55.90	15.5	102.4	5.28	75.06
3.81	0.15		12.0	87.81	4.53	64.38	15.0	100.3	5.17	73.53	21.0	125.3	6.46	91.85
5.09	0.20	1500	14.0	96.13	4.96	70.48	20.5	123.2	6.35	90.32	27.0	150.3	7.75	110.16
6.35	0.25		16.0	104.46	5.38	76.59	25.0	141.9	7.32	104.06	33.0	175.2	9.03	128.48
7.63	0.30	1900	20.0	121.11	6.24	88.80	29.0	158.6	8.17	116.27	38.0	196.1	10.11	143.74
10.18	0.40	2300	24.5	139.85	7.21	102.53	37.0	191.9	9.89	140.68	47.0	233.5	12.04	171.21
12.72	0.50	2600	29.0	158.58	8.17	116.27	42.5	214.8	11.07	157.47	54.0	262.7	13.54	192.57



CURVA CBR



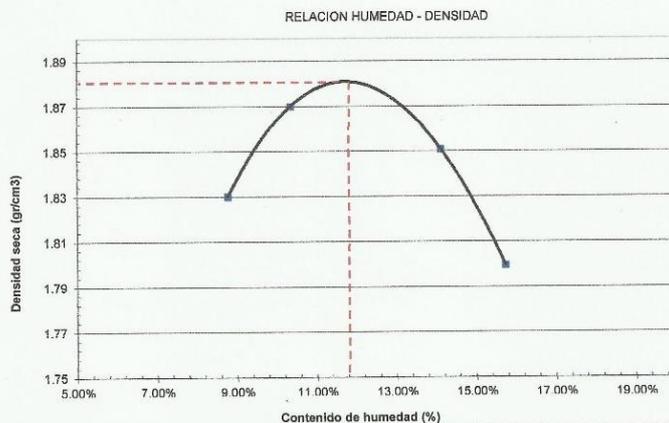
ENSAYO:
COMPACTACIÓN DE SUELOS EN LABORATORIO UTILIZANDO UNA ENERGÍA MODIFICADA - PROCTOR MODIFICADO
(MTC 115 - NTP 339.141 - ASTM D 1557)

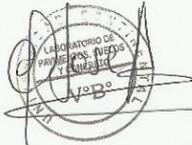
PROYECTO: "Influencia de las Cenizas de Cáscara de Huevo y Chala en las Propiedades de la Capa Subrasante, Jr. Centenario, Huancan, Huancayo"
UBICACION: Jr. Centenario, Huancan, Huancayo
MUESTRA: GRUPO 01 - TRATAMIENTO 1 (suelo natural + 2.5 % de ceniza de cascara de huevo + 2.5 % de ceniza de chala)
REALIZADO POR: Bach. Meza Soto Jhonatan Cesar
REVISADO POR: Ing. Sanchez Tovar Jose Luis
FECHA: 29/03/2023
PROCEDIMIENTO: A (5 capas de 25 golpes)

DATOS DEL EQUIPO	
ALTURA (cm):	11.6
DIAMETRO (cm):	10.2
VOLUMEN (cm ³):	947.87

DESCRIPCION	UND				
Peso suelo + molde (1)	gr	6072.00	6141.00	6187.00	6159.00
Peso molde (2)	gr	4185.00	4185.00	4185.00	4185.00
Peso suelo humedo compactado (1)-(2)=(3)	gr	1887.00	1956.00	2002.00	1974.00
Volumen del molde (4)	cm ³	947.87	947.87	947.87	947.87
Peso volumetrico humedo (3)/(4)=(5)	gr	1.99	2.06	2.11	2.08
Recipiente N°		I	II	III	IV
Peso del suelo humedo + tara	gr	213.13	297.23	260.48	314.83
Peso del suelo seco + tara	gr	201.40	275.50	238.00	279.60
Tara	gr	67.72	65.40	78.71	55.52
Peso del agua (6)	gr	11.73	21.73	22.48	35.23
Peso del suelo seco (7)	gr	133.68	210.10	159.29	224.08
Contenido de agua (6)/(7)*100=(8)	%	8.77%	10.34%	14.11%	15.72%
Peso volumetrico seco (5)/(1+(8)/100)	gr/cm ³	1.83	1.87	1.85	1.80

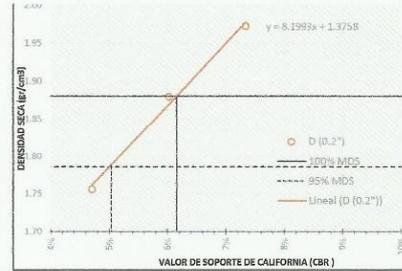
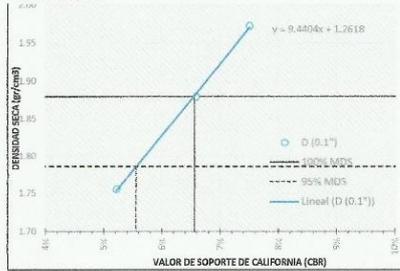
DENSIDAD MAXIMA SECA	1.88 gr/cm ³
OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD	11.8%



ENSAYO:	COMPACTACIÓN DE SUELOS EN LABORATORIO UTILIZANDO UNA ENERGIA MODIFICADA - PROCTOR MODIFICADO (MTC 115 - NTP 339.141 - ASTM D 1557)	 SELLO Y FIRMA
----------------	--	---

ENSAYO:
ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO - CBR
(MTC E 133 - ASTM D 1883 - AASHTO T193)

PROYECTO: "Influencia de las Cenizas de Cáscara de Huevo y Chala en las Propiedades de la Capa Subrasante, Jr. Centenario, Huancan, Huancayo"
UBICACION: Jr. Centenario, Huancan, Huancayo
MUESTRA: GRUPO 01 - TRATAMIENTO 1 (suelo natural + 2.5 % de ceniza de cascara de huevo + 2.5 % de ceniza de chala)
REALIZADO POR: Bach. Meza Soto Jhonatan Cesar
REVISADO POR: Ing. Sanchez Tovar Jose Luis
FECHA: 05/04/2023



RESULTADOS	
CBR al 100% de MDS para 0.1'' =	6.55%
CBR al 95% de MDS para 0.1'' =	5.55%

RESULTADOS	
CBR al 100% de MDS para 0.2'' =	6.15%
CBR al 95% de MDS para 0.2'' =	5.00%

ENSAYO:	ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO - CBR (MTC E 133 - ASTM D 1883 - AASHTO T193)	

ENSAYO:
COMPACTACIÓN DE SUELOS EN LABORATORIO UTILIZANDO UNA ENERGIA MODIFICADA - PROCTOR MODIFICADO
(MTC 115 - NTP 339.141 - ASTM D 1557)

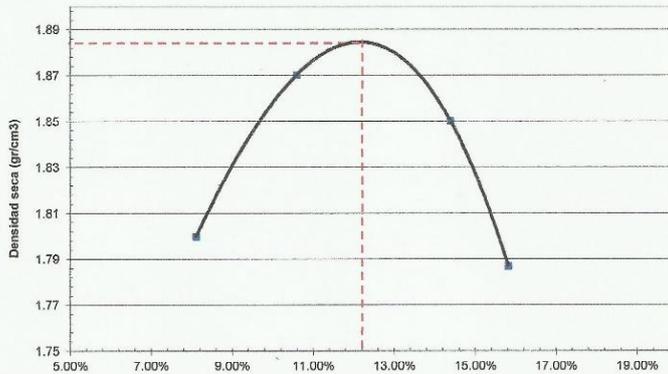
PROYECTO: "Influencia de las Cenizas de Cáscara de Huevo y Chala en las Propiedades de la Capa Subrasante, Jr. Centenario, Huancan, Huancayo"
UBICACIÓN: Jr. Centenario, Huancan, Huancayo
MUESTRA: GRUPO 02 - TRATAMIENTO 1 (suelo natural + 2.5 % de ceniza de cascara de huevo + 2.5 % de ceniza de chala)
REALIZADO POR: Bach. Meza Soto Jhonatan Cesar
REVISADO POR: Ing. Sanchez Tovar Jose Luis
FECHA: 05/04/2023
PROCEDIMIENTO: A (5 capas de 25 golpes)

DATOS DEL EQUIPO	
ALTURA (cm):	11.7
DIAMETRO (cm):	10.1
VOLUMEN (cm ³):	937.39

DESCRIPCION	UND	1	2	3	4
Peso suelo + molde (1)	gr	6014.00	6129.00	6174.00	6130.00
Peso molde (2)	gr	4190.00	4190.00	4190.00	4190.00
Peso suelo humedo compactado (1)-(2)=(3)	gr	1824.00	1939.00	1984.00	1940.00
Volumen del molde (4)	cm ³	937.39	937.39	937.39	937.39
Peso volumetrico humedo (3)/(4)=(5)	gr/cm ³	1.95	2.07	2.12	2.07
Recipiente N°		5	6	7	8
Peso del suelo humedo + tara	gr	200.1	194.6	282.9	187.7
Peso del suelo seco + tara	gr	191	182.3	254.3	170.4
Tara	gr	78.7	66.2	55.5	61
Peso del agua (6)	gr	9.1	12.3	28.6	17.3
Peso del suelo seco (7)	gr	112.3	116.1	198.8	109.4
Contenido de agua (6)/(7)*100=(8)	%	8.10%	10.59%	14.39%	15.81%
Peso volumetrico seco (5)/(1+(8)/100)	gr/cm ³	1.80	1.87	1.85	1.79

DENSIDAD MAXIMA SECA	1.884 gr/cm ³
OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD	12.2 %

RELACION HUMEDAD - DENSIDAD



ENSAYO:	Contenido de humedad (%) COMPACTACIÓN DE SUELOS EN LABORATORIO UTILIZANDO UNA ENERGIA MODIFICADA - PROCTOR MODIFICADO (MTC 115 - NTP 339.141 - ASTM D 1557)	
	SELLO Y FIRMA	

ENSAYO:
ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO - CBR
(MTC E.139 - ASTM D.1585 - AASHTO T193)

PROYECTO: "Influencia de las Cenizas de Cáscara de Huevo y Chala en las Propiedades de la Capa Subrasante, Jr. Centenario, Huancan, Huancayo"
UBICACION: Jr. Centenario, Huancan, Huancayo
MUESTRA: GRUPO 02 - TRATAMIENTO I (suelo natural + 2.5 % de ceniza de cascara de huevo + 2.5 % de ceniza de chala)
REALIZADO POR: Bach. Meza Soto Jhonatan Cesar
REVISADO POR: Ing. Sanchez Tovar Jose Luis
FECHA: 19/04/2023

ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO
Maxima Densidad Seca: 1.884 gr/cm³
Optimo Contenido de Humedad: 12.20 %

Molde N°	COMPACTACION					
	1		2		3	
	5		5		5	
Capas N°	10		25		56	
Golpes por capa:	10		25		56	
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso del molde + suelo humedo (gr) (1)	11010	11028	11203	11238	11420	11446
Peso de molde (gr) (2)	6830	6830	6720	6720	6715	6715
Peso del suelo humedo (gr) (1)-(2)=(3)	4180	4198	4483	4518	4705	4731
Volumen del molde (cm ³) (4)	2123.85	2123.85	2123.85	2123.85	2123.85	2123.85
Densidad humeda (gr/cm ³) (3)/(4)=(5)	1.97	1.98	2.11	2.13	2.22	2.23
Tara N°	1	1	2	2	3	3
Peso suelo humedo + tara (gr) (6)	173.29	244.02	169.63	269.17	159.98	199.67
Peso suelo seco + tara (gr) (7)	161.81	221.04	159.74	246	148.62	183.31
Peso de tara (gr) (8)	67.72	67.72	78.71	78.71	55.52	55.52
Peso de agua (gr) (6)-(7)=(9)	11.48	22.98	9.89	23.17	11.36	16.36
Peso de suelo seco (gr) (7)-(8)=(10)	94.09	153.32	81.03	167.29	93.1	127.79
Contenido de humedad (%) (9)/(10)*100%=(11)	12.20%	14.99%	12.21%	13.85%	12.20%	12.80%
Densidad seca (gr/cm ³) (5)/(1+(11))=(12)	1.75	1.72	1.88	1.87	1.97	1.97

FECHA	HORA	TIEMPO (min)	MOLDE N°	EXPANSION					
				1		2		3	
				DIAL	EXPANSION	DIAL	EXPANSION	DIAL	EXPANSION
				mm	%	mm	%	mm	%
19/04/2023	11:25 a. m.	0		0.000	0.00%	1.015	0.00%	5.000	0.00%
20/04/2023	11:25 a. m.	1440		0.995	0.99%	2.220	0.95%	5.915	0.91%
21/04/2023	11:25 a. m.	1440		2.110	0.88%	2.925	0.70%	6.165	0.20%
22/04/2023	11:25 a. m.	1440		2.625	0.51%	3.375	0.35%	6.300	0.13%
23/04/2023	8:15 a. m.	1250		3.260	0.63%	3.725	0.30%	6.355	0.05%

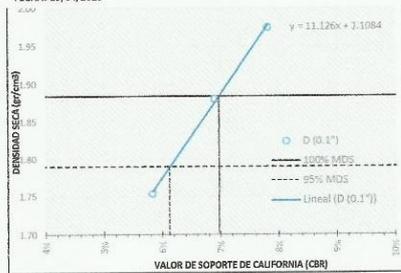
PENETRACION		CARGA STAND (kg/cm ²)	MOLDE N° 01				MOLDE N° 02				MOLDE N° 03			
mm	pulg		Dial	Kg	Kg/cm ²	lb/pulg ²	Dial	Kg	Kg/cm ²	lb/pulg ²	Dial	Kg	Kg/cm ²	lb/pulg ²
0.64	0.025		5.5	60.75	3.13	44.54	6.5	64.9	3.35	47.59	7.5	69.1	3.56	50.64
1.27	0.05		8.0	71.16	3.67	52.17	9.5	77.4	3.99	56.75	12.0	87.8	4.53	64.38
1.91	0.075		9.0	75.32	3.88	55.22	11.5	85.7	4.42	62.85	13.5	94.1	4.85	68.96
2.54	0.10	1000	10.0	79.48	4.10	58.27	13.5	94.1	4.85	68.96	16.5	106.5	5.49	78.11
3.81	0.15		13.0	91.97	4.74	67.43	17.0	108.6	5.60	79.64	23.0	133.6	6.89	97.95
5.09	0.20	1500	16.0	104.46	5.38	76.59	22.5	131.5	6.78	96.43	29.0	158.6	8.17	116.27
6.35	0.25		19.0	116.95	6.03	85.74	27.0	150.3	7.75	110.16	35.0	183.6	9.46	134.58
7.63	0.30	1900	23.0	133.60	6.89	97.95	32.0	171.1	8.82	125.42	39.0	200.2	10.32	146.79
10.18	0.40	2300	26.5	148.17	7.64	108.64	39.0	200.2	10.32	146.79	47.0	233.5	12.04	171.21
12.72	0.50	2600	30.0	162.75	8.39	119.32	43.5	218.9	11.29	160.52	53.0	258.5	13.32	189.52



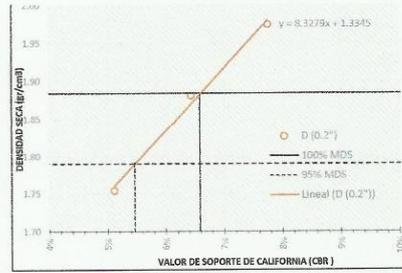
CURVA CBR

ENSAYO:
ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO - CBR
(MTC E 133 - ASTM D 1883 - AASHTO T193)

PROYECTO: "Influencia de las Cenizas de Cáscara de Huevo y Chala en las Propiedades de la Capa Subrasante, Jr. Centenario, Huancan, Huancayo"
UBICACION: Jr. Centenario, Huancan, Huancayo
MUESTRA: GRUPO 02 - TRATAMIENTO 1 (suelo natural + 2.5 % de ceniza de cascara de huevo + 2.5 % de ceniza de chala)
REALIZADO POR: Bach. Meza Soto Jhonatan Cesar
REVISADO POR: Ing. Sanchez Tovar Jose Luis
FECHA: 19/04/2023



RESULTADOS	
CBR al 100% de MDS para 0.1" =	6.97%
CBR al 95% de MDS para 0.1" =	6.12%



RESULTADOS	
CBR al 100% de MDS para 02" =	6.60%
CBR al 95% de MDS para 02" =	5.47%

ENSAYO:	ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO - CBR (MTC E 133 - ASTM D 1883 - AASHTO T193)	

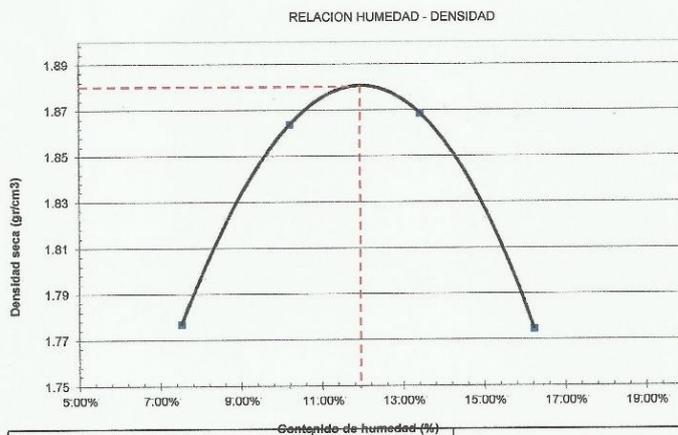
ENSAYO:
COMPACTACIÓN DE SUELOS EN LABORATORIO UTILIZANDO UNA ENERGIA MODIFICADA - PROCTOR MODIFICADO
(MTC 115 - NTP 339.141 - ASTM D 1557)

PROYECTO: "Influencia de las Cenizas de Cáscara de Huevo y Chala en las Propiedades de la Capa Subrasante, Jr. Centenario, Huancan, Huancayo"
UBICACION: Jr. Centenario, Huancan, Huancayo
MUESTRA: GRUPO D3 - TRATAMIENTO 1 (suelo natural + 2.5 % de ceniza de cascara de huevo + 2.5 % de ceniza de chala)
REALIZADO POR: Bach. Meza Soto Jhonatan Cesar
REVISADO POR: Ing. Sanchez Tovar Jose Luis
FECHA: 26/04/2023
METODO : A (5 capas de 25 golpes)

DATOS DEL EQUIPO	
ALTURA (cm):	11.6
DIAMETRO (cm):	10.2
VOLUMEN (cm ³):	947.87

DESCRIPCION	UND	1	2	3	4
Peso suelo + molde (1)	gr	5996.00	6137.00	6189.00	6135.00
Peso molde (2)	gr	4185.00	4190.00	4180.00	4180.00
Peso suelo humedo compactado (1)-(2)=(3)	gr	1811.00	1947.00	2009.00	1955.00
Volumen del molde (4)	cm ³	947.87	947.87	947.87	947.87
Peso volumetrico humedo (3)/(4)=(5)	gr	1.91	2.05	2.12	2.06
Recipiente N°		1	2	3	4
Peso del suelo humedo + tara	gr	151.00	410.70	265.80	241.00
Peso del suelo seco + tara	gr	145.00	380.40	241.40	218.50
Tara	gr	65.22	83.50	59.60	79.80
Peso del agua (6)	gr	6.00	30.30	24.40	22.50
Peso del suelo seco (7)	gr	79.78	296.90	181.80	138.70
Contenido de agua (6)/(7)*100=(8)	%	7.52%	10.21%	13.42%	16.22%
Peso volumetrico seco (5)/(1+(8)/100)	gr/cm ³	1.78	1.86	1.87	1.77

DENSIDAD MAXIMA SECA	1.88 gr/cm ³
OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD	11.9 %



ENSAYO:	COMPACTACIÓN DE SUELOS EN LABORATORIO UTILIZANDO UNA ENERGIA MODIFICADA - PROCTOR MODIFICADO (MTC 115 - NTP 339.141 - ASTM D 1557)	
----------------	--	--

ENSAYO:
ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO - CBR
(MTC E 133 - ASTM D 1883 - AASHTO T193)

PROYECTO: "Influencia de las Cenizas de Cáscara de Huevo y Chala en las Propiedades de la Capa Subrasante, Jr. Centenario, Huancan, Huancayo"
UBICACION: Jr. Centenario, Huancan, Huancayo
MUESTRA: GRUPO 03 - TRATAMIENTO 1 (suelo natural + 2.5 % de ceniza de cáscara de huevo + 2.5 % de ceniza de chala)
REALIZADO POR: Rach, Mera Soto Jhonatan Cesar
REVISADO POR: Ing. Sanchez Tovar Jose Luis
FECHA: 03/05/2023

ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO
Maxima Densidad Seca: 1.88 gr/cm³
Optimo Contenido de Humedad: 11.90 %

	COMPACTACION					
	1		2		3	
Molde N°	1		2		3	
Capas N°	5		5		5	
Golpes por capa:	10		25		56	
Condicion de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso del molde + suelo humedo (gr) (1)	11024	11042	11193	11228	11452	11493
Peso de molde (gr) (2)	6830	6830	6720	6720	6715	6715
Peso del suelo humedo (gr) (1)-(2)=(3)	4194	4212	4473	4508	4737	4778
Volumen del molde (cm ³) (4)	2123.85	2123.85	2123.85	2123.85	2123.85	2123.85
Densidad humeda (gr/cm ³) (3)/(4)=(5)	1.97	1.98	2.11	2.12	2.23	2.25
Tara N°	1	1	2	2	3	3
Peso suelo humedo + tara (gr) (6)	210.56	244.02	238.45	269.17	198.77	199.67
Peso suelo seco + tara (gr) (7)	195.37	221.04	221.46	246	183.54	183.31
Peso de tara (gr) (8)	67.72	67.72	78.71	78.71	55.52	55.52
Peso de agua (gr) (6)-(7)=(9)	15.19	22.98	16.99	23.17	15.23	16.36
Peso de suelo seco (gr) (7)-(8)=(10)	127.65	153.32	142.75	167.29	128.02	127.79
Contenido de humedad (%) (9)/(10)*100%=(11)	11.90%	14.99%	11.90%	13.85%	11.90%	12.80%
Densidad seca (gr/cm ³) (5)/(1+(11))=(12)	1.76	1.72	1.88	1.86	1.99	1.99

FECHA	HORA	TIEMPO (min)	DIAL	EXPANSION							
				1		2		3			
				mm	%	mm	%	mm	%		
03/05/2023	11:25 a. m.	0	2.000	0.000	0.00%	1.250	0.000	0.00%	3.585	0.000	0.00%
04/05/2023	11:25 a. m.	1440	3.195	1.135	0.89%	2.775	1.525	1.20%	4.310	0.725	0.57%
05/05/2023	11:25 a. m.	1440	3.890	0.785	0.59%	3.500	0.725	0.57%	4.575	0.265	0.21%
06/05/2023	11:25 a. m.	1440	4.310	0.420	0.33%	3.855	0.355	0.28%	4.670	0.095	0.07%
07/05/2023	8:15 a. m.	1250	4.640	0.330	0.26%	4.120	0.265	0.21%	4.715	0.045	0.04%

PENETRACION		CARGA STAND (kg/cm ²)	MOLDE N° 01				MOLDE N° 02				MOLDE N° 03			
mm	pulg		Dial	Kg	Kg/cm ²	lb/pulg ²	Dial	Kg	Kg/cm ²	lb/pulg ²	Dial	Kg	Kg/cm ²	lb/pulg ²
0.64	0.025		5.0	58.67	3.02	43.01	6.0	62.8	3.24	46.06	7.0	67.0	3.45	49.12
1.27	0.05		7.0	66.99	3.45	49.12	8.5	73.2	3.78	53.69	11.0	83.6	4.81	61.38
1.91	0.075		8.0	71.16	3.67	52.17	10.5	81.6	4.20	59.80	13.0	92.0	4.74	67.43
2.54	0.10	1000	10.0	79.48	4.10	58.27	13.0	92.0	4.74	67.43	16.0	104.5	5.38	76.59
3.81	0.15		12.5	89.89	4.63	65.90	16.0	104.5	5.38	76.59	22.0	129.4	6.67	94.90
5.09	0.20	1500	14.5	98.22	5.06	72.01	20.0	121.1	6.24	88.80	28.0	154.4	7.96	113.21
6.35	0.25		17.5	110.71	5.71	81.17	26.0	146.1	7.53	107.11	34.0	179.4	9.25	131.53
7.63	0.30	1900	21.5	127.36	6.56	93.37	30.5	164.8	8.50	120.84	38.5	198.1	10.21	145.26
10.18	0.40	2300	25.5	144.01	7.42	105.58	38.0	196.1	10.11	143.74	47.0	233.5	12.04	171.21
12.72	0.50	2600	29.5	160.66	8.28	117.79	43.0	216.9	11.18	159.00	54.0	262.7	13.54	192.57

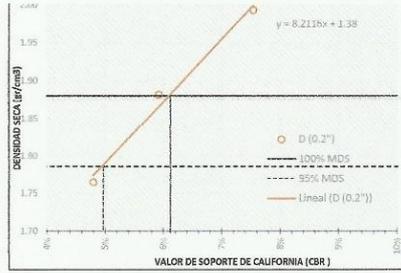
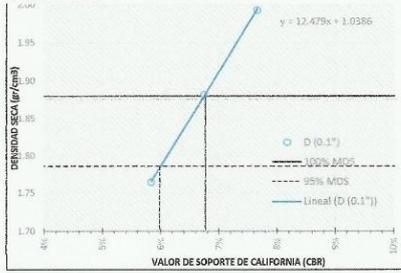


CURVA CBR



ENSAYO:
ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO - CBR
(MTC E 133 - ASTM D 1883 - AASHTO T193)

PROYECTO: "Influencia de las Cenizas de Cáscara de Huevo y Chala en las Propiedades de la Capa Subrasante, Jr. Centenario, Huancan, Huancayo"
UBICACION: Jr. Centenario, Huancan, Huancayo
MUESTRA: GRUPO 03 - TRATAMIENTO 1 (suelo natural + 2.5 % de ceniza de cascara de huevo + 2.5 % de ceniza de chala)
REALIZADO POR: Bach. Meza Soto Jhonatan Cesar
REVISADO POR: Ing. Sanchez Tovar Jose Luis
FECHA: 03/05/2023



RESULTADOS	
CBR al 100% de MDS para 0.1'' =	6.74%
CBR al 95% de MDS para 0.1'' =	5.99%

RESULTADOS	
CBR al 100% de MDS para 0.2'' =	6.09%
CBR al 95% de MDS para 0.2'' =	4.94%

ENSAYO:	ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO - CBR (MTC E 133 - ASTM D 1883 - AASHTO T193)	<p>SELO Y FIRMA</p>
----------------	--	---------------------

ENSAYO:
COMPACTACIÓN DE SUELOS EN LABORATORIO UTILIZANDO UNA ENERGIA MODIFICADA - PROCTOR MODIFICADO
(MTC 115 - NTP 339.141 - ASTM D 1557)

PROYECTO: "Influencia de las Cenizas de Cáscara de Huevo y Chala en las Propiedades de la Capa Subrasante, Jr. Centenario, Huancan, Huancayo"
UBICACION: Jr. Centenario, Huancan, Huancayo
MUESTRA: GRUPO 01 - TRATAMIENTO 2 (suelo natural + 5 % de ceniza de cascara de huevo + 5 % de ceniza de chala)
REALIZADO POR: Bach. Meza Soto Jhonatan Cesar
REVISADO POR: Ing. Sanchez Tovar Jose Luis
FECHA: 29/03/2023
PROCEDIMIENTO: A (5 capas de 25 golpes)

DATOS DEL EQUIPO	
ALTURA (cm):	11.6
DIAMETRO (cm):	10.2
VOLUMEN (cm ³):	947.87

DESCRIPCION	UND	6030.00	6145.00	6219.00	6202.00
Peso suelo + molde (1)	gr	6030.00	6145.00	6219.00	6202.00
Peso molde (2)	gr	4185.00	4195.00	4185.00	4190.00
Peso suelo humedo compactado (1)-(2)=(3)	gr	1845.00	1950.00	2034.00	2012.00
Volumen del molde (4)	cm ³	947.87	947.87	947.87	947.87
Peso volumetrico humedo (3)/(4)=(5)	gr	1.95	2.06	2.15	2.12
Recipiente N°		5	6	7	8
Peso del suelo humedo + tara	gr	208.85	238.17	193.80	338.60
Peso del suelo seco + tara	gr	197.10	219.90	180.50	304.10
Tara	gr	53.17	48.81	82.40	79.60
Peso del agua (6)	gr	11.75	18.27	13.30	34.50
Peso del suelo seco (7)	gr	143.93	171.09	98.10	224.50
Contenido de agua (6)/(7)*100=(8)	%	8.16%	10.68%	13.56%	15.37%
Peso volumetrico seco (5)/(1+(8)/100)	gr/cm ³	1.80	1.86	1.89	1.84

DENSIDAD MAXIMA SECA	1.892 gr/cm ³
OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD	13 %



ENSAYO:	COMPACTACIÓN DE SUELOS EN LABORATORIO UTILIZANDO UNA ENERGIA MODIFICADA - PROCTOR MODIFICADO (MTC 115 - NTP 339.141 - ASTM D 1557)	
	SELLO Y FIRMA	

ENSAYO:
ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO - CBR
(MTC E 133 - ASTM D 1883 - AASHTO T193)

PROYECTO: Influencia de las Cenizas de Cáscara de Huevo y Chala en las Propiedades de la Capa Subrasante, Jr. Centenario, Huancan, Huancayo
UBICACION: Jr. Centenario, Huancan, Huancayo
MUESTRA: GRUPO 01 - TRATAMIENTO 2 (suelo natural + 5 % de ceniza de cáscara de huevo + 5 % de ceniza de chala)
REALIZADO POR: Bach. Miera Soto Jhonatan Cesar
REVISADO POR: Ing. Sanchez Tovar Jose Luis
FECHA: 12/04/2023

ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO
Máxima Densidad Seca: 1.892 gr/cm³
Óptimo Contenido de Humedad: 13.00 %

	COMPACTACION					
	1		2		3	
Molde N°	10		25		56	
Capas N°	5		5		5	
Golpes por capa:	10		25		56	
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso del molde + suelo húmedo (gr) (1)	11065	11018	11251	11264	11500	11612
Peso del molde (gr) (2)	6820	6820	6715	6715	6720	6720
Peso del suelo húmedo (gr) (1)-(2)=(3)	4245	4198	4536	4549	4780	4892
Volumen del molde (cm ³) (4)	2123.85	2123.85	2123.85	2123.85	2123.85	2123.85
Densidad húmeda (gr/cm ³) (3)/(4)=(5)	2.00	1.98	2.14	2.14	2.25	2.30
Tara N°	1	1	2	2	3	3
Peso suelo húmedo + tara (gr) (6)	315.17	231.05	301.06	244.41	298.86	181.73
Peso suelo seco + tara (gr) (7)	288.72	214.17	276.11	224.35	274.31	168.17
Peso de tara (gr) (8)	85.31	85.31	84.26	84.26	85.47	85.47
Peso de agua (gr) (6)-(7)=(9)	26.45	16.88	24.95	20.06	24.55	13.56
Peso de suelo seco (gr) (7)-(8)=(10)	203.41	128.86	191.85	140.09	188.84	82.7
Contenido de humedad (%) (9)/(10)*100%=(11)	13.00%	13.10%	13.00%	14.32%	13.00%	16.40%
Densidad seca (gr/cm ³) (5)/(1+(11))=(12)	1.77	1.75	1.89	1.87	1.99	1.98

MOLDE N°		EXPANSION						
FECHA	HORA	TIEMPO (min)	1		2		3	
			DIAL	EXPANSION	DIAL	EXPANSION	DIAL	EXPANSION
			mm	%	mm	%	mm	%
12/04/2023	11:25 a. m.	0	0.000	0.00%	3.500	0.00%	5.050	0.00%
13/04/2023	11:25 a. m.	1440	0.850	0.85%	4.550	0.83%	5.765	0.71%
14/04/2023	11:25 a. m.	1440	1.850	1.00%	5.100	0.43%	5.915	0.15%
15/04/2023	11:25 a. m.	1440	2.350	0.50%	5.650	0.43%	6.090	0.09%
16/04/2023	8:15 a. m.	1250	2.950	0.47%	5.900	0.20%	6.095	0.06%

PENETRACION		CARGA STAND (kg/cm ²)	MOLDE N° 01				MOLDE N° 02				MOLDE N° 03			
mm	pulg		Dial	Kg	Kg/cm ²	lb/pulg ²	Dial	Kg	Kg/cm ²	lb/pulg ²	Dial	Kg	Kg/cm ²	lb/pulg ²
0.64	0.025		28.0	154.42	7.96	113.21	30.0	162.7	8.39	119.32	30.5	164.8	8.50	120.84
1.27	0.05		32.0	171.07	8.82	125.42	33.0	175.2	9.03	128.48	35.0	183.6	9.46	134.58
1.91	0.075		34.5	181.48	9.35	133.05	37.0	191.9	9.89	140.68	40.0	204.4	10.53	149.84
2.54	0.10	1000	36.0	187.72	9.68	137.63	40.5	206.5	10.64	151.97	45.0	225.2	11.61	165.10
3.81	0.15		42.0	212.70	10.96	155.95	46.0	229.4	11.82	168.15	52.0	254.3	13.11	186.47
5.09	0.20	1500	48.0	237.68	12.25	174.26	53.0	258.5	13.32	189.52	59.0	283.5	14.61	207.83
6.35	0.25		53.0	258.50	13.32	189.52	60.5	289.7	14.93	212.41	68.0	320.9	16.54	235.30
7.63	0.30	1900	56.0	270.99	13.97	198.68	65.0	308.5	15.90	226.15	74.0	345.9	17.83	253.62
10.18	0.40	2300	58.0	279.31	14.40	204.78	71.0	333.4	17.19	244.46	82.0	379.2	19.55	278.04
12.72	0.50	2600	60.0	287.64	14.83	210.89	74.0	345.9	17.83	253.62	87.5	402.1	20.73	294.82

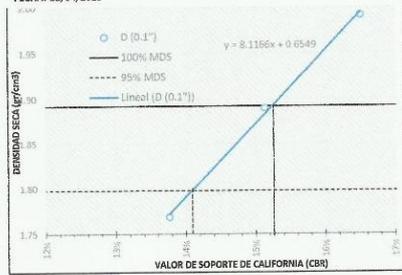


CURVA CBR

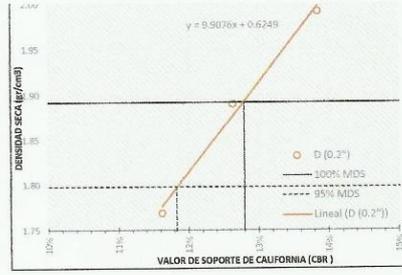


ENSAYO:
ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO - CBR
(MTC E 133 - ASTM D 1883 - AASHTO T193)

PROYECTO: "Influencia de las Cenizas de Cáscara de Huevo y Chala en las Propiedades de la Capa Subrasante, Jr. Centenario, Huancan, Huancayo"
UBICACION: Jr. Centenario, Huancan, Huancayo
MUESTRA: GRUPO 01 - TRATAMIENTO 2 (suelo natural + 5% de ceniza de cascara de huevo + 5% de ceniza de chala)
REALIZADO POR: Bach. Meza Soto Jhonatan Cesar
REVISADO POR: Ing. Sanchez Tover Jose Luis
FECHA: 12/04/2023



RESULTADOS	
CBR al 100% de MDS para 0.1" =	15.24%
CBR al 95% de MDS para 0.1" =	14.08%



RESULTADOS	
CBR al 100% de MDS para 0.2" =	12.79%
CBR al 95% de MDS para 0.2" =	11.83%

ENSAYO:	ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO - CBR (MTC E 133 - ASTM D 1883 - AASHTO T193)	

ENSAYO:
COMPACTACIÓN DE SUELOS EN LABORATORIO UTILIZANDO UNA ENERGIA MODIFICADA - PROCTOR MODIFICADO
(MTC 115 - NTP 339.141 - ASTM D 1557)

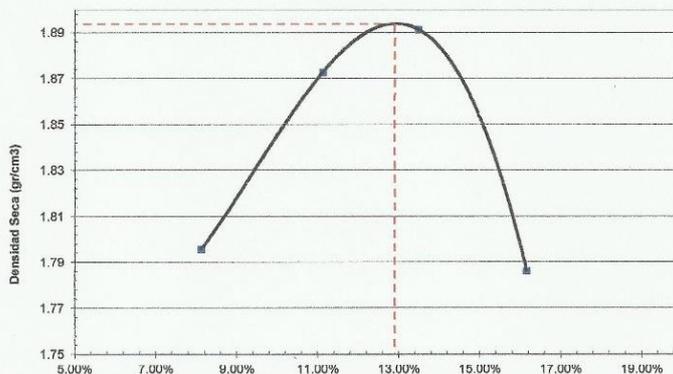
PROYECTO: "Influencia de las Cenizas de Cáscara de Huevo y Chala en las Propiedades de la Capa Subrasante, Jr. Centenario, Huancan, Huancayo"
UBICACIÓN: Jr. Centenario, Huancan, Huancayo
MUESTRA: GRUPO 02 - TRATAMIENTO 2 (suelo natural + 5 % de ceniza de cascara de huevo + 5 % de ceniza de chala)
REALIZADO POR: Bach. Meza Soto Jhonatan Cesar
REVISADO POR: Ing. Sanchez Tovar Jose Luis
FECHA: 12/04/2023
PROCEDIMIENTO: A (5 capas de 25 golpes)

DATOS DEL EQUIPO	
ALTURA (cm):	11.7
DIAMETRO (cm):	10.1
VOLUMEN (cm ³):	937.39

DESCRIPCION	UND	1	2	3	4
Peso suelo + molde (1)	gr	6005.00	6146.00	6197.00	6135.00
Peso molde (2)	gr	4185.00	4195.00	4185.00	4190.00
Peso suelo humedo compactado (1)-(2)=(3)	gr	1820.00	1951.00	2012.00	1945.00
Volumen del molde (4)	cm ³	937.39	937.39	937.39	937.39
Peso volumetrico humedo (3)/(4)=(5)	gr	1.94	2.08	2.15	2.07
Recipiente N°		1	2	3	4
Peso del suelo humedo + tara	gr	209.00	239.16	193.50	340.60
Peso del suelo seco + tara	gr	197.30	220.10	180.30	304.30
Tara	gr	53.17	48.81	82.40	79.60
Peso del agua (6)	gr	11.70	19.06	13.20	36.30
Peso del suelo seco (7)	gr	144.13	171.29	97.90	224.70
Contenido de agua (6)/(7)*100=(8)	%	8.12%	11.13%	13.48%	16.15%
Peso volumetrico seco (5)/(1+(8)/100)	gr/cm ³	1.80	1.87	1.89	1.79

DENSIDAD MAXIMA SECA	1.894 gr/cm ³
OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD	12.9 %

RELACION HUMEDAD - DENSIDAD



ENSAYO:	COMPACTACIÓN DE SUELOS EN LABORATORIO UTILIZANDO UNA ENERGIA MODIFICADA - PROCTOR MODIFICADO (MTC 115 - NTP 339.141 - ASTM D 1557)	
	SELLO Y FIRMA	

ENSAYO:
ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO - CBR
(MTC E 133 - ASTM D 1883 - AASHTO T193)

PROYECTO: Influencia de las Cenizas de Cáscara de Huevo y Chala en las Propiedades de la Capa Subrasante, Jr. Centenario, Huancan, Huancayo
UBICACION: Jr. Centenario, Huancan, Huancayo
MUESTRA: GRUPO 02 - TRATAMIENTO 2 (suelo natural + 5 % de ceniza de cascara de huevo + 5 % de ceniza de chala)
REALIZADO POR: Bach. Wera Soto Jhonatan Cesar
REVISADO POR: Ing. Sanchez Tovar Jose Luis
FECHA: 26/04/2023

ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO
Máxima Densidad Seca: 1.894 gr/cm³
Óptimo Contenido de Humedad: 12.90 %

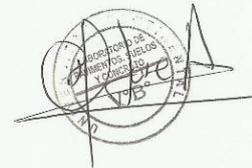
	COMPACTACION					
	1		2		3	
Molde N°	1		2		3	
Capas N°	5		5		5	
Golpes por capa:	10		25		56	
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso del molde + suelo húmedo [gr] (1)	11071	11057	11236	11279	11485	11510
Peso del molde [gr] (2)	6820	6820	6715	6715	6720	6720
Peso del suelo húmedo [gr] (1)-(2)=(3)	4251	4237	4521	4564	4765	4790
Volumen del molde [cm ³] (4)	2123.85	2123.85	2123.85	2123.85	2123.85	2123.85
Densidad húmeda [gr/cm ³] (3)/(4)=(5)	2.00	1.99	2.13	2.15	2.24	2.26
Tara N°	1	1	2	2	3	3
Peso suelo húmedo + tara [gr] (6)	214.12	415.24	234.56	315.12	274.16	212.2
Peso suelo seco + tara [gr] (7)	199.4	376.49	217.39	286.26	252.6	197.52
Peso de tara [gr] (8)	85.31	85.31	84.26	84.26	85.47	85.47
Peso de agua [gr] (6)-(7)=(9)	14.72	38.75	17.17	28.86	21.56	14.68
Peso de suelo seco [gr] (7)-(8)=(10)	114.09	291.18	133.13	202	167.13	112.05
Contenido de humedad [%] (9)/(10)*100%=(11)	12.90%	13.31%	12.90%	14.29%	12.90%	13.10%
Densidad seca [gr/cm ³] (5)/(1+(11))=(12)	1.77	1.76	1.89	1.88	1.99	1.99

MOLDE N°		EXPANSION								
FECHA	HORA	TIEMPO (min)	DIAL	EXPANSION		EXPANSION		EXPANSION		
				mm	%	mm	%	mm	%	
12/04/2023	11:25 a. m.	0	0.000	0.00%	4.555	0.00%	4.950	0.00%	0.00%	
13/04/2023	11:25 a. m.	1440	0.650	0.65%	5.580	1.025	0.81%	5.375	0.425	0.33%
14/04/2023	11:25 a. m.	1440	1.050	0.40%	6.230	0.550	0.51%	5.690	0.315	0.25%
15/04/2023	11:25 a. m.	1440	1.300	0.25%	6.575	0.345	0.27%	5.790	0.100	0.08%
16/04/2023	8:15 a. m.	1250	1.415	0.09%	6.625	0.050	0.04%	5.795	0.005	0.00%

PENETRACION		CARGA STAND (kg/cm ²)	MOLDE N° 01				MOLDE N° 02				MOLDE N° 03			
mm	pulg		Dial	Kg	Kg/cm ²	lb/pulg ²	Dial	Kg	Kg/cm ²	lb/pulg ²	Dial	Kg	Kg/cm ²	lb/pulg ²
0.64	0.025		34.0	179.40	9.25	131.53	35.5	185.6	9.57	136.11	37.5	194.0	10.00	142.21
1.27	0.05		36.0	187.72	9.68	137.63	38.0	196.1	10.11	143.74	41.0	208.5	10.75	152.89
1.91	0.075		38.5	198.13	10.21	145.26	41.5	210.6	10.86	154.42	45.0	225.2	11.61	165.10
2.54	0.10	1000	40.0	204.38	10.53	149.84	44.0	221.0	11.39	162.05	47.5	235.6	12.34	172.73
3.81	0.15		44.0	221.03	11.39	162.05	50.0	246.0	12.68	180.36	55.0	266.8	13.75	195.62
5.09	0.20	1500	48.0	237.68	12.25	174.26	54.0	262.7	13.54	192.57	61.0	291.8	15.04	213.94
6.35	0.25		52.0	254.33	13.11	186.47	61.0	291.8	15.04	213.94	69.0	325.1	16.76	238.36
7.63	0.30	1900	55.0	266.82	13.75	195.62	65.0	308.5	15.90	226.15	74.0	345.9	17.83	253.62
10.18	0.40	2300	60.5	289.72	14.93	212.41	71.5	335.5	17.29	245.99	83.0	383.4	19.76	281.09
12.72	0.50	2600	69.5	302.21	15.58	221.57	77.5	360.5	18.58	264.80	91.0	416.7	21.48	305.51

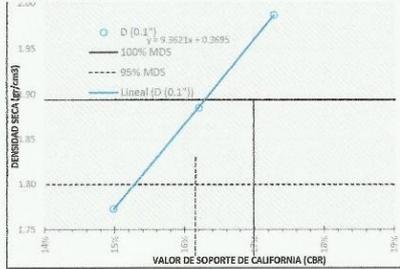


CURVA CBR

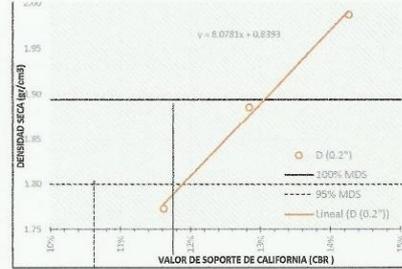


ENSAYO:
ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO - CBR
(MTC E 133 - ASTM D 1883 - AASHTO T193)

PROYECTO: "Influencia de las Cenizas de Cáscara de Huevo y Chala en las Propiedades de la Capa Subrasante, Jr. Centenario, Huancan, Huancayo"
UBICACION: Jr. Centenario, Huancan, Huancayo
MUESTRA: GRUPO 02 - TRATAMIENTO 2 (suelo natural + 5 % de ceniza de cascara de huevo + 5 % de ceniza de chala)
REALIZADO POR: Bach. Meza Soto Jhonatan Cesar
REVISADO POR: Ing. Sanchez Iovar Jose Luis
FECHA: 26/04/2023



RESULTADOS	
CBR al 100% de MDS para 0.1'' =	16.28%
CBR al 95% de MDS para 0.1'' =	15.27%



RESULTADOS	
CBR al 100% de MDS para 0.2'' =	13.06%
CBR al 95% de MDS para 0.2'' =	11.88%

ENSAYO:	ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO - CBR (MTC E 133 - ASTM D 1883 - AASHTO T193)	

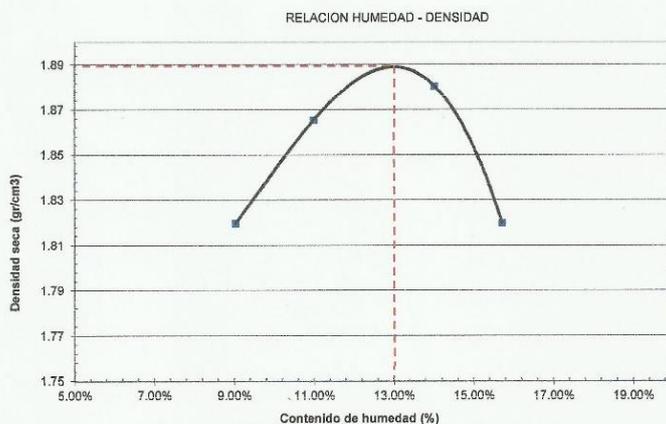
ENSAYO:
COMPACTACIÓN DE SUELOS EN LABORATORIO UTILIZANDO UNA ENERGIA MODIFICADA - PROCTOR MODIFICADO
(MTC 115 - NTP 339.141 - ASTM D 1557)

PROYECTO: "Influencia de las Cenizas de Cáscara de Huevo y Chala en las Propiedades de la Capa Subrasante, Jr. Centenario, Huancan, Huancayo"
UBICACION: Jr. Centenario, Huancan, Huancayo
MUESTRA: GRUPO 03 - TRATAMIENTO 2 (suelo natural + 5 % de ceniza de cascara de huevo + 5 % de ceniza de chala)
REALIZADO POR: Bach. Meza Soto Jhonatan Cesar
REVISADO POR: Ing. Sanchez Tovar Jose Luis
FECHA: 26/04/2023
PROCEDIMIENTO: A (5 capas de 25 golpes)

DATOS DEL EQUIPO	
ALTURA (cm):	11.7
DIAMETRO (cm):	10.1
VOLUMEN (cm ³):	937.39

DESCRIPCION	UND				
Peso suelo + molde (1)	gr	6045.00	6126.00	6195.00	6159.00
Peso molde (2)	gr	4185.00	4185.00	4185.00	4185.00
Peso suelo humedo compactado (1)-(2)=(3)	gr	1860.00	1941.00	2010.00	1974.00
Volumen del molde (4)	cm ³	937.39	937.39	937.39	937.39
Peso volumetrico humedo (3)/(4)=(5)	gr	1.98	2.07	2.14	2.11
Recipiente N°		I	II	III	IV
Peso del suelo humedo + tara	gr	212.06	296.16	259.41	313.76
Peso del suelo seco + tara	gr	200.10	273.30	237.20	278.70
Tara	gr	67.72	65.40	78.71	55.52
Peso del agua (6)	gr	11.96	22.86	22.21	35.06
Peso del suelo seco (7)	gr	132.38	207.90	158.49	223.18
Contenido de agua (6)/(7)*100=(8)	%	9.03%	11.00%	14.01%	15.71%
Peso volumetrico seco (5)/(1+(8)/100)	gr/cm ³	1.82	1.87	1.88	1.82

DENSIDAD MAXIMA SECA	1.890	gr/cm ³
OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD	13.00	%



ENSAYO:	COMPACTACIÓN DE SUELOS EN LABORATORIO UTILIZANDO UNA ENERGIA MODIFICADA - PROCTOR MODIFICADO (MTC 115 - NTP 339.141 - ASTM D 1557)	
		SELLO Y FIRMA

ENSAYO:
ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO - CBR
(MTC E 193 - ASTM D 1883 - AASHTO T193)

PROYECTO: "Influencia de las Cenizas de Cáscara de Huevo y Chala en las Propiedades de la Capa Subrasante, Jr. Centenario, Huancan, Huancayo"
UBICACION: Jr. Centenario, Huancan, Huancayo
MUESTRA: GRUPO 03 - TRATAMIENTO 2 (suelo natural + 5% de ceniza de cascara de huevo + 5% de ceniza de chala)
REALIZADO POR: Bach. Meza Soto Jhonatan Cesar
REVISADO POR: Ing. Sanchez Tovar Jose Luis
FECHA: 26/04/2023

ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO
Maxima Densidad Seca: 1.89 gr/cm³
Optimo Contenido de Humedad: 13.00 %

Molde N°	COMPACTACION					
	1		2		3	
	5		5		5	
Capas N°	5		5		5	
Golpes por capa:	10		25		56	
Condicion de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso del molde + suelo humedo [gr] (1)	11075	11044	11240	11305	11481	11498
Peso de molde [gr] (2)	6820	6820	6715	6715	6720	6720
Peso del suelo humedo [gr] (1)-(2)=(3)	4255	4224	4525	4590	4761	4778
Volumen del molde [cm ³] (4)	2123.85	2123.85	2123.85	2123.85	2123.85	2123.85
Densidad humeda [gr/cm ³] (3)/(4)=(5)	2.00	1.99	2.13	2.16	2.24	2.25
Tara N°	1	1	2	2	3	3
Peso suelo humedo + tara [gr] (6)	225.63	315.28	365	296.18	235.89	264.53
Peso suelo seco + tara [gr] (7)	209.49	286.14	332.7	267.88	218.59	242.59
Peso de tara [gr] (8)	85.31	85.31	84.26	84.26	85.47	85.47
Peso de agua [gr] (6)-(7)=(9)	16.14	29.14	32.3	28.3	17.3	21.94
Peso de suelo seco [gr] (7)-(8)=(10)	124.18	200.83	248.44	183.62	133.12	157.12
Contenido de humedad [%] (9)/(10)*100%=(11)	13.00%	14.51%	13.00%	15.41%	13.00%	13.96%
Densidad seca [gr/cm ³] (5)/(1-(11))=(12)	1.77	1.74	1.89	1.87	1.98	1.97

MOLDE N°	FECHA	HORA	TIEMPO (min)	EXPANSION							
				1		2		3			
				DIAL	EXPANSION	DIAL	EXPANSION	DIAL	EXPANSION		
				mm	%	mm	%	mm	%		
12/04/2023	11:25 a. m.	0	0.000	0.000	0.00%	4.555	0.000	0.00%	4.950	0.000	0.00%
13/04/2023	11:25 a. m.	1440	0.650	0.650	0.51%	5.580	1.025	0.81%	5.375	0.425	0.33%
14/04/2023	11:25 a. m.	1440	1.050	0.400	0.31%	6.230	0.650	0.51%	5.600	0.315	0.25%
15/04/2023	11:25 a. m.	1440	1.900	0.250	0.20%	6.575	0.345	0.27%	5.790	0.100	0.08%
16/04/2023	8:15 a. m.	1250	1.415	0.115	0.09%	6.625	0.050	0.04%	5.795	0.005	0.00%

PENETRACION		CARGA STAND (kg/cm ²)	PENETRACION											
			MOLDE N° 01				MOLDE N° 02				MOLDE N° 03			
mm	pulg		Dial	Kg	Kg/cm ²	Lb/pulg ²	Dial	Kg	Kg/cm ²	Lb/pulg ²	Dial	Kg	Kg/cm ²	Lb/pulg ²
0.64	0.025		31.0	166.91	8.60	122.37	33.0	175.2	9.03	128.48	34.0	179.4	9.25	131.53
1.27	0.05		33.0	175.23	9.03	128.48	34.0	179.4	9.25	131.53	36.5	189.8	9.78	139.16
1.91	0.075		34.5	181.48	9.35	133.05	36.0	187.7	9.68	137.63	37.0	191.9	9.89	140.68
2.54	0.10	1000	35.0	183.56	9.46	134.58	38.0	196.1	10.11	143.74	41.0	208.5	10.75	152.89
3.81	0.15		38.0	196.05	10.11	143.74	40.5	206.5	10.64	151.37	45.0	225.2	11.61	165.10
5.09	0.20	1500	41.0	208.54	10.75	152.89	44.0	221.0	11.39	162.05	48.5	239.8	12.36	175.79
6.35	0.25		43.5	218.95	11.29	160.52	48.0	237.7	12.25	174.26	53.0	258.5	13.32	189.52
7.63	0.30	1900	45.0	225.19	11.81	165.10	50.0	246.0	12.68	180.36	56.0	271.0	13.97	198.68
10.18	0.40	2300	46.0	229.36	11.82	168.15	53.5	260.6	13.43	191.05	60.0	287.6	14.83	210.89
12.72	0.50	2600	47.0	233.52	12.04	171.21	54.5	264.7	13.65	194.10	63.0	300.1	15.47	220.04

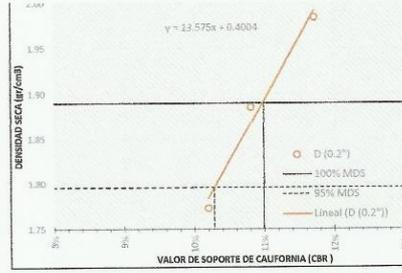
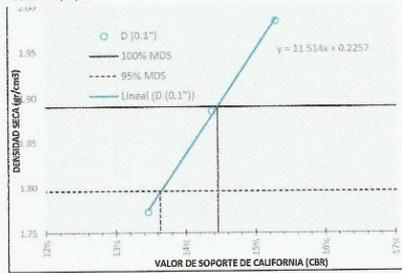


CURVA CBR



ENSAYO:
ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO - CBR
(MTC E 133 - ASTM D 1883 - AASHTO T193)

PROYECTO: "Influencia de las Cenizas de Cáscara de Huevo y Chala en las Propiedades de la Capa Subrasante, Jr. Centenario, Huancan, Huancayo"
UBICACION: Jr. Centenario, Huancan, Huancayo
MUESTRA: GRUPO 03 - TRATAMIENTO 2 (suelo natural + 5 % de ceniza de cascara de huevo + 5 % de ceniza de chala)
REALIZADO POR: Bach. Mieza Soto Jhonatan Cesar
REVISADO POR: Ing. Sanchez Toivar Jose Luis
FECHA: 26/04/2023



RESULTADOS	
CBR al 100% de MDS para 0.1" =	14.45%
CBR al 95% de MDS para 0.1" =	13.69%

RESULTADOS	
CBR al 100% de MDS para 0.2" =	10.97%
CBR al 95% de MDS para 0.2" =	10.28%

ENSAYO:	ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO - CBR (MTC E 133 - ASTM D 1883 - AASHTO T193)	

ENSAYO:
COMPACTACIÓN DE SUELOS EN LABORATORIO UTILIZANDO UNA ENERGIA MODIFICADA - PROCTOR MODIFICADO
(MTC 115 - NTP 339.141 - ASTM D 1557)

PROYECTO: "Influencia de las Cenizas de Cáscara de Huevo y Chala en las Propiedades de la Capa Subrasante, Jr. Centenario, Huancan, Huancayo"
UBICACION: Jr. Centenario, Huancan, Huancayo
MUESTRA: GRUPO 01 - TRATAMIENTO 3 (suelo natural + 7.5 % de ceniza de cascara de huevo + 7.5 % de ceniza de chala)
REALIZADO POR: Bach. Meza Soto Jhonatan Cesar
REVISADO POR: Ing. Sanchez Tovar Jose Luis
FECHA: 05/04/2023
PROCEDIMIENTO: A (5 capas de 25 golpes)

DATOS DEL EQUIPO	
ALTURA (cm):	11.6
DIAMETRO (cm):	10.2
VOLUMEN (cm ³):	947.87

DESCRIPCION	UND	1	2	3	4
Peso suelo + molde (1)	gr	5996.00	6112.00	6235.00	6219.00
Peso molde (2)	gr	4190.00	4190.00	4190.00	4190.00
Peso suelo humedo compactado (1)-(2)=(3)	gr	1806.00	1922.00	2045.00	2029.00
Volumen del molde (4)	cm ³	947.87	947.87	947.87	947.87
Peso volumetrico humedo (3)/(4)=(5)	gr/cm ³	1.91	2.03	2.16	2.14
Recipiente N°		1	2	3	4
Peso del suelo humedo + tara	gr	200	194	282	187.7
Peso del suelo seco + tara	gr	190.4	181.9	254	171.1
Tara	gr	78.7	66.4	55.5	61
Peso del agua (6)	gr	9.6	12.1	28	16.6
Peso del suelo seco (7)	gr	111.7	115.5	198.5	110.1
Contenido de agua (6)/(7)*100=(8)	%	8.59%	10.48%	14.11%	15.08%
Peso volumetrico seco (5)/(1+(8)/100)	gr/cm ³	1.75	1.84	1.89	1.86

DENSIDAD MAXIMA SECA	1.898 gr/cm ³
OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD	12.9%



ENSAYO:	Contenido de humedad (%)	
	COMPACTACIÓN DE SUELOS EN LABORATORIO UTILIZANDO UNA ENERGIA MODIFICADA - PROCTOR MODIFICADO (MTC 115 - NTP 339.141 - ASTM D 1557)	

ENSAYO:
ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO - CBR
(MTC E 133 - ASTM D 1983 - AASHTO T193)

PROYECTO: "Influencia de las Cenizas de Cáscara de Huevo y Chala en las Propiedades de la Capa Subrasante, Jr. Centenario, Huancayo, Huancayo"
UBICACION: Jr. Centenario, Huancayo, Huancayo
MUESTRA: GRUPO 01 - TRATAMIENTO 3 (suelo natural + 7.5 % de ceniza de cascara de huevo + 7.5 % de ceniza de chala)
REALIZADO POR: Bach. Meza Soto Jhonatan Cesar
REVISADO POR: Ing. Sanchez Tovar Jose Luis
FECHA: 12/04/2023

ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO

Maxima Densidad Seca: 1.898 gr/cm³
Optimo Contenido de Humedad: 12.9 %

COMPACTACION						
Molde N°	1		2		3	
Capas N°	5		5		5	
Golpes por capa:	10		25		56	
Condicion de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso del molde + suelo humedo (gr) (1)	11051	11106	11222	11221	11471	11453
Peso de molde (gr) (2)	6830	6830	6720	6720	6715	6715
Peso del suelo humedo (gr) (1)-(2)=(3)	4221	4276	4502	4501	4756	4738
Volumen del molde (cm ³) (4)	2123.85	2123.85	2123.85	2123.85	2123.85	2123.85
Densidad humeda (gr/cm ³) (3)/(4)=(5)	1.99	2.01	2.12	2.12	2.24	2.23
Tara N°	1		2		3	
Peso suelo humedo + tara (gr) (6)	356.16	244.02	323.45	269.17	216.78	199.67
Peso suelo seco + tara (gr) (7)	323.2	221.04	295.48	246	198.35	182.97
Peso de tara (gr) (8)	67.72	67.72	78.71	78.71	55.52	55.52
Peso de agua (gr) (6)-(7)=(9)	32.96	22.98	27.97	23.17	18.43	16.7
Peso de suelo seco (gr) (7)-(8)=(10)	255.48	153.32	216.77	167.29	142.83	127.45
Contenido de humedad (%) (9)/(10)*100%=(11)	12.90%	14.99%	12.90%	13.85%	12.90%	13.10%
Densidad seca (gr/cm ³) (5)/(11)=(12)	1.76	1.75	1.88	1.86	1.98	1.97

EXPANSION											
MOLDE N°			1			2			3		
FECHA	HORA	TIEMPO (min)	EXPANSION		EXPANSION		EXPANSION		EXPANSION		
			DIAL	mm	%	DIAL	mm	%	DIAL	mm	%
12/04/2023	11:25 a. m.	0	3.125	0.000	0.00%	0.125	0.000	0.00%	6.115	0.000	0.00%
13/04/2023	11:25 a. m.	1440	3.880	0.755	0.59%	1.360	1.235	0.97%	6.820	0.705	0.56%
14/04/2023	11:25 a. m.	1440	4.885	1.005	0.79%	1.715	0.355	0.28%	6.985	0.165	0.13%
15/04/2023	11:25 a. m.	1440	5.450	0.565	0.44%	2.280	0.565	0.44%	7.100	0.115	0.09%
16/04/2023	8:15 a. m.	1250	5.875	0.425	0.33%	2.475	0.195	0.15%	7.165	0.065	0.05%

PENETRACION															
PENETRACION			CARGA STAND (kg/cm ²)	MOLDE N° 01				MOLDE N° 02				MOLDE N° 03			
mm	pulg			Dial	Kg	Kg/cm ²	lb/pulg ²	Dial	Kg	Kg/cm ²	lb/pulg ²	Dial	Kg	Kg/cm ²	lb/pulg ²
0.64	0.025			16.0	104.46	5.38	76.59	17.5	110.7	5.71	81.17	18.5	114.9	5.92	84.22
1.27	0.05			18.0	112.79	5.81	82.69	19.5	119.0	6.14	87.27	22.0	129.4	6.67	94.90
1.91	0.075			20.5	123.20	6.35	90.32	22.0	129.4	6.67	94.90	26.0	146.1	7.53	107.11
2.54	0.10		1000	22.0	129.44	6.67	94.90	25.0	141.9	7.32	104.06	28.5	156.5	8.07	114.74
3.81	0.15			26.0	146.09	7.53	107.11	31.0	166.9	8.60	122.37	36.0	187.7	9.68	137.63
5.09	0.20		1500	30.0	162.75	8.39	119.32	35.5	185.6	9.57	136.11	42.0	212.7	10.96	155.95
6.35	0.25			34.0	179.40	9.25	131.53	42.0	212.7	10.96	155.95	50.0	246.0	12.68	180.36
7.63	0.30		1900	37.0	191.89	9.89	140.68	46.0	229.4	11.82	168.15	55.0	266.8	13.75	195.62
10.18	0.40		2300	42.5	214.78	11.07	157.47	54.5	264.7	13.65	194.10	64.0	304.3	15.69	223.09
12.72	0.50		2600	45.5	227.27	11.72	166.63	60.5	289.7	14.93	212.41	72.0	337.6	17.40	247.51



CURVA CBR



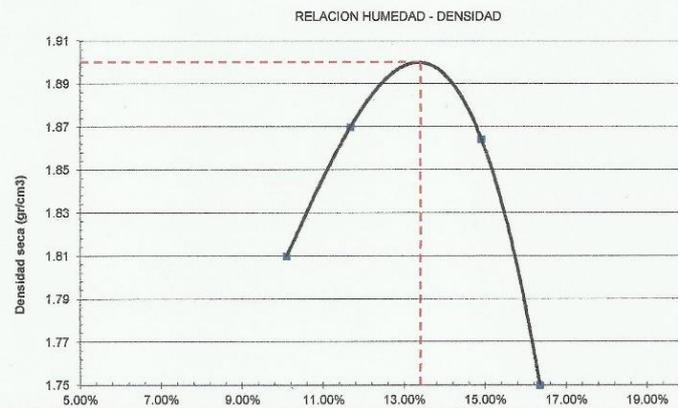
ENSAYO:
COMPACTACIÓN DE SUELOS EN LABORATORIO UTILIZANDO UNA ENERGIA MODIFICADA - PROCTOR MODIFICADO
(MTC 115 - NTP 339.141 - ASTM D 1557)

PROYECTO: "Influencia de las Cenizas de Cáscara de Huevo y Chala en las Propiedades de la Capa Subrasante, Jr. Centenario, Huancan, Huancayo"
UBICACION: Jr. Centenario, Huancan, Huancayo
MUESTRA: GRUPO 02 - TRATAMIENTO 3 (suelo natural + 7.5 % de ceniza de cascara de huevo + 7.5 % de ceniza de chala)
REALIZADO POR: Bach. Meza Soto Jhonatan Cesar
REVISADO POR: Ing. Sanchez Tovar Jose Luis
FECHA: 12/04/2023
PROCEDIMIENTO: A (5 capas de 25 golpes)

DATOS DEL EQUIPO	
ALTURA (cm):	11.7
DIAMETRO (cm):	10.1
VOLUMEN (cm ³):	937.39

DESCRIPCION	UND	1	2	3	4
Peso suelo + molde (1)	gr	6052.91	6142.51	6193.00	6093.56
Peso molde (2)	gr	4185.00	4185.00	4185.00	4185.00
Peso suelo humedo compactado (1)-(2)=(3)	gr	1867.91	1957.51	2008.00	1908.56
Volumen del molde (4)	cm ³	937.39	937.39	937.39	937.39
Peso volumetrico humedo (3)/(4)=(5)	gr	1.99	2.09	2.14	2.04
Recipiente N°		1	2	3	4
Peso del suelo humedo + tara	gr	213.13	297.23	260.48	314.83
Peso del suelo seco + tara	gr	199.80	273.00	236.90	278.40
Tara	gr	67.72	65.40	78.71	55.52
Peso del agua (6)	gr	13.33	24.23	23.58	36.43
Peso del suelo seco (7)	gr	132.08	207.60	158.19	222.88
Contenido de agua (6)/(7)*100=(8)	%	10.09%	11.67%	14.91%	16.35%
Peso volumetrico seco (5)/(1+(8)/100)	gr/cm ³	1.81	1.87	1.86	1.75

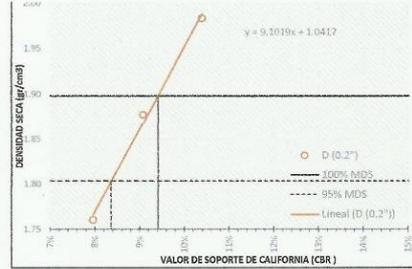
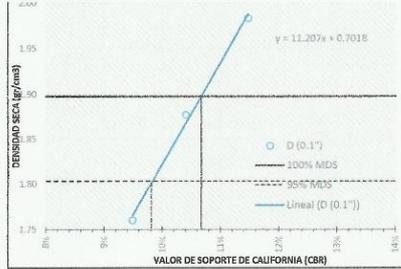
DENSIDAD MAXIMA SECA	1.900 gr/cm ³
OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD	13.40 %



ENSAYO:	<p>COMPACTACIÓN DE SUELOS EN LABORATORIO UTILIZANDO UNA ENERGIA MODIFICADA - PROCTOR MODIFICADO (MTC 115 - NTP 339.141 - ASTM D 1557)</p>	
	SELLO Y FIRMA	

ENSAYO:
ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO - CBR
(MTC E 133 - ASTM D 1883 - AASHTO T193)

PROYECTO: "Influencia de las Cenizas de Cáscara de Huevo y Chala en las Propiedades de la Capa Subrasante, Jr. Centenario, Huancan, Huancayo"
UBICACION: Jr. Centenario, Huancan, Huancayo
MUESTRA: GRUPO 01 - TRATAMIENTO 3 (suelo natural + 7.5 % de ceniza de cascara de huevo + 7.5 % de ceniza de chala)
REALIZADO POR: Bach. Miera Soto Jhonatan Cesar
REVISADO POR: Ing. Sanchez Tovar Jose Luis
FECHA: 12/04/2023



RESULTADOS	
CBR al 100% de MDS para 0.1" =	10.67%
CBR al 95% de MDS para 0.1" =	9.63%

RESULTADOS	
CBR al 100% de MDS para 02" =	9.41%
CBR al 95% de MDS para 02" =	8.37%

ENSAYO:	ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO - CBR (MTC E 133 - ASTM D 1883 - AASHTO T193)	

ENSAYO:
ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO - CBR
(MTC E 133 - ASTM D 1883 - AASHTO T193)

PROYECTO: "Influencia de las Cenizas de Cáscara de Huevo y Chala en las Propiedades de la Capa Subrasante, Jr. Centenario, Huancan, Huancayo"
UBICACION: Jr. Centenario, Huancan, Huancayo
MUESTRA: GRUPO 02 - TRATAMIENTO 3 (suelo natural + 7.5 % de ceniza de cascara de huevo + 7.5 % de ceniza de chala)
REALIZADO POR: Bach. Miza Soto Jhonatan Cesar
REVISADO POR: Ing. Sanchez Tovar Jose Luis
FECHA: 26/04/2023

ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO
Maxima Densidad Seca: 1.9 gr/cm3
Optimo Contenido de Humedad: 13.40 %

Molde N°	COMPACTACION					
	1		2		3	
	5	5	5	5	5	5
Capas N°	10		25		56	
Golpes por capa:	10		25		56	
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso del molde + suelo humedo (gr) (1)	11307	11146	11290	11317	11481	11494
Peso de molde (gr) (2)	6830	6830	6720	6720	6715	6715
Peso del suelo humedo (gr) (1)-(2)=(3)	4277	4316	4570	4597	4766	4779
Volumen del molde (cm3) (4)	2123.85	2123.85	2123.85	2123.85	2123.85	2123.85
Densidad humeda (gr/cm3) (3)/(4)=(5)	2.01	2.03	2.15	2.16	2.24	2.25
Tara N°	1	1	2	2	3	3
Peso suelo humedo + tara (gr) (6)	215.63	291.54	245.67	355.98	258.73	297.45
Peso suelo seco + tara (gr) (7)	198.15	263.17	225.94	321.01	234.72	268.63
Peso de tara (gr) (8)	67.72	67.72	78.71	78.71	55.52	55.52
Peso de agua (gr) (6)-(7)=(9)	17.48	28.37	19.73	34.97	24.01	28.82
Peso de suelo seco (gr) (7)-(8)=(10)	130.43	195.45	147.23	242.3	179.2	213.11
Contenido de humedad (%) (9)/(10)*100%=(11)	13.40%	14.52%	13.40%	14.48%	13.40%	13.52%
Densidad seca (gr/cm3) (5)/(1-(11))=(12)	1.78	1.77	1.90	1.89	1.98	1.98

FECHA	HORA	TIEMPO (min)	MOLDE N°	EXPANSION					
				1		2		3	
				DIAL	EXPANSION	DIAL	EXPANSION	DIAL	EXPANSION
				mm	%	mm	%	mm	%
26/04/2023	11:25 a. m.	0		0.000	0.00%	0.000	0.00%	0.000	0.00%
27/04/2023	11:25 a. m.	1440		0.110	0.09%	1.205	0.95%	0.515	0.41%
28/04/2023	11:25 a. m.	1440		0.565	0.36%	1.520	0.25%	1.025	0.510
29/04/2023	11:25 a. m.	1440		0.690	0.10%	2.025	0.40%	1.150	0.125
30/04/2023	8:15 a. m.	1250		0.745	0.05%	2.170	0.14%	1.245	0.095

PENETRACION		CARGA STAND (kg/cm2)	MOLDE N° 01				MOLDE N° 02				MOLDE N° 03			
mm	pulg		Dial	Kg	Kg/cm2	lb/pulg2	Dial	Kg	Kg/cm2	lb/pulg2	Dial	Kg	Kg/cm2	lb/pulg2
0.64	0.025		18.0	112.79	5.81	82.69	17.5	110.7	5.71	81.17	17.0	108.6	5.60	79.64
1.27	0.05		20.0	121.11	6.24	88.80	21.0	125.3	6.46	91.85	21.0	125.3	6.46	91.85
1.91	0.075		21.5	127.36	6.56	93.37	24.0	137.8	7.10	101.00	25.5	144.0	7.42	105.58
2.54	0.10	1000	23.0	133.60	6.89	97.95	26.0	146.1	7.58	107.11	28.0	154.4	7.96	113.21
3.81	0.15		27.0	150.26	7.75	110.16	31.5	169.0	8.71	123.90	35.5	185.6	9.57	136.11
5.09	0.20	1500	31.5	168.99	8.71	123.90	36.0	187.7	9.68	137.63	41.0	208.5	10.75	152.89
6.35	0.25		36.0	187.72	9.68	137.63	42.0	212.7	10.96	155.95	49.0	241.8	12.47	177.31
7.63	0.30	1900	39.0	200.21	10.32	146.79	46.5	231.4	11.93	169.68	54.0	262.7	13.54	192.57
10.18	0.40	2300	43.5	218.95	11.29	160.52	54.0	262.7	13.54	192.57	63.0	300.1	15.47	220.04
12.72	0.50	2600	47.0	239.52	12.04	171.21	60.0	287.6	14.83	210.89	71.0	393.4	17.19	244.46

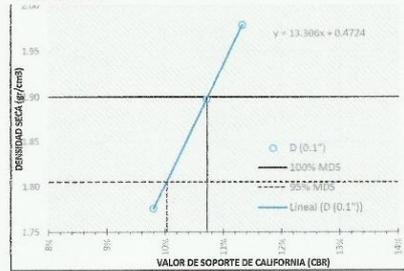


CURVA CBR

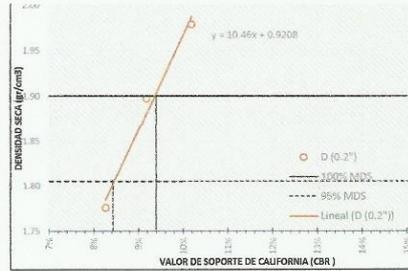


ENSAYO:
ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO - CBR
(MTC E 133 - ASTM D 1883 - AASHTO T193)

PROYECTO: "Influencia de las Cenizas de Cáscara de Huevo y Chala en las Propiedades de la Capa Subrasante, Jr. Centenario, Huancan, Huancayo"
UBICACION: Jr. Centenario, Huancan, Huancayo
MUESTRA: GRUPO 02 - TRATAMIENTO 3 (suelo natural + 7.5 % de ceniza de cascara de huevo + 7.5 % de ceniza de chala)
REALIZADO POR: Bach. Miza Soto Jhonatan Cesar
REVISADO POR: Ing. Sanchez Toivar Jose Luis
FECHA: 26/04/2023



RESULTADOS	
CBR al 100% de MDS para 0.1"=	10.73%
CBR al 95% de MDS para 0.1"=	10.02%



RESULTADOS	
CBR al 100% de MDS para 0.2"=	9.96%
CBR al 95% de MDS para 0.2"=	8.45%

ENSAYO:	ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO - CBR (MTC E 133 - ASTM D 1883 - AASHTO T193)	

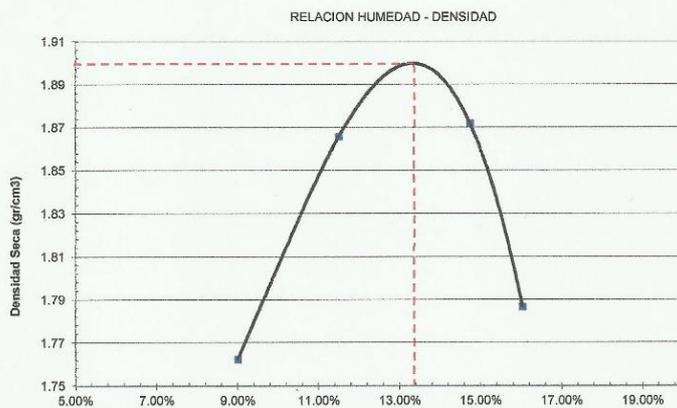
ENSAYO:
COMPACTACIÓN DE SUELOS EN LABORATORIO UTILIZANDO UNA ENERGIA MODIFICADA - PROCTOR MODIFICADO
(MTC 115 - NTP 339.141 - ASTM D 1557)

PROYECTO: "Influencia de las Cenizas de Cáscara de Huevo y Chala en las Propiedades de la Capa Subrasante, Jr. Centenario, Huancan, Huancayo"
UBICACION: Jr. Centenario, Huancan, Huancayo
MUESTRA: GRUPO 03 - TRATAMIENTO 3 (suelo natural + 7.5 % de ceniza de cascara de huevo + 7.5 % de ceniza de chala)
REALIZADO POR: Bach. Meza Soto Jhonatan Cesar
REVISADO POR: Ing. Sanchez Tovar Jose Luis
FECHA: 26/04/2023
PROCEDIMIENTO: A (5 capas de 25 golpes)

DATOS DEL EQUIPO	
ALTURA (cm):	11.6
DIAMETRO (cm):	10.2
VOLUMEN (cm ³):	947.87

DESCRIPCION	UND	5	6	7	8
Peso suelo + molde (1)	gr	6006.00	6167.00	6221.00	6155.00
Peso molde (2)	gr	4185.00	4195.00	4185.00	4190.00
Peso suelo humedo compactado (1)-(2)=(3)	gr	1821.00	1972.00	2036.00	1965.00
Volumen del molde (4)	cm ³	947.87	947.87	947.87	947.87
Peso volumetrico humedo (3)/(4)=(5)	gr	1.92	2.08	2.15	2.07
Recipiente N°		5	6	7	8
Peso del suelo humedo + tara	gr	211.15	240.47	196.10	340.90
Peso del suelo seco + tara	gr	198.10	220.70	181.50	304.80
Tara	gr	53.17	48.81	82.40	79.60
Peso del agua (6)	gr	13.05	19.77	14.60	36.10
Peso del suelo seco (7)	gr	144.93	171.89	99.10	225.20
Contenido de agua (6)/(7)*100=(8)	%	9.00%	11.50%	14.73%	16.03%
Peso volumetrico seco (5)/(1+(8)/100)	gr/cm ³	1.76	1.87	1.87	1.79

DENSIDAD MAXIMA SECA	1.9 gr/cm ³
OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD	13.4 %



ENSAYO:	COMPACTACIÓN DE SUELOS EN LABORATORIO UTILIZANDO UNA ENERGIA MODIFICADA - PROCTOR MODIFICADO (MTC 115 - NTP 339.141 - ASTM D 1557)	 SELLO Y FIRMA
----------------	--	-------------------

ENSAYO:
ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO - CBR
(MTC E 133 - ASTM D 1883 - AASHTO T193)

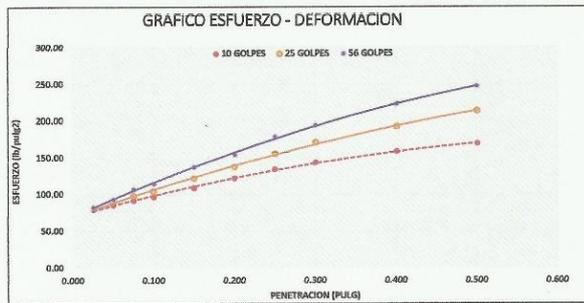
PROYECTO: "Influencia de las Cenizas de Cáscara de Huevo y Chala en las Propiedades de la Capa Subrasante, Jr. Centenario, Huancan, Huancayo"
UBICACION: Jr. Centenario, Huancan, Huancayo
MUESTRA: GRUPO 03 - TRATAMIENTO 3 (suelo natural + 7.5 % de ceniza de cascara de huevo + 7.5 % de ceniza de chala)
REALIZADO POR: Bach. Miza Soto Jhonatan Cesar
REVISADO POR: Ing. Sanchez Tovar Jose Luis
FECHA: 10/05/2023

ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO
Maxima Densidad Seca: 1.9 gr/cm³
Optimo Contenido de Humedad: 13.40 %

Molde N°	COMPACTACION					
	1		2		3	
Capas N°	5		5		5	
Golpes por capa:	10		25		56	
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso del molde + suelo húmedo (gr) (1)	11118	11155	11287	11316	11497	11510
Peso de molde (gr) (2)	6890	6890	6720	6720	6715	6715
Peso del suelo húmedo (gr) (1)-(2)=(3)	4288	4325	4567	4596	4782	4795
Volumen del molde (cm ³) (4)	2123.85	2123.85	2123.85	2123.85	2123.85	2123.85
Densidad húmeda (gr/cm ³) (3)/(4)=(5)	2.02	2.04	2.15	2.16	2.25	2.26
Tara N°	1	1	2	2	3	3
Peso suelo húmedo + tara (gr) (6)	167.41	154.29	175.26	162.88	176.52	182.79
Peso suelo seco + tara (gr) (7)	155.63	143.03	163.85	151.67	162.22	167.3
Peso de tara (gr) (8)	67.72	67.72	78.71	78.71	55.52	55.52
Peso de agua (gr) (6)-(7)=(9)	11.78	11.26	11.41	10.71	14.3	15.49
Peso de suelo seco (gr) (7)-(8)=(10)	87.91	75.31	85.14	72.96	106.7	111.78
Contenido de humedad (%) (9)/(10)*100%=(11)	13.40%	14.95%	13.40%	14.68%	13.40%	13.86%
Densidad seca (gr/cm ³) (5)/(1+(11))=(12)	1.78	1.77	1.90	1.89	1.99	1.98

FECHA	HORA	TIEMPO (min)	MOLDE N°	EXPANSION									
				1		2		3					
				DIAL	EXPANSION	DIAL	EXPANSION	DIAL	EXPANSION				
mm	%	mm	%	mm	%								
10/05/2023	11:25 a. m.	0		0.555	0.000	0.000	0.00%	0.155	0.000	0.00%	0.000	0.000	0.00%
11/05/2023	11:25 a. m.	1440		0.660	0.105	0.08%	1.160	1.005	0.79%	0.515	0.315	0.25%	
12/05/2023	11:25 a. m.	1440		1.070	0.410	0.32%	1.370	0.210	0.17%	1.025	0.095	0.07%	
13/05/2023	11:25 a. m.	1440		1.205	0.195	0.11%	1.670	0.300	0.24%	1.150	0.060	0.05%	
14/05/2023	8:15 a. m.	1250		1.240	0.035	0.03%	1.725	0.055	0.04%	1.245	0.010	0.01%	

PENETRACION		CARGA STAND (kg/cm ²)	MOLDE N° 01				MOLDE N° 02				MOLDE N° 03			
mm	pulg		Dial	Kg	Kg/cm ²	lb/pulg ²	Dial	Kg	Kg/cm ²	lb/pulg ²	Dial	Kg	Kg/cm ²	lb/pulg ²
0.64	0.025		17.0	108.62	5.60	79.64	17.5	110.7	5.71	81.17	18.0	112.8	5.81	82.69
1.27	0.05		19.0	116.95	6.03	85.74	20.0	121.1	6.24	88.80	21.5	127.4	6.56	93.37
1.91	0.075		21.0	125.28	6.46	91.85	23.0	133.6	6.89	97.95	26.0	146.1	7.53	107.11
2.54	0.10	1000	22.5	131.52	6.78	96.43	25.0	141.9	7.32	104.06	28.5	156.5	8.07	114.74
3.81	0.15		26.5	148.17	7.64	108.64	31.0	166.9	8.60	122.37	36.0	187.7	9.68	137.63
5.09	0.20	1500	31.0	166.91	8.60	122.37	36.0	187.7	9.68	137.63	41.5	210.6	10.86	154.42
6.35	0.25		35.0	183.56	9.46	134.58	42.0	212.7	10.96	155.95	49.5	243.9	12.57	178.84
7.63	0.30	1900	38.0	196.05	10.11	143.74	47.0	233.5	12.04	171.21	54.5	264.7	13.65	194.10
10.18	0.40	2300	43.0	216.87	11.18	159.00	54.0	262.7	13.54	192.57	64.0	304.3	15.69	223.09
12.72	0.50	2600	46.5	231.44	11.99	169.68	61.0	291.8	15.04	213.94	72.0	337.6	17.40	247.51

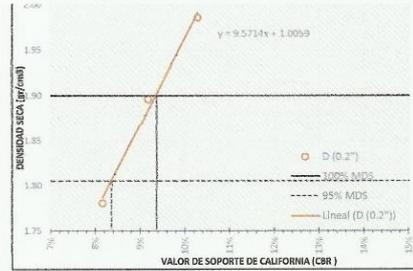
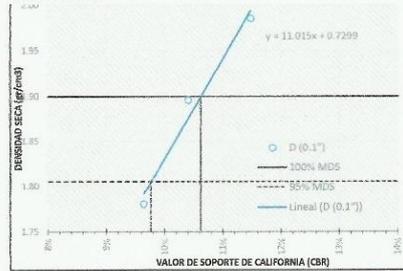


CURVA CBR



ENSAYO:
ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO - CBR
(MTC E 133 - ASTM D 1883 - AASHTO T193)

PROYECTO: "Influencia de las Cenizas de Cáscara de Huevo y Chala en las Propiedades de la Capa Subrasante, Jr. Centenario, Huancan, Huancayo"
UBICACION: Jr. Centenario, Huancan, Huancayo
MUESTRA: GRUPO 03 - TRATAMIENTO 3 (suelo natural + 7.5 % de ceniza de cascara de huevo + 7.5 % de ceniza de chala)
REALIZADO POR: Bach. Mieza Soto Jhonatan Cesar
REVISADO POR: Ing. Sanchez Torar Jose Luis
FECHA: 10/05/2023



RESULTADOS	
CBR al 100% de MDS para 0.1"=	10.62%
CBR al 95% de MDS para 0.1"=	9.76%

RESULTADOS	
CBR al 100% de MDS para 02"=	9.94%
CBR al 95% de MDS para 02"=	8.95%

ENSAYO:	ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO - CBR (MTC E 133 - ASTM D 1883 - AASHTO T193)	

Anexo 3: Panel fotográfico

VISTA PANORÁMICA DE LA UBICACIÓN DE LAS CALICATAS



1ra calicata (477881.00 m E; 8660392.00 m S), Altura = 1.65 m



2 da calicata (478024.00 m E; 8660445.00 m S), Altura = 1.78 m



3ra da calicata (478356.00 m E; 8660549.00 m S), Altura = 1.60 m

EXPLORACIÓN DE LAS CALICATAS



1ra calicata (477881.00 m E; 8660392.00 m S), Altura = 1.65 m



2 da calicata (478024.00 m E; 8660445.00 m S), Altura = 1.78 m



3ra da calicata (478356.00 m E; 8660549.00 m S), Altura = 1.60 m



400 kg aproximadamente de muestra extraido de la calicata N° 02

OBTENCION DE LA CENIZA DE CÁSCARA DE HUEVO Y DE CHALA



Preparacion de la chala para la encineracion



Encineracion de la chala



Recoleccion de cáscara de huevo



Se molio la cáscara de huevo para su facil encineracion



Tamizado de la ceniza por el tamiz N° 40

ENSAYO: ANALISIS GRANULOMETRICO POR HIDROMETRICO



Materiales para realizar el ensayo de analisis granulometrico con el hidrometro

ENSAYO: LÍMITE LÍQUIDO Y LÍMITE PLÁSTICO

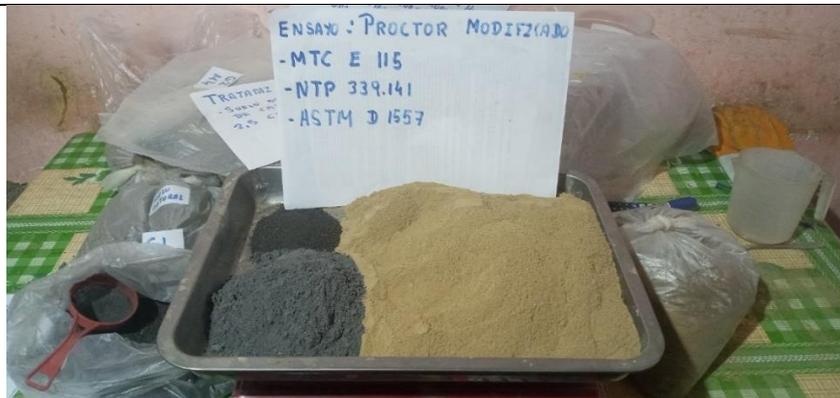


Materiales e insumos para realizar el ensayo de límite líquido y plástico

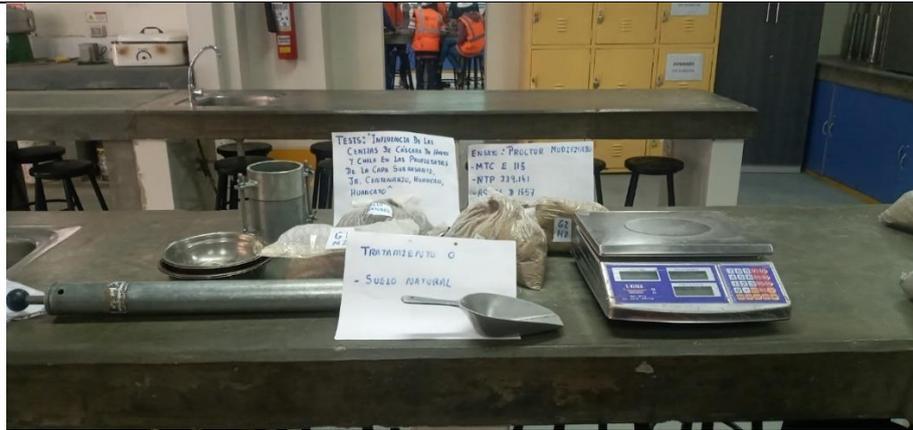


Mezclado de la ceniza y adición de agua hasta obtener una muestra plástica.

ENSAYO: PROCTOR MODIFICADO



Ceniza y suelo para el ensayo de proctor.



Materiales para el ensayo de proctor modificado.



Distribucion de la tierra para colocar en capas en el molde.



Compactación de la muestra.



Muestra compactada.



Quitado de collarin y enrazado.



Determinar el peso y extracción de la muestra.

ENSAYO: CBR



Muestras y materiales para ensayo de CBR.



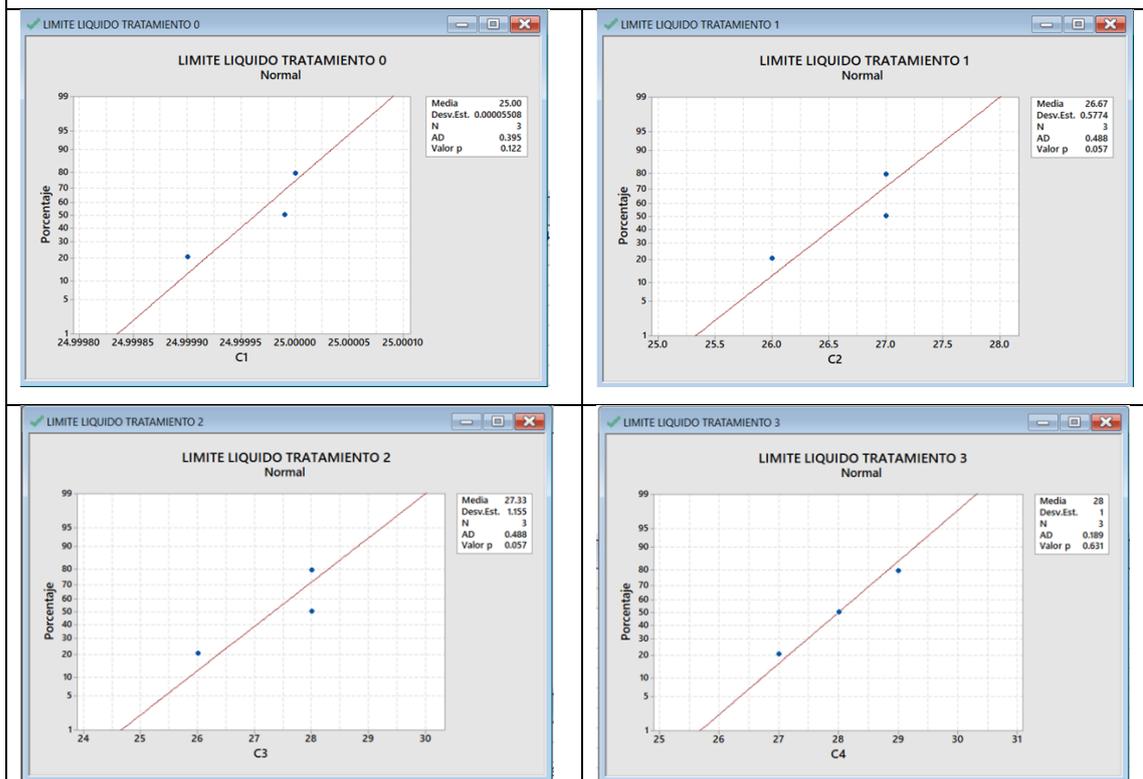
Inmersión de la muestra.



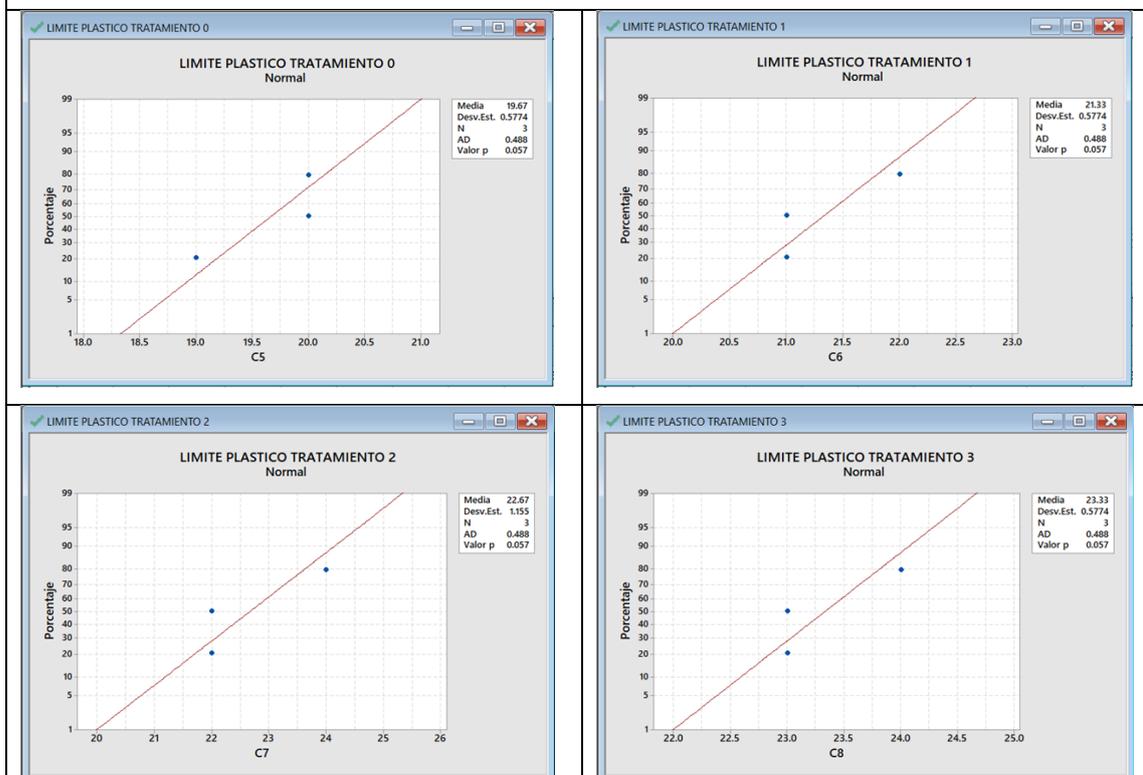
Aplicación de carga mediante la prensa mecánica.

Anexo 4: Resultados de las Prueba de hipótesis

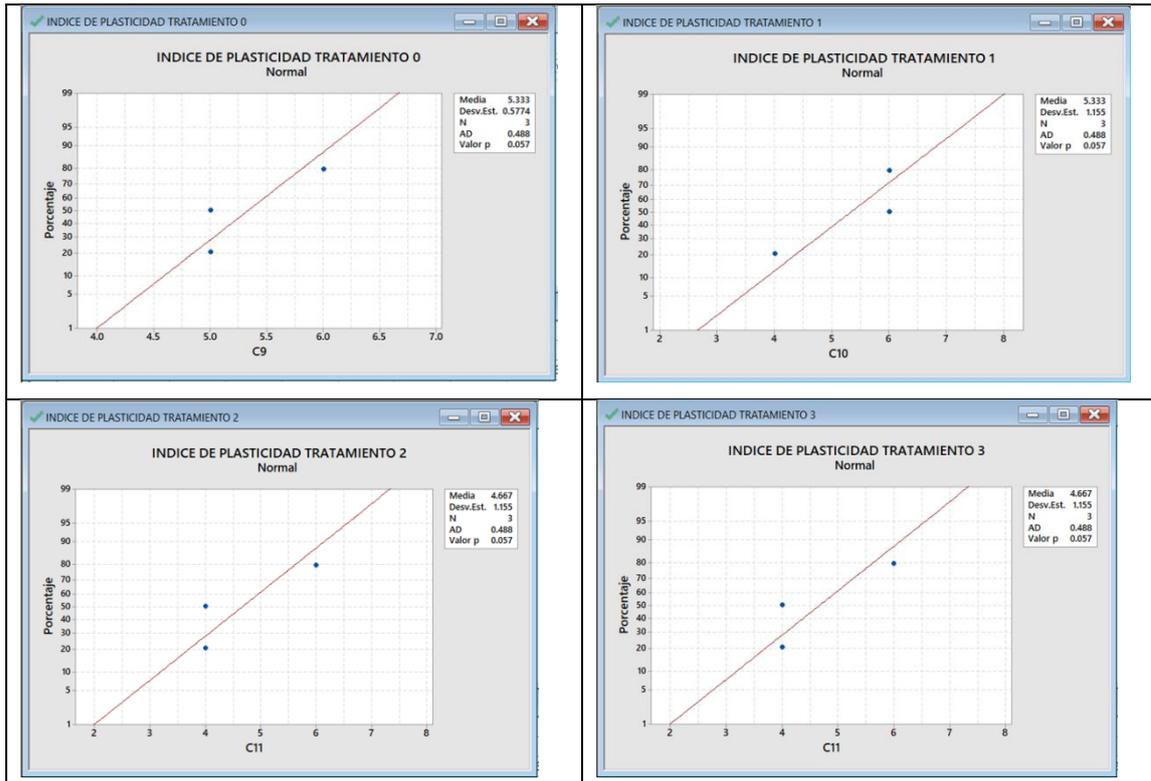
Resultados de la prueba de normalidad con el Software MINITAB del Límite líquido.



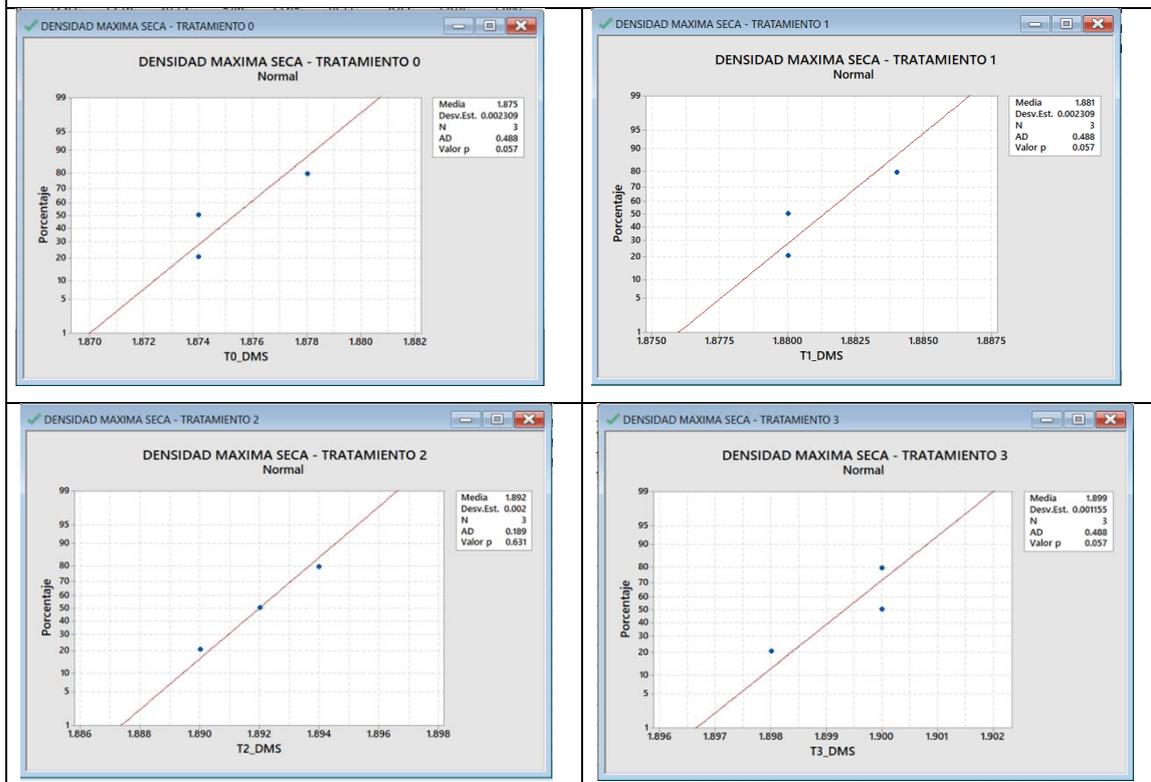
Resultados de la prueba de normalidad con el Software MINITAB del Límite Plástico.



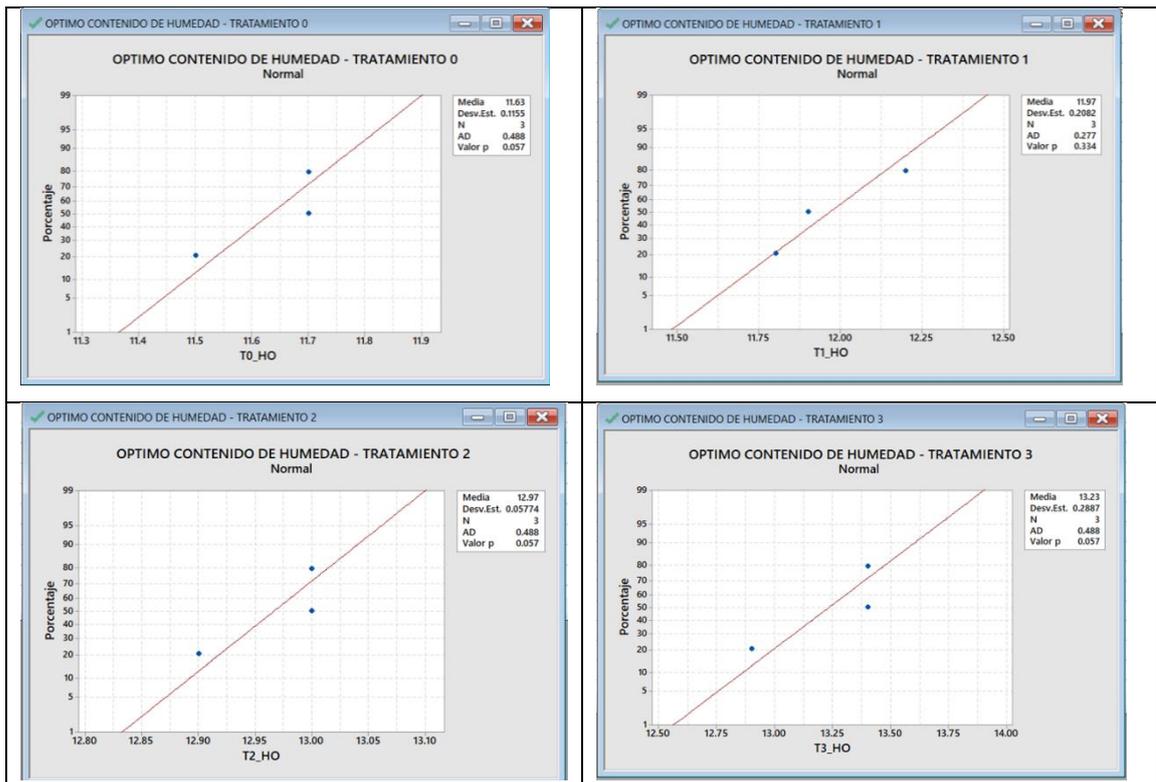
Resultados de la prueba de normalidad con el Software MINITAB del Índice de plasticidad.



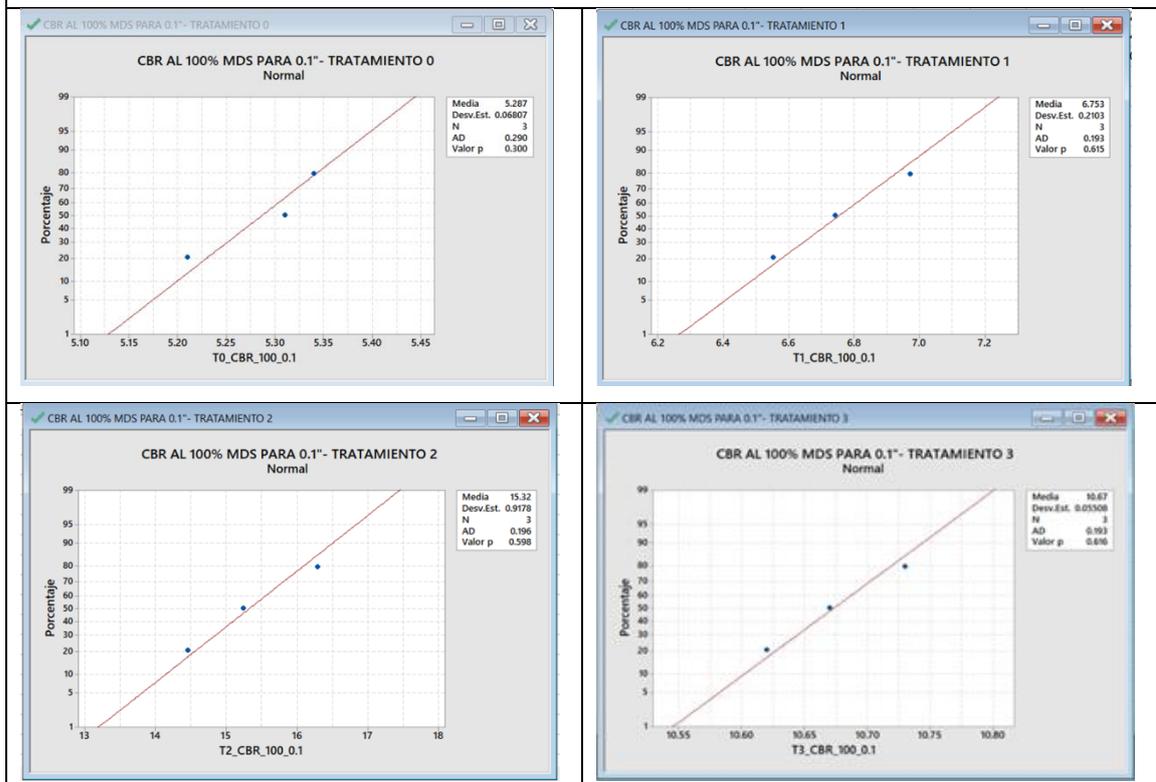
Resultados de la prueba de normalidad con el Software MINITAB de la densidad máxima seca.



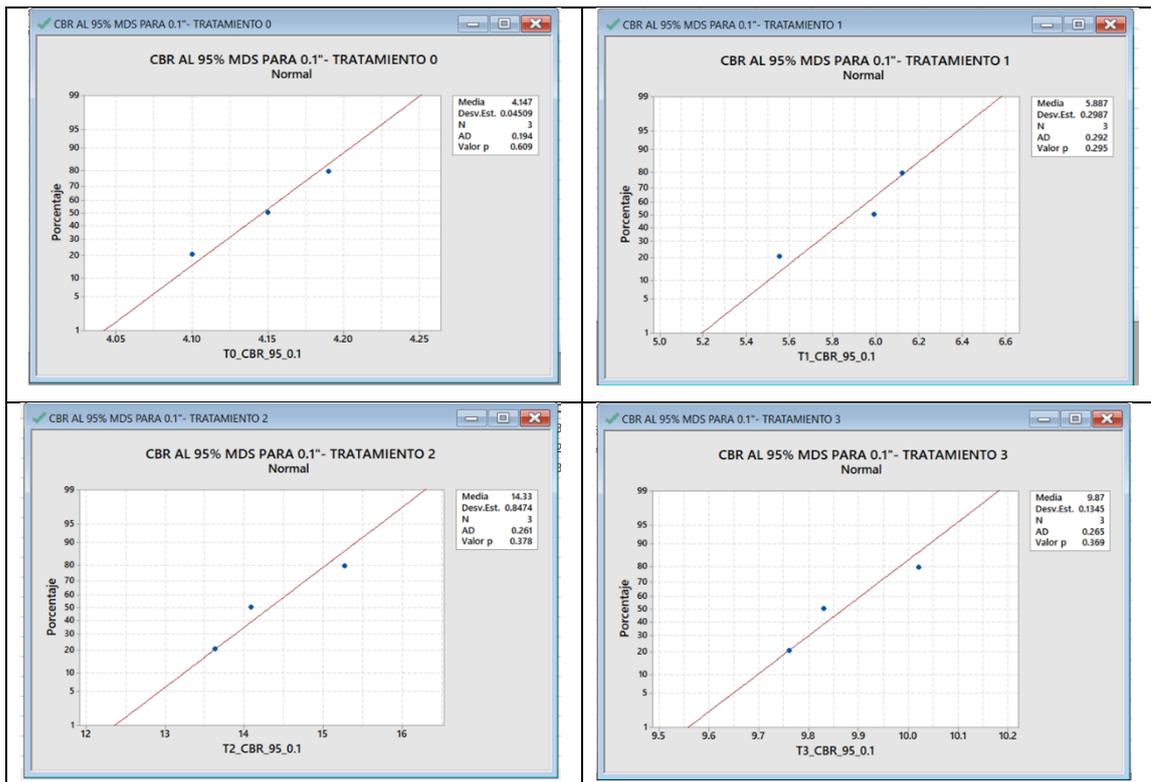
Resultados de la prueba de normalidad con el Software MINITAB del optimo contenido de humedad.



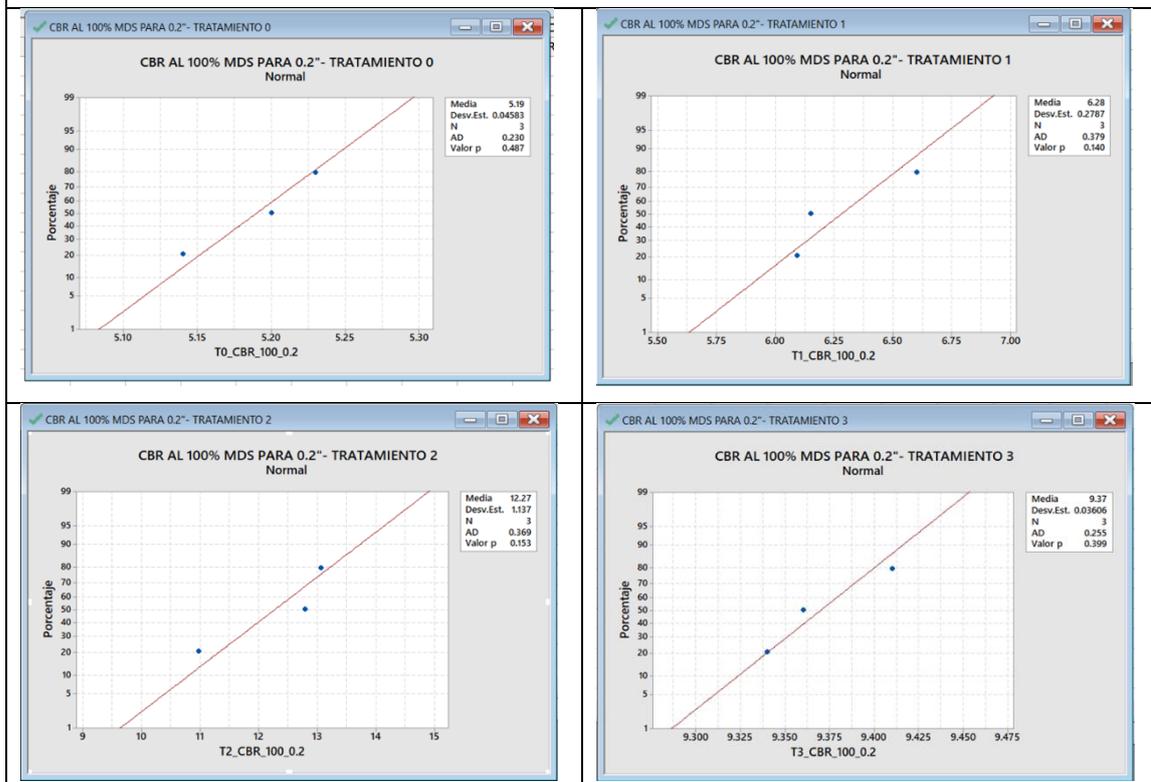
Resultados de la prueba de normalidad con el Software MINITAB del CBR al 100% de la MDS para 0.1” de penetración.



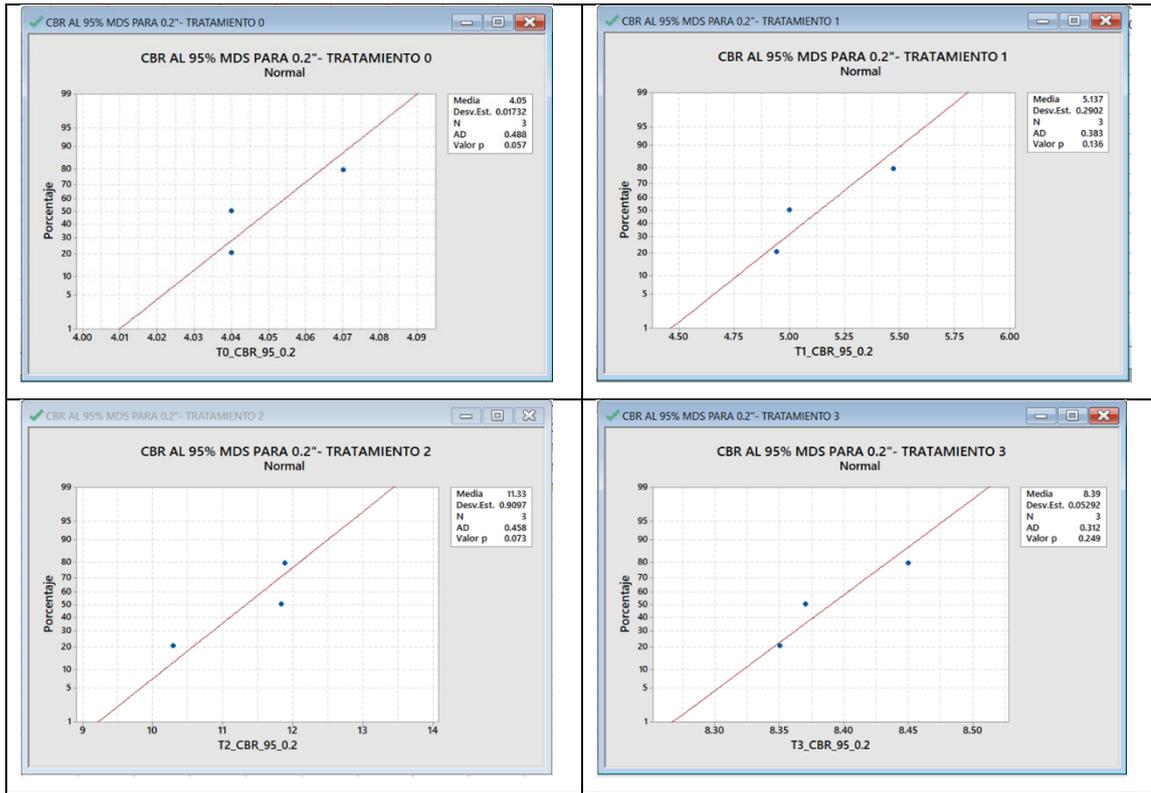
Resultados de la prueba de normalidad con el Software MINITAB del CBR al 95% de la MDS para 0.1” de penetración.



Resultados de la prueba de normalidad con el Software MINITAB del CBR al 100% de la MDS para 0.2” de penetración.



Resultados de la prueba de normalidad con el Software MINITAB del CBR al 95% de la MDS para 0.2” de penetración.



Resultados de la prueba de hipótesis con el Software SPSS- ANOVA

*Resultado1 [Documento1] - IBM SPSS Statistics Visor

Archivo Editar Ver Datos Transformar Insertar Formato Analizar Gráficos Utilidades Ampliaciones Ventana Ayuda

Resultado

- Registro
- Unidireccional
 - Título
 - Notas
 - Conjunto de datos
 - Descriptivos
 - ANOVA
 - Pruebas post hoc
 - Título
 - Comparacion
 - Subconjuntos
 - Título
 - Límite líc
 - Límite Pl
 - Índice de
 - Densida
 - Humeda
 - CBR al 1
 - CBR al 9
 - CBR al 1
 - CBR al 9
 - Gráficos de media
 - Título
 - Límite líquido
 - Límite Plástico
 - Índice de plas
 - Densidad mé
 - Humedad
 - CBR al 100%
 - CBR al 95%
 - CBR al 100%
 - CBR al 95%

		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Límite líquido	Entre grupos	14,917	3	4,972	7,458	,011
	Dentro de grupos	5,333	8	,667		
	Total	20,250	11			
Límite Plástico	Entre grupos	23,583	3	7,861	13,476	,002
	Dentro de grupos	4,667	8	,583		
	Total	28,250	11			
Índice de plasticidad	Entre grupos	1,333	3	,444	,410	,750
	Dentro de grupos	8,667	8	1,083		
	Total	10,000	11			
Densidad máxima	Entre grupos	,001	3	,000	86,333	,000
	Dentro de grupos	,000	8	,000		
	Total	,001	11			
Humedad	Entre grupos	,001	3	,000	49,705	,000
	Dentro de grupos	,000	8	,000		
	Total	,001	11			
CBR al 100% de MDS para 0.1 "	Entre grupos	,018	3	,006	270,968	,000
	Dentro de grupos	,000	8	,000		
	Total	,018	11			
CBR al 95% de MDS para 0.1 "	Entre grupos	,018	3	,006	297,775	,000
	Dentro de grupos	,000	8	,000		
	Total	,019	11			
CBR al 100% de MDS para 0.2"	Entre grupos	,009	3	,003	89,368	,000
	Dentro de grupos	,000	8	,000		
	Total	,009	11			
CBR al 95% de MDS para 0.2"	Entre grupos	,010	3	,003	142,758	,000
	Dentro de grupos	,000	8	,000		
	Total	,010	11			

Resultados de la prueba post hoc Tukey con el Software SPSS

Limite liquido			
HSD Tukey ^a			
		Subconjunto para alfa = 0.05	
Tratamiento	N	1	2
Suelo sin tratamiento	3	25,000000	
Tratamiento 1 (2.5% de ceniza de cascara de huevo +2.5% de ceniza de chala)	3	26,666667	26,666667
Tratamiento 2 (5% de ceniza de cascara de huevo +5% de ceniza de chala)	3		27,333333
Tratamiento 3 (7.5% de ceniza de cascara de huevo +7.5% de ceniza de chala)	3		28,000000
Sig.		,134	,264
Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.			
a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 3,000.			

Limite Plástico				
HSD Tukey ^a				
		Subconjunto para alfa = 0.05		
Tratamiento	N	1	2	3
Suelo sin tratamiento	3	19,666667		
Tratamiento 1 (2.5% de ceniza de cascara de huevo +2.5% de ceniza de chala)	3	21,333333	21,333333	
Tratamiento 2 (5% de ceniza de cascara de huevo +5% de ceniza de chala)	3		22,666667	22,666667
Tratamiento 3 (7.5% de ceniza de cascara de huevo +7.5% de ceniza de chala)	3			23,333333
Sig.		,106	,220	,717
Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.				
a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 3,000.				

Humedad			
HSD Tukey ^a			
		Subconjunto para alfa = 0.05	
Tratamiento	N	1	2
Suelo sin tratamiento	3	,116333	
Tratamiento 1 (2.5% de ceniza de cascara de huevo +2.5% de ceniza de chala)	3	,119667	
Tratamiento 2 (5% de ceniza de cascara de huevo +5% de ceniza de chala)	3		,129667
Tratamiento 3 (7.5% de ceniza de cascara de huevo +7.5% de ceniza de chala)	3		,132333
Sig.		,215	,372
Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.			
a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 3,000.			

Índice de plasticidad			
HSD Tukey ^a			
		Subconjunto para alfa = 0.05	
Tratamiento	N	1	
Tratamiento 2 (5% de ceniza de cascara de huevo +5% de ceniza de chala)	3	4,666667	
Tratamiento 3 (7.5% de ceniza de cascara de huevo +7.5% de ceniza de chala)	3	4,666667	
Suelo sin tratamiento	3	5,333333	
Tratamiento 1 (2.5% de ceniza de cascara de huevo +2.5% de ceniza de chala)	3	5,333333	
Sig.		,860	
Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.			
a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 3,000.			

Densidad máxima					
HSD Tukey ^a					
		Subconjunto para alfa = 0.05			
Tratamiento	N	1	2	3	4
Suelo sin tratamiento	3	1,875333			
Tratamiento 1 (2.5% de ceniza de cascara de huevo +2.5% de ceniza de chala)	3		1,881333		
Tratamiento 2 (5% de ceniza de cascara de huevo +5% de ceniza de chala)	3			1,892000	
Tratamiento 3 (7.5% de ceniza de cascara de huevo +7.5% de ceniza de chala)	3				1,899333
Sig.		1,000	1,000	1,000	1,000
Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.					
a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 3,000.					

CBR al 95% de MDS para 0.1 "					
HSD Tukey ^a					
		Subconjunto para alfa = 0.05			
Tratamiento	N	1	2	3	4
Suelo sin tratamiento	3	,041467			
Tratamiento 1 (2.5% de ceniza de cascara de huevo +2.5% de ceniza de chala)	3		,058867		
Tratamiento 3 (7.5% de ceniza de cascara de huevo +7.5% de ceniza de chala)	3			,098700	
Tratamiento 2 (5% de ceniza de cascara de huevo +5% de ceniza de chala)	3				,143267
Sig.		1,000	1,000	1,000	1,000
Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.					
a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 3,000.					

CBR al 100% de MDS para 0.1 "					
HSD Tukey ^a					
		Subconjunto para alfa = 0.05			
Tratamiento	N	1	2	3	4
Suelo sin tratamiento	3	,052867			
Tratamiento 1 (2.5% de ceniza de cascara de huevo +2.5% de ceniza de chala)	3		,067533		
Tratamiento 3 (7.5% de ceniza de cascara de huevo +7.5% de ceniza de chala)	3			,106733	
Tratamiento 2 (5% de ceniza de cascara de huevo +5% de ceniza de chala)	3				,153233
Sig.		1,000	1,000	1,000	1,000
Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.					
a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 3,000.					

CBR al 100% de MDS para 0.2"					CBR al 95% de MDS para 02"				
HSD Tukey ^a					HSD Tukey ^a				
Tratamiento	N	Subconjunto para alfa = 0.05			Tratamiento	N	Subconjunto para alfa = 0.05		
		1	2	3			1	2	3
Suelo sin tratamiento	3	,051900			Suelo sin tratamiento	3	,040500		
Tratamiento 1 (2.5% de ceniza de cascara de huevo +2.5% de ceniza de chala)	3	,062800			Tratamiento 1 (2.5% de ceniza de cascara de huevo +2.5% de ceniza de chala)	3	,051367		
Tratamiento 3 (7.5% de ceniza de cascara de huevo +7.5% de ceniza de chala)	3		,093700		Tratamiento 3 (7.5% de ceniza de cascara de huevo +7.5% de ceniza de chala)	3		,083900	
Tratamiento 2 (5% de ceniza de cascara de huevo +5% de ceniza de chala)	3			,122733	Tratamiento 2 (5% de ceniza de cascara de huevo +5% de ceniza de chala)	3			,113300
Sig.		,182	1,000	1,000	Sig.		,090	1,000	1,000
Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.					Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.				
a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 3,000.					a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 3,000.				

Anexo 5: Declaración de Impacto Ambiental

1. Datos Generales del Proyecto:

1.1. Título del proyecto:

“INFLUENCIA DE LAS CENIZAS DE CÁSCARA DE HUEVO Y CHALA EN LAS PROPIEDADES DE LA CAPA SUBRASANTE, JR. CENTENARIO, HUANCAN, HUANCAYO”

1.2. Ubicación

Ubicación exacta:	Patio del investigador
Dirección	Jr. Centenario S/N Distrito de Huancán, Provincia de Huancayo, Departamento de Junín
Coordenadas:	Este: 478024.00 m; Norte: 8660445.00 m

Imagen satelital de a ubicación del lugar donde se incinero la cáscara de huevo y chala.



1.3. Profesional involucrado

Investigador principal:

Nombres completos:	Meza Soto Jhonatan Cesar
Número de DNI:	77675403
Teléfono:	914928056

2. Objetivo del proyecto

2.1. Objetivo general

Evaluar los posibles impactos ambientales derivados de la incineración de cáscara de huevo y chala para la obtención de cenizas.

2.2. Objetivo específico

- Analizar los riesgos potenciales derivados de la incineración de cáscaras de huevo y chala, enfocándose en las emisiones de gases y partículas, y proponer medidas para controlar y reducir su impacto.
- Establecer y proponer medidas de mitigación para controlar y reducir las emisiones de gases y partículas en el aire, incluyendo la selección de técnicas de combustión y el uso de materiales como papel aluminio y carbón vegetal.

3. Marco legal y normativo

Se tiene la normativa ambiental nacional y local aplicable, en especial con los siguientes marcos legales:

- Ley General del Ambiente (Ley N° 28611): Establece las bases para la protección y conservación del medio ambiente.
- Reglamento de la Ley General de Residuos Sólidos (DS N° 014-2017-MINAM): Regula la gestión de residuos sólidos y emisiones derivadas de procesos de incineración.
- Estándares de Calidad Ambiental para Aire (DS N° 003-2017-MINAM): Regula las emisiones de gases y partículas contaminantes.

4. Identificación de Impactos Ambientales

A. Posibles Impactos Negativos

- La incineración de cáscaras de huevo se realizó mediante un método controlado, utilizando papel aluminio para envolver las cáscaras, el carbón vegetal se usó como fuente de calor, este procedimiento ayudó a minimizar la generación de humo, dado que el papel aluminio actuó como una barrera, conteniendo las partículas en combustión y favoreciendo una incineración más uniforme, además el uso de carbón vegetal permitió mantener una fuente de calor constante y controlada, promoviendo una combustión completa y reduciendo la liberación de compuestos volátiles al ambiente.
- Durante la incineración de la chala, se observó la liberación de humo debido a la combustión del material vegetal, este proceso genera una emisión de partículas y gases que pueden impactar la calidad del aire local, aunque la emisión fue temporal y controlada, es importante considerar medidas para mitigar la exposición prolongada al humo y reducir la acumulación de partículas en el entorno de incineración.

B. Medidas de Mitigación

- La incineración de la chala y la cáscara de huevo se realizó en una zona rural, alejada de áreas urbanas y residenciales, lo que permitió minimizar el riesgo de molestias para la población, la elección de este emplazamiento redujo de manera significativa el impacto de las emisiones de humo de la combustión en la calidad del aire de las zonas habitadas, además, se llevó a cabo en horarios de baja actividad humana, como temprano en la mañana o al final de la tarde, para disminuir el impacto visual y la percepción de molestias por el humo en las áreas rurales cercanas, estas medidas garantizaron un proceso de incineración seguro, controlado y respetuoso con la comunidad.
- Se Aseguro de que la chala y la cáscara de huevo estén completamente secas antes de incinerarlas, ya que los materiales húmedos generan más humo, un secado previo al aire puede mejorar la eficiencia de la combustión y reducir emisiones.
- Se incineraron pequeñas cantidades de chala y cáscara de huevo en cada sesión en lugar de grandes volúmenes a la vez, para reducir la cantidad de humo y partículas generadas, logrando un proceso de combustión más controlado.

5. Conclusiones

La ejecución controlada de la incineración de cáscara de huevo y chala en un área rural y en condiciones que priorizan la eficiencia del proceso ha demostrado ser una alternativa viable para la obtención de cenizas, minimizando el impacto ambiental en las áreas circundantes. A través de la implementación de prácticas como el uso de carbón vegetal como fuente de calor estable y la incineración en horarios de baja actividad humana, se logró mitigar el impacto visual y reducir la exposición de la comunidad al humo. Además, el proceso de incineración en cantidades limitadas y el secado previo de los materiales contribuyeron a reducir la emisión de gases y partículas al ambiente, asegurando un manejo adecuado y seguro del proceso.

6. Recomendaciones

- Si el proceso de obtención de ceniza de cáscara de huevo y ceniza de chala se escala a un nivel casi industrial se recomienda implementar tecnologías y prácticas que reduzca la emisión de humo y contaminantes, como por ejemplo horno con sistema de filtrado, sistema de absorción de gases, purificación de los gases.

Anexo 6: Análisis del costo comparativo

Costo asociado a la obtención de ceniza de cáscara de huevo y ceniza de chala

El costo asociado a la obtención de chala, destinado a los fines de la presente investigación, fue de S/ 5.08 soles por kilogramo.

Partida	01.02	CENIZA DE CHALA						
Rendimiento	kg/DIA	MO. 15.0000	EQ. 15.0000	Costo unitario directo por : kg			5.08	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.		
		Mano de Obra						
0101010005	PEON	hh	1.0000	0.5333	7.50	4.00		
		Materiales						
02040300010044	COSTAL	und		1.0000	1.00	1.00		
		Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		2.0000	4.00	0.08		
						0.08		

Muestras que, la obtención de ceniza de cáscara de huevo implicó un costo de S/. 7.12 por kilogramo.

Partida	01.01	CENIZA DE CASCARA DE HUEVO						
Rendimiento	kg/DIA	MO. 10.0000	EQ. 10.0000	Costo unitario directo por : kg			7.12	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.		
		Mano de Obra						
0101010005	PEON	hh	1.0000	0.8000	7.50	6.00		
		Materiales						
02040300010044	COSTAL	und		1.0000	1.00	1.00		
		Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		2.0000	6.00	0.12		
						0.12		

Cantidad de ceniza asociado a la estabilización de 1 m² de suelo arcilloso usando 5.78% de ceniza de cáscara de huevo y 5.78% de ceniza de chala.

Datos:

- ✓ Gs: 2.7
- ✓ Humedad: 19.02 %
- ✓ Gravedad específica: 2.7
- ✓ Densidad seca del suelo: $1.8835 \text{ g/cm}^3 = 1,883.5 \text{ kg/m}^3$

Supuestos:

- ✓ Espesor de la capa a estabilizar: 0.25 m

Calculo de la cantidad de ceniza por tipo:

$$\text{Cantidad de ceniza de cada tipo} = 1,883.5 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \times 1 \text{ m}^2 \times 0.25 \text{ m} \times \frac{5.78}{100} = 27.22 \text{ kg}$$

Considerando un 5 % de desperdicio:

$$\text{Cantidad de ceniza de cada tipo} = 27.22 \text{ kg} \times 1.05 = 28.58 \text{ kg}$$

Análisis de costo comparativo

011101010157 (1101002 01) Jornada = 8		Mano de Obra	0.00			
ESTABILIZACION DEL SUELO CON ADICION DE CENIZA DE		Materiales	0.00			
Productividad por m2:	0.0000 hh	Equipos	0.00			
Rendimiento DIA:	1.0000	Subcontratos	0.00			
Precio Unitario:	m2 \$/348.68	Subpartidas	348.68			
Descripción Recurso		Und.	Cuadrilla	Cantidad	Precio (S/.)	Parcial
CENIZA DE CASCARA DE HUEVO		kg		28.5800	7.12	203.49
CENIZA DE CHALA		kg		28.5800	5.08	145.19

011101010158 (1101002 01) Jornada = 8		Mano de Obra	0.00			
ESTABILIZACION DEL SUELO CON CEMENTO		Materiales	19.72			
Productividad por m2:	0.0000 hh	Equipos	0.00			
Rendimiento DIA:	1.0000	Subcontratos	0.00			
Precio Unitario:	m2 \$/19.72	Subpartidas	0.00			
Descripción Recurso		Und.	Cuadrilla	Cantidad	Precio (S/.)	Parcial
CEMENTO		kg		28.5800	0.69	19.72

La incorporación de ceniza de cáscara de huevo y ceniza de chala en la estabilización del suelo incrementa significativamente el costo, alcanzando un valor de S/. 348.68 por metro cuadrado, en comparación con el uso de cemento como aditivo, cuyo costo es de S/. 20.29 por metro cuadrado, es importante destacar que las cenizas de cáscara de huevo y chala no constituyen materiales de construcción industrializados, lo que explica su costo considerablemente más elevado en relación con el cemento.

En este contexto, es fundamental recalcar que las cenizas estudiadas representan un material innovador en el mercado de materiales de construcción en el Perú. Su potencial como aditivo estabilizador es prometedor, lo que sugiere que, con el desarrollo de procesos de fabricación a escala industrial, sería posible reducir de manera significativa los costos asociados a su producción.