

UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



UPLA
UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES

TESIS

**INFLUENCIA DE CENIZA DE CAÑA DE MAÍZ EN
LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE
MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE,
HUANCAYO-2022**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO CIVIL**

PRESENTADO POR:

Bach. DAVIRAN LÓPEZ, William Rodolfo

ASESOR:

Mg. FABIÁN BRÁÑEZ, Alcides Luis

Línea de Investigación Institucional: Nuevas Tecnologías y Procesos

HUANCAYO - PERÚ

2024

HOJA DE CONFORMIDAD DE JURADOS

DR. RUBEN DARIO TAPIA SILGUERA
PRESIDENTE

MTRO. JESUS SEDANO CARLOS ALBERTO
JURADO

MTRA. GUERREROS SHUARA THEKA GUZMALY
JURADO

ING. ANCCASI ROJAS CARLOS ARTURO
JURADO

MG. LEONEL UNTIVEROS PEÑALOZA
SECRETARIO GENERAL

DEDICATORIA

A mis padres, quienes a lo largo de mi vida han brindado su amor incondicional, comprensión y apoyo constante. Este trabajo es un tributo a su inquebrantable apoyo y aliento a lo largo de esta travesía académica.

Bach. Daviran López, William Rodolfo

CONSTANCIA DE SIMILITUD

N ° 0184 - FI -2024

La Oficina de Propiedad Intelectual y Publicaciones, hace constar mediante la presente, que la **Tesis**; titulada:

INFLUENCIA DE CENIZA DE CAÑA DE MAÍZ EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE, HUANCAYO-2022

Con la siguiente información:

Con Autor(es) : **Bach. DAVIRAN LOPEZ WILLIAM RODOLFO**

Facultad : **INGENIERÍA**

Escuela Académica : **INGENIERÍA CIVIL**

Asesor(a) : **Ing. FABIÁN BRAÑEZ ALCIDES LUIS**

Fue analizado con fecha **15/05/2024**; con **188 págs.**; con el software de prevención de plagio (Turnitin); y con la siguiente configuración:

Excluye Bibliografía.

X

Excluye citas.

X

Excluye Cadenas hasta 20 palabras.

X

Otro criterio (especificar)

El documento presenta un porcentaje de similitud de **18 %**.

En tal sentido, de acuerdo a los criterios de porcentajes establecidos en el artículo N°15 del Reglamento de uso de Software de Prevención de Plagio Versión 2.0. Se declara, que el trabajo de investigación: **Si contiene un porcentaje aceptable de similitud.**

Observaciones:

En señal de conformidad y verificación se firma y sella la presente constancia.



Huancayo, 15 de mayo del 2024.

MTRA. LIZET DORIELA MANTARI MINCAMI
JEFA

Oficina de Propiedad Intelectual y Publicaciones

AGRADECIMIENTO

Quiero expresar mi más sincero agradecimiento a la Universidad Peruana Los Andes y a todos los distinguidos maestros que han contribuido significativamente a mi formación académica y desarrollo profesional.

Además, deseo expresar mi profundo agradecimiento al Ing. Alcides Luis Fabián Bráñez, mi asesor incansable, cuyo apoyo, orientación y sabiduría han sido fundamentales para alcanzar los objetivos de esta investigación. Su guía experta ha sido un faro en el camino hacia la culminación de este proyecto académico.

Bach. Daviran López, William Rodolfo

CONTENIDO

DEDICATORIA	iii
AGRADECIMIENTO	iv
CONTENIDO	v
CONTENIDO DE TABLAS	viii
CONTENIDO DE FIGURAS	x
RESUMEN	xii
ABSTRACT	xiii
INTRODUCCIÓN	14
CAPÍTULO I PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	16
1.1. Descripción de la realidad problemática	16
1.2. Delimitación del problema	17
1.2.1. Delimitación espacial	17
1.2.2. Delimitación temporal	18
1.2.3. Delimitación conceptual o temática	18
1.3. Formulación del problema	18
1.3.1. Problema general	18
1.3.2. Problemas específicos	18
1.4. Justificación	19
1.4.1. Social	19
1.4.2. Teórica	19
1.4.3. Metodológica	20
1.5. Objetivos	20
1.5.1. Objetivo general	20
1.5.2. Objetivos específicos	20
CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO	21
2.1. Antecedentes	21
2.1.1. Antecedentes internacionales	21
2.1.2. Antecedentes nacionales	23
2.1.3. Antecedentes locales	25
2.2. Bases Teóricas o Científicas	26
2.2.1. Ceniza volante	26
2.2.2. Puzolana	27

2.2.3.	Ceniza de caña de maíz.....	28
2.2.4.	Mezcla asfáltica.....	29
2.2.5.	Mezcla asfáltica en caliente (MAC).....	31
2.3.	Marco conceptual.....	37
CAPÍTULO III HIPÓTESIS		40
3.1.	Hipótesis general	40
3.2.	Hipótesis específicas	40
3.3.	Variables	41
3.3.1.	Definición conceptual de la variable	41
3.3.2.	Definición operacional de la variable	41
3.3.3.	Operacionalización de la variable.....	41
CAPÍTULO IV METODOLOGÍA.....		43
4.1.	Método de investigación	43
4.2.	Tipo de investigación.....	44
4.3.	Nivel de investigación.....	44
4.4.	Diseño de la investigación.....	44
4.5.	Población y muestra.....	45
4.6.	Técnicas e instrumentos de recolección de datos	46
4.6.1.	Técnicas de recolección de datos.....	46
4.6.2.	Instrumentos de recolección de datos	47
4.7.	Técnicas de procesamiento y análisis de datos.....	47
4.8.	Aspectos éticos de la Investigación	48
CAPÍTULO V RESULTADOS.....		49
5.1.	Descripción del diseño tecnológico	49
5.2.	Descripción de los resultados	63
5.2.1.	Resultados de las propiedades físicas	63
5.2.2.	Propiedades Mecánicas	76
5.3.	Contrastación de hipótesis.....	81
5.3.1.	Desarrollo de la prueba de hipótesis	81
5.3.2.	Prueba de hipótesis específica 1	84
5.3.3.	Prueba de hipótesis específica 2	86
5.3.4.	Prueba de hipótesis específica 3	92
5.3.5.	Prueba de hipótesis específica 4.....	94

5.3.6. Prueba de hipótesis específica 5	97
5.3.7. Prueba de la hipótesis general	100
CAPÍTULO VI ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	102
6.1. Descripción de los resultados obtenidos en relación con los objetivos de la investigación	102
6.2. Discusión las consecuencias y su proyección futura de investigaciones	107
CONCLUSIONES	110
RECOMENDACIONES	112
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	114
ANEXOS.....	118

CONTENIDO DE TABLAS

Tabla 2.1. Requerimientos de agregados finos.....	31
Tabla 2.2. Requerimientos de agregados gruesos.....	31
Tabla 3.1. Operacionalización de las variables	41
Tabla 4.1. Tabla de muestras.....	46
Tabla 5.1. Descriptivos para peso específico Bulk por porcentaje de ceniza añadida y global	63
Tabla 5.2. <i>Descriptivos para densidad por porcentaje de ceniza añadida y global</i>	66
Tabla 5.3. Descriptivos para % de vacíos en mezcla por porcentaje de ceniza añadida y global	68
Tabla 5.4. Descriptivos para % de VMA por porcentaje de ceniza añadida y global	71
Tabla 5.5. Descriptivos para % de vacíos llenos de asfalto por porcentaje de ceniza añadida y global.....	73
Tabla 5.6. Descriptivos para estabilidad por porcentaje de ceniza añadida y global	76
Tabla 5.7. Descriptivos para flujo por porcentaje de ceniza añadida y global	78
Tabla 5.8. Normalidad de las propiedades físicas y mecánicas	81
Tabla 5.9. Prueba ANOVA para densidad	84
Tabla 5.10. Comparaciones múltiples para densidad.....	85
Tabla 5.11. Subconjuntos para densidad.....	85
Tabla 5.12. Prueba ANOVA para % de vacíos en mezcla.....	87
Tabla 5.13. Prueba ANOVA para % de VMA	87
Tabla 5.14. Prueba ANOVA para % de vacíos llenos de asfalto (%).....	87
Tabla 5.15. Comparaciones múltiples para % de vacíos en mezcla	88
Tabla 5.16. Comparaciones múltiples para % VMA	89
Tabla 5.17. Comparaciones múltiples para vacíos llenos de asfalto (%).....	89
Tabla 5.18. Subconjuntos para % de vacíos en mezcla	90
Tabla 5.19. Subconjuntos para % VMA	90
Tabla 5.20. Subconjuntos para vacíos llenos de asfalto (%)	90
Tabla 5.21. Prueba ANOVA para peso específico	92
Tabla 5.22. Comparaciones múltiples para peso específico.....	93
Tabla 5.23. Subconjuntos para el peso específico	94
Tabla 5.24. Prueba ANOVA para estabilidad	95
Tabla 5.25. Comparaciones múltiples para estabilidad.....	96

Tabla 5.26. Subconjuntos para estabilidad.....	96
Tabla 5.27. Prueba ANOVA para flujo.....	97
Tabla 5.28. Comparaciones múltiples para flujo.....	98
Tabla 5.29. Subconjuntos para flujo	99
Tabla 5.30. Análisis de la significancia de la prueba de diferencia de medias, según indicadores.....	100

CONTENIDO DE FIGURAS

Figura 1.1. Valle del Mantaro – Huancayo	18
Figura 5.1. Recolección de la caña de maíz	50
Figura 5.2. Almacenamiento de la materia	50
Figura 5.3. Quemado de la caña de maíz	51
Figura 5.4. Obtención de la ceniza	52
Figura 5.5. Ceniza de caña de maíz	52
Figura 5.6. Ensayo Marshall.....	53
Figura 5.7. Proceso de Ensayo Marshall.....	54
Figura 5.1. Ensayo Marshall muestra 1.....	55
Figura 5.9. Ensayo Marshall muestra 2.....	55
Figura 5.10. Ensayo Marshall muestra 3.....	56
Figura 5.11. Ensayo Marshall muestra 4.....	56
Figura 5.12. Ensayo Marshall muestra 5.....	57
Figura 5.13. Ensayo Marshall muestra 6.....	57
Figura 5.14. Ensayo en granulometría 1	58
Figura 5.15. Ensayo en granulometría 2	59
Figura 5.16. Ensayo en granulometría 3	60
Figura 5.17. Ensayo en granulometría 4	61
Figura 5.18. Ensayo límites y plástico 1	62
Figura 5.19. Ensayo límites y plástico 2	62
Figura 5.20. Ensayo de equivalente de arena	63
Figura 5.21. Diagrama de cajas y bigote peso específico Bulk según % de ceniza añadida.....	64
Figura 5.22. Barras comparativas para peso específico Bulk según % de ceniza añadida	65
Figura 5.23. Diagrama de cajas y bigote de densidad según % de ceniza añadida	66
Figura 5.24. Barras comparativas para densidad según % de ceniza añadida.....	67
Figura 5.25. Diagrama de cajas y bigote para % vacíos en mezcla según % de ceniza añadida	69
Figura 5.26. Barras comparativas para % vacíos en mezcla según % de ceniza añadida.....	70
Figura 5.27. Diagrama de cajas y bigote del % de VMA según % de ceniza añadida	71
Figura 5.28. Barras comparativas para % de VMA según % de ceniza añadida	72
Figura 5.29. Diagrama de cajas y bigote del % de vacíos llenos de asfalto según % de ceniza añadida	74

Figura 5.30. Barras comparativas para % de vacíos llenos de asfalto según % de ceniza añadida	75
Figura 5.31. Diagrama de cajas y bigote de estabilidad según % de ceniza añadida	76
Figura 5.32. Barras comparativas para estabilidad según % de ceniza añadida.....	77
Figura 5.33. Diagrama de cajas y bigote flujo según % de ceniza añadida	79
Figura 5.34. Barras comparativas para flujo según % de ceniza añadida	80

RESUMEN

El presente estudio se propuso como problema ¿Cómo influye la adición de ceniza de caña de maíz en las propiedades físicas y mecánicas de la mezcla asfáltica en caliente, Huancayo-2022?, el objetivo es determinar la influencia de la adición de ceniza de caña de maíz en las propiedades físicas y mecánicas de la mezcla asfáltica. La metodología aplicada fue el enfoque cuantitativo, de nivel explicativo y diseño experimental, incluyendo a 24 muestras (9 muestras del diseño estándar y 15 muestras del diseño experimental). Los resultados en las propiedades físicas de la mezcla asfáltica en caliente experimentaron cambios significativos con la adición de ceniza de caña. Se registró un aumento sustancial en la densidad a medida que se incorporaba ceniza de caña, acompañado de una disminución notable en el % de vacíos. Respecto a las propiedades mecánicas, se identificaron diferencias significativas entre los diseños experimentales y el diseño patrón, se observó que sus valores medios aumentaron en proporción al incremento del porcentaje de ceniza de caña añadida. Se concluye que la adición de ceniza de caña de maíz mejora tanto las propiedades físicas como mecánicas de la mezcla asfáltica en caliente, Huancayo 2022. Se recomienda a la comunidad constructora agregar un 0.2% de ceniza de caña de maíz a la mezcla asfáltica en caliente, con el fin de reducir los vacíos en la mezcla.

Palabras clave: Ceniza de caña de maíz, mezcla asfáltica en caliente, densidad, % de vacíos, peso específico, propiedades físicas, propiedades mecánicas.

ABSTRACT

The present study proposed the problem How does the addition of corn cane ash influence the physical and mechanical properties of the hot asphalt mix, Huancayo-2022? The objective is to determine the influence of the addition of corn cane ash on the physical and mechanical properties of the asphalt mix. The methodology applied was the quantitative approach, explanatory level and experimental design, including 24 samples (9 samples of the standard design and 15 samples of the experimental design). The results in the physical properties of the hot asphalt mix experienced significant changes with the addition of cane ash. A substantial increase in density was recorded as cane ash was incorporated, accompanied by a notable decrease in the % of voids. Regarding the mechanical properties, significant differences were identified between the experimental designs and the standard design, it was observed that their average values increased in proportion to the increase in the percentage of cane ash added. It is concluded that the addition of cornstalk ash improves both the physical and mechanical properties of the hot asphalt mix, Huancayo 2022. The construction community is recommended to add 0.2% of cornstalk ash to the hot asphalt mix, in order to reduce voids in the mix.

Keywords: Corn cane ash, hot mix asphalt, density, void ratio, specific gravity, physical properties, mechanical properties.

INTRODUCCIÓN

La investigación que se presenta bajo el título “Influencia de Ceniza de Caña de Maíz en las Propiedades Físicas y Mecánicas de Mezclas Asfálticas en Caliente, Huancayo-2022” se adentra en un tema de relevancia creciente en el campo de la pavimentación y el asfaltado de carreteras.

El objetivo central de esta investigación es determinar cómo la adición de ceniza de caña de maíz afecta las propiedades físicas y mecánicas de las mezclas asfálticas utilizadas en Huancayo en el año 2022. La ceniza de caña de maíz, como un subproducto de la industria, representa un recurso potencialmente valioso para mejorar las características de las mezclas asfálticas, al tiempo que se busca una solución sostenible y amigable con el medio ambiente.

Este estudio se ubica en el nivel explicativo y se rige por un enfoque cuantitativo que permite cuantificar los efectos de la ceniza de caña de maíz en las mezclas asfálticas. Para alcanzar el objetivo, se ha aplicado el método científico con un diseño experimental de tipo aplicado. La observación y las fichas técnicas se han empleado como técnica y herramienta clave para registrar los resultados relacionados con las propiedades físicas y mecánicas de las mezclas asfálticas.

Esta investigación contribuye al avance del conocimiento en el campo de la ingeniería civil y aporta información valiosa para la mejora de las prácticas de pavimentación en la región de Huancayo. La infraestructura vial es un componente esencial de la conectividad y el desarrollo de las comunidades, y este estudio arroja luz sobre posibles innovaciones que benefician tanto a los ingenieros como a la sociedad en su conjunto.

Con el fin de facilitar la comprensión, esta investigación se estructura en los siguientes capítulos:

En el Capítulo I, se presenta el problema de investigación, los objetivos del proyecto y la justificación.

En el Capítulo II, se realiza una revisión bibliográfica de los temas principales sobre los que se fundamenta la investigación, tales como la puzolana, la mezcla

asfáltica y sus propiedades físicas y mecánicas. Asimismo, se toca el tema de la ceniza de caña de maíz.

El Capítulo III, se responden a las posibles respuestas (hipótesis) de los problemas de investigación, así también se describe las variables de estudio.

En el Capítulo IV, se explica la metodología propuesta para el estudio. En ella se describe al conjunto de estrategias, técnicas y herramientas utilizadas que se llevaron a cabo en la investigación de manera sistemática.

En el Capítulo V, se presentan los resultados obtenidos en esta investigación, donde se describen y contrastan las hipótesis planteadas en el estudio.

En el Capítulo VI, se lleva a cabo el análisis y la discusión de los resultados, comparándolos con hallazgos previos en investigaciones relacionadas.

Finalmente, se presentan las conclusiones de este estudio, junto con las recomendaciones derivadas del mismo.

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Descripción de la realidad problemática

La presente investigación aborda el problema de la falta de alternativas sostenibles y económicas para la producción de mezclas asfálticas en caliente. A nivel internacional, existe una creciente preocupación por la sostenibilidad en la construcción y el mantenimiento de carreteras. La industria de la construcción de carreteras es un importante consumidor de recursos naturales y una fuente significativa de emisiones de dióxido de carbono (CO₂) debido al uso intensivo de materiales como el cemento (GEMAARQUITECTES.ES, 2023). La comunidad internacional está buscando soluciones para reducir las emisiones de CO₂ en la construcción de infraestructuras viales y promover la sostenibilidad en el sector (BBC News Mundo, 2021).

A nivel nacional, en el contexto de Perú, la construcción y el mantenimiento de carreteras son cruciales para el desarrollo económico y la conectividad del país (MTC, 2020). La necesidad de construir y mantener carreteras de alta calidad y durabilidad es evidente. Además, un problema recurrente en las carreteras es el daño vial, especialmente la deformación en los pavimentos flexibles. A principios del 2019 se estimó que el 80% de carreteras a nivel nacional se encontraban en mal estado (Cámara de Comercio de Lima, 2019). Factores como la lluvia, la exposición al sol y el uso de materiales de baja calidad debilitan la resistencia de la mezcla asfáltica, lo

que resulta en deformaciones excesivas en la carretera. Sin embargo, la utilización de materiales tradicionales en la reparación, construcción de carreteras, como el cemento Portland, contribuye a las emisiones de CO₂ y puede resultar en altos costos de construcción y mantenimiento.

A nivel local, en la provincia de Huancayo, se enfrentan desafíos específicos en términos de infraestructura vial, el clima con sus variaciones de temperatura y precipitación, también influye en las propiedades de las mezclas asfálticas utilizadas en la región. La necesidad de desarrollar mezclas asfálticas que sean resistentes y duraderas en estas condiciones es una preocupación regional importante.

El Valle del Mantaro es reconocido por su destacada producción de maíz, con estimaciones que indican que se siembran más de 21,474 hectáreas de este cultivo (MIDAGRI, 2020). Esto subraya el potencial de generar cantidades considerablemente significativas de ceniza de caña de maíz como un subproducto. Esta ceniza, que a menudo no se utiliza de manera eficiente, representa una oportunidad para abordar la problemática de la sostenibilidad y la reducción de emisiones en la construcción de carreteras.

En este contexto la utilización de la ceniza de caña de maíz en mezclas asfálticas se presenta como una alternativa prometedora para reducir la dependencia del cemento Portland, disminuir las emisiones de CO₂ y mejorar la durabilidad de las carreteras en Huancayo. Esto representa una solución sostenible y potencialmente rentable para la construcción de carreteras en la región y en el contexto nacional e internacional

1.2. Delimitación del problema

1.2.1. Delimitación espacial

El proyecto propuesto se encontrará dentro de la provincia de Huancayo región Junín, considerando que se trabajó con muestras sin ejecutar.



Figura 1.1. Valle del Mantaro – Huancayo

Nota: Extraído de Google Earth, 2023.

1.2.2. *Delimitación temporal*

Los datos que fueron considerados para la elaboración del trabajo de investigación propuesto, serán enmarcados dentro del periodo 2022 considerando únicamente la ceniza de caña de maíz en las propiedades físicas y mecánicas de mezclas asfálticas en caliente.

1.2.3. *Delimitación conceptual o temática*

Esta investigación se enfocó en el análisis y evaluación de dos conceptos cruciales: la mezcla asfáltica en caliente y las propiedades inherentes a la ceniza de caña de maíz cuando se utiliza como aditivo en dichas mezclas. Estos conceptos desempeñaron un papel fundamental en el diseño y comprensión de las mezclas asfálticas.

1.3. **Formulación del problema**

1.3.1. *Problema general*

¿Cómo influye la adición de ceniza de caña de maíz en las propiedades físicas y mecánicas de la mezcla asfáltica en caliente, Huancayo-2022?

1.3.2. *Problemas específicos*

- 1) ¿Cuál es la influencia de la adición de ceniza de caña de maíz en la densidad de la mezcla asfáltica en caliente, Huancayo-2022?

- 2) ¿Cómo afecta la adición de ceniza de caña de maíz en los vacíos (VMA) de la mezcla asfáltica en caliente, Huancayo-2022?
- 3) ¿Cómo incide la adición de ceniza de caña de maíz en el peso específico de la mezcla asfáltica en caliente, Huancayo-2022?
- 4) ¿Cuál es la influencia de la adición de ceniza de caña de maíz en la estabilidad de la mezcla asfáltica en caliente, Huancayo-2022?
- 5) ¿Cuál es la influencia de la adición de ceniza de caña de maíz en el flujo de la mezcla asfáltica en caliente, Huancayo-2022?

1.4. Justificación

1.4.1. Social

Esta investigación denota una importancia social, que contribuirá en la mejora de las propiedades de las mezclas asfálticas directamente a la calidad de las infraestructuras viales en Huancayo. Además, la incorporación de ceniza de caña de maíz como un aditivo puede tener beneficios medioambientales al proporcionar una alternativa sostenible en la construcción de carreteras. Al aprovechar un subproducto agrícola como la ceniza de caña de maíz, se contribuye a la reducción de residuos y al fomento de prácticas más amigables con el entorno, lo que es relevante para la comunidad en términos de sostenibilidad ambiental.

1.4.2. Teórica

Desde una perspectiva teórica, esta investigación contribuye al conocimiento en el campo de la ingeniería civil y la construcción de carreteras. La inclusión de la ceniza de caña de maíz como aditivo en mezclas asfálticas representa un avance significativo en la comprensión de cómo ciertos materiales pueden mejorar las propiedades de las mezclas. Además, este estudio llena un vacío en el conocimiento existente, al explorar los efectos específicos de la ceniza de caña de maíz en mezclas asfálticas en caliente, un área que no ha sido suficientemente investigada a profundidad. Los resultados de este estudio no solo son relevantes para Huancayo, sino que pueden generalizarse a otras regiones que enfrentan desafíos similares en la

construcción de carreteras, proporcionando información valiosa para futuros proyectos de infraestructura vial.

1.4.3. Metodológica

La investigación sigue un enfoque cuantitativo y explicativo, con un diseño experimental que evalúa las propiedades físicas y mecánicas de diversas mezclas asfálticas. Se emplearon fichas técnicas para registrar datos sistemáticos durante pruebas de laboratorio, lo que permitió analizar variables como densidad, estabilidad y % vacíos. Los datos fueron analizados mediante pruebas estadísticas, como correlación y ANOVA, para determinar relaciones entre los componentes y su comportamiento. La metodología utilizada no solo facilita la recolección precisa de datos, sino que también abre la puerta a futuras investigaciones sobre el uso de materiales alternativos en la construcción vial.

1.5. Objetivos

1.5.1. Objetivo general

Determinar la influencia de la adición de ceniza de caña de maíz en las propiedades físicas y mecánicas de la mezcla asfáltica en caliente, Huancayo-2022.

1.5.2. Objetivos específicos

- 1) Determinar la influencia de la adición de ceniza de caña de maíz en la densidad de la mezcla asfáltica en caliente, Huancayo-2022.
- 2) Establecer el efecto de la adición de ceniza de caña de maíz en los vacíos (VMA) de la mezcla asfáltica en caliente, Huancayo 2022.
- 3) Analizar la incidencia de la adición de ceniza de caña de maíz en el peso específico de la mezcla asfáltica en caliente, Huancayo-2022.
- 4) Evaluar la influencia de la adición de ceniza de caña de maíz en la estabilidad de la mezcla asfáltica en caliente, Huancayo-2022.
- 5) Establecer la influencia de la adición de ceniza de caña de maíz en el flujo de la mezcla asfáltica en caliente, Huancayo-2022.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes

2.1.1. Antecedentes internacionales

En el estudio realizado por Liu et al. (2019), titulado “Mejora de la adhesión asfalto-agregado utilizando el subproducto de ceniza vegetal”, se abordó el problema de la adhesión en mezclas de asfalto-agregado y se evaluó cómo el subproducto de ceniza vegetal puede actuar como promotor de adhesión para mejorar este rendimiento. El objetivo central de este estudio fue analizar cómo la ceniza vegetal lixivium influye en la adhesión asfalto-agregado en diversas condiciones. El resultado reveló que la ceniza vegetal lixivium mejoró significativamente la adhesión asfalto-agregado. Observó que, entre los tres tipos de agregados evaluados, el granito mostró la peor adhesión tanto en las muestras de control como en las tratadas. Concluyó que, a altas temperaturas, la ceniza vegetal lixivium aumenta el trabajo de adhesión en la interfaz asfalto-agregado, como lo demostró la prueba del ángulo de contacto. Estos hallazgos subrayan el potencial de utilizar cenizas vegetales para mejorar la resistencia a la humedad en mezclas de asfalto en aplicaciones prácticas.

En el estudio realizado por Paricaguán y Muñoz (2019), titulado “Estudio de las propiedades mecánicas del concreto reforzado con fibras de bagazo de caña de azúcar” el problema se centró en la búsqueda de mejoras en las características del

concreto, explorando nuevas alternativas para su refuerzo, particularmente el uso de fibras de bagazo de caña de maíz. La finalidad del estudio fue investigar cómo estas fibras impactaban en las propiedades mecánicas del concreto. Para lograrlo, se empleó una relación agua/cemento de 0.48 y las fibras se trataron con PMMA con una extensión aleatoria de menos de 4 centímetros. En términos de resistencia a la compresión, se encontró una notable mejora, con un valor de 43.35 MPa después de un período de curado de 128 días. El estudio concluyó que el concreto reforzado con fibras de bagazo de caña de azúcar tiene un potencial significativo como material de construcción, lo que podría representar una nueva alternativa tecnológica para abordar cuestiones como la detección de grietas y fisuras.

En el estudio realizado por Suriano (2018), titulado “Mezcla asfáltica en caliente por método Marshall, adicionando cenizas volantes”, se abordó el problema de evaluar la factibilidad de incorporar carbón mineral procedente de cenizas volantes en una mezcla asfáltica de alta temperatura. El objetivo fue determinar cómo esta adición de cenizas volantes afecta las propiedades de la mezcla asfáltica. Se realizaron comparaciones entre la muestra control y la muestra patrón. Al agregar cenizas a la mezcla asfáltica, el tamaño y la forma de las partículas lograron llenar los vacíos en la mezcla, cumpliendo así con el porcentaje de vacíos requerido, que era del 4%. Además, con un total del 3% de cenizas, se observó un aumento en la demanda de asfalto y una variación absoluta en el contenido óptimo de 17.92%. En las pruebas de deformación, se encontró que la máquina Marshall mantuvo valores similares para la mezcla patrón, con una diferencia de solo 1.6. Concluyó que, al combinar cenizas, agregados y bitúmenes en la mezcla asfáltica, se logra una buena trabajabilidad, debiéndose a la cohesión entre las partículas y los diversos porcentajes de cenizas, lo que aporta valiosa información sobre cómo optimizar las propiedades de las mezclas asfálticas con la adición de cenizas volantes.

Mohamed et al realizaron el estudio “Efecto de la ceniza de cáscara de arroz en el desempeño de mezcla de asfalto en caliente”, el problema del estudio se basó en cómo obtener una mezcla asfáltica que genere economizar en la pavimentación. El estudio tuvo como fin mejorar el rendimiento de las mezclas asfálticas y producir un pavimento económico en el sector. El contenido óptimo de betún se determinó mediante la prueba de Marshall Como muestra se tuvo cinco mezclas diferentes, la

primera es una muestra estándar (mezcla convencional) que contiene 100 % de polvo de caliza y ceniza de paja de arroz, mientras que las otras mezclas contienen 25 %, 50 %, 75 % y 100 % de ceniza de paja. un porcentaje de polvo de piedra caliza. Se demostró que puede emplearse de manera parcial la ceniza de paja de arroz en lugar de polvo de caliza en pavimentación. Se concluyó que el RHA se puede utilizar en pavimentos de hormigón asfáltico, para reemplazar total o parcialmente el relleno mineral. Todas las mezclas de RHA investigadas produjeron valores aceptables para todas las pruebas evaluadas de acuerdo con los estándares del país.

2.1.2. Antecedentes nacionales

El estudio llevado a cabo por Mariano (2021), titulado “Mezcla asfáltica SMA, fibra, ceniza del bagazo de caña de azúcar y su desempeño mecánico”, el problema se basó en cómo el diseño de la mezcla asfáltica SMA con fibra y ceniza del bagazo de caña de azúcar, influye en la mejora del desempeño mecánico. Por tanto, se tuvo por finalidad evaluar la influencia de la adición de fibra y ceniza de bagazo de caña de azúcar en las propiedades mecánicas de mezclas asfálticas SMA, mediante ensayos de laboratorio. La investigación obtuvo como resultado que la estabilización de la mezcla se logra con la aplicación de fibra de bagazo de azúcar, mientras que la ceniza obtenida a partir del bagazo de caña de maíz puede sustituir la cal hidratada al no contener óxido de calcio. El estudio concluyó que tanto la fibra como la ceniza del bagazo de caña de azúcar deben emplearse exclusivamente para mejorar el conjunto de la mezcla asfáltica. Este estudio aporta valiosa información al proporcionar una solución efectiva para mejorar el desempeño mecánico de las mezclas asfálticas SMA, con la incorporación de ceniza de caña de azúcar, promoviendo así prácticas más sostenibles en la construcción de carreteras.

El estudio realizado por Farfán y Flores (2019), titulado “Análisis y Propuesta de Carpeta Asfáltica con Tecnología S.M.A Modificada con Fibra Natural de Caña de Azúcar, Cusco 2018”, el problema se basó en saber la diferencia de las propiedades físico-mecánicas de una mezcla asfáltica S.M.A. con fibra natural de caña de azúcar, respecto a una mezcla asfáltica S.M.A. con fibra de celulosa comercial. Así pues, se tuvo por objetivo la evaluación comparativa de las propiedades físico-mecánicas de mezclas asfálticas S.M.A con la adición de fibra natural de caña de maíz, en

comparación con mezclas asfálticas convencionales. La investigación se llevó a cabo mediante la preparación de diversas muestras de agregados asfálticos. Los resultados destacaron que el contenido de asfalto varió entre 6.0%, 6.5%, 7.0%, y 7.5% para cumplir con los requisitos de vacíos especificados. Como conclusión, se determinó que la incorporación de fibras de caña de maíz representó una mejora en las propiedades asfálticas. Este estudio aportó al desarrollo de tecnologías más eficientes en la construcción de carreteras y pavimentos, con la incorporación de fibra natural de caña de azúcar.

El estudio llevado a cabo por Castro y León (2019), bajo el título "Influencia de la Adición de Caucho Reciclado en las Propiedades Físicas y Mecánicas de la Mezcla Asfáltica en Caliente para la Avenida Pacífico – Tramo Óvalo La Familia – Nuevo Chimbote – 2019," el problema del estudio se centró en identificar cuál es la influencia de la adición del caucho reciclado en las propiedades físicas y mecánicas de la mezcla asfáltica en caliente. De tal modo, se tuvo por finalidad en investigar cómo la incorporación de caucho reciclado afecta tanto las propiedades físicas como mecánicas de una mezcla asfáltica en caliente. La investigación se basó en la utilización de 60 briquetas, lo que permitió establecer cuatro diseños de mezcla distintos, incluyendo un diseño de referencia y tres con diferentes proporciones de caucho reciclado (16%, 20% y 18%), con un tamaño de partícula de 0.42 mm. La evaluación se realizó utilizando el método Marshall. Los resultados revelaron que la adición de un 16% de caucho reciclado conllevó mejoras en algunas características, aunque no se observaron diferencias significativas con respecto a la mezcla de referencia. Concluyeron que la inclusión de caucho en cantidades del 20%, 18%, y 16% tuvo un impacto negativo en las propiedades de la mezcla asfáltica. Este estudio contribuye al conocimiento en el campo de la construcción de carreteras al arrojar luz sobre los efectos de la adición de caucho reciclado en las mezclas asfálticas en caliente, lo que puede tener implicaciones importantes para futuros proyectos de pavimentación y carreteras sostenibles.

El estudio emprendido por Zambrano (2020), titulado "Adición de Ceniza de Cáscara de Arroz en las Propiedades Físicas y Mecánicas del Asfalto para Reparación en Carabayllo 2019", el problema se fijó para saber de qué manera influirá la adición de ceniza de cáscara de arroz en las propiedades físico-mecánica-dinámicas de asfalto.

El propósito fue abordar el desafío de mejorar las propiedades físicas y mecánicas del asfalto utilizado en la reparación de las calles de la ciudad de Carabayllo, a través de la incorporación de ceniza de cáscara de arroz. Para ello, trabajó con un conjunto de 4 briquetas que contenían diferentes porcentajes de ceniza de cáscara de arroz, variando en un rango del 5% al 8% con incrementos de 0.5%. Los resultados obtenidos revelaron un incremento del 6.27% en la fluencia, un 4.37% en la estabilidad, un 1% en el esfuerzo a tensión, un 9.88% en el Volumen de Materiales Asfálticos (VMA), un 1.22% en el peso específico, y una reducción del 3.74% en los vacíos de aire. Concluyó que la mezcla de asfalto que contenía alrededor del 5% de ceniza de cáscara de arroz puede optimizar de manera significativa las propiedades tanto físicas como mecánicas del asfalto utilizado en las reparaciones, lo que puede ser un aporte valioso para la ingeniería de carreteras y la construcción sostenible.

2.1.3. Antecedentes locales

El estudio llevado a cabo por Tueros (2017), titulado “Incorporación de Polvo de Caucho en Mezcla Asfáltica Convencional para Mejorar el Comportamiento de la Superficie de Rodadura Frente al Ahuellamiento en la Ciudad de Huancayo 2016”, se centró en abordar el problema del ahuellamiento en la superficie de rodadura y evaluó cómo la incorporación de polvo de caucho puede influir en su comportamiento. El objetivo fue determinar cómo diferentes porcentajes de caucho en polvo afectan el desempeño de las mezclas asfálticas convencionales. Los resultados demostraron que la adición de 1% y 2% de caucho cumplió con los requisitos para mezclas con concreto bituminoso, mientras que el diseño MAC resultó aún mejor con un porcentaje del 3%. La investigación concluyó que la incorporación de polvo de caucho mejoró significativamente el comportamiento superficial de la rodadura, reduciendo el ahuellamiento en un rango que osciló entre el 85% y el 97%. Además, el polvo de caucho se integró de manera efectiva en las mezclas asfálticas convencionales, lo que mejoró su durabilidad superficial y redujo la deformación plástica en la superficie de la carretera.

En el estudio llevado a cabo por Gibaja (2018), titulado “Aminas Grasas como Mejorador de Adherencia para Contrarrestar la Erosión del MAC por Lluvia en Huancayo 2018”, se abordó el problema de la erosión en el mezclado de asfalto

caliente (MAC) debido a las lluvias constantes, y se exploró cómo las aminas grasas pueden influir en la adherencia para mitigar este fenómeno. La finalidad fue analizar la influencia de las aminas grasas en la adherencia y su capacidad para reducir la erosión del MAC bajo altas temperaturas y condiciones de lluvia. Empleó el método científico y se realizó un trabajo aplicado, que explicó y describió la relación entre las aminas grasas y la adherencia a través de un diseño experimental. La población de estudio se centró en el pavimento flexible de la red de Huancayo. Los resultados destacaron que la adición de aminas grasas en una proporción del 0.7% con respecto a la mezcla en caliente mejoró significativamente el flujo y la estabilidad en un 47%. Esta mejora en la adherencia contribuyó a contrarrestar la erosión que se produce en el MAC debido a las lluvias. El estudio concluyó que las aminas grasas demostraron ser un valioso recurso para optimizar la adherencia y mitigar la erosión en el MAC, lo que representa un aporte significativo a la ingeniería de carreteras, especialmente en áreas propensas a las lluvias frecuentes.

2.2. Bases Teóricas o Científicas

2.2.1. *Ceniza volante*

Las cenizas volantes son óxidos de silicio, aluminio, hierro y calcio. Magnesio, potasio, sodio, titanio y azufre. Cuando se usa como una mezcla mineral en el concreto, las cenizas volantes se clasifican como cenizas Clase C o Clase F según su composición química. Su composición química se relaciona directamente con la química mineral del carbón original y cualquier combustible o aditivo adicional utilizado en los procesos de combustión o poscombustión. La química de las cenizas volantes se prueba y evalúa constantemente para aplicaciones de uso específicas carreteras (SanJúan, y otros, 2016).

Actualmente, más de 22 millones de toneladas de cenizas volantes se utilizan anualmente la variedad de aplicaciones dentro de la ingeniería. Se aplican normalmente en: concreto de cemento portland (PCC), estabilización de bases de caminos y suelos, rellenos fluidos, lechadas, relleno estructural y relleno de asfalto. La ceniza volante se usa más comúnmente como puzolana en aplicaciones de PCC. La forma esférica única y como se distribuye a cada una de las partículas de las cenizas volantes las convierten en un buen relleno mineral en aplicaciones de mezcla del

asfalto con temperatura alta y contando con una fluidez adecuada del relleno fluido y la lechada (SanJuán, y otros, 2016).

2.2.2. *Puzolana*

La sílice es uno de los principales componentes de puzolanas que se encuentran tanto en forma natural como artificial. La reacción puzolánica refina la estructura del poro y reduce las micro fisuras en las interfaces de los agregados con la pasta del hormigón. Como resultado, se reduce la permeabilidad y se reduce la durabilidad y su incremento de resistencia a las compresiones. La pumicita es también un tipo de piedra volcánica ceniza, se encuentran comúnmente en los lechos de los lagos que son rocas volcánicas muy ácidas ampliamente conocidas como rocas ígneas. Todos estos depósitos tienen la misma naturaleza de riolita en una capa finamente dividida polvo que contiene pequeños granos angulares de vidrio silíceo (SanJuán, y otros, 2016).

El desempeño de las puzolanas y las acciones puzolánicas dependen de las características físicas como propiedades químicas. Los materiales contribuyen a las propiedades del hormigón endurecido a través de uno o ambos hidráulicos y actividades puzolánicas. Ciertas puzolanas consisten en materiales muy finos que son porosos y la forma de las partículas de algunos elementos finos puede ser irregular o angular. Estos atributos pueden aumentar la demanda de agua en la mezcla y conducir a una mayor contracción por secado, baja resistencia carreteras (SanJuán, y otros, 2016).

Puzolana natural

Las puzolanas naturales se pueden utilizar como reemplazo o adición al cemento en concreto. El cemento se hace para mejorar una o más propiedades de la mezcla. Por ejemplo, 3% diatomita. Se pueden agregar puzolanas en porcentajes más altos cuando se usa como reemplazo. Aunque el reemplazo puede hacerse por volumen o peso, casi siempre se reemplazan en función del peso del cemento; como la densidad de las puzolanas naturales es menor que la del cemento portland, la sustitución por masa da como resultado un mayor total de minerales cementicios, que cuando se reemplaza en base al volumen carreteras (SanJuán, y otros, 2016).

2.2.3. *Ceniza de caña de maíz*

La ceniza de caña de maíz es una sustancia residual derivada de la combustión de cáscara o bagazo de caña de maíz. El procedimiento mencionado da lugar a una ceniza con una composición de minerales y otros constituyentes inorgánicos. La ceniza de caña de maíz ha sido reconocida por su potencial como sustancia coadyuvante en el campo de la construcción, concretamente en la industria del hormigón y la ingeniería civil (A Review of the Use of Corncob Ash as a Supplementary, 2017).

Las cenizas de caña de maíz, como mencionan Qi et al. (2020), representan una alternativa de material cementicio más abundante, renovable y respetuosa con el medio ambiente. Esta perspectiva se muestra eficaz para reducir la cantidad de cemento utilizada en las estructuras de hormigón y, por ende, disminuir las emisiones de CO₂. El aumento constante de las emisiones de CO₂, atribuido a la industria del cemento, ha impulsado investigaciones exhaustivas en busca de materias primas sostenibles con propiedades cementantes. Entre estas materias primas se incluyen los residuos agrícolas.

Kamau y Ahmed (2017) realizaron una revisión sobre el tema del uso de ceniza de caña de maíz como aditivo cementante en el hormigón para reducir las emisiones de dióxido de carbono y los efectos negativos de los residuos de maíz en el medio ambiente. Según los resultados, las cenizas pueden mejorar con éxito la trabajabilidad y las características del hormigón sin reducir su resistencia. También se observó un aumento de la resistencia con el envejecimiento, que puede ser el resultado de una respuesta puzolánica.

2.2.3.1. *Propiedades químicas de la ceniza de caña de maíz*

Olafusi et al. (2018) examinaron la composición química de las cenizas de caña de maíz, sus resultados se resumen en los siguientes puntos:

- Composición química general: La ceniza de caña de maíz sometida a análisis mostró una composición química que incluía varios componentes, siendo los más prominentes SiO₂, Al₂O₃ y Fe₂O₃.

- **Concentración de componentes:** Los resultados del análisis revelaron que las cenizas contenían una concentración de SiO₂, Al₂O₃ y Fe₂O₃ que superaba el umbral del 50% requerido por la norma ASTM para clasificarlas como puzolanas de clase C.
- **Actividad puzolánica confirmada:** A pesar de la ausencia de Fe₂O₃, que normalmente da color y dureza al cemento, se confirmó la actividad puzolánica de la ceniza de caña de maíz debido a la alta concentración de SiO₂, Al₂O₃ y Fe₂O₃.
- **SiO₂ dominante:** SiO₂ fue el componente químico dominante, representando aproximadamente el 59,66% de la composición de la ceniza de caña de maíz.
- **Mejora de la resistencia del cemento:** El SiO₂ trabaja en conjunto con el CaO para aumentar la resistencia del cemento, lo que sugiere que la ceniza de caña de maíz puede mejorar las propiedades del cemento.
- **Aceleración del tiempo de curado:** El Al₂O₃, que constituyó alrededor del 4,92% del total, demostró influencia en la aceleración del tiempo de curado del cemento.

2.2.4. Mezcla asfáltica.

Es un tipo de pavimento de carretera que consta de áridos y asfalto, con o sin aditivos mezclados a una determinada temperatura. La mezcla de asfalto tiene las propiedades de estabilidad, durabilidad, flexibilidad, resistente al cizallamiento, resistente a la fatiga, impermeable y fácil de operar. resistente al cizallamiento, resistente a la fatiga, impermeable y fácil de operar, hormigón asfáltico de mezcla caliente, hormigón asfáltico de mezcla media (mezcla tibia) y hormigón asfáltico de mezcla en frío (Departamento de Transporte de Carolina del Norte, 2012).

Se emplea como capa superficial para la construcción de carreteras con cargas pesadas, medias, luz, y aeródromo, en todo tipo de condiciones climáticas. Basado en los materiales utilizados y los requisitos de diseño de la construcción de carreteras (Departamento de Transporte de Carolina del Norte, 2012).

2.2.4.1. *Asfalto.*

El asfalto es un subproducto viscoso y pegajoso del procesamiento del petróleo crudo. Debido a su eficacia para fusionar agregados minerales en una estructura sólida y duradera, tiene una amplia aplicación en la pavimentación y la construcción de carreteras. El asfalto se fabrica combinando betunes naturales con agregados minerales, que luego se utilizan para pavimentar carreteras y otras construcciones. Por su durabilidad frente a los elementos ambientales y el desgaste de los vehículos, el asfalto se emplea ampliamente en las infraestructuras actuales (MTC, 2018).

Se deriva de los procesos para refinar al petróleo, y se conoce como asfalto duro. Se encuentra en la naturaleza, se fabrica mediante la adición de aditivos que tiene como objetivo mejorar o modificar sus propiedades reológicas para producir un nuevo asfalto modificado. Es un elemento hidrocarburo muy complejo, muy difícil de separar las moléculas que componen el asfalto (MTC, 2018). En general el asfalto utilizado hoy proviene del proceso de residuos y de la destilación del petróleo tierra, o a menudo llamado cemento asfalto. El cemento para asfaltos tiende a relacionar a los agregados respecto a la mezcla asfáltica y hormigón y proporciona una impermeabilización, y a la influencia de ácidos, bases y sales. Esto significa que si usas La capa de asfalto como aglutinante de buena calidad puede proporcionar una capa de impermeable y resistente a los efectos del clima y otras reacciones químicas (ASOPAC, 2004).

2.2.4.2. *Agregados*

El agregado es el componente principal del pavimento de carreteras. La calidad del agregado determinará en gran medida la calidad del pavimento a producir. La supervisión sobre la calidad de los agregados se puede hacer mediante pruebas en el laboratorio. Sobre pavimento de asfalto concreto hecho por mezcla en caliente, los agregados llenan 95% en peso mezcla o 75-85% del volumen de la mezcla (MTC, 2018).

A. *Agregados minerales finos*

Los agregados finos, están encarecidamente sujetos a cumplir con lo establecido en la EG-2013 (MTC, 2013).

Tabla 2.1. Requerimientos de agregados finos

Ensayos	Norma	Requerimiento	
		Altitud (m.s.n.m.)	
		> 3.000	< 3.000
Índice de Plasticidad (malla N°	MTC E 111	NP	4 máx.
Sales Solubles Totales	MTC E 219	0,5% máx.	0,5% máx.
Equivalente de Arena	MTC E 114	70	60
Durabilidad	MTC E 209	18% máx.	18 máx.
Índice de Durabilidad (1)	MTC E 214	35 mín.	35 mín.
Angularidad del agregado fino	MTC E 222	40	30
Azul de metileno	AASTHO TP 57	8 máx.	8 máx.
Índice de Plasticidad (malla N°	MTC E 111	NP	NP
Adherencia Riedel Weber	MTC E 220	>4 %	>4 %
Absorción* *	MTC E 205	0,5% máx.	0,5% máx.

Nota: Adaptado de “Manual de Carreteras, Especificaciones Técnicas Generales para Construcción EG-2013”, MTC, 2013, p. 739.

B. Agregados minerales gruesos

Los agregados se forman por desintegración natural de rocas o por trituración artificial de rocas o gravas (MTC, 2018).

Tabla 2.2. Requerimientos de agregados gruesos

Ensayos	Norma	Requerimiento	
		Altitud (m.s.n.m.)	
		> 3.000	< 3.000
Durabilidad	MTC E 209	15% máx.	18% máx.
Caras fracturadas	MTC E 210	90/70	85/50
Partículas chatas y	ASTM 4791	10% máx.	10% máx.
Abrasión Los Ángeles	MTC E 207	35% máx.	40% máx.
Adherencia	MTC E 517	-	95
Absorción	MTC E 206	1,0% máx.	1,0% máx.
Arcilla en terrones y partículas	MTC E 212	0% máx.	0% máx.
Índice de Durabilidad	MTC E 214	35% mín.	35% mín.
Sales Solubles Totales	MTC E 219	0,5% máx.	0,5% máx.
Partículas blandas	ASTM C 235	5% máx.	5% máx.
Adherencia	ASTM D 3625	>95 %	>95 %

Nota: Adaptado de “Manual de Carreteras, Especificaciones Técnicas Generales para Construcción EG-2013”, MTC, 2013, p. 738

2.2.5. Mezcla asfáltica en caliente (MAC)

Es una mezcla donde se incluye al agregado fino con agregado grueso y relleno con ligante de asfalto en buen estado alta temperatura de calor. Con una composición investigada y regulada por especificaciones técnicas. Es un material que tiende a

mezclar la roca siendo este el agregado. En mezcla asfáltica debe calentarse para obtener un nivel de liquidez (viscosidad) alto para producir una mezcla de buena calidad y conveniencia en la implementación. Se determina la selección del tipo de asfalto a utilizar en función del clima, la densidad del volumen de tráfico y el tipo de construcción que se utilizará (Departamento de Transporte de Carolina del Norte, 2012). Se compone la mezcla del asfalto en caliente tiende a estructurarse de: agregado, relleno, asfalto y factor de calor. Además, por aumentar la capacidad de la mezcla asfáltica en caliente también se puede utilizar aditivos (ASOPAC, 2004).

2.2.5.1. *Propiedades físicas del MAC*

A. Densidad

La densidad que presenta la mezcla del pavimento. clasificación agregada, la cantidad de asfalto que presenta y como se compacta afecta el nivel de densidad del pavimento doblando, la magnitud escalar midiendo la masa que presenta dentro de un volumen sustancial, siendo una de las características que presenta un elemento. Es una función de ubicación y describe la masa por unidad de volumen. No solo la masa que es presentada por las partículas son las que tienen un papel decisivo, sino que la densidad está determinada por la distancia entre las partículas individuales (MTC, 2018).

B. Vacíos (VMA).

Son bolsas de aire halladas en medio de las partículas de árido y el betún en las mezclas asfálticas compactadas. Para futuros proyectos de pavimento se utiliza como uno de los parámetros del método de diseño evaluado en estado compactado el nivel de los vacíos en la mezcla del asfalto. Los vacíos en el agregado de minerales son áreas que existen entre las partículas que tienen los agregados de agregado dentro de una mezcla, donde se abarca a los vacíos y el nivel de volumen efectivo presentado por el asfalto. VMA aumentará si hay más manta asfáltica agregado grueso o de granulometría abierta utilizado (MTC, 2018).

C. Peso específico

La densidad específica mixta es el peso de la mezcla para cada volumen (en g/cm³). Calculado en base al porcentaje en peso de cada componente y la gravedad específica de cada. gravedad específica, el cociente del peso sobre un cuerpo y su volumen. La gravedad específica, al igual que la fuerza del peso, depende de la ubicación; por lo tanto, su declaración tiene sólo un valor limitado., p su peso absoluto y v el peso absoluto de un volumen igual de agua (MTC, 2016).

D. Calculo general de las tres propiedades físicas.

Se aplica la siguiente fórmula:

$$\%agua\ absorbida = \frac{B-A}{B-C} * 100$$

Dónde: A = masa del espécimen seco en aire (g)

B = masa del espécimen saturado superficialmente seco en aire (g)

C = masa del espécimen en el agua, g.

Buscando establecer el nivel de gravedad detallada dentro de una probeta de calibración de un nivel entre 25 °C ± 1 °C. La gravedad específica es:

$$Gal = \frac{Aal}{Aal - Bal}$$

Donde:

Aal = masa seca de la probeta en el aire, g,

Bal = masa debajo del agua, de la probeta, g.

Se procede a secar y cubrir la probeta de aluminio con parafina, se llega a determina la masa seca del elemento cubierto bajo el agua. Se establece un nivel gravitatorio entre 25 °C ± 1 °C:

$$F = \frac{Dal - Aal}{Dal - Eal - \frac{Aal}{Gal}}$$

Donde:

Eal = masa de la probeta cubierta debajo del agua (g).

Dal = masa seca de la probeta cubierta (g).

Se determina la original masa de la muestra. Luego se procede al secado de la muestra la cual no tiene cubrimiento a una masa dentro de un horno que tiene alrededor de los 110 grados. Siendo un elemento que tiene menos de un 0.05% de cambio en la masa que presenta intervalos seguidos del secado, y cada uno de estos presenta alrededor de 15 minutos. Para ello se diseña la masa seca y se indica como E seco. La masa de la humedad E húmeda es:

$$\mathbf{E \text{ húmeda} = E \text{ original} - E \text{ seco}}$$

E seco = masa secada en horno (g).

E original = masa del espécimen original (g).

Para el cálculo de la gravedad específica que es aparente del espécimen que se cubre así:

$$\text{Gravedad específica aparente} = \frac{A}{D - E - \frac{(D - A)}{F}}$$

Donde:

E = masa del espécimen cubierto dentro del agua (g).

A = masa del espécimen seco en el aire (g).

F = gravedad específica de revestimiento determinada a 25 °C.

D = masa del espécimen seco cubierto (g).

$$\mathbf{Densidad = (Gravedad específica Aparente) \times g}$$

Donde:

g = Densidad del agua a 25 °C (997,0 kg/m³).

2.2.5.2. *Propiedades mecánicas del MAC*

A. Estabilidad.

Es la capacidad que se tiene para resistir a toda deformación. El pavimento acepta cargas de tráfico sin deformación permanente como ondas, surcos o sangrado. La necesidad de estabilidad acorde con la cantidad de tráfico y la carga del vehículo a

ser utiliza ese camino. Una estabilidad demasiado alta hace que el revestimiento se endurezca y se agriete rápidamente. Este asunto produce una fina película de asfalto y hace que la unión asfáltica se rompa fácilmente por lo que su durabilidad es baja (Departamento de Transporte de Carolina del Norte, 2012).

B. Flexibilidad (flujo)

La flexibilidad en una capa de pavimento es la capacidad de la capa para puede seguir la deformación que se produce debido a cargas de tráfico repetidas sin grietas y cambios de volumen. Esta capacidad señala a resistencia de la deflexión y la flexión. Las propiedades del asfalto, especialmente su ductilidad, son muy buenas determinar la flexibilidad del pavimento. Asfalto con ductilidad bajo, entonces el pavimento producirá un pavimento que es el valor de la flexibilidad es bajo, mientras que, si el asfalto tiene ductilidad apropiado, el valor de flexibilidad será bueno (Departamento de Transporte de Carolina del Norte, 2012).

C. Trabajabilidad

Trabajabilidad: Este término se refiere a la facilidad con la que la mezcla puede compactarse y extenderse para lograr los resultados deseados. Varios factores influyen en la trabajabilidad de la mezcla, incluyendo la granulometría de los agregados, su temperatura y la cantidad de relleno. En resumen, la trabajabilidad es crucial para determinar cuán manejable y maleable es la mezcla durante su implementación (Departamento de Transporte de Carolina del Norte, 2012).

D. Viscosidad

Tiende a ser la medida de la fricción interna de un fluido. Dicha fricción suele presentarse en cada una de las capas de fluido, la cual puede moverse respecto a la otra capa. A mayor fricción, su cantidad de fuerza debe de ser mayor, conocido como cizallamiento (Departamento de Transporte de Carolina del Norte, 2012).

$$F = (\tau / d)$$

$$\tau = F / A = (\tau / d) \cdot d = \tau \cdot d / dt$$

$$d / dt = \tau / d, \text{ el gradiente de velocidad,}$$

F = la fuerza de resistencia,

A = el área de la superficie,

d = distancia entre las superficies,

E. Durabilidad

Es la resistencia de la mezcla asfáltica a los efectos de clima, agua, cambios de temperatura y desgaste debido a la fricción de las ruedas del vehículo. Requerido en la capa superficial para que el recubrimiento pueda ser resistir el desgaste debido a la influencia del clima, el agua y los cambios de temperatura o desgaste debido a la fricción del vehículo (Departamento de Transporte de Carolina del Norte, 2012).

La durabilidad, también es la capacidad de la capa de pavimento para evitar el desgaste debido a la influencia del tráfico, la influencia del clima y los cambios de temperatura a lo largo de la vida (ASOPAC, 2004).

2.2.5.3. *Ensayo Marshall*

Al buscar el diseño de la mezcla, todo resultado que se obtiene mediante los ensayos que se hacen para la estabilidad y el flujo, los cuales presentan un mínimo de 3 probetas para su posterior promedio con medidas (de altura de 64 mm y 102 mm de diámetro) realizado en todo avance de contenido de asfalto, diferenciado las cantidades asfálticas en 0.5%. En la cantidad de asfalto puede realizarse un promedio con incluso otros contenidos de asfalto. Las temperaturas obtenidas en el mezclado y compactación se establecen por el hormigón del asfalto utilizado para elaborar las probetas. Las probetas son preparadas en función a un proceso de calentamiento, mezclado y compactado La compactación de los materiales en los moldes es evaluada por medio del martillo Marshall, las probetas se compactan con 75 golpes para cada lado, siguiendo lo especificado según el diseño. Este cuenta con una masa de aproximadamente 4.54 kg (10 lb), se encuentra conformado por su base plana y circular de 98.4 mm (3 7/8") el cual se relaciona con su diámetro y se constituye de la manera de dar altura de caída de 454.2 mm (18"), (MTC, 2016).

Las características primordiales de este diseño son la evaluación de estabilidad y flujo de probetas realizadas. El flujo cotidianamente se da a 0.25 mm dimensionado a la variación de propiedades, referida a la deformación de la mezcla, se demuestra en

un ensayo predeterminado, que se manifiesta desde el momento en que es aplicado a la carga, para poder llegar a la carga máxima (MTC, 2016). La estabilidad de Marshall mide la viscosidad másica de la mezcla de betún agregado. También, utilizar más agregado angular para la mezcla de asfalto puede rendimiento de alto valor de estabilidad. Los valores pequeños de Marshall pueden resultar en deformación del pavimento asfáltico y claramente se puede notaren la deformación permanente (surco) que se genera en el Superficie de pavimento de asfalto. (MTC, 2013).

Se realiza el cálculo adecuado de los especímenes moldeados en el respectivo laboratorio, que deberán cumplir con el rango planteado el cual es 63.5-2.5m m. Estos pueden ser corregidos dentro de lo que tolera el espesor, siempre y cuando se base en el volumen (MTC, 2013).

$A = B \times C$: Donde: la Estabilidad corregida es igual a la medida de la estabilidad (carga) por la razón de correlación de la tabla presentada en MTC.

2.3. Marco conceptual

- **Agregado.** Los agregados son elementos esenciales en la construcción de pavimentos de carretera, y su calidad influye significativamente en la calidad del pavimento final. En el caso de pavimentos de asfalto de concretos preparados mediante mezcla en caliente, los agregados representan la mayor parte de la mezcla, ya sea en términos de peso o volumen (MTC, 2018).
- **Asfalto:** El asfalto es un material cementado que se compone principalmente de betunes naturales. Estos betunes son el resultado de un proceso de refinación del petróleo (MTC, 2018).
- **Cemento.** Polvo que, cuando se mezcla con agua, tendrá propiedades adhesivas que pueden unir materiales minerales en un todo sólido (MTC, 2018).
- **Ceniza volante.** Las cenizas volantes son óxidos de silicio, aluminio, hierro y calcio. Magnesio, potasio, sodio, titanio y azufre. Cuando se usa como una mezcla mineral en el concreto, las cenizas volantes se clasifican como cenizas Clase C o Clase F según su composición química (SanJúan, y otros, 2016).

- **Ceniza de caña de maíz.** La ceniza de caña de maíz es un subproducto que se obtiene de la quema de la cáscara o bagazo de la caña de maíz. Este proceso produce una ceniza que contiene minerales y otros componentes inorgánicos (A Review of the Use of Corncob Ash as a Supplementary, 2017).
- **Densidad.** La densidad de una mezcla de pavimento es un indicador de su compactación y se ve influenciada por varios factores, como la clasificación de los agregados y la cantidad de asfalto, así como el proceso de compactación. La densidad es una medida que cuantifica la cantidad de masa contenida en un volumen específico y es una característica fundamental en la evaluación de materiales (MTC, 2018).
- **Durabilidad.** Es la resistencia de la mezcla asfáltica a los efectos de clima, agua, cambios de temperatura y desgaste debido a la fricción de las ruedas del vehículo. Requerido en la capa superficial para que el recubrimiento pueda ser resistir el desgaste debido a la influencia del clima, el agua y los cambios de temperatura o desgaste debido a la fricción del vehículo (Departamento de Transporte de Carolina del Norte, 2012).
- **Estabilidad.** Es la capacidad de un pavimento para resistir cualquier forma de deformación. En términos prácticos, significa que el pavimento debe poder soportar cargas de tráfico sin sufrir deformaciones permanentes, como hundimientos, surcos profundos o desgaste excesivo (Departamento de Transporte de Carolina del Norte, 2012).
- **Flujo.** La flexibilidad o flujo en una capa de pavimento es la capacidad de la capa para puede seguir la deformación que se produce debido a cargas de tráfico repetidas sin grietas y cambios de volumen. Esta capacidad señala a resistencia de la deflexión y la flexión (Departamento de Transporte de Carolina del Norte, 2012).
- **Mezcla asfáltica en caliente.** Es una mezcla que combina agregados finos y gruesos con un ligante de asfalto de alta calidad, todo ello a una elevada temperatura. Se caracteriza por la incorporación de roca como parte de los agregados. La preparación de la mezcla asfáltica en caliente implica calentarlo

hasta lograr una alta fluidez (Departamento de Transporte de Carolina del Norte, 2012).

- **Porcentaje de vacíos.** Son bolsas de aire halladas en medio de las partículas de árido y el betún en las mezclas asfálticas compactadas. Se utiliza como uno de los parámetros del método de diseño evaluado en estado compactado el nivel de los vacíos en la mezcla del asfalto (MTC, 2018).
- **Pavimento.** Es una capa de material sólido que se coloca de tal manera que crea una superficie dura y resistente en una carretera u otra área similar. Esto proporciona una base firme para que los vehículos viajen sin dañar la superficie subyacente y facilita el movimiento seguro y eficiente (MTC, 2016).
- **Peso específico.** El peso específico de una mezcla se refiere al peso de esa mezcla en relación a su volumen, generalmente expresado en gramos por centímetro cúbico (g/cm^3). Este valor se calcula teniendo en cuenta el porcentaje en peso de cada componente en la mezcla y la gravedad específica de cada uno de esos componentes (MTC, 2016).
- **Puzolánica.** Material silíceo y aluminoso dividido que reacciona químicamente con cal apagada a temperatura normal y frente a la humedad, deformando al cemento fuerte, por el endurecimiento lento que tiene (SanJuán, y otros, 2016).
- **Trabajabilidad.** Es la facilidad con la que la mezcla puede compactarse y extenderse para lograr los resultados deseados. Varios factores influyen en la trabajabilidad de la mezcla, incluyendo la granulometría de los agregados, su temperatura y la cantidad de relleno (Departamento de Transporte de Carolina del Norte, 2012).
- **Viscosidad.** Se refiere a la medida de la resistencia interna de un fluido al fluir. Esta resistencia se produce entre las distintas capas del fluido, que tienden a moverse en relación unas con otras (Departamento de Transporte de Carolina del Norte, 2012).

CAPÍTULO III HIPÓTESIS

3.1. Hipótesis general

La adición de ceniza de caña de maíz mejora las propiedades físicas y mecánicas de la mezcla asfáltica en caliente, Huancayo-2022.

3.2. Hipótesis específicas

- 1) Existe mejora significativa con la adición de ceniza de caña de maíz en la densidad de la mezcla asfáltica en caliente, Huancayo-2022.
- 2) La adición de ceniza de caña de maíz afecta significativamente en los vacíos (VMA) de la mezcla asfáltica en caliente, Huancayo-2022.
- 3) La incidencia de la adición de ceniza de caña de maíz mejoró el peso específico de la mezcla asfáltica en caliente, Huancayo-2022.
- 4) Existe mejora en la adición de ceniza de caña de maíz mejora en la estabilidad de la mezcla asfáltica en caliente, Huancayo-2022.
- 5) La influencia de la adición de ceniza de caña de maíz progresó el flujo de la mezcla asfáltica en caliente, Huancayo-2022

3.3. Variables

3.3.1. Definición conceptual de la variable

- Ceniza de caña de maíz: Es aquel polvo fino producido por la quema del tallo y plantas del maíz, específicamente de la biomasa consistiendo como materia prima fundamental para la construcción (Qi et al., 2020).
- Propiedades físicas y mecánicas de las mezclas asfálticas: El comportamiento mecánico y físico de la mezcla asfáltica, son medidos con sus propiedades y características (Departamento de Transporte de Carolina del Norte, 2012).

3.3.2. Definición operacional de la variable

- Ceniza de caña de maíz: Se le caracteriza por sus cualidades químicas y mineralógicas que, funcionando como aditivo en la mejora potencial de la mezcla asfáltica.
- Propiedades físicas y mecánicas de las mezclas asfálticas: Aspectos físicos y mecánicos que la mezcla asfáltica tiene para poder determinar su comportamiento frente a diversos estudios

3.3.3. Operacionalización de la variable

Tabla 3.1. Operacionalización de las variables

Variable	Definición conceptual	Definición Operacional	Dimensión	Indicador
Ceniza de caña de maíz	Es aquel polvo fino producido por la quema del tallo y plantas del maíz, específicamente de la biomasa consistiendo como materia prima fundamental para la construcción (Qi et al., 2020).	Se le caracteriza por sus cualidades químicas y mineralógicas que, funcionando como aditivo en la mejora potencial de la mezcla asfáltica, por lo que es de suma importancia para su incorporación y análisis químico.	Cantidad de ceniza de maíz, incorporado en la mezcla asfáltica en caliente	0.0% (Patrón) 0.2%, 0.5%, 1.0%, 2.5% y 4% (Experimental)
Propiedades físicas y mecánicas de las mezclas asfálticas	El comportamiento mecánico y físico de la mezcla asfáltica, son medidos con sus propiedades y características. Las óptimas mezclas	Son aquellos aspectos físicos y mecánicos que la mezcla asfáltica tiene para poder determinar su comportamiento frente a diversos estudios los cuales, en	Propiedades físicas	<ul style="list-style-type: none"> • Densidad rango • Peso Específico rango • % Vacíos rango

	<p>asfálticas en caliente, tienen un buen rendimiento por el mismo hecho que tiene la producción y diseño adecuado. Por lo que la capacidad de esta mezcla es sometida a variables estudios para poder verificar su comportamiento físico y mecánico (Departamento de Transporte de Carolina del Norte, 2012).</p>	<p>los óptimos para su uso en mayor escala, así poder determinar los diversos puntos de inflexión tanto en sus propiedades físicas como en las mecánicas.</p>	<p>Propiedades Mecánicas</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Estabilidad • Flujo
--	--	---	------------------------------	--

CAPÍTULO IV METODOLOGÍA

4.1. Método de investigación

El estudio se desarrolló siguiendo el método científico. Este método, según Muñoz (2015), es un conjunto de pautas sistemáticas y rigurosas utilizadas en la investigación para obtener conocimiento científico sobre la realidad. Además, implica procesos y técnicas establecidas previamente para abordar preguntas de investigación, recopilar datos relevantes, analizarlos de manera crítica y llegar a conclusiones válidas y confiables. Dado la finalidad de este estudio de determinar la influencia de la adición de ceniza de caña de maíz en las propiedades físicas y mecánicas de la mezcla asfáltica en caliente, se requirió seguir un procedimiento metódico y bien estructurado. Por esta razón, la elección de esta metodología se consideró apropiada.

Asimismo, como método particular se aplicó el método hipotético deductivo. Según Bernal (2010), este método se basa en la formulación de hipótesis iniciales que son sometidas a escrutinio y análisis con el propósito de ponerlas en duda o refutarlas. A partir de estas hipótesis, se deducen conclusiones que luego son cotejadas con evidencia empírica sólida. En este estudio, se plantearon hipótesis específicas que se confrontaron con los resultados obtenidos a lo largo de la investigación, contribuyendo así a la construcción del conocimiento en el área de estudio.

4.2. Tipo de investigación

La investigación por su aplicación práctica fue de tipo aplicada. De acuerdo a Escobar et al. (2015), este tipo de investigación se lleva a cabo para actuar, convertir, modificar o realizar cambios en un ámbito concreto de la realidad. En este estudio, al analizar las propiedades de las mezclas asfálticas con la inclusión de ceniza de caña de maíz, se aporta información valiosa para orientar las decisiones en el ámbito de la construcción de carreteras. De este modo, se generaron conocimientos prácticos que pueden aplicarse directamente con el propósito de mejorar las mezclas asfálticas utilizadas en Huancayo.

4.3. Nivel de investigación

El estudio fue de alcance explicativa. De acuerdo con Hernández et al. (2014), este nivel de estudio está dirigidas a identificar las causas que surgen de un fenómeno particular. Por lo tanto, este estudio se desarrolló en este nivel, con el propósito de analizar en detalle la composición química de la ceniza de caña de maíz y su influencia en las propiedades de la mezcla asfáltica.

4.4. Diseño de la investigación

Este estudio tuvo un diseño experimental, por la manipulación del diseño de la mezcla en caliente añadiendo ceniza de maíz (Bernal, 2010). En el estudio se tuvieron dos grupos principales, uno de control el cual no contuvo porcentaje de ceniza; mientras que los otros grupos contuvieron diferentes porcentajes de ceniza.

Se utilizaron los procedimientos de laboratorio estándar que se suelen emplear en el proceso de pruebas para asegurarse de que las herramientas utilizadas para recopilar datos en este estudio fueran válidas. Además, las pruebas se realizaron de acuerdo con los protocolos establecidas en el Manual de Ensayo de Materiales del MTC, especialmente en el ítem MTC-E504 para el diseño de mezclas asfálticas.

La confiabilidad de la data se basa a la adherencia del riguroso cumplimiento de los procesos establecidos en la normativa nacional. Los procesos y métodos de recogida de datos utilizados en el laboratorio mencionado se ajustan a las normas establecidas que regulan estas pruebas concretas. Por consiguiente, la confiabilidad de

los resultados depende del estricto cumplimiento de las normas industriales establecidas y ampliamente reconocidas.

4.5. Población y muestra

La población, de acuerdo con Salazar y Del Castillo (2018), se refiere al colectivo total de elementos que comparten una o varias características que se desean estudiar o analizar.

En este sentido, la población estará compuesta por muestras de mezcla asfáltica en caliente con y sin ceniza de caña de maíz, siendo 24 (9 del diseño patrón y 15 del diseño experimental).

Una muestra, de acuerdo con Salazar y Del Castillo (2018), es un grupo de individuos o elementos que se seleccionan de una población determinada, con el fin de recopilar información y obtener conclusiones que sean representativas de la población completa.

La muestra de este estudio fue no probabilística por conveniencia, debido a que se tuvo acceso a un conjunto específico de muestras de mezclas asfálticas con y sin ceniza de caña de maíz, lo que facilitó la recopilación de datos de manera eficiente y oportuna.

Es así que, la muestra fue constituida por 24 muestras (9 muestras del diseño patrón y 15 muestras del diseño experimental)

En este estudio, se utilizaron dos conjuntos de muestras. En primer lugar, se creó un diseño patrón con 9 muestras que sirvieron como referencia para las propiedades estándar de las mezclas. Posteriormente, se diseñó un conjunto experimental compuesto por 15 muestras que contenían diferentes porcentajes de ceniza de caña de maíz. En total, el estudio se basó en un conjunto de 24 muestras, lo que permitió obtener una visión completa de cómo la ceniza de caña de maíz afecta las características de las mezclas asfálticas en condiciones específicas de Huancayo. Los porcentajes de ceniza fueron establecidos por el investigador teniendo como referencia los antecedentes de Matos (2018) y de Mondragón y Sevillano (2019). En

la Tabla 4.1 muestra la distribución de la muestra, la cantidad de adición de ceniza y los tratamientos.

Tabla 4.1. Tabla de muestras

Resistencia medida por la estabilidad y el flujo					
Cantidad de ceniza en la mezcla asfáltica en caliente	Tratamientos	I	II	III	Total
0.0	A	3 ^a	3 ^b	3 ^c	9
0.2	A	1	1	1	3
0.5	A	1	1	1	3
1.0	A	1	1	1	3
2.5	A	1	1	1	3
4.0	A	1	1	1	3
Total		8	8	8	24
Densidad, Gravedad Especifica y % Vacíos					
Cantidad de ceniza en la mezcla asfáltica en caliente	Tratamientos	I	II	III	Total
0.0	A	3 ^a	3 ^b	3 ^c	9
0.2	B	1	1	1	3
0.5	B	1	1	1	3
1.0	B	1	1	1	3
2.5	B	1	1	1	3
4.0	B	1	1	1	3
Total		8	8	8	24

Nota: ^aRepresenta la muestra patrón con 4.5% de asfalto en la mezcla, ^bRepresenta la muestra patrón con 5.0% de asfalto en la mezcla, ^cRepresenta la muestra patrón con 5.5% de asfalto en la mezcla. De todos ellos se obtuvo un promedio para evaluar las propiedades físicas y mecánicas de la muestra patrón y poder compararlas con los experimentos en el cual se añadió ceniza de caña.

4.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

4.6.1. Técnicas de recolección de datos

Se hizo uso de la técnica de la observación directa. Según Espinoza (2010), la observación se emplea para recopilar datos sobre el objeto de investigación, con el propósito de obtener información acerca de su funcionamiento. Además, este método implica el uso de los sentidos, así como también instrumentos que permiten ampliar y registrar la información obtenida. En este estudio, la observación fue la técnica que se utilizó en el registro de los resultados de los ensayos realizados en relación a las propiedades físicas y mecánicas de las mezclas asfálticas

4.6.2. Instrumentos de recolección de datos

Se utilizaron Fichas técnicas de observación como instrumento para la recopilación de datos. En el contexto de este estudio, estas fichas técnicas corresponden a los formularios utilizados en los laboratorios para registrar la información recopilada y llevar a cabo los cálculos necesarios, en este caso las Fichas técnicas fueron proporcionados por el laboratorio acreditado Centauros Ingenieros SAC. Para este estudio, la finalidad subyacente en la elección de estas fichas fue asegurar la organización de los resultados de los ensayos en relación a la densidad, peso específico, % vacíos, estabilidad y flujo de las mezclas asfálticas, de tal forma que se facilitó el procesamiento de la información recopilada.

- Validez

Se aplicó la validación bajo criterio de jueces experto, en este sentido, se recurrió a tres ingenieros civiles y colegiados; quienes certificaron la viabilidad de la ficha de observación con un puntaje de 92% de validez.

- Confiabilidad

La confiabilidad de estima mediante el estadístico Alpha de Cronbach, para ello el instrumento debe denotar ciertas características, como recopilar datos cuantitativos (Espinoza, 2010). Sin embargo, el instrumento aplicado fue de índole cualitativo, ya que registro datos en base a la observación. En este sentido, no es factible estimar la confiabilidad.

4.7. Técnicas de procesamiento y análisis de datos

El análisis se llevó a cabo a través de dos enfoques estadísticos. En primer lugar, se empleó la estadística descriptiva, que implica la descripción y el análisis detallado de los datos, valores y puntuaciones correspondientes a cada variable. Posteriormente, se recurrió a la estadística inferencial, concretamente se aplicó la prueba ANOVA para evaluar las diferencias entre los distintos grupos de briquetas en función del porcentaje de ceniza de caña incorporada. Luego, se procedió a realizar pruebas post hoc con el fin de determinar cuáles de los experimentos mostraban

diferencias estadísticas significativas en comparación con los demás, permitiendo así identificar resultados destacados.

4.8. Aspectos éticos de la Investigación

Es importante destacar que esta investigación fue desarrollada de manera completamente original por el investigador, garantizando la integridad académica y respetando rigurosamente las normativas contra el plagio. Además, se cumplieron todas las directrices de sustentación y se mantuvo la estructura metodológica previamente establecida, asegurando la transparencia y la ética en el proceso de investigación.

CAPÍTULO V RESULTADOS

5.1. Descripción del diseño tecnológico

Se expone en forma clara y lógica el diseño tecnológico, mostrando que las funcionalidades obtenidas satisfacen las necesidades.

Variable independiente: Ceniza de caña de maíz

Obtención de la ceniza de caña de maíz: Este se constituyó de un total de cuatro pasos, los cuales pasan a mostrarse en las siguientes fotografías.



Figura 5.1. Recolección de la caña de maíz

Como primer paso en este proyecto, fue necesario identificar la zona de recolección de la materia prima. Para lograrlo, se llevó a cabo una búsqueda de campos de maíz, que generalmente se encuentran en el valle del Mantaro. Se decidió explorar la Provincia de Jauja, ya que los agricultores de esta zona son conocidos por cultivar este producto. Como resultado, se localizó un terreno con la cantidad necesaria de materia prima, como se muestra en la Figura 5.1. . La recolección de la caña de maíz se realizó en el Distrito de San Lorenzo, que forma parte de la Provincia de Jauja, ubicada en el Departamento de Junín.



Figura 5.2. Almacenamiento de la materia

Como segundo procedimiento, después de haber recolectado la materia prima, se pasó al almacenamiento de la caña de maíz, para ello se tuvo que identificar un ambiente adecuado y seguro para la óptima conservación de esta. Finalmente, la caña de maíz fue almacenada en un ambiente libre sin algún tipo elementos que comprometan la seguridad; en la Figura 5.2 se evidencia este proceso.



Figura 5.3. Quemado de la caña de maíz

Como tercer paso, para la producción de ceniza de caña de maíz, se procedió con el quemado de la materia prima. Este proceso se inició con la identificación del ambiente correcto para el quemado, toda vez que la propagación de fuego puede ocasionar algún tipo de incendio; en ese sentido, se tuvo las consideraciones necesarias para evitar algún tipo de accidente. Seguidamente, se procedió a verificar que la materia se encuentre debidamente seca, una vez comprobado ello, se procedió con la incineración de la caña seca, tal como se muestra en la Figura 5.3. Como tercer punto, durante la incineración se tuvo que remover contrastante la materia, para el quemado sea uniforme y completo. Finalmente, es preciso recalcar que este proceso duró entre 8 a 9 horas.



Figura 5.4. Obtención de la ceniza

Como cuarto paso, así como muestra en la Figura 5.4 se procedió a recolectar las cenizas; este paso consistió en colocar la ceniza en un recipiente cilindro. Durante este proceso hubo la necesidad de remover el producto cada cierto tiempo para que se pueda enfriar. Desde la recolección, el llenado y el enfriamiento duró entre dos a tres días.



Figura 5.5. Ceniza de caña de maíz

Tal como se muestra en la Figura 5.5, se observa el producto final de la ceniza de caña de maíz, la cual fue aplicada a la mezcla asfáltica según las proporciones estimadas.

Variable dependiente: Propiedades físicas y mecánicas de las mezclas asfálticas.

Se desarrolló el Ensayo Experimental Marshall



Figura 5.6. Ensayo Marshall



Figura 5.7. Proceso de Ensayo Marshall

El Ensayo Marshall fue desarrollado en tres muestras a 0.2%, 0.5% y 1%, tal como se visualiza en la Figura 5.6 y Figura 5.7. Asimismo, se implementó este ensayo a 6 diferentes muestras para verificar las propiedades físicas y mecánicas de las mezclas asfálticas en caliente. De este modo, este ensayo permitió identificar la afectación del porcentaje de asfalto empleado, lo cual hace que se utilice una gráfica semilogarítmica para estimar la granulometría existente en el material. Es así que, se identificó la capacidad que posee cada mezcla asfáltica en relación a su capacidad de deformación sin agrietamiento y para resistir el asentimiento gradual ante empujones y surcos.



Figura 5.8. Ensayo Marshall muestra 1



Figura 5.9. Ensayo Marshall muestra 2



Figura 5.10. Ensayo Marshall muestra 3



Figura 5.11. Ensayo Marshall muestra 4



Figura 5.12. Ensayo Marshall muestra 5



Figura 5.13. Ensayo Marshall muestra 6

Posterior al Ensayo Marshall, se implementó el Ensayo de Granulometría en agregados (ver Figura 5.12 y Figura 5.13). Este ensayo permitió la separación de las

partículas que posee de forma constitutiva cada agregado, ello permitió identificar las cantidades en peso según el tamaño y porcentajes.



Figura 5.14. Ensayo en granulometría 1



Figura 5.15. Ensayo en granulometría 2

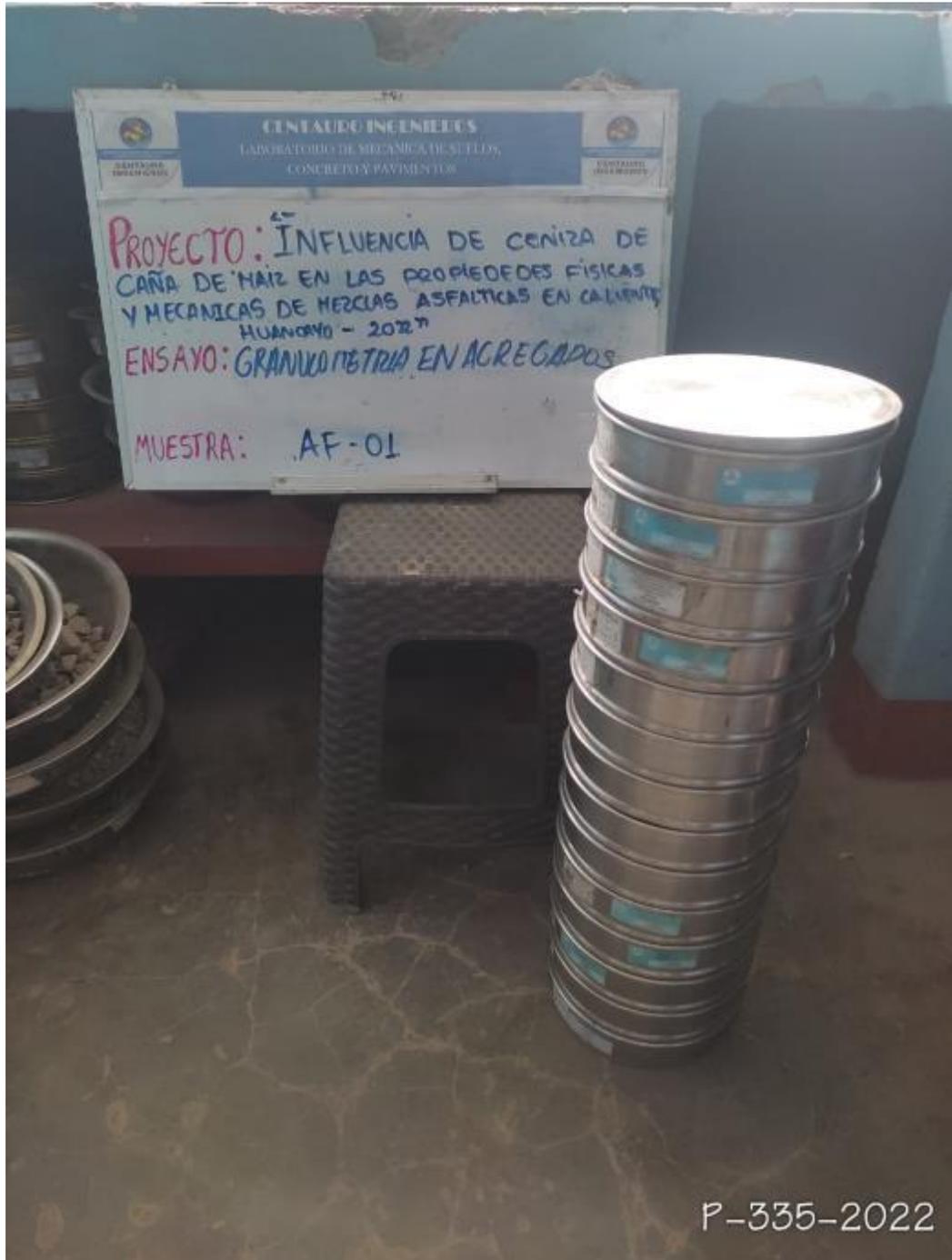


Figura 5.16. Ensayo en granulometría 3



Figura 5.17. Ensayo en granulometría 4

También, se implementó el Ensayo límites de líquidos y plásticos por las mallas de #200 y #40, tal como se registra en la Figura 5.16 y Figura 5.17); es así que, se demostró el comportamiento de las muestras de suelo con respecto al agua. Ante esto, se identificó si hubo o no el aumento de la humedad sobre el límite plástico existente en cada muestra; y a su vez, el contenido de agua que poseen cada una de estas, lo cual demostró la existencia o no de consistencia que posee cada muestra.



Figura 5.18. Ensayo límites y plástico 1



Figura 5.19. Ensayo límites y plástico 2

Finalmente, se implementó el Ensayo de Equivalente de arena, tal como se registra en la Figura 5.18 y Figura 5.19); de este modo, se valoró la limpieza de los suelos con poco plástico en su contenido y áridos finos, esto en proporción al material añadido.



Figura 5.20. Ensayo de equivalente de arena

5.2. Descripción de los resultados

5.2.1. Resultados de las propiedades físicas

5.2.1.1. Peso Específico

Tabla 5.1. Descriptivos para peso específico Bulk por porcentaje de ceniza añadida y global

Según % de ceniza de caña añadida					
Mezcla	Peso específico Bulk (g/cm ³)				
	N	Media	Mín.	Máx.	D.E.
0.0% de ceniza	9	2.29	2.18	2.42	0.06
0.2% de ceniza	3	2.31	2.30	2.31	0.01
0.5% de ceniza	3	2.33	2.31	2.37	0.03
1.0% de ceniza	3	2.35	2.31	2.36	0.03
2.5% de ceniza	3	2.35	2.33	2.37	0.02
4.0% de ceniza	3	2.31	2.29	2.33	0.02
Global					
Peso específico Bulk	N	Media	Mín.	Máx.	D.E.
	24	2.3145	2.18	2.42	0.04692

Nota: Hallado con los resultados de los ensayos Marshall para asfalto y mezclas.

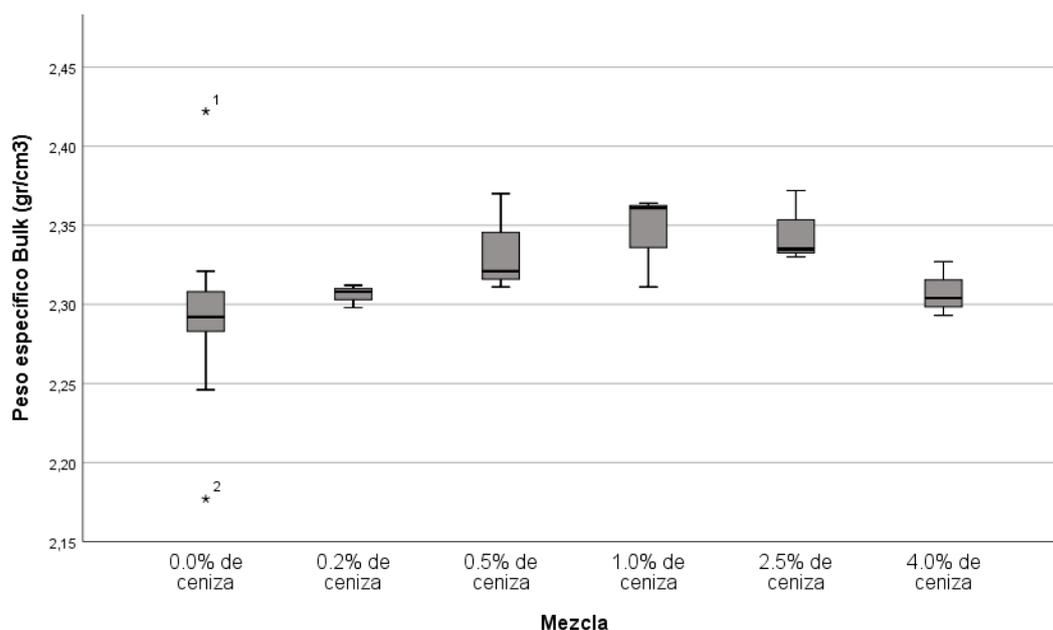


Figura 5.21. Diagrama de cajas y bigote peso específico Bulk según % de ceniza añadida

Interpretación:

Según se evidencia en la Tabla 5.1, el diseño de mezcla respecto al peso específico, evidenció una media mínima de 2.29 correspondiente al 0.0% de ceniza, y la media mayor fue igual a 2.35 correspondiente al diseño con 2.5% de ceniza. Además, en consideración al valor global, el valor mínimo fue de 2.18 y el valor máximo de 2.42 ambos ubicados en la mezcla al 0.0% de ceniza. En ese sentido, puede evidenciarse que, al incrementar el porcentaje de adición de ceniza de caña de maíz de 0.0% al 2.5% se incrementa el valor del peso específico.

En esa misma línea, según se evidencia en el diagrama de cajas y bigote del peso específico Bulk (Figura 5.21), según el porcentaje de ceniza añadida, se evidencia que las mezclas con mayor variabilidad fue 0.0% de ceniza, al 0.5% y al 1.0% de ceniza de caña de maíz. En este caso, el diseño con 0.2% tuvo una D.E de 0.01, indicando que los valores de peso específico bulk de sus 3 briquetas fue similar; sin embargo, en el diseño con 0.0%, 0.5% y 1.0% de ceniza los valores del peso específico fueron mucho más variables, toda vez que la D.E fue de 0.06, 0.03 y 0.03,

respectivamente.

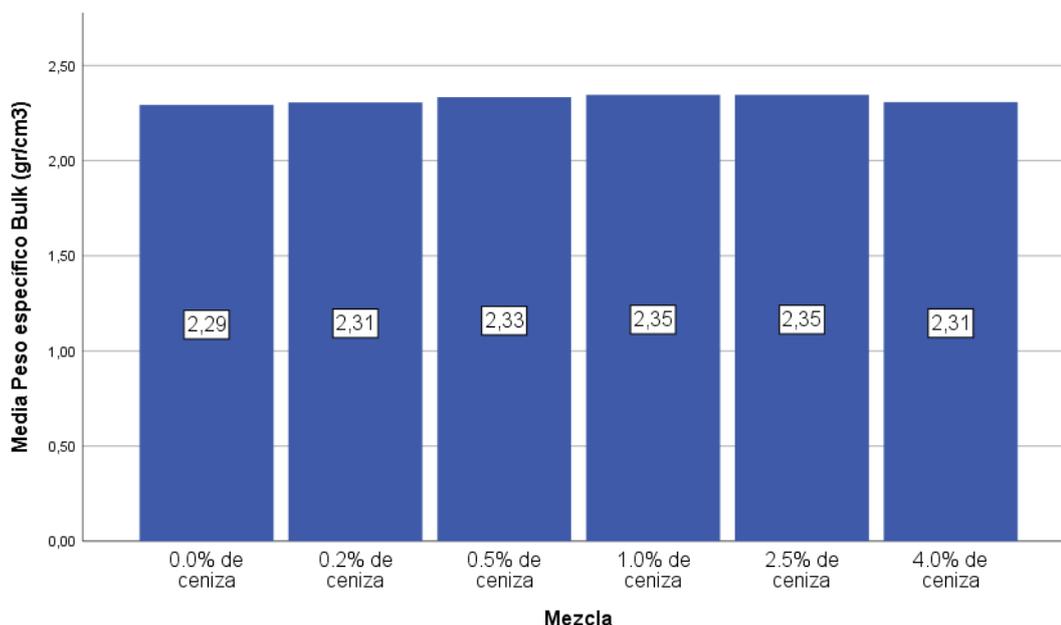


Figura 5.22. Barras comparativas para peso específico Bulk según % de ceniza añadida

Interpretación:

En la Figura 5.22, se puede evidenciar que la media (2.29) del peso específico Bulk (gr/cm³) con diseño de 0.0% de ceniza fue inferior al resto de todos los diseños; dado que la media del diseño con mezclas al 0.2% de ceniza, 0.5% de ceniza, 1.0% de ceniza y 2.5% de ceniza tuvieron medias progresivas de 2.31, 2.33, 2.35 y 2.35, respectivamente. Es decir, al añadir ceniza de caña a la mezcla en caliente, el peso específico se incrementa, evidenciándose un mayor incremento en los diseños con mezclas al 1.0% de ceniza y en el diseño con 2.5% de ceniza; no obstante, el diseño con mezcla de 4.0% de ceniza evidencia una disminución del peso específico. De ello, la importancia de incrementar el peso específico de la mezcla en caliente se evidencia en la cantidad del material requerido para el relleno del espacio, la resistencia y durabilidad de la mezcla; por cuanto, adhiriendo a ceniza de caña de maíz se obtendrá una alta calidad de la mezcla.

En suma, al añadir la ceniza de caña a la mezcla en caliente con diseño de 0.05%, el peso específico se incrementó en 0.04 puntos respecto a la mezcla convencional, también se evidenció una mejora de 0.06 puntos respecto a los diseños con 1.0% y 2.5% de ceniza. Por otro lado, al incrementarse el valor del peso específico

se incrementa la resistencia y durabilidad de la mezcla en caliente, lo cual se hace muy conveniente para el diseño de construcción y la mayor sostenibilidad del asfalto.

5.2.1.2. Densidad

Tabla 5.2. Descriptivos para densidad por porcentaje de ceniza añadida y global

Según % de ceniza de caña añadida					
Mezcla	Densidad				
	N	Media	Mín.	Máx.	D.E.
0.0% de ceniza	9	2.30	2.30	2.30	0.00
0.2% de ceniza	3	2.31	2.31	2.31	0.00
0.5% de ceniza	3	2.33	2.33	2.33	0.00
1.0% de ceniza	3	2.35	2.35	2.35	0.00
2.5% de ceniza	3	2.35	2.35	2.35	0.00
4.0% de ceniza	3	2.31	2.31	2.31	0.00
Global					
Densidad	N	Media	Mín.	Máx.	D.E.
	24	2.3188	2.30	2.35	0.02071

Nota: Hallado con los resultados de los ensayos Marshall para asfalto y mezclas.

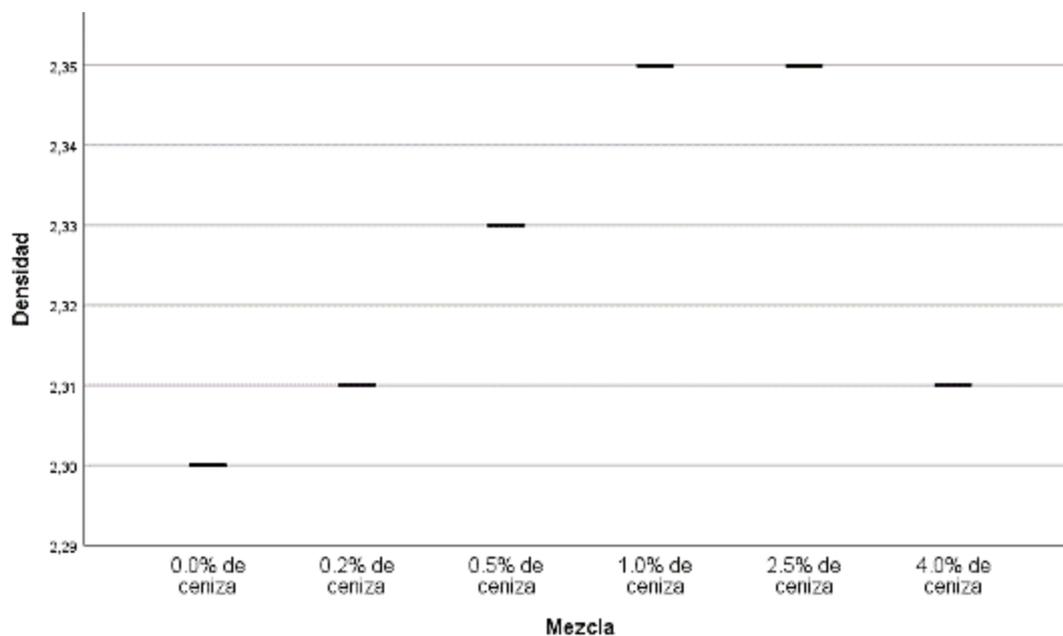


Figura 5.23. Diagrama de cajas y bigote de densidad según % de ceniza añadida

Interpretación:

Según se evidencia en la Tabla 5.2 y Figura 5.23, los diseños que tuvieron una media mayor (2.35) fueron las mezclas con 1.0% de ceniza y 2.5% de ceniza; a su vez, la media inferior fue de 2.30, ubicada en la mezcla al 0.05% de ceniza de maíz.

Así también, se supo que el mínimo global fue del 2.30, y el máximo de 2.35. En ese sentido, se evidencia las diferencias significativas de los valores respecto a la mezcla convencional sin aditivo. De ese modo, al incrementarse la ceniza de maíz, la densidad aumenta significativamente, lo que hace que la mezcla en caliente sea más estable.

Así también, como se muestra en el diagrama de caja de bigotes, todas las mezclas presentan una menor variabilidad y dispersión. En este caso, los diseños con 0.0% de ceniza, 0.2% de ceniza, 0.5% de ceniza, 1.0% de ceniza y 2.5% de ceniza tuvieron una D.E 0.000, indicando que los valores de la densidad de sus 3 briquetas fueron similares en cada uno de diseños.

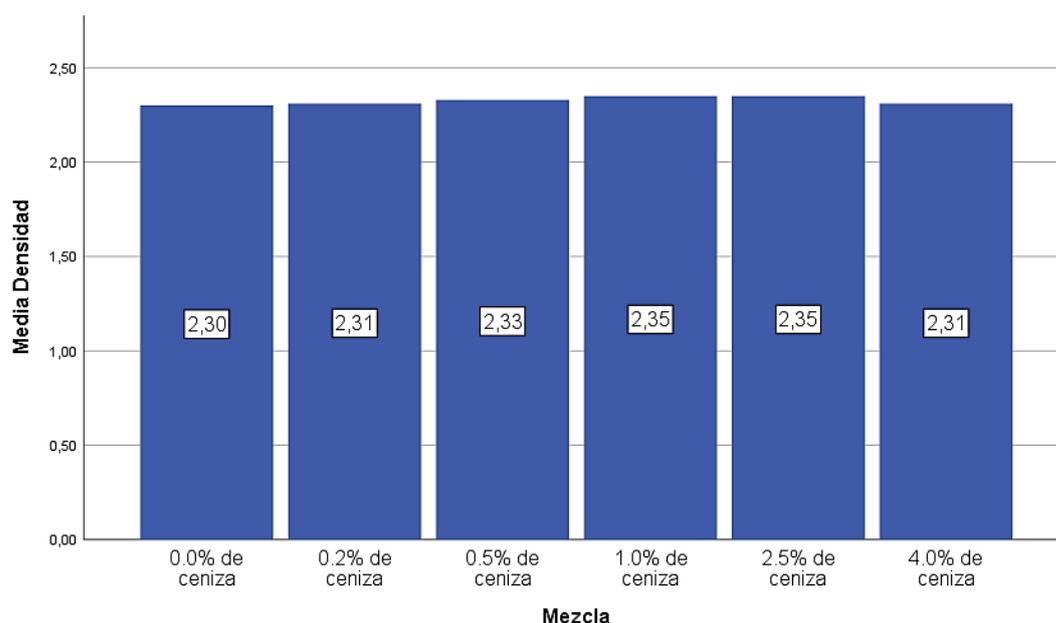


Figura 5.24. Barras comparativas para densidad según % de ceniza añadida

Interpretación:

Tal como se muestra en la Figura 5.24, la densidad de en las mezclas con 0.2% de ceniza, con 0.5%, 1.0% y 2.5% de ceniza muestra un incremento de valor en su media; es decir, al agregar una mayor cantidad de ceniza de caña de maíz la densidad aumente proporcionalmente en comparación a la mezcla convencional sin adición de ceniza. En este caso, la media de densidad de la muestra patrón fue inferior que el resto de los diseños de mezcla con ceniza, evidenciando una mejora de 0.1 entre la mezcla patrón y la mezcla con 0.02% de ceniza; una mejora de 0.2 puntos entre la mezcla patrón y la mezcla con 0.05%; una mejora del 0.5 puntos entre la mezcla patrón y la

mezcla al 1,0% y 2.5%. No obstante, al incrementarse una mayor proporción de ceniza se evidencia la disminución de la densidad de la mezcla; por cuanto, se afirma que esta es provechosa solo al 2.5%. De esta manera, se estipula que al contar con una mayor proporción de densidad se evidenciará una mejor calidad de la mezcla, que al contar con una adecuada densidad la mezcla se hace más estable; la importancia obedece a que incrementando la densidad de la muestra por medio de la adición de la ceniza se puede mejorar la resistencia y la durabilidad de la mezcla del asfaltado.

En conclusión, una mayor concentración de ceniza de caña de maíz hará que la densidad de la mezcla asfáltica sea mayor, lo cual se evidenciará en su mayor estabilidad, situación que mejoraría significativamente las propiedades físicas de la mezcla.

5.2.1.3. % Vacíos

Tabla 5.3. Descriptivos para % de vacíos en mezcla por porcentaje de ceniza añadida y global

Según % de ceniza de caña añadida					
Mezcla	% de vacíos en mezcla				
	N	Media	Mín.	Máx.	D.E.
0.0% de ceniza	9	7.36	2.60	12.40	2.65
0.2% de ceniza	3	5.23	5.00	5.50	0.25
0.5% de ceniza	3	4.03	2.50	5.00	1.34
1.0% de ceniza	3	3.37	2.60	4.80	1.24
2.5% de ceniza	3	3.37	2.30	4.00	0.93
4.0% de ceniza	3	3.37	2.60	4.00	0.71
Global					
% de vacíos en mezcla	N	Media	Mín.	Máx.	D.E.
	24	5.1792	2.30	12.40	2.48333

Nota: Hallado con los resultados de los ensayos Marshall para asfalto y mezclas.

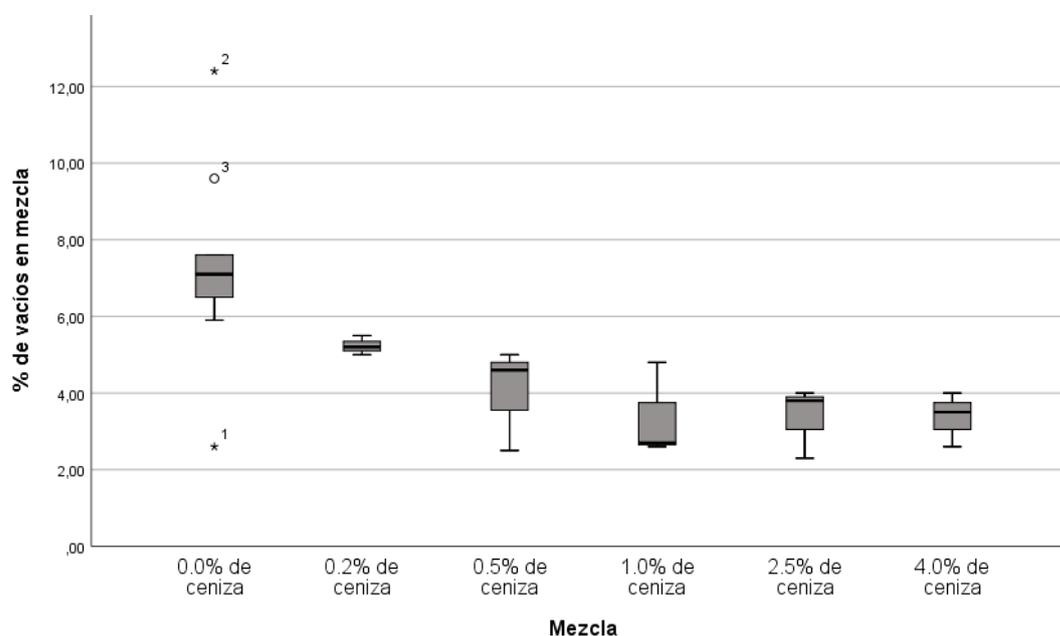


Figura 5.25. Diagrama de cajas y bigote para % vacíos en mezcla según % de ceniza añadida

Interpretación:

En consideración de la Tabla 5.3 y la Tabla 5.25, los diseños que tuvieron una menor media fueron las mezclas con cenizas al 1.0% de ceniza, 2.5% de ceniza y 4.0% de ceniza con 3.37 en cada una de estas; en tanto, los diseños con una mayor media fueron los diseños con mezclas de 0.00% y 0.2%. Por otro lado, el valor mínimo y el valor máximo fue de 2.30 y 12.40, respectivamente, y ambos ubicados en la muestra patrón. En suma, al incrementarse una mayor cantidad de ceniza el promedio de los vacíos disminuye, lo que significa que un valor inferior evidencia mejores niveles del % de vacíos en mezcla caliente.

Por otro lado, considerando el diagrama de caja de bigotes, los diseños con mayor variabilidad se evidencian en las mezclas con 0.0% de ceniza, en la mezcla con 0.5% de ceniza, con 1.0% y 2.5% de ceniza. Mientras que, el diseño con menor variabilidad fue al 0.02% de ceniza con D.E de 0.25, lo que demostró que los valores de sus tres briquetas fueron similares. En este caso, se hace más factible aplicar el diseño al 0.02% de ceniza de caña de maíz.

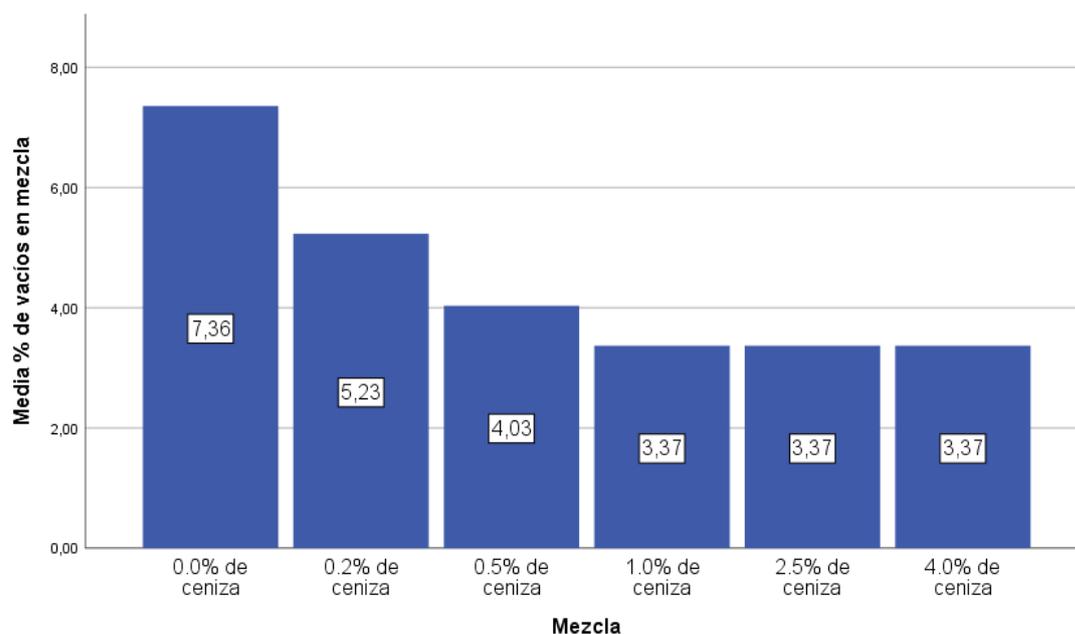


Figura 5.26. Barras comparativas para % vacíos en mezcla según % de ceniza añadida

Interpretación:

Según se evidencia en la Tabla 5.26, la media de los vacíos en la muestra patrón fue de 7.36, valor que fue altamente superior que el resto de los diseños; a su vez, mediante la figura se puede evidenciar que, al incrementarse mayores porcentajes de ceniza de caña de maíz, los valores del promedio de la mezcla disminuyen favorablemente. Como se evidencia, el diseño con 0.2% de ceniza disminuye en 2.13 puntos respecto a la muestra patrón; en tanto, el diseño con 0.5% disminuye el porcentaje de vacíos en 3.06 puntos respecto a la muestra patrón. Finalmente, los diseños con 1.0%, 2.5% y 4.0% evidencian una disminución de 3.99 puntos en relación a la muestra patrón. De ello, puede afirmarse que incrementando los niveles de ceniza de caña de maíz se avizora la reducción del porcentaje de los vacíos en la mezcla; de esa forma, al reducir los espacios de aire se puede contribuir de manera significativa en la densidad y estabilidad de la muestra. En efecto, al contar con una mezcla con altos porcentajes de vacíos la densidad de mezcla disminuya de manera significativa; mientras que, contar con porcentajes bajos de vacíos de mezcla evidencia una alta densidad y una estabilidad mejorada.

En conclusión, puede notarse que, se evidencia mejores resultados de vacíos de mezcla al agregarse la ceniza de caña de maíz en mezcla caliente, toda vez que sus valores disminuyen de manera significativa; al evidenciarse que el diseño con 0.2% de ceniza evidencia una menor variabilidad de valores en sus tres briquetas, este diseño se hace más factible como aditivo para mejorar la estabilidad y la densidad de la mezcla asfáltica.

Tabla 5.4. Descriptivos para % de VMA por porcentaje de ceniza añadida y global

Según % de ceniza de caña añadida					
Mezcla	Vacíos de Material Agregados (VMA) (%)				
	N	Media	Mín.	Máx.	D.E.
0.0% de ceniza	9	14.81	9.50	18.70	2.39
0.2% de ceniza	3	9.97	9.70	10.30	0.31
0.5% de ceniza	3	9.17	7.70	10.10	1.29
1.0% de ceniza	3	9.13	8.40	10.50	1.18
2.5% de ceniza	3	10.53	9.50	11.10	0.90
4.0% de ceniza	3	13.33	12.60	13.90	0.67
Global					
VMA (%)	N	Media	Mín.	Máx.	D.E.
	24	12.0708	7.70	18.70	2.93754

Nota: Hallado con los resultados de los ensayos Marshall para asfalto y mezclas.

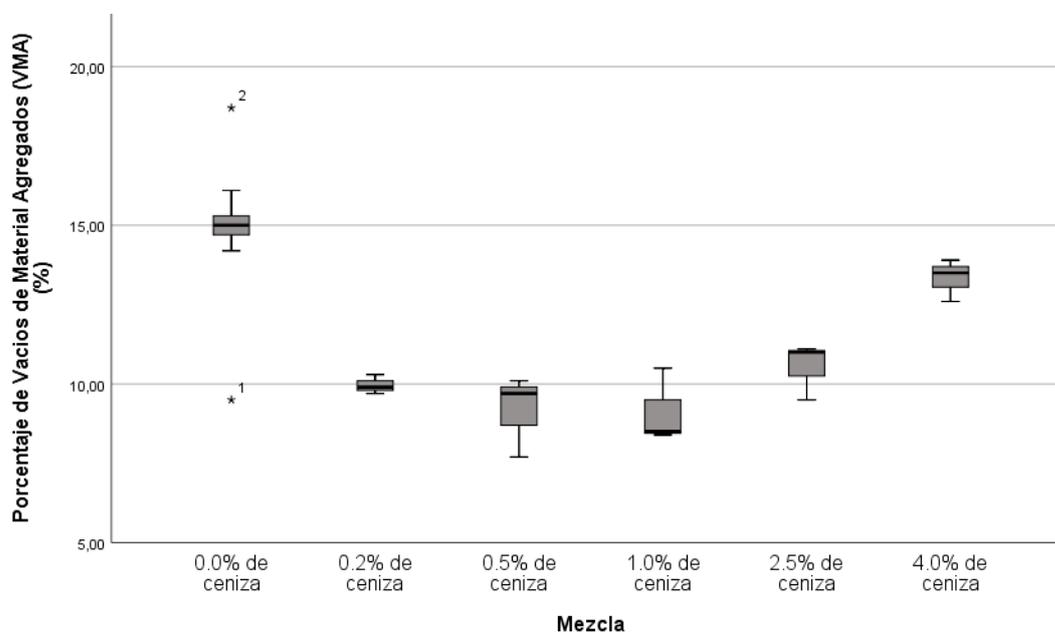


Figura 5.27. Diagrama de cajas y bigote del % de VMA según % de ceniza añadida

Interpretación:

Según se evidencia en la Tabla 5.4 y Figura 5.27, el diseño con 4.0% de ceniza tuvo una mayor media (13.33) en el porcentaje de vacíos para material agregado, mientras que el diseño con 0.5% de ceniza de caña de maíz tuvo la media inferior con 9.17 puntos. Por otro lado, según los valores globales, el valor mínimo se halló en el diseño patrón; mientras que, el valor máximo también se halló en el diseño sin adición de ceniza, con 7.70 y 18.70 puntos respectivamente. Con ello, se evidencia una disminución de vacíos para material agregado entre 0.2%, 0.5% y 1.0%; mientras que en los diseños de 2.5% de ceniza y 4.0% de ceniza, contrariamente, se evidencia del crecimiento de los valores de los vacíos en material agregado. Como se dijo, al encontrarse un menor valor en los vacíos, estos refieren ser mejores para la estabilidad y la densidad de la mezcla.

Ahora bien, respecto a la variabilidad de los valores, en el diagrama de cajas y bigote de porcentaje de vacíos para material agregado según % de ceniza añadida, se pudo evidenciar que los diseños para vacíos en material agregado con mayor variabilidad fueron de 0.5% y 1.0%, la cual se puede corroborar en la D.E de 1.29 y 1.18, respectivamente. Seguidamente, también se observó que el diseño con menor variabilidad fue la mezcla con 0.2% de ceniza cuya D.E fue 0.31, lo cual demostró que sus tres briquetas presentaron valores similares.

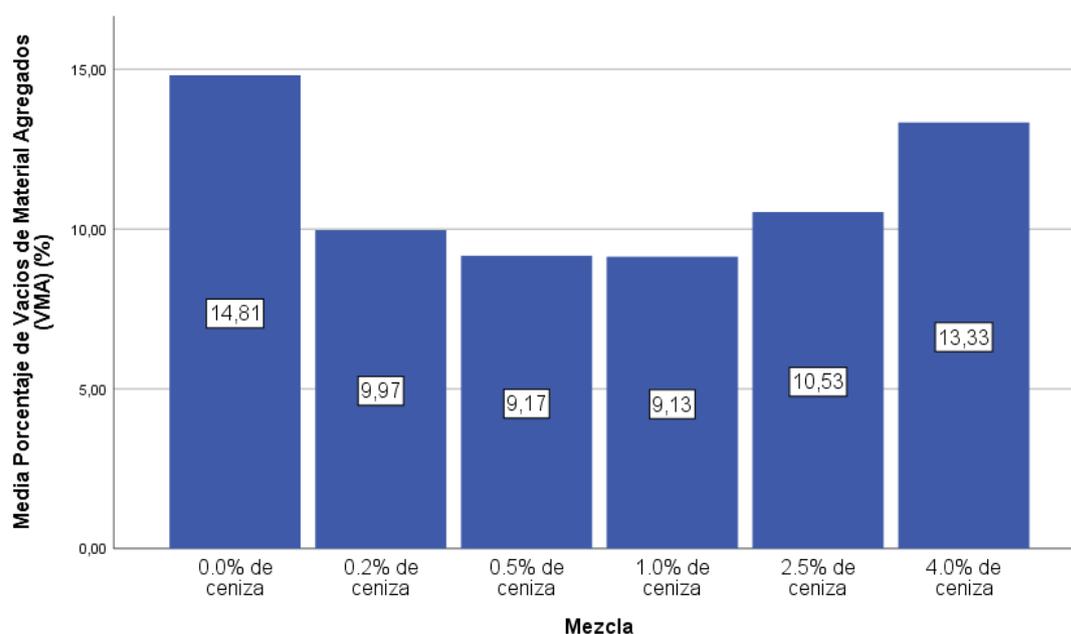


Figura 5.28. Barras comparativas para % de VMA según % de ceniza añadida

Interpretación:

La Figura 5.28 da a conocer que, el diseño con la mezcla patrón tuvo una media (14.81) superior al resto de los diseños; en ese sentido, al agregarse 0.2% de ceniza de caña de maíz se disminuyó el porcentaje de los vacíos en material agregados en un 4.84 puntos en relación a la muestra patrón; de igual manera, al agregarse 0.5% de ceniza se evidencia la reducción del 5.64 puntos en comparación a la mezcla convencional; igualmente, al añadirse 1.0% de ceniza de caña de maíz se evidencia una disminución del 5.68 puntos. Por otro lado, los diseños para vacíos de material agregado con 2.5% y 4.05 de ceniza evidencian el incremento del porcentaje de vacíos con respecto al diseño con 1.0% de ceniza. De ello, se precisa que existe mejoras significativas con la adición de ceniza hasta el diseño con 1.0% de ceniza mostrando un menor vacío en material agregado, pero el porcentaje de los vacíos pueden incrementar con más de 1.0% de agregado de ceniza.

En conclusión, se evidencia mejores resultados de vacíos de material agregado al añadirse la ceniza de caña de maíz en mezcla caliente, toda vez que sus valores presentan decrecimiento de manera significativa. Después de este análisis, se puede apreciar que el diseño más factible se evidencia en la mezcla con 0.2% de ceniza, dado que este diseño evidencia una menor variabilidad de valores en sus tres briquetas, y cuya reducción del porcentaje en vacíos para material agregado fue de 4.84 puntos respecto a la muestra sin ceniza. Por otro lado, al optar por este diseño, la mezcla evidenciará una mayor estabilidad y densidad.

Tabla 5.5. Descriptivos para % de vacíos llenos de asfalto por porcentaje de ceniza añadida y global

Según % de ceniza de caña añadida					
Mezcla	Vacíos llenos de asfalto (%)				
	N	Media	Mín.	Máx.	D.E.
0.0% de ceniza	9	51.79	33.40	73.00	11.14
0.2% de ceniza	3	47.70	46.10	49.00	1.47
0.5% de ceniza	3	56.80	50.50	67.20	9.07
1.0% de ceniza	3	63.73	54.20	69.00	8.27
2.5% de ceniza	3	68.30	63.90	75.90	6.61
4.0% de ceniza	3	74.77	71.10	79.50	4.30
Global					
Vacíos llenos de asfalto (%)	N	Media	Mín.	Máx.	D.E.
	24	58.3333	33.40	79.50	12.06834

Nota: Hallado con los resultados de los ensayos Marshall para asfalto y mezclas.

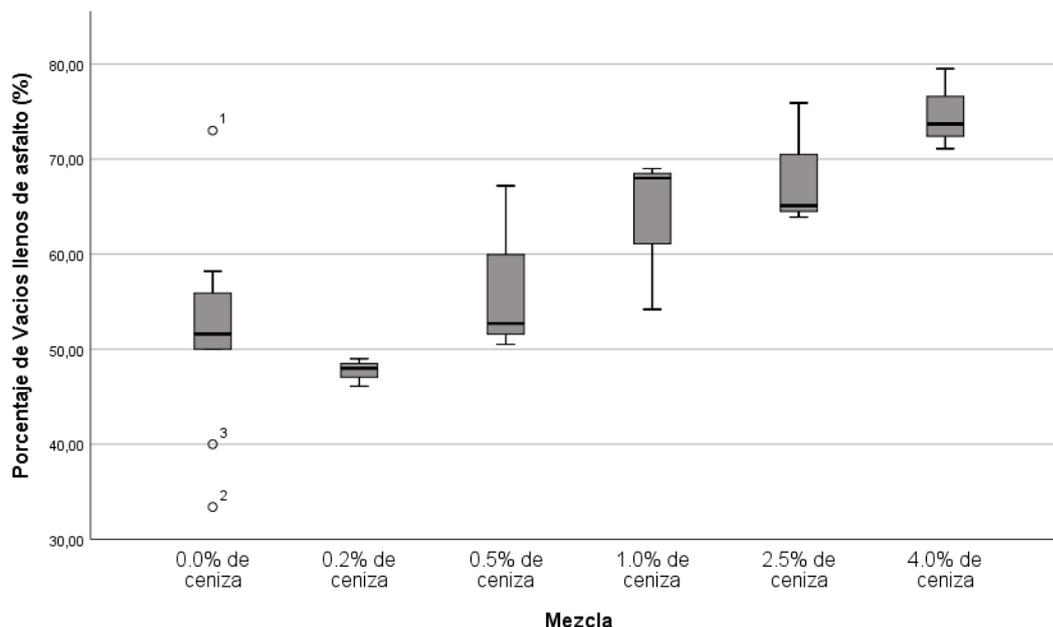


Figura 5.29. Diagrama de cajas y bigote del % de vacíos llenos de asfalto según % de ceniza añadida

Interpretación:

Como se observa en la Tabla 5.5 y Figura 5.29, respecto al % de vacíos llenos de asfalto por porcentaje de ceniza añadida y global, el valor de la media mínima fue de 47.70 puntos, correspondiente al diseño con 0.2% de ceniza; mientras que el valor de la media máxima fue de 74.77, perteneciente al diseño con 4.0% de ceniza. En relación a los valores globales, el valor mínimo y máximo fue de 33.40 y 79.50 puntos, respectivamente, el valor mínimo ubicando en el diseño patrón, y el valor máximo en el diseño con 4.0% de ceniza. Como se refirió, para el caso del porcentaje de los vacíos llenos de asfalto, contar con valores mínimos supone mejores propiedades físicas.

Tal como se evidencia en el diagrama de cajas y bigote de % de vacíos llenos de asfalto según % de ceniza añadida, los diseños de mezcla con ceniza al 0.5%, 1.0% y al 2.5% muestran una mayor variabilidad de sus valores con una D.E de 9.07, 8.27 y 6.61, respectivamente. En tanto, el diseño con ceniza de caña de maíz con menor variabilidad se presenta en la mezcla al 0.2% de ceniza, denotando que, los valores de los vacíos llenos fueron similar en sus tres briquetas.

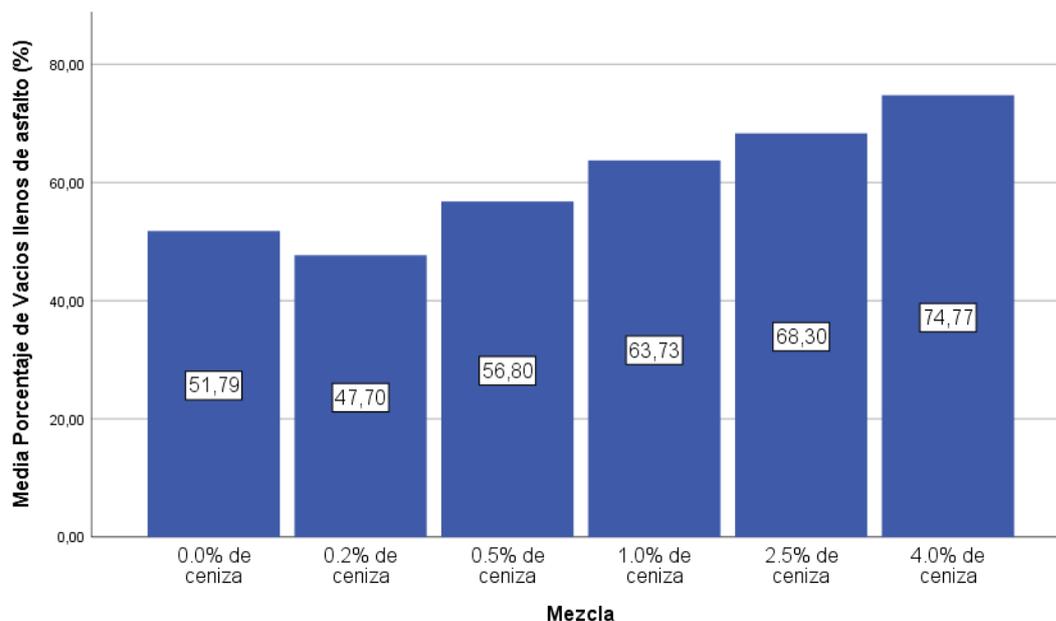


Figura 5.30. Barras comparativas para % de vacíos llenos de asfalto según % de ceniza añadida

Interpretación:

Tal como se muestra en la Tabla 5.30, al adherir ceniza de caña de maíz en proporciones de 0.5% de ceniza, 1.0% de ceniza, 2.5% de ceniza y 4.0% de ceniza, los valores de los vacíos llenos incrementan significativamente, lo cual significaría que una menor estabilidad y densidad de la mezcla del asfalto, toda vez que sus valores incrementaron en 5.01 puntos con 0.2% de ceniza, en 12 puntos con 0.0% de ceniza, en 16.51 puntos con diseño al 1.05 y 22.98 puntos con diseño al 4.0%, en consideración del diseño patrón. En ese sentido, añadir de 0.5% y más proporciones de ceniza de caña de maíz, el porcentaje de los vacíos incrementa significativamente; ello significa que, la estabilidad de y la densidad de la mezcla puede verse afectada negativamente. No obstante, el diseño con 0.25 de ceniza muestra una reducción del porcentaje de los vacíos en 4.9 puntos con respecto al diseño patrón. En efecto, puede evidenciarse al incrementar desmedidamente la ceniza de caña de maíz puede disminuir la estabilidad y la densidad de la mezcla en caliente; no obstante, al agregarse sólo la medida al 0.2% de ceniza de maíz se evidencia la reducción del % de los vacíos llenos asfálticos.

En conclusión, se puede mejorar la estabilidad y la densidad de la mezcla al incrementarse 0.2% de ceniza de caña de maíz en mezcla caliente, dado que, al reducir el

nivel de vacíos se puede mejorar la compacidad de la mezcla asfáltica, haciendo que el asfalto sea de mayor calidad.

5.2.2. Propiedades Mecánicas

5.2.2.1. Estabilidad

Tabla 5.6. Descriptivos para estabilidad por porcentaje de ceniza añadida y global

Según % de ceniza de caña añadida					
Mezcla	Estabilidad (KN)				
	N	Media	Mín.	Máx.	D.E.
0.0% de ceniza	9	9.35	7.87	12.54	1.56
0.2% de ceniza	3	17.06	15.98	18.50	1.30
0.5% de ceniza	3	12.77	12.14	13.66	0.79
1.0% de ceniza	3	12.47	12.29	12.66	0.19
2.5% de ceniza	3	12.10	11.77	12.68	0.50
4.0% de ceniza	3	9.67	9.35	10.27	0.52
Global					
Estabilidad (KN)	N	Media	Mín.	Máx.	D.E.
	24	11.5142	7.87	18.50	2.78323

Nota: Hallado con los resultados de los ensayos Marshall para asfalto y mezclas.

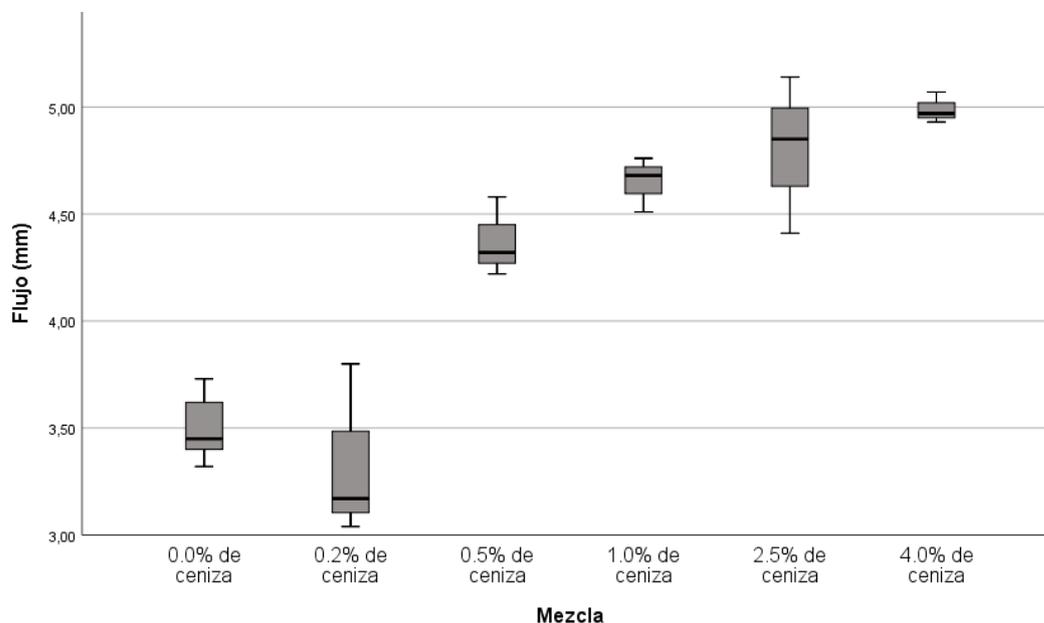


Figura 5.31. Diagrama de cajas y bigote de estabilidad según % de ceniza añadida

Interpretación:

La Tabla 5.6 y Figura 5.31 dan a conocer los resultados de la estabilidad por porcentaje de ceniza añadida y global; se evidenció que el valor de media menor fue 9.35 correspondiente al diseño con 0.0% de ceniza, mientras que el valor de la media mayor fue de 12.47 correspondiente al diseño de mezcla con 1.0% de ceniza. Además, según los valores globales, el valor mínimo fue de 7.87 puntos y el valor máximo fue de 18.50 puntos. De este modo, contar con valores mayores, denota que la estabilidad de la mezcla es mucho mejor; un valor alto de la media indica que la estabilidad es alta.

En consideración del diagrama de cajas y bigote la estabilidad según % de ceniza añadida, los diseños que presentaron una mayor variabilidad en sus valores fueron las mezclas con 0.0%, 0.2% de ceniza y 0.5% de ceniza, corroborado con una D.E de 1.56, 1.30, 0.79, respectivamente. Mientras que, el diseño con menor variabilidad en sus valores se evidenció en la mezcla al 1.0% de adición de ceniza de caña de maíz, refiriendo que sus valores fueron semejantes en sus tres briquetas.

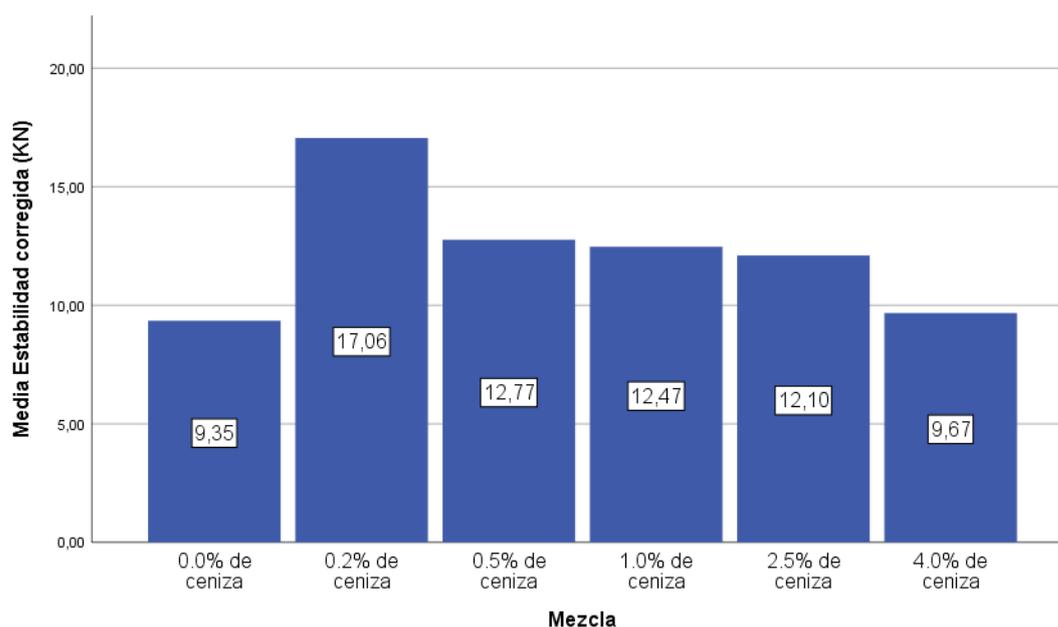


Figura 5.32. Barras comparativas para estabilidad según % de ceniza añadida

Interpretación:

En consideración de la Figura 5.32, la estabilidad de la mezcla en caliente fue menor en el diseño patrón; en esa línea, al incrementarse 0.2% de ceniza de maíz, se evidenció un incremento del 7.71 puntos respecto a la muestra patrón; de manera

similar, con diseño de 0.5% se evidencia un incremento en 3.42 puntos; con 1.0% de ceniza 3.12 puntos; 2.5% cuna mejora del 2.75 puntos, y una mejora con sólo 0.37 puntos con diseño al 4.0% de ceniza. Como se observa, existe una mejora significativa de la estabilidad de la mezcla con 0.2% de ceniza; mientras que al adherirse una proporción mayor el valor de la media empieza a disminuir. De ello, se entiende que con la adhesión de la mezcla con 0.2% de ceniza la mezcla asfáltica será mucho más estable, misma que será capaz de resistir mejor las cargas manteniendo su forma y volumen sin llegar a deformarse.

En conclusión, la calidad de la mezcla mejora de manera significativa con el aditivo de la ceniza de caña de maíz al 0,2%, aunque sus valores de la briqueta son más dispersos, evidencia mejoraras significativas en su estabilidad con 7.71 puntos. De ese modo, la calidad de la mezcla será mucho mejor, dado que la propiedad mecánica mejoró significativamente, evidenciándose en una mejor resistencia de la mezcla tanto para el agrietamiento y deformación.

5.2.2.2. Flujo

Tabla 5.7. Descriptivos para flujo por porcentaje de ceniza añadida y global

Según % de ceniza de caña añadida					
Mezcla	Flujo (mm)				
	N	Media	Mín.	Máx.	D.E.
0.0% de ceniza	9	3.18	0.53	3.73	1.00
0.2% de ceniza	3	3.34	3.04	3.80	0.41
0.5% de ceniza	3	4.37	4.22	4.58	0.19
1.0% de ceniza	3	4.65	4.51	4.76	0.13
2.5% de ceniza	3	4.80	4.41	5.14	0.37
4.0% de ceniza	3	4.99	4.93	5.07	0.07
Global					
Flujo (mm)	N	Media	Mín.	Máx.	D.E.
	24	3.9617	0.53	5.14	0.99162

Nota: Hallado con los resultados de los ensayos Marshall para asfalto y mezclas.

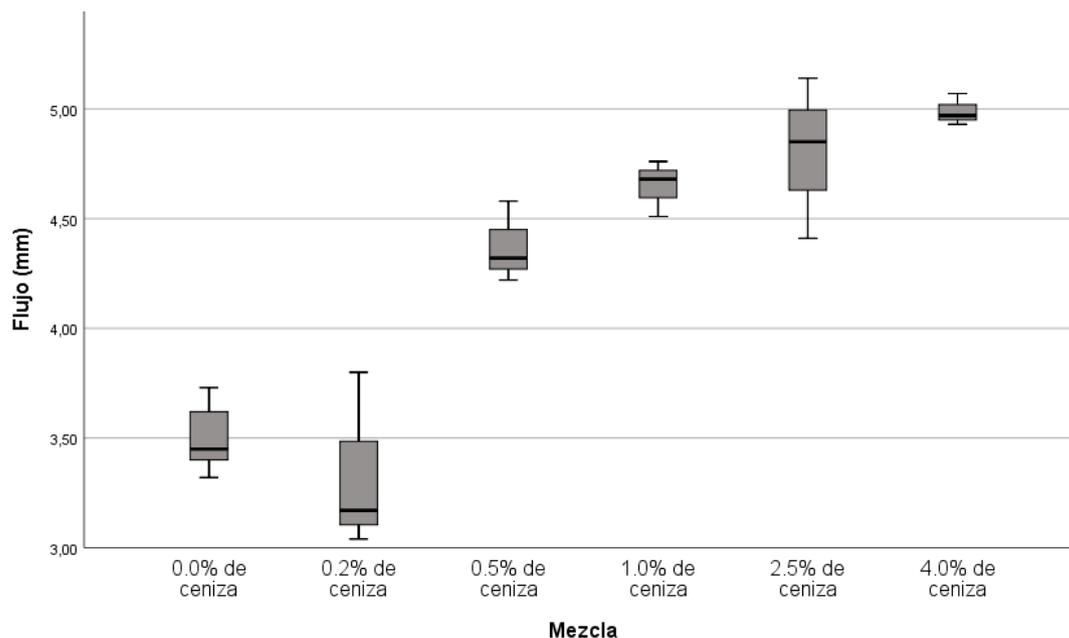


Figura 5.33. Diagrama de cajas y bigote flujo según % de ceniza añadida

Interpretación:

En la Tabla 5.7 y Figura 5.33, puede apreciarse los resultados descriptivos para flujo por porcentaje de ceniza añadida y global, los cuales muestran que el valor mínimo de la media fue de 3.18, valor perteneciente al diseño patrón; mientras que, el valor de la media mayor fue de 4.99, correspondiente al diseño con mezcla de 4.0% de ceniza. Por otro lado, en consideración a los valores mínimos y máximos según los resultados globales, fueron de 0.53 y 5.14 respectivamente. De ello, se asume que contar con valores altos de flexibilidad recae en una adecuada resistencia a la deformación.

Como se evidencia en el diagrama de cajas y bigote flujo según % de ceniza añadida, los diseños con valores con mayor variabilidad se evidenciaron en las mezclas con 0.0% de ceniza, 0.2% de ceniza y 2.5% de ceniza, con una D.E de 1.00, 0.41y 0.37, respectivamente. Mientras que, el diseño con 0.5% y 4.0% de ceniza mostró una menor variabilidad en sus valores, corroborando con una D.E de 0.19 y 0.07, respectivamente.

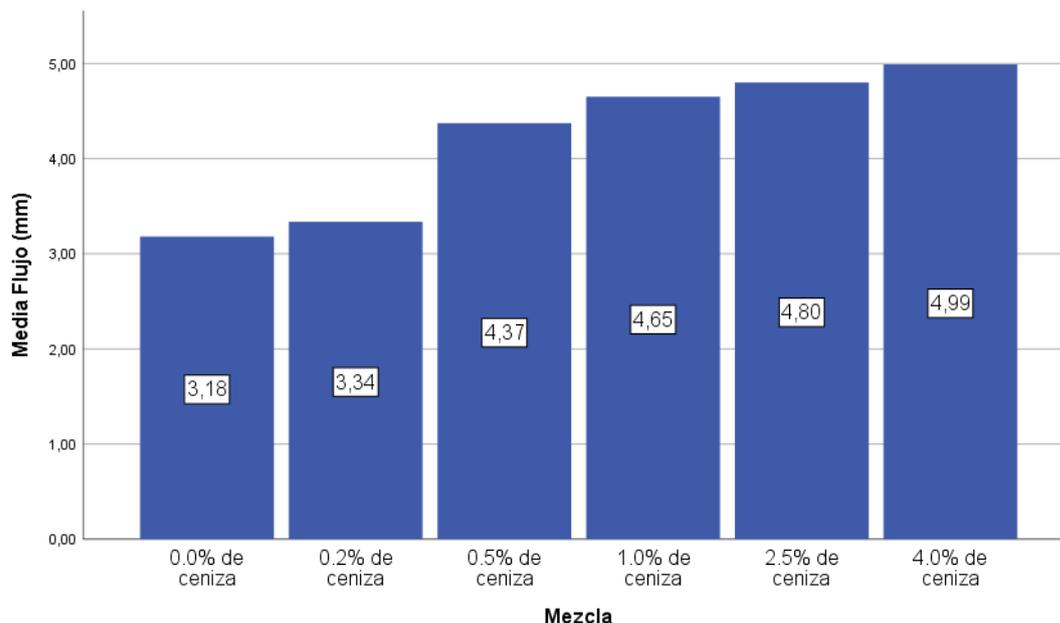


Figura 5.34. Barras comparativas para flujo según % de ceniza añadida

Interpretación:

En consideración de la Figura 5.34, la muestra patrón evidencia una media inferior al resto de los diseños con ceniza de caña de maíz; efectivamente, al agregarse una mezcla con 0.2% de ceniza, el valor del flujo incrementa en 0.16 puntos; al agregarse una mezcla con 0.5%, el valor incrementa en 1.19 puntos; al agregarse una mezcla de 1.0% se evidencia un incremento del 1.47 puntos; mientras que al añadir la mezcla con 2.5% y 4.0% de ceniza, los valores aumentan en 1.62 y 181 puntos respecto a la muestra patrón. En ese sentido, al incrementa los valores de la ceniza puede evidenciarse mejor flexibilidad del asfalto, toda vez que esta hace que la mezcla pueda soportar las cargas repetitivas; no obstante, se considera viable la aplicación del diseño 0.2% de ceniza, ya que esta no perjudica los niveles de vacíos.

En conclusión, al añadir la mezcla de ceniza de caña de maíz se puede mejorar de manera significativa la resistencia de carga o descarga de los vehículos, evidenciándose en una mayor resistencia para la deformación del asfaltado.

5.3. Contrastación de hipótesis

5.3.1. Desarrollo de la prueba de hipótesis

- Pruebas de normalidad

Tabla 5.8. Normalidad de las propiedades físicas y mecánicas

Mezcla		Shapiro-Wilk		
		Valor	gl	p-value
Peso específico Bulk (gr/cm ³)	0.0% de ceniza	0.906	9	0.290
	0.2% de ceniza	0.942	3	0.537
	0.5% de ceniza	0.873	3	0.304
	1.0% de ceniza	0.792	3	0.096
	2.5% de ceniza	0.838	3	0.209
	4.0% de ceniza	0.960	3	0.616
% de vacíos en mezcla	0.0% de ceniza	0.927	9	0.456
	0.2% de ceniza	0.987	3	0.780
	0.5% de ceniza	0.866	3	0.286
	1.0% de ceniza	0.784	3	0.077
	2.5% de ceniza	0.837	3	0.206
	4.0% de ceniza	0.974	3	0.688
Flujo (mm)	0.0% de ceniza	0.514	9	0.000
	0.2% de ceniza	0.874	3	0.307
	0.5% de ceniza	0.938	3	0.520
	1.0% de ceniza	0.959	3	0.609
	2.5% de ceniza	0.986	3	0.774
	4.0% de ceniza	0.942	3	0.537

Estabilidad corregida (KN)	0.0% de ceniza	0.871	9	0.127
	0.2% de ceniza	0.940	3	0.528
	0.5% de ceniza	0.915	3	0.437
	1.0% de ceniza	0.998	3	0.911
	2.5% de ceniza	0.815	3	0.152
	4.0% de ceniza	0.783	3	0.073
Porcentaje de Vacíos de Material Agregados (VMA) (%)	0.0% de ceniza	0.837	9	0.054
	0.2% de ceniza	0.964	3	0.637
	0.5% de ceniza	0.871	3	0.298
	1.0% de ceniza	0.786	3	0.081
	2.5% de ceniza	0.797	3	0.107
	4.0% de ceniza	0.953	3	0.583
Porcentaje de Vacíos Llenos de asfalto (%)	0.0% de ceniza	0.947	9	0.653
	0.2% de ceniza	0.969	3	0.661
	0.5% de ceniza	0.847	3	0.232
	1.0% de ceniza	0.800	3	0.116
	2.5% de ceniza	0.824	3	0.174
	4.0% de ceniza	0.954	3	0.587

Nota: Hallado con los resultados de los ensayos Marshall para asfalto y mezclas.

De acuerdo con la Tabla 5.8 la significancia de todos los indicadores, con respecto al porcentaje de ceniza añadida fue mayor a 0.05. Ello indica que los valores de cada uno de ellos provienen de una distribución normal; además, como el objetivo es evaluar la diferencia que existen entre ellos, la prueba a utilizar es el ANOVA, seguido de las pruebas Post Hoc.

- *Contexto para el Análisis de Varianza (ANOVA):*

El análisis giró en torno a la comparación de los hallazgos de los 6 diseños de mezclas asfálticas en caliente; el primero, compuesto por el diseño tradicional (mezcla patrón con 0.0% de ceniza de caña); y el segundo, compuesto por los diseños experimentales con 0.2%; 0.5%; 1.0%; 2.5% y 4.0% con ceniza de caña añadida. En un primer momento se efectuó las diferencias como primera prueba para establecer cuál de los seis diseños era diferente al resto. En un segundo momento, se procedió con el desarrollo de las pruebas de pares Post Hoc, la comparación se efectuó entre pares para la determinar la significancia de la diferencia de medias de los diseños. De tal manera, evidenciar cual diseño de mezcla es diferente con respecto al resto y según el indicador a evaluar.

- *Pasos a seguir para la prueba de hipótesis*

- i. Señalar la hipótesis a probar.
- ii. Establecer las hipótesis estadísticas referentes al ANOVA.
- iii. Indicar el alfa de riesgo.
- iv. Realizar la prueba ANOVA
- v. Establecer los parámetros de decisión del ANOVA.
- vi. Establecer la conclusión de la prueba.
- vii. Realizar las pruebas post hoc de Tukey:
 - Realizar la prueba de comparaciones múltiples entre los diferentes porcentajes de ceniza añadida
 - Realizar la prueba de subconjuntos
- viii. Analizar las pruebas de Tukey
- ix. Establecer la conclusión general de la aceptación o rechazo de la hipótesis de investigación.

5.3.2. Prueba de hipótesis específica 1

- i. Hipótesis a probar: La adición de ceniza de caña de maíz mejora significativamente la densidad de la mezcla asfáltica en caliente, Huancayo-2022.
- ii. Hipótesis estadísticas:
 - H1: La densidad del diseño de mezclas asfálticas en caliente, según el porcentaje de ceniza añadida (0%, 0.2%; 0.5%; 1.0%; 2.5% y 4.0%) proviene de la misma población.
 - H0: La densidad del diseño de mezclas asfálticas en caliente, según el porcentaje de ceniza añadida (0%, 0.2%; 0.5%; 1.0%; 2.5% y 4.0%) proviene de diferentes poblaciones.
- iii. Alfa de riesgo: $\alpha = 0.05$
- iv. Prueba ANOVA:

Tabla 5.9. Prueba ANOVA para densidad

ANOVA		Suma de cuadrados	gl	F	p-value
Densidad	Entre grupos	0.010	5	6.868	0.000
	Dentro de grupos	0.000	18		
	Total	0.010	23		

Nota: Datos procesados con información del ensayo Marshall de laboratorio.

- v. Regla de decisión estadística: Cuando el p-value hallado con la ANOVA es menor al alfa de riesgo (0.05), se rechaza la H0; en otras palabras, existen diferencias significativas entre la densidad de los ensayos de mezcla asfáltica.
- vi. Análisis del ANOVA:

Lo mostrado en la Tabla 5.9 indica que la significancia, hallada con el ANOVA, fue de 0.00; por cuanto no es factible aceptar la H0, es decir, las diferencias de la densidad, son significativas entre los distintos diseños de mezcla asfáltica en caliente, según el porcentaje de ceniza añadida (0%, 0.2%; 0.5%; 1.0%; 2.5% y 4.0%). Es decir, la densidad es distinta entre los 6 diseños de mezcla asfáltica.

vii. Conclusión de la prueba ANOVA:

De los seis diseños efectuados, los datos evidencian que, por lo menos uno de estos no es igual al nivel estadístico. Por tanto, los diseños de mezcla asfáltica en caliente presentan diferencias según el porcentaje de ceniza de caña añadida, con respecto a la densidad.

Finalmente, hubo la necesidad de desarrollar las pruebas Post Hoc para la evaluación y determinación de los diseños diferentemente significativos.

viii. Prueba Post Hoc de Tukey:

- Comparaciones múltiples de Tukey:

Tabla 5.10. Comparaciones múltiples para densidad

Densidad		Diferencia de medias (I-J)	p-valor	Intervalo de confianza (95%)	
Mezcla (I)	Mezcla (J)			Inferior	Superior
0.0% de ceniza	0.2% de ceniza	-0.010*	0.000	-0.01	-0.01
	0.5% de ceniza	-0.030*	0.000	-0.03	-0.03
	1.0% de ceniza	-0.050**	0.000	-0.05	-0.05
	2.5% de ceniza	-0.050*	0.000	-0.05	-0.05
	4.0% de ceniza	-0.010*	0.000	-0.01	-0.01
0.2% de ceniza	0.5% de ceniza	-0.020*	0.000	-0.02	-0.02
	1.0% de ceniza	-0.040*	0.000	-0.04	-0.04
	2.5% de ceniza	-0.040*	0.000	-0.04	-0.04
	4.0% de ceniza	0.000	1.000	0.00	0.00
0.5% de ceniza	1.0% de ceniza	-0.020*	0.000	-0.02	-0.02
	2.5% de ceniza	-0.020*	0.000	-0.02	-0.02
	4.0% de ceniza	0.020*	0.000	0.02	0.02
1.0% de ceniza	2.5% de ceniza	0.000	1.000	0.00	0.00
	4.0% de ceniza	0.040*	0.000	0.04	0.04
2.5% de ceniza	4.0% de ceniza	0.040*	0.000	0.04	0.04

Nota. *significativo al 1%. ***significativo al 10%. **significativo al 5%. Datos procesados con los valores obtenido de los ensayos de laboratorio.

- Subconjuntos de la prueba de Tukey:

Tabla 5.11. Subconjuntos para densidad

Mezcla	N	Subconjunto para alfa = 0.05			
		1	2	3	4

0.0% de ceniza	9	2.30			
0.2% de ceniza	3		2.31		
4.0% de ceniza	3		2.31		
0.5% de ceniza	3			2.33	
1.0% de ceniza	3				2.35
2.5% de ceniza	3				2.35

Nota: Datos procesados con los valores obtenido de los ensayos de laboratorio.

ix. Análisis de la prueba de Tukey:

De la Tabla 5.10 se observa que existen diferencias significativas entre el diseño patrón (con 0% de ceniza) y los diseños con ceniza de caña añadida. Además, se observa que las medias de densidad de los diseños experimentales son mayores que la densidad de la mezcla patrón. Lo mismo se puede observar en la Tabla 5.11, ya que existen 4 subgrupos diferentes para densidad; asimismo, el valor de densidad aumentó según aumentó el porcentaje de ceniza añadida, de 0.2% a 2.5%, ya que con 4.0% la densidad cayó nuevamente.

x. Conclusión general:

Ya que existen diferencias entre las medias de densidad según el % de ceniza añadida a la mezcla asfáltica; además, conforme el % de adición aumentaba, también aumentaba el valor de la densidad, se concluye que la adición de ceniza de caña a la mezcla si influye de manera significativa y directa sobre la densidad de la mezcla. Por tanto, el hecho de añadir de ceniza de caña de maíz mejora significativamente la densidad de la mezcla asfáltica en caliente, Huancayo-2022.

5.3.3. Prueba de hipótesis específica 2

- i. Hipótesis a probar: La adición de ceniza de caña de maíz mejora significativamente los vacíos (VMA) de la mezcla asfáltica en caliente, Huancayo-2022.
- ii. Hipótesis estadísticas:

- H1: El porcentaje de vacíos (VMA) del diseño de mezclas asfálticas en caliente, según el porcentaje de ceniza añadida (0%, 0.2%; 0.5%; 1.0%; 2.5% y 4.0%) proviene de la misma población.
- H0: El porcentaje de vacíos (VMA) del diseño de mezclas asfálticas en caliente, según el porcentaje de ceniza añadida (0%, 0.2%; 0.5%; 1.0%; 2.5% y 4.0%) proviene diferentes poblaciones.

iii. Alfa de riesgo: $\alpha = 0.05$

iv. Prueba ANOVA:

Tabla 5.12. Prueba ANOVA para % de vacíos en mezcla

ANOVA		Suma de cuadrados	gl	F	p-value
% de vacíos en mezcla	Entre grupos	76.144	5	4.173	0.011
	Dentro de grupos	65.696	18		
	Total	141.840	23		

Nota: Datos procesados con información del ensayo Marshall de laboratorio.

Tabla 5.13. Prueba ANOVA para % de VMA

ANOVA		Suma de cuadrados	gl	F	p-value
Porcentaje de VMA (%)	Entre grupos	143.927	5	9.500	0.000
	Dentro de grupos	54.542	18		
	Total	198.470	23		

Nota: Datos procesados con información del ensayo Marshall de laboratorio.

Tabla 5.14. Prueba ANOVA para % de vacíos llenos de asfalto (%)

ANOVA		Suma de cuadrados	gl	F	p-value
Porcentaje de Vacíos llenos de asfalto (%)	Entre grupos	1927.371	5	4.878	0.005
	Dentro de grupos	1422.462	18		
	Total	3349.833	23		

Nota: Datos procesados con información del ensayo Marshall de laboratorio.

v. Regla de decisión estadística:

Cuando el p-value hallado con la ANOVA es menor al alfa de riesgo (0.05), se rechaza la H0; en otras palabras, existen diferencias significativas entre los ensayos de mezcla asfáltica, para porcentaje de vacíos llenos de asfalto (%); %VMA y % de vacíos llenos de asfalto.

vi. Análisis del ANOVA:

Lo mostrado en la Tabla 5.12, Tabla 5.13 y Tabla 5.14, muestran que la significancia, hallada con el ANOVA, fue de 0.00; para los 3 indicadores de % de vacíos. Por cuanto no es factible aceptar la H₀ es decir, las diferencias entre los 3 indicadores de % de vacíos son significativas entre los 6 diseños de mezcla asfáltica en caliente, según el porcentaje de ceniza añadida (0%, 0.2%; 0.5%; 1.0%; 2.5% y 4.0%), o que los diseños provienen de diferentes poblaciones. Es decir, los indicadores de % de vacíos entre los 6 diseños de mezcla asfáltica, son distintos.

vii. Conclusión de la prueba ANOVA:

De los seis diseños efectuados, los datos evidencian que, por lo menos uno de estos no es igual al nivel estadístico. Por tanto, los diseños de mezcla asfáltica en caliente presentan diferencias según el porcentaje de ceniza de caña añadida con respecto al porcentaje de vacíos llenos de asfalto (%); % VMA y % de vacíos llenos de asfalto.

viii. Prueba Post Hoc de Tukey:

- Comparaciones múltiples de Tukey:

Tabla 5.15. Comparaciones múltiples para % de vacíos en mezcla

% de vacíos en mezcla		Diferencia de medias (I-J)	p-valor	Intervalo de confianza (95%)	
Mezcla (I)	Mezcla (J)			Inferior	Superior
0.0% de ceniza	0.2% de ceniza	2.122	0.569	-1.925	6.169
	0.5% de ceniza	3.322	0.146	-0.725	7.369
	1.0% de ceniza	3.989***	0.055	-0.058	8.036
	2.5% de ceniza	3.989***	0.055	-0.058	8.036
	4.0% de ceniza	3.989***	0.055	-0.058	8.036
0.2% de ceniza	0.5% de ceniza	1.200	0.969	-3.757	6.157
	1.0% de ceniza	1.867	0.833	-3.090	6.824
	2.5% de ceniza	1.867	0.833	-3.090	6.824
	4.0% de ceniza	1.867	0.833	-3.090	6.824
0.5% de ceniza	1.0% de ceniza	0.667	0.998	-4.290	5.624
	2.5% de ceniza	0.667	0.998	-4.290	5.624
	4.0% de ceniza	0.667	0.998	-4.290	5.624

1.0% de ceniza	2.5% de ceniza	0.000	1.000	-4.957	4.957
	4.0% de ceniza	0.000	1.000	-4.957	4.957
2.5% de ceniza	4.0% de ceniza	0.000	1.000	-4.957	4.957

Nota. *significativo al 1%. ***significativo al 10%. **significativo al 5%. Datos procesados con los valores obtenido de los ensayos de laboratorio.

Tabla 5.16. Comparaciones múltiples para % VMA

% de Vacíos de Material Agregados (VMA)		Diferencia de medias (I-J)	p-valor	Intervalo de confianza (95%)	
Mezcla (I)	Mezcla (J)			Inferior	Superior
0.0% de ceniza	0.2% de ceniza	4.844*	0.006	1.156	8.5325
	0.5% de ceniza	5.644*	0.001	1.956	9.3325
	1.0% de ceniza	5.678*	0.001	1.989	9.3658
	2.5% de ceniza	4.278**	0.018	0.589	7.9658
	4.0% de ceniza	1.478	0.795	-2.210	5.165
0.2% de ceniza	0.5% de ceniza	0.800	0.992	-3.716	5.316
	1.0% de ceniza	0.833	0.991	-3.683	5.350
	2.5% de ceniza	-0.567	0.998	-5.083	3.950
	4.0% de ceniza	-3.367	0.219	-7.883	1.150
0.5% de ceniza	1.0% de ceniza	0.033	1.000	-4.483	4.550
	2.5% de ceniza	-1.367	0.924	-5.883	3.150
	4.0% de ceniza	-4.167***	0.081	-8.683	0.350
1.0% de ceniza	2.5% de ceniza	-1.400	0.917	-5.916	3.116
	4.0% de ceniza	-4.200***	0.077	-8.716	0.316
2.5% de ceniza	4.0% de ceniza	-2.800	0.395	-7.316	1.716

Nota. *significativo al 1%. ***significativo al 10%. **significativo al 5%. Datos procesados con los valores obtenido de los ensayos de laboratorio.

Tabla 5.17. Comparaciones múltiples para vacíos llenos de asfalto (%)

Vacíos llenos de asfalto (%)		Diferencia de medias (I-J)	p-valor	Intervalo de confianza (95%)	
Mezcla (I)	Mezcla (J)			Inferior	Superior
0.0% de ceniza	0.2% de ceniza	4.088	0.981	-14.7455	22.9233
	0.5% de ceniza	-5.011	0.955	-23.8455	13.8233
	1.0% de ceniza	-11.944	0.372	-30.7788	6.8899
	2.5% de ceniza	-16.511	0.106	-35.3455	2.3233
	4.0% de ceniza	-22.978**	0.012	-41.8122	-4.1434
0.2% de ceniza	0.5% de ceniza	-9.100	0.805	-32.1673	13.9673
	1.0% de ceniza	-16.033	0.281	-39.1007	7.0340
	2.5% de ceniza	-20.60***	0.096	-43.6673	2.4673
	4.0% de ceniza	-27.067**	0.016	-50.1340	-3.9993
0.5% de ceniza	1.0% de ceniza	-6.933	0.926	-30.0007	16.1340
	2.5% de ceniza	-11.500	0.618	-34.5673	11.5673
	4.0% de ceniza	-17.966	0.183	-41.0340	5.1007

1.0% de ceniza	2.5% de ceniza	-4.566	0.987	-27.6340	18.5007
	4.0% de ceniza	-11.033	0.657	-34.1007	12.0340
2.5% de ceniza	4.0% de ceniza	-6.466	0.944	-29.5340	16.6007

Nota. *significativo al 1%. ***significativo al 10%. **significativo al 5%. Datos procesados con los valores obtenido de los ensayos de laboratorio.

- Subconjuntos de la prueba de Tukey:

Tabla 5.18. Subconjuntos para % de vacíos en mezcla

Mezcla	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
		1	
1.0% de ceniza	3	3.3667	
2.5% de ceniza	3	3.3667	
4.0% de ceniza	3	3.3667	
0.5% de ceniza	3	4.0333	
0.2% de ceniza	3	5.2333	
0.0% de ceniza	9	7.3556	

Nota: Datos procesados con los valores obtenido de los ensayos de laboratorio.

Tabla 5.19. Subconjuntos para % VMA

Mezcla	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
		1	2
1.0% de ceniza	3	9.1333	
0.5% de ceniza	3	9.1667	
0.2% de ceniza	3	9.9667	
2.5% de ceniza	3	10.5333	
4.0% de ceniza	3	13.3333	13.3333
0.0% de ceniza	9		14.8111

Nota: Datos procesados con los valores obtenido de los ensayos de laboratorio.

Tabla 5.20. Subconjuntos para vacíos llenos de asfalto (%)

Mezcla	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
		1	2
0.2% de ceniza	3	47.7000	
0.0% de ceniza	9	51.7889	
0.5% de ceniza	3	56.8000	56.8000
1.0% de ceniza	3	63.7333	63.7333
2.5% de ceniza	3	68.3000	68.3000
4.0% de ceniza	3		74.7667

Nota: Datos procesados con los valores obtenido de los ensayos de laboratorio.

- ix. Análisis de la prueba de Tukey:

De la Tabla 5.15, se observa que existen diferencias significativas con las medias de % de vacíos en mezcla, entre el diseño de mezcla patrón y las mezclas con 1.0%, 2.5% y 4.0% de ceniza; esta significancia al 10% de error (p -valor=0.055). Además, en la Tabla 5.18, se menciona que la media del % de vacíos en mezcla fue menor según se aumentaba el % de ceniza añadida a la mezcla. Es decir, la influencia fue indirecta para % de vacíos.

Con respecto al % de VMA, en la Tabla 5.16, se observa que entre el diseño de mezcla patrón (0% de ceniza) y los diseños experimentales (0.2%, 0.5%, 1.0% y 2.5%) existen diferencias significativas; es decir, son diferentes. Además, la media de % de VMA disminuyó de 14.81% (0% de ceniza) a 9.13% (1% de ceniza); no obstante, no se comprueba que a mayor adición de ceniza el % de VMA disminuía, ya que el diseño con 4.0% de ceniza fue de 13.33%, valor mayor que el diseño con 1.0% de ceniza añadida (9.13% de ceniza añadida). Sin embargo, ningún diseño experimental tuvo un % de VMA mayor al diseño patrón (ver Tabla 5.19); es decir, la influencia de añadir ceniza a la mezcla fue indirecta para el % de VMA.

Por el lado de vacíos llenos de asfalto (%), en la Tabla 5.17 se observa que solo existen diferencias significativas entre el diseño patrón con 0.0% de ceniza y el diseño con 4.0% de ceniza añadida. Asimismo, se observó que entre el diseño con 0.2% de ceniza es diferente significativamente entre los diseños con 2.5% y 4.0% de ceniza añadida. Además, se observa que según se añada % de ceniza al diseño se mezcla asfáltica (ver Tabla 5.20) el % de vacíos llenos de asfalto aumentaba, alegando que la influencia de la ceniza de caña influye directamente sobre el indicador.

x. Conclusión general:

Para el % de vacíos en mezcla y el % de VMA, se evidenciaron diferencias significativas entre el diseño patrón y los diseños experimentales; asimismo, se observó que la influencia de añadir ceniza de caña al diseño de mezcla asfáltica fue indirecta; es decir en ambos casos al añadir el aditivo el % de los 2 indicadores disminuía. Con respecto al % de vacíos llenos de asfalto, solo el diseño con 4.0% de ceniza fue distinta significativamente con respecto al diseño

patrón (0.0% de ceniza); además, que al aumentar el % de ceniza, el % de vacíos llenos de asfalta aumentaba. Con estos resultados, queda comprobada la hipótesis planteada; en otras palabras, añadir ceniza de caña de maíz mejora significativamente el % de vacíos de la mezcla asfáltica en caliente, Huancayo-2022.

5.3.4. Prueba de hipótesis específica 3

- i. Hipótesis a probar: La adición de ceniza de caña de maíz mejora significativamente el peso específico de la mezcla asfáltica en caliente, Huancayo-2022.
- ii. Hipótesis estadísticas:
 - H1: El peso específico del diseño de mezclas asfálticas en caliente, según el porcentaje de ceniza añadida (0%, 0.2%; 0.5%; 1.0%; 2.5% y 4.0%) proviene de la misma población.
 - H0: El peso específico del diseño de mezclas asfálticas en caliente, según el porcentaje de ceniza añadida (0%, 0.2%; 0.5%; 1.0%; 2.5% y 4.0%) proviene de diferentes poblaciones.
- iii. Alfa de riesgo: $\alpha = 0.05$
- iv. Prueba ANOVA:

Tabla 5.21. Prueba ANOVA para peso específico

ANOVA		Suma de cuadrados	gl	F	p-value
Peso específico Bulk (gr/cm ³)	Entre grupos	0.012	5	1.078	0.405
	Dentro de grupos	0.039	18		
	Total	0.051	23		

Nota: Datos procesados con información del ensayo Marshall de laboratorio.

- v. Regla de decisión estadística:

Cuando el p-value hallado con la ANOVA es menor al alfa de riesgo (0.05), se rechaza la H0; en otras palabras, existen diferencias significativas entre los ensayos de mezcla asfáltica.

vi. Análisis del ANOVA:

Lo mostrado en la Tabla 5.21 indica que la significancia, hallada con el ANOVA, fue de 0.405; con este resultado se acepta la H₀; es decir, las diferencias, del peso específico no son significativas entre los distintos diseños de mezcla asfáltica en caliente, según el porcentaje de ceniza añadida (0%, 0.2%; 0.5%; 1.0%; 2.5% y 4.0%). Es decir, el peso específico es igual entre los 6 diseños de mezcla asfáltica.

vii. Conclusión de la prueba ANOVA:

De los seis diseños efectuados, los datos evidencian que, ninguno es diferente entre ellos a nivel estadístico. Por tanto, no existen diferencias entre los diseños de mezcla asfáltica en caliente según el porcentaje de ceniza de caña añadida, con respecto al peso específico.

viii. Prueba Post Hoc de Tukey:

- Comparaciones múltiples de Tukey:

Tabla 5.22. Comparaciones múltiples para peso específico

Peso específico Bulk (gr/cm ³)		Diferencia de medias (I-J)	p-valor	Intervalo de confianza (95%)	
Mezcla (I)	Mezcla (J)			Inferior	Superior
0.0% de ceniza	0.2% de ceniza	-0.01367	0.998	-0.1122	0.0849
	0.5% de ceniza	-0.04167	0.758	-0.1402	0.0569
	1.0% de ceniza	-0.05300	0.544	-0.1516	0.0456
	2.5% de ceniza	-0.05333	0.537	-0.1519	0.0452
	4.0% de ceniza	-0.01567	0.995	-0.1142	0.0829
0.2% de ceniza	0.5% de ceniza	-0.02800	0.974	-0.1487	0.0927
	1.0% de ceniza	-0.03933	0.900	-0.1601	0.0814
	2.5% de ceniza	-0.03967	0.897	-0.1604	0.0811
	4.0% de ceniza	-0.00200	1.000	-0.1227	0.1187
0.5% de ceniza	1.0% de ceniza	-0.01133	1.000	-0.1321	0.1094
	2.5% de ceniza	-0.01167	1.000	-0.1324	0.1091
	4.0% de ceniza	0.02600	0.981	-0.0947	0.1467
1.0% de ceniza	2.5% de ceniza	-0.00033	1.000	-0.1211	0.1204
	4.0% de ceniza	0.03733	0.918	-0.0834	0.1581
2.5% de ceniza	4.0% de ceniza	0.03767	0.915	-0.0831	0.1584

Nota. *significativo al 1%. ***significativo al 10%. **significativo al 5%. Datos procesados con los valores obtenido de los ensayos de laboratorio.

- Subconjuntos de la prueba de Tukey:

Tabla 5.23. Subconjuntos para el peso específico

Mezcla	N	Subconjunto para alfa = 0.05
		1
0.0% de ceniza	9	2.2923
0.2% de ceniza	3	2.3060
4.0% de ceniza	3	2.3080
0.5% de ceniza	3	2.3340
1.0% de ceniza	3	2.3453
2.5% de ceniza	3	2.3457

Nota: Datos procesados con los valores obtenido de los ensayos de laboratorio.

ix. Análisis de la prueba de Tukey:

De la Tabla 5.22 se observa que el p-valor de las comparaciones múltiples es superior a 0.05 en todos los casos; ello indica que, entre los diseños comparados, no existen diferencias entre sus medias. Esto mismo se observa en la Tabla 5.23, ya que todos los diseños solo pertenecen a un solo grupo. No obstante, se evidencia un ligero aumento entre las medias según aumenta el % de ceniza añadida; pero no son significativas.

x. Conclusión general:

Se rechaza la hipótesis del investigador; es decir, la adición de ceniza de caña de maíz no mejora ni influye significativamente el peso específico de la mezcla asfáltica en caliente, Huancayo-2022.

5.3.5. Prueba de hipótesis específica 4

- Hipótesis a probar: La adición de ceniza de caña de maíz mejora significativamente la estabilidad de la mezcla asfáltica en caliente, Huancayo-2022.
- Hipótesis estadísticas:
 - H1: La estabilidad del diseño de mezclas asfálticas en caliente, según el porcentaje de ceniza añadida (0%, 0.2%; 0.5%; 1.0%; 2.5% y 4.0%) proviene de la misma población.

- H0: La estabilidad del diseño de mezclas asfálticas en caliente, según el porcentaje de ceniza añadida (0%, 0.2%; 0.5%; 1.0%; 2.5% y 4.0%) proviene de diferentes poblaciones.

iii. Alfa de riesgo: $\alpha = 0.05$

iv. Prueba ANOVA:

Tabla 5.24. Prueba ANOVA para estabilidad

ANOVA		Suma de cuadrados	gl	F	p-value
Estabilidad corregida (KN)	Entre grupos	152.990	5	21.876	0.000
	Dentro de grupos	25.177	18		
	Total	178.167	23		

Nota: Datos procesados con información del ensayo Marshall de laboratorio.

v. Regla de decisión estadística:

Cuando el p-value hallado con la ANOVA es menor al alfa de riesgo (0.05), se rechaza la H0; en otras palabras, existen diferencias significativas entre los ensayos de mezcla asfáltica, con respecto a la estabilidad.

vi. Análisis del ANOVA:

Lo mostrado en la Tabla 5.24 indica que la significancia, hallada con el ANOVA, fue de 0.00; por cuanto no es factible aceptar la H0 es decir, las diferencias para estabilidad, son significativas entre los distintos diseños de mezcla asfáltica en caliente, según el porcentaje de ceniza añadida (0%, 0.2%; 0.5%; 1.0%; 2.5% y 4.0%). Es decir, la estabilidad es distinta entre los 6 diseños de mezcla asfáltica.

vii. Conclusión de la prueba ANOVA:

De los seis diseños efectuados, los datos evidencian que, por lo menos uno de estos no es igual al nivel estadístico. Por tanto, los diseños de mezcla asfáltica en caliente presentan diferencias según el porcentaje de ceniza de caña añadida, con respecto a la estabilidad.

Finalmente, hubo la necesidad de desarrollar las pruebas Post Hoc para la evaluación y determinación de los diseños diferentemente significativos.

viii. Prueba Post Hoc de Tukey:

- Comparaciones múltiples de Tukey:

Tabla 5.25. Comparaciones múltiples para estabilidad

Estabilidad corregida (KN)		Diferencia de medias (I-J)	p-valor	Intervalo de confianza (95%)	
Mezcla (I)	Mezcla (J)			Inferior	Superior
0.0% de ceniza	0.2% de ceniza	-7.70667*	0.000	-10.2124	-5.2010
	0.5% de ceniza	-3.41667*	0.005	-5.9224	-0.9110
	1.0% de ceniza	-3.12000*	0.010	-5.6257	-0.6143
	2.5% de ceniza	-2.75000**	0.027	-5.2557	-0.2443
	4.0% de ceniza	-0.32000	0.998	-2.8257	2.1857
0.2% de ceniza	0.5% de ceniza	4.29000*	0.004	1.2211	7.3589
	1.0% de ceniza	4.58667*	0.002	1.5178	7.6555
	2.5% de ceniza	4.95667*	0.001	1.8878	8.0255
	4.0% de ceniza	7.38667*	0.000	4.3178	10.4555
0.5% de ceniza	1.0% de ceniza	0.29667	1.000	-2.7722	3.3655
	2.5% de ceniza	0.66667	0.981	-2.4022	3.7355
	4.0% de ceniza	3.09667**	0.047	0.0278	6.1655
1.0% de ceniza	2.5% de ceniza	0.37000	0.999	-2.6989	3.4389
	4.0% de ceniza	2.80000***	0.086	-0.2689	5.8689
2.5% de ceniza	4.0% de ceniza	2.43000	0.171	-0.6389	5.4989

Nota. *significativo al 1%. ***significativo al 10%. **significativo al 5%. Datos procesados con los valores obtenido de los ensayos de laboratorio.

- Subconjuntos de la prueba de Tukey:

Tabla 5.26. Subconjuntos para estabilidad

Mezcla	N	Subconjunto para alfa = 0.05			
		1	2	3	4
0.0% de ceniza	9	9.3500			
4.0% de ceniza	3	9.6700	9.6700		
2.5% de ceniza	3	12.1000	12.1000	12.1000	
1.0% de ceniza	3		12.4700	12.4700	
0.5% de ceniza	3			12.7667	
0.2% de ceniza	3				17.0567

Nota: Datos procesados con los valores obtenido de los ensayos de laboratorio.

ix. Análisis de la prueba de Tukey:

De la Tabla 5.25 se observa que las diferencias entre el diseño patrón con 0.2%, 0.5%, 1.0% y 2.5% de ceniza, son significativas. Mientras con el diseño de 4.0% no se evidenció significancia. De esto se puede mencionar que añadir ceniza de caña a la mezcla asfáltica en caliente mejora su estabilidad. Además, en la Tabla 5.26, se observa que según se agrega mayor porcentaje de ceniza de caña a la mezcla, su estabilidad aumenta y mejora; brindando mayor calidad a la mezcla en caliente.

x. Conclusión general:

Se acepta la hipótesis planteada, la adición de ceniza de caña de maíz mejora significativamente la estabilidad de la mezcla asfáltica en caliente, Huancayo-2022.

5.3.6. Prueba de hipótesis específica 5

i. Hipótesis a probar: La influencia de la adición de ceniza de caña de maíz mejora el flujo de la mezcla asfáltica en caliente, Huancayo-2022.

ii. Hipótesis estadísticas:

1. H1: El flujo del diseño de mezclas asfálticas en caliente, según el porcentaje de ceniza añadida (0%, 0.2%; 0.5%; 1.0%; 2.5% y 4.0%) proviene de la misma población.

2. H0: El flujo del diseño de mezclas asfálticas en caliente, según el porcentaje de ceniza añadida (0%, 0.2%; 0.5%; 1.0%; 2.5% y 4.0%) proviene diferentes poblaciones.

iii. Alfa de riesgo: $\alpha = 0.05$

iv. Prueba ANOVA:

Tabla 5.27. Prueba ANOVA para flujo

ANOVA		Suma de cuadrados	gl	F	p-value
Flujo (mm)	Entre grupos	13.866	5	5.705	0.003

	Dentro de grupos	8.750	18		
	Total	22.616	23		

Nota: Datos procesados con información del ensayo Marshall de laboratorio.

v. Regla de decisión estadística:

Cuando el p-value hallado con la ANOVA es menor al alfa de riesgo (0.05), se rechaza la H_0 ; en otras palabras, existen diferencias significativas entre los ensayos de mezcla asfáltica.

vi. Análisis del ANOVA:

Lo mostrado en la Tabla 5.27 indica que la significancia, hallada con el ANOVA, fue de 0.003; por cuanto no es factible aceptar la H_0 ; es decir, las diferencias en el flujo, son significativas entre los distintos diseños de mezcla asfáltica en caliente, según el porcentaje de ceniza añadida (0%, 0.2%; 0.5%; 1.0%; 2.5% y 4.0%), o que los diseños provienen de poblaciones diferentes. Es decir, el flujo es distinta entre los 6 diseños de mezcla asfáltica.

vii. Conclusión de la prueba ANOVA:

De los seis diseños efectuados, los datos evidencian que, por lo menos uno de estos no es igual al nivel estadístico. Por tanto, los diseños de mezcla asfáltica en caliente presentan diferencias según el porcentaje de ceniza de caña añadida, con respecto al flujo

viii. Prueba Post Hoc de Tukey:

1. Comparaciones múltiples de Tukey:

Tabla 5.28. Comparaciones múltiples para flujo

Flujo (mm)		Diferencia de medias (I-J)	p-valor	Intervalo de confianza (95%)	
Mezcla (I)	Mezcla (J)			Inferior	Superior
0.0% de ceniza	0.2% de ceniza	-0.15556	0.999	-1.6327	1.3216
	0.5% de ceniza	-1.19222	0.157	-2.6694	0.2850
	1.0% de ceniza	-1.46889***	0.052	-2.9461	0.0083
	2.5% de ceniza	-1,61889**	0.027	-3.0961	-0.1417
	4.0% de ceniza	-1,80889**	0.012	-3.2861	-0.3317
0.2% de ceniza	0.5% de ceniza	-1.03667	0.478	-2.8458	0.7725

	1.0% de ceniza	-1.31333	0.241	-3.1225	0.4958
	2.5% de ceniza	-1.46333	0.156	-3.2725	0.3458
	4.0% de ceniza	-1.65333***	0.085	-3.4625	0.1558
0.5% de ceniza	1.0% de ceniza	-0.27667	0.996	-2.0858	1.5325
	2.5% de ceniza	-0.42667	0.973	-2.2358	1.3825
	4.0% de ceniza	-0.61667	0.882	-2.4258	1.1925
1.0% de ceniza	2.5% de ceniza	-0.15000	1.000	-1.9592	1.6592
	4.0% de ceniza	-0.34000	0.990	-2.1492	1.4692
2.5% de ceniza	4.0% de ceniza	-0.19000	0.999	-1.9992	1.6192

Nota. *significativo al 1%. ***significativo al 10%. **significativo al 5%. Datos procesados con los valores obtenido de los ensayos de laboratorio.

2. Subconjuntos de la prueba de Tukey:

Tabla 5.29. Subconjuntos para flujo

Mezcla	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
		1	2
0.0% de ceniza	9	3.1811	
0.2% de ceniza	3	3.3367	3.3367
0.5% de ceniza	3	4.3733	4.3733
1.0% de ceniza	3	4.6500	4.6500
2.5% de ceniza	3	4.8000	4.8000
4.0% de ceniza	3		4.9900

Nota: Datos procesados con los valores obtenido de los ensayos de laboratorio.

ix. Análisis de la prueba de Tukey:

De la Tabla 5.28, se observa que existen diferencias significativas entre el diseño patrón y los diseños experimentales con 1.0%, 2.5% y 4.0% de ceniza. Mientras con los diseños con 0.0% y 0.2, las diferencias no son significativas. Empero, al ver la Tabla 5.29 se percibe que al agregar ceniza de caña al diseño de mezcla el flujo se incrementa.

x. Conclusión general:

Se acepta la hipótesis de investigación; es decir, la influencia de la adición de ceniza de caña de maíz incrementa el flujo de la mezcla asfáltica en caliente, Huancayo-2022.

5.3.7. Prueba de la hipótesis general

i. Hipótesis general a probar:

La adición de ceniza de caña de maíz mejora las propiedades físicas y mecánicas de la mezcla asfáltica en caliente, Huancayo-2022.

ii. Pruebas:

Tabla 5.30. Análisis de la significancia de la prueba de diferencia de medias, según indicadores

	Indicador	Mezcla patrón	Mezclas experimentales	p-valor
Propiedades físicas	Densidad	0.0% de ceniza	1.0% de ceniza	0.000
			2.5% de ceniza	0.000
			4.0% de ceniza	0.000
	% de vacíos en mezcla	0.0% de ceniza	1.0% de ceniza	0.055
			2.5% de ceniza	0.055
			4.0% de ceniza	0.055
	% de VMA	0.0% de ceniza	0.2% de ceniza	0.006
			0.5% de ceniza	0.001
			1.0% de ceniza	0.001
			2.5% de ceniza	0.018
Vacíos llenos de asfalto (%)	0.0% de ceniza	4.0% de ceniza	0.012	
Peso específico	No se presentó significancia estadística			
Propiedades Mecánicas	Estabilidad	0.0% de ceniza	0.2% de ceniza	0.000
			0.5% de ceniza	0.005
			1.0% de ceniza	0.010
			2.5% de ceniza	0.027
	Flujo	0.0% de ceniza	1.0% de ceniza	0.052
			2.5% de ceniza	0.027
			4.0% de ceniza	0.012

iii. Análisis y conclusión:

De la Tabla 5.30, en cuanto a las propiedades físicas de la mezcla asfáltica, se observa que la densidad y el % de vacíos son distintos a nivel estadístico con respecto a la muestra patrón. No obstante, para peso específico, no existen diferencias significativas; empero, en los indicadores, al añadir ceniza de caña mejora su valor. Por el lado de las propiedades mecánicas, la estabilidad y flujo de los diseños experimentales son diferentes significativamente que el diseño patrón; además, que sus medias aumentan según aumenta el % de ceniza de caña añadida. Por tanto, se acepta la hipótesis de investigación la adición de ceniza de

caña de maíz mejora las propiedades físicas y mecánicas de la mezcla asfáltica en caliente, Huancayo-2022.

CAPÍTULO VI ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

6.1. Descripción de los resultados obtenidos en relación con los objetivos de la investigación

Por medio de los resultados, se ha logrado establecer que añadiendo la ceniza de la caña de maíz se puede mejorar de manera significativa las propiedades mecánicas y físicas de la mezcla asfáltica en caliente. Esto, dado que al agregar ceniza de maíz al 2.5% evidencia un menor porcentaje de vacíos de mezcla, mejora la densidad de la mezcla, favorece significativamente la flexibilidad y la estabilidad de la mezcla; se especifica a un 2.5%, dado que este porcentaje evidencia mejores resultados en cada uno de sus componentes. Estos datos se pueden corroborar con un nivel de confianza al 90.0%.

Desde el entendimiento práctico de Qi et al. (2020) se aprecia la importancia y relevancia del uso de la ceniza de caña de maíz, dado que los autores señalan que esta materia es uno de los más complementos cementicios más abundantes y renovales que favorece las propiedades de la mezcla asfáltica, toda vez que muy aparte de mejorar las propiedades mecánicas y/o físicas, estas contribuyen en la disminución del CO₂ ya que evita la menor concentración de cemento.

Desde esa postura puede evidenciarse que, ciertamente ya se estuvo avizorando los beneficios de la ceniza de la caña de maíz en las propiedades químicas y físicas en

las mezclas asfálticas. Efectivamente, existen muchos aditivos orgánicos que contribuyen de manera significativa en la estabilidad, flujo, densidad, en la reducción del porcentaje de vacío. En esa línea, en la indagación de Farfán y Flores (2019) por medio del análisis de las propiedades físico y mecánica través del aditivo de la caña de maíz con 6.0%, 6.5%, 7.0% y 7.5% mejora significativamente las cualidades de la mezcla del asfalto.

En esa misma postura, en la pesquisa de Zambrano (2020) se evidenció que, por medio aditivo de la ceniza cascara de arroz con un porcentaje al 5.0% puede mejorarse de manera significativa las propiedades físico-mecánicas de la mezcla del asfalto, la mejora se evidenció en una mejora al 4.37% de la estabilidad, en un 1.22% en peso específico, a la disminución de vacíos de aire en un 3.74%. De manera similar, en la indagación de Paricaguán y Muñoz (2019) se pudo establecer que, por medio de la adición de las fibras de bagazo y caña de maíz mejora las propiedades físico-mecánicas sobre en la falla dúctil y la prevención de aparición de grietas. Sobre estos hallazgos, puede evidenciarse ciertamente la influencia positiva de los aditivos organismos en los componentes físico-químicos del asfalto.

Así también, Mariano (2021), evidenció que por medio de aditivo de las de la ceniza de caña de maíz, se influye positivamente en el desempeño mecánico del asfalto, ya que esta materia puede reemplazar el 100% de la fibra celulosa y potenciar el escurrimiento de la mezcla. No obstante, no todos los aditivos parecen favorecer los componentes físicos y mecánicos del asfalto, así lo evidenció Castro y León (2019) por medio de la experimentación con aditivo de caucho reciclado, mostrando que la alcanzaron una densidad de 2358 gr/cm³, vacíos en un 6.0%, 17.2% de VMA y 65% VFA, datos que se interpretaron en el incremento del 1.01% de disminución de densidad, un incremento al 25.0% de vacíos, el incremento del %VMA y la disminución del % VFA.

De esta manera, se evidencia que adición de la ceniza de caña de maíz y entre otros aditivos como la caña de maíz y ceniza de arroz puede mejorar positivamente las características físicas químicos de la mezcla del asfalto. Ahora bien, líneas puede evidenciarse el grado de contribución de los aditivos en relación a la ceniza de caña de maíz y demás aditivos.

Respecto al primer objetivo, los resultados avizoraron que añadiendo ceniza de caña de maíz se puede mejorar el nivel de densidad de la mezcla en caliente, toda vez que el nivel de significancia estimado por la prueba Anova fue de 0.000; es decir, por medio de la adición de la ceniza de maíz se evidencian diferencias significativas en menores espacios entre el árido y el asfalto, evidenciándose así una mejor durabilidad y resistencia del asfalto.

Acerca de la densidad, el Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2018) ha referido que el nivel de compactación puede influir de manera definitiva en la densidad del pavimento. De esta manera, puede explicarse que añadiendo la ceniza de caña de maíz permite la mejor adhesión de los componentes asfálticos. Resultados semejantes se estimó en la indagación de Tueros (2017) que con la adición de polvo de caucho en proporciones de 1%, 2% y 3% se mejoró la durabilidad del asfalto en un 57% en relación a la mezcla asfáltica normal.

Comparando, en la presente pesquisa también se halló la mejora de la densidad con agregado de ceniza de caña de maíz al 0.2% de ceniza al 0.5% de ceniza, al 1.0% de ceniza, al 2.5% de ceniza, al 4.0% de ceniza, denotando que una alta densidad en porcentajes de 2.5% y 4.0% de aditivo, lo cual se reflejó en una mejora de la densidad en comparación del agregado convencional y el agregado de polvo de caucho; concluyendo así que la ceniza de caña de maíz evidencia mejores resultados para en el incremento de la densidad.

Respecto al segundo objetivo, sobre los efectos en la disminución del porcentaje de vacíos; se halló que el aditivo de la ceniza de caña de maíz impacta de manera positiva y significativa en los vacíos (VMA) de la mezcla asfáltica en caliente, toda vez que el nivel de significancia fue de 0.011, lo cual demuestra que existen diferencias significativas entre el % de vacíos en mezcla asfáltica sin aditivos y con aditivos de ceniza de caña de maíz. Además, la diferencia fue más significativa con adición al 1.0% de ceniza, al 2.5% de ceniza y al 4.0% de ceniza evidenciándose en una diferencia 3.98888 en cada uno de estos porcentajes.

Sobre este punto, el MTC (2015) ha señalado que el porcentaje de los vacíos comprende uno de los parámetros para evaluar el estado de compactación en los proyectos de pavimentación. Además, el MTC E 505 (2018) especifica que los vacíos

son los espacios son los espacios libres entre las partículas de agregado en un pavimento. En ese sentido, por medio de los resultados puede avizorarse que los vacíos reducen agregando el aditivo de la ceniza, toda vez que, al adherir este material dentro de la mezcla el aire entre los elementos de la mezcla disminuye significativamente. De ello, se asume su influencia positiva en las propiedades físicas denotándose en una mayor densidad y estabilidad de la mezcla.

Sobre este hallazgo, en la indagación de Mohamed et al. (2020) también evidenció la posibilidad de emplear de forma parcial (25%, 50%, 75%) la ceniza de paja de arroz para mejorar el nivel de vacíos, la reducción de surcos e incrementar la tracción indirecta. Por su parte, en la indagación de Suriano (2018) se demostró que, al agregar cenizas volantes, agregados y bitúmenes, resultan se puede mejorar de manera significativa la trabajabilidad de la mezcla, toda vez que esta mejora la cohesión entre las partículas evidenciando menores vacíos en la mezcla asfáltica.

En esa línea, también se cuenta con la indagación de Liu et al. (2019) quien develó que, con el aditivo de la ceniza vegetal *lixivium* se mejora de manera positiva la adhesión de la interface asfalto-agregado, esto con mayor consideración en temperaturas altas. Por su parte, como experimento para mejorar el % de los vacíos en los vacíos de aire la mezcla asfáltica con aditivo de ceniza de cáscara de maíz, Zambrano (2020) a través de la adicción de este aditivo evidenció una disminución del 3.74% del porcentaje de vacíos. Comparando, por medio de la adición de la ceniza de caña de maíz se evidencia una disminución significativa; entonces, con la caña de maíz también se puede tener resultados positivos y hasta mejores.

Respecto al tercer objetivo específico, por medio de los resultados se avizó la inexistencia de una influencia del aditivo de la ceniza de caña de maíz en la mejora del peso específico en la mezcla asfáltica en caliente. Ya que, agregando el aditivo en porcentaje de 0.2% de ceniza, en 0.5% de ceniza, en 1.0% de ceniza, en 2.5% de ceniza y 4.0% de ceniza, en ninguno de los casos se evidenció diferencias significativas para un mejor peso específico, cuyo valor p fue igual a 0.405, denotando la inexistencia de influencia entre las categorías.

Sobre el peso específico, el MTC (2015) ha referido que el peso específico, también comprendido como la densidad específica, estipulando que el peso una

sustancia y el volumen deben ser proporcionales. En ese sentido, por medio de la adición de la ceniza de caña de maíz no se ha podido mejorar el peso específico de la mezcla. No obstante, según investigaciones de Zambrano (2020) por medio de la cáscara de arroz si se puede mejorar el peso específico de la mezcla asfáltica aumentando en un 1.22% en comparación a la mezcla asfáltica sin ceniza.

Respecto al cuarto objetivo, se pudo establecer con nivel de significancia de 0.000 calculado por la prueba Anova la influencia significativa que tiene la adicción de ceniza de caña de maíz en la mejor estabilidad de la mezcla asfáltica en caliente. Dado que, al agregar 0.2% de ceniza, 0.5% de ceniza, 1.0% de ceniza y 2.5% de ceniza incrementa proporcionalmente el nivel de estabilidad de mezcla asfáltica; no obstante, al agregar el aditivo al 4.0% de ceniza, el nivel de estabilidad de la mezcla disminuye; en ese sentido, de los valores hallados se puede afirmar que existe una mejor estabilidad con agregado al 2.5% de ceniza de caña de maíz.

Sobre ello, el Departamento de Transporte de Carolina del Norte, (2012) refirió que la estabilidad está determinada directamente por el nivel de capacidad a la resistencia de deformación como ondas, surcos o sangrado, ello en consideración de la carga del vehículo y al nivel de tráfico. Además, señala que la estabilidad debe ser alta, pero no demasiada alta ya que el revestimiento se endurezca y se agriete de manera rápida. En este sentido, por medio de la adhesión de la ceniza de caña de maíz se puede mejorar la resistencia ante la deformación y el agrietamiento, toda vez los valores modificados de la resistencia se encuentran dentro de los parámetros normativos.

Así también, se evidenció mejoras significativas de la estabilidad de la mezcla en caliente por medio del aditivo de las animas de grasas, tal como lo señaló Gibaja (2018) las aminas grasas con adhesión al 0.7% con respecto a la mezcla en caliente mejoró en un 47% mejorando la estabilidad y la flexibilidad del asfalto. Por otro lado, en la indagación de Mariano (2021) cuya experimentación la desarrolló con fibra y ceniza del bagazo de caña de maíz para mejorar la estabilidad de la mezcla, evidenció que la modificación de la mezcla evidencia una menor estabilidad, reduciéndose en un 17.25% con respecto a la mezcla convencional; de ello, afirmó que la mala adicción

puede perjudicar la estabilidad del asfalto, toda vez que existe una mayor deformación y poca resistencia.

Por otro lado, Zambrano (2020) si pudo mejorar la estabilidad de la mezcla de pavimento por medio de la adición de ceniza de cáscara de arroz, evidenciado en una influencia positiva del 4.37% con respecto a la mezcla asfáltica sin ceniza. En comparación, con el aditivo de la mezcla de caña de maíz se puede incrementar la estabilidad de mezcla, evidenciándose igualmente la mejora significativa y hasta mejor que la ceniza de cáscara de arroz.

Respecto al quinto objetivo, con los resultados hallados se evidenció que la flexibilidad o flujo de la mezcla asfáltica en caliente puede mejorar significativamente con la adición de ceniza de caña de maíz, dato que se corroboró con el p valor de 0.003; lo cual demostró las diferencias significativas entre la mezcla sin ceniza y la mezcla con ceniza; además, se pudo evidenciar que por medio de la adhesión al 2.5% de ceniza y 4.0% de ceniza se evidencia un menor porcentaje de flujo; es decir, al incrementar la ceniza de caña de maíz el flujo del pavimento disminuye significativamente, el cual se evidencia en una alta resistencia a la deformación. De ello, se puede afirmar que la adhesión de ceniza de maíz mejora positivamente las propiedades mecánicas de la mezcla en caliente.

Sobre la flexibilidad, en la indagación de Gibaja (2018) por medio de la adhesión de las aminas grasas el proceso de adherencia mejoró en un 47% el flujo de la mezcla. Por su parte, en la indagación de Mariano (2021) pudo avizorarse que con la fibra y ceniza del bagazo de caña de maíz existe un mayor flujo que la mezcla asfáltica convencional, evidenciándose en una mayor deformación en la mezcla asfáltica; por cuanto, la mala adherencia de este aditivo puede perjudicar la resistencia de la formación. Entonces, la adición de la ceniza de caña de maíz puede contribuir positivamente en la mayor resistencia de la deformación, toda vez que esta mejoro respecto a la mezcla sin ceniza.

6.2. Discusión las consecuencias y su proyección futura de investigaciones

Los hallazgos de las pruebas hechas en laboratorio, se demostró que la añadidura de la ceniza de la caña de maíz trae como consecuencias la optimización de

las propiedades mecánicas y físicas de la mezcla asfáltica en caliente. A razón de que, se registró un porcentaje reducido de vacíos en la mezcla, así como, la optimización de la densidad. Tal situación demostró la optimización de la estabilidad y flexibilidad de la mezcla; también, el nivel de densidad de la mezcla en caliente, toda vez que haya menores espacios entre el árido y el asfalto, evidenciándose así una mejor durabilidad y resistencia del asfalto.

En relación a las consecuencias en la reducción de porcentajes de los vacíos, el adicionar la ceniza de caña de maíz impacta de manera positiva los vacíos de la mezcla asfáltica en caliente. Por otro lado, se identificó la inexistencia de una influencia del aditivo de la ceniza de caña de maíz en la mejora del peso específico en la mezcla asfáltica en caliente. Ya que, agregando el aditivo en porcentaje, se evidenció diferencias.

Sin embargo, si se verificó la optimización, al adicionar la ceniza de caña de maíz, en la mejor estabilidad de la mezcla asfáltica en caliente. Y, sobre la flexibilidad o flujo de la mezcla asfáltica en caliente, al incrementar la ceniza de caña de maíz el flujo del pavimento disminuye significativamente, el cual se evidencia en una alta resistencia a la deformación. De ello, se puede afirmar que la adhesión de ceniza de maíz mejora positivamente las propiedades mecánicas de la mezcla en caliente. Las consecuencias identificadas al añadir la ceniza de la caña de maíz cercioraron la necesidad de efectuar más investigaciones, que verifiquen como este aditivo es beneficioso para la mejora de las propiedades mecánicas y físicas de la mezcla asfáltica en caliente.

Esto, permitirá reducir costos y gastos en la pavimentación, siendo beneficiosos a largo plazo, pues se convertiría una inversión con beneficios a corto y largo plazo. Del mismo modo, se debe analizar, valorar y analizar los diversos ensayos existentes, de carácter reológicas, para implementar nuevas formas de evaluación en mezclas asfálticas en caliente para mejorar las propiedades físicas y mecánicas, en relación a agentes agresivos. Finalmente, es indispensable la promoción del uso de diversos materiales como la ceniza de caña de maíz, como la ceniza de cascara de arroz, cenizas de bagazo de caña de azúcar, entre otros, que puedan ser empleado en

el rubro de la ingeniería, sacándole beneficio a las propiedades puzolánicas de tales insumos naturales y a las mezclas, en beneficio de las construcciones y comunidades.

CONCLUSIONES

1. Se determinó que la adición de ceniza de caña de maíz en las mezclas asfálticas en caliente tiene un impacto positivo en las propiedades físicas y mecánicas, consolidándose como una opción sostenible para mejorar el rendimiento del pavimento. La optima adición de 1.0% de ceniza de caña de maíz contribuye a la mejora de la densidad, estabilidad, peso específico y flujo de las mezclas asfálticas en caliente; reduciendo los vacíos y mejorando el comportamiento general de la mezcla, sin comprometer otras propiedades mecánicas.
2. Se determinó mediante briquetas con la adición de ceniza de caña de maíz, siendo significativa y directa sobre los valores de la densidad de la mezcla asfáltica en caliente; las muestras con adición del 1.0% y 2.5% de ceniza incrementan en densidad mejorando la compactación según se agrega más ceniza de caña de maíz.
3. Se estableció el porcentaje de vacíos (VMA) de la mezcla asfáltica en caliente, demostrando que la adición de ceniza de caña de maíz tiene un impacto directo y significativo en la reducción de los vacíos (VMA) en la mezcla asfáltica. A medida que se incrementa el porcentaje de ceniza de caña de maíz en la mezcla, especialmente en concentraciones de 1.0%, 2.5% y 4.0%, se afirma que el incremento de los niveles de ceniza de caña de maíz reduce los espacios de aire contribuyendo de manera significativa en la densidad y estabilidad de la muestra.
4. Se analizó la influencia de la adición de ceniza de caña de maíz sobre los valores del peso específico de la mezcla asfáltica en caliente, empleando concentraciones de 0.2%, 0.5%, 1.0%, 2.5% y 4.0%. Los resultados mostraron un impacto directo en el incremento del peso específico, observándose que, a mayor porcentaje de ceniza, el peso específico aumentaba. El punto más eficiente se alcanzó con un 1.0% de ceniza, lo que refleja una mejora en la composición de la mezcla. Este comportamiento se atribuye a una mayor compactación de los agregados, lo que redujo los espacios vacíos y como resultado, aumentó la densidad total de la mezcla.
5. Se evaluó el impacto del incremento en los valores de ceniza según los porcentajes añadidos (0%, 0.2%, 0.5%, 1.0%, 2.5% y 4.0%). Los resultados evidenciaron una mejora en la flexibilidad del asfalto con un 0.2%, lo que lo hizo más estable y capaz de

resistir mejor las cargas, manteniendo su forma y volumen sin deformarse. Además, se considera viable la aplicación de estos porcentajes, ya que no afectan negativamente los niveles de vacíos en la mezcla.

6. Se estableció que la adición de ceniza de caña de maíz tuvo un impacto significativo y directo en el flujo de la mezcla asfáltica en caliente. Las concentraciones evaluadas, que incluían 0.2%, 0.5%, 1.0%, 2.5% y 4.0%, produjeron un aumento progresivo en el flujo de la mezcla. Este incremento mostró un equilibrio óptimo entre estabilidad y flujo, mejorando la capacidad de la mezcla para resistir deformaciones inducidas por las cargas de tráfico, sin comprometer su durabilidad.

RECOMENDACIONES

1. A la Municipalidad de Huancayo, considerar los hallazgos de la indagación para la determinación adecuada del aditivo de ceniza como una alternativa para el fortalecimiento del asfaltado en la provincia, toda vez que estos mostraron las mejoras significativas de las propiedades físicas y mecánicas, dato que su aplicación mejorará la densidad, disminuirá los vacíos, se mejorará la estabilidad y flujo, haciendo que el asfaltado sea más duradero y resistente.
2. Se recomienda al Gobierno Regional, la adición de ceniza de caña de maíz para incrementar la densidad de la mezcla asfáltica agregando ceniza al 0.2%, lo cual evidencia resultados adecuados para la mejor resistencia y la durabilidad de la mezcla, diseño que no perjudica el resto de las propiedades físicas y mecánicas.
3. A la comunidad constructora, se recomienda la adición de ceniza de caña de maíz para reducir los vacíos de la mezcla asfáltica en caliente, dado que, al añadir mayor porcentaje de ceniza, los vacíos disminuían proporcionalmente, de esta manera es preciso añadir en 0.2% del aditivo para no comprometer el resto de las propiedades.
4. Se recomienda a las empresas constructoras del rubro de carreteras que, como parte de futuros proyectos que incorporen mezclas asfálticas modificadas con ceniza de caña de maíz, se realice un programa de adiestramiento para los usuarios y trabajadores que estarán involucrados en su producción y aplicación. Este programa de capacitación debe abordar temas relacionados con la correcta preparación, manejo y aplicación de estas mezclas, teniendo en cuenta los posibles cambios en los procedimientos estándar debidos a la adición de ceniza de caña de maíz.
5. Al encontrarse que la ceniza de caña de maíz no influye sobre el peso específico de la mezcla, aunque los diseños evidenciaron ligeramente un incremento en sus valores, estadísticamente no son significativos; por ello, se recomienda el desarrollo de estudios que analicen las propiedades químicas de este aditivo para evidenciar las causas y posibles intervenciones para su incorporación definitiva en la mezcla en caliente.
6. A la comunidad académica de la Universidad Peruana los Andes, a partir de los resultados de este estudio, se recomienda continuar con investigaciones a largo plazo que evalúen el desempeño y durabilidad de las mezclas asfálticas modificadas con

ceniza de caña de maíz en condiciones reales de tráfico y exposición ambiental. Estos estudios a largo plazo permitirán comprender mejor cómo se comportan estas mezclas con el tiempo y cómo resisten las tensiones y cargas del tráfico, lo que es fundamental para asegurar su viabilidad y sostenibilidad en proyectos de construcción de carreteras a largo plazo.

7. A la Universidad Peruana los Andes, la publicación de los hallazgos de la presente tesis, toda vez que los datos recabados resultan ser fundamentales en la mejora de la construcción y, especialmente en la ingeniería civil, siendo provechoso para los universitarios, como sociedad en su conjunto.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

A Review of the Use of Corncob Ash as a Supplementary. **Kamau, John y Ahmed, Ash.** 2017. 8, 2017, EJERS, European Journal of Engineering Research and Science, Vol. 2, págs. 1-6.

Adauto, R. 2019. *Tesis para optar el Grado Académico de Maestro en Ingeniería Vial con Mención en Carreteras, Puentes y Túneles.* Lima : Universidad Ricardo Palma, 2019.

ASOPAC. 2004. *Catilla de Pavimento Asfáltico.* Bogota : Impresos S.A, 2004.

BBC News Mundo. 2021. Medio ambiente: qué proponen las principales economías de América Latina para limitar el calentamiento global (y por qué sus propuestas son consideradas "insuficientes"). [En línea] 2021 de Noviembre de 2021. <https://www.bbc.com/mundo/noticias-america-latina-59157856>.

Bernal, César. 2010. *Metodología de la investigación.* Tercera edición. Bogota, Colombia : Pearson, 2010. pág. 322.

Cacha, E. 2018. *Resistencia a la Compresión de un Concreto $f'c=280\text{kg/cm}^2$ Sustituyendo el Cemento en 2.5%, 5% y 7.5% con Ceniza de Caña de Maíz – Huaraz.* Huaraz : Universidad San Pedro, Facultad de Ingeniería, 2018.

Cámara de Comercio de Lima. 2019. CCL: El 80% de las carreteras del Perú está en mal estado. [En línea] 16 de Marzo de 2019. <https://diariocorreo.pe/economia/ccl-el-80-de-las-carreteras-del-peru-esta-en-mal-estado-876224/>.

Castro, Adrian y León, Alexander. 2019. *Influencia de la Adición de Caucho Reciclado en las Propiedades Físicas y Mecánicas de la Mezcla Asfáltica en Caliente para la Avenida Pacífico – Tramo Óvalo La Familia – Nuevo Chimbote - 2019.* Lima. Chimbote, Perú : Universidad Cesar Vallejo, Facultad de Ingeniería, Carrera Profesional de Ingeniería Civil, 2019.

Chamba, Fátima y Benavides, Jonathan. 2019. *Diseño de mezcla asfáltica en caliente incorporando caucho triturado de neumático reciclado.* La Libertad, Ecuador : Universidad Estatal Península de Santa Elena, Facultad de Ciencias de la Ingeniería, Ingeniería Civil, 2019.

Characterization of Corncob Ash (CCA) as a Pozzolanic Material. **Olafusi, Oladipupo, Kupolati, Williams y Sadiku, Emmanuel. 2018.** 12, 2018, International Journal of Civil Engineering and Technology (IJCIET), Vol. 9, págs. 1016-1024.

Departamento de Transporte de Carolina del Norte. 2012. *Hot Mix Asphalt Quality Managament System.* Carolina : Unidad de Materiales y Pruebas HMA/QMS, 2012.

Efecto de la Ceniza de Cáscara de Arroz en el Desempeño de Mezcla de asfalto en caliente. **Mohamed, M, Hassan, M y Mokhtar, F. 2020.** 2020, Revista de Ingeniería Mansoura, págs. 8-19.

Escobar, Pablo, Astuñupa, Saúl y Huanca, William. 2015. *Metodología de la investigación científica.* Huancayo : Hecho el depósito Legal en la Biblioteca Nacional del Perú, 2015. pág. 176. ISBN N° 978-612-00-1847-7.

Espinoza, Ciro. 2010. *Metodología de investigación tecnológica.* Huancayo : Imagen gráfica SAC, 2010.

Estudio de las propiedades mecánicas del concreto reforzado con fibras de bagazo de caña de azúcar. **Paricaguán, María y Muñoz, José. 2019.** 2, 2019, Revista Ingeniería UC, Vol. 26, págs. 202-212. ISSN 1316–6832.

Farfan, Bladimir y Flores, Rafer. 2019. *Análisis y propuesta de carpeta asfáltica con la tecnología (s.m.a) modificada con fibra natural de caña de azúcar,* Cusco 2018. Cusco. Cusco, Perú : Universidad Andina del Cusco, Facultad de Ingeniería y Arquitectura, Carrera Profesional de Ingeniería Civil, 2019.

GEMAARQUITECTES.ES. 2023. Descubre los impactos ambientales de construir una carretera en el ecosistema: ¡preocúpate por la naturaleza! [En línea] 3 de Mayo de 2023. <https://gemaarquitectes.es/edificaciones/impactos-ambientales-de-la-construccion-de-una-carretera/#:~:text=La%20construcci%C3%B3n%20de%20una%20carretera%20a%20menudo%20implica,tener%20un%20impacto%20negativo%20en%20el%20medio%20ambiente..>

Gibaja, J. 2018. *Aminas grasas como mejorador de adherencia para contrarrestar la erosión del MAC por lluvia* Huancayo 2018. Huancayo : Universidad Peruana los Andes, 2018.

Hernández, Roberto, Fernández, Carlos y Baptista, María del Pilar. 2014. *Metodología de la investigación*. Sexta. México D.F. : McGRAW-HILL / INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V., 2014. pág. 95. 978-1-4562-2396-0.

Mariano, Gelí. 2021. *Mezcla asfáltica SMA, fibra, ceniza del bagazo de caña de azúcar y su desempeño mecánico*. Lima. Lima, Perú : Universidad Ricardo Palma, Facultad de Ingeniería, Carrera Profesional de Ingeniería Vial, 2021.

Matos, Luis. 2018. *Influencia de la adición de ceniza orgánica como filler en las propiedades mecánicas de la mezcla asfáltica en caliente - Huancayo, 2018*. Huancayo : Universidad Continental, Facultad de Ingeniería, 2018.

Mejora de la Adhesión Asfalto-Agregado Utilizando el Subproducto de Ceniza Vegetal. **Liu, Zhuangzhuang, Huang, Xiaonan y Sha, Aimin. 2019.** 4, 2019, Materials, Vol. 12, págs. 1-16.

MIDAGRI. 2020. <https://www.agrojunin.gob.pe/>. [En línea] 24 de Noviembre de 2020. <https://diariocorreio.pe/edicion/huancayo/productores-del-valle-del-mantaro-exportan-52-mil-kilos-de-maiz-a-a-ecuador-noticia/>.

Mondragón, Emiliano y Sevillano, William. 2019. “*Diseño de pavimento flexible utilizando ceniza de cascarilla de arroz para mejorar la estabilidad y flujo vial del Jr. Túpac Amaru - Morales, 2019*. Tarapoto : Universidad César Vallejo, Facultad de Ingeniería y Arquitectura, 2019.

MTC. 2018. *Glosario Términos de Uso Frecuente en Proyectos de Infraestructura Vial*. Lima, Perú : s.n., 2018.

—. **2018.** *Glosario Términos de Uso Frecuente en Proyectos de Infraestructura Vial*. Lima, Perú : s.n., 2018.

—. **2020.** LAS CARRETERAS SON UNA PIEZA CLAVE EN EL DESARROLLO ECONÓMICO Y SOCIAL. [En línea] 10 de Noviembre de 2020. <https://www.gob.pe/institucion/regionmadrededios/noticias/313288-las-carreteras-son-una-pieza-clave-en-el-desarrollo-economico-y-social>.

—. **2013.** *Manual de Carreteras, Especificaciones Técnicas Generales para Construcción EG-2013*. Lima, Perú : s.n., 2013.

—. 2016. *Manual Ensayo de Materiales*. Lima : s.n., 2016.

Muñoz, Carlos. 2015. *Metodología de la investigación*. Primera edición. México D.F. : Progreso S.A, 2015. ISBN: 9786074265422.

Orjuela, Angie y Jiménez, Jose. 2020. *Comparación de las propiedades físico mecánicas de una mezcla asfáltica convencional con una de grano de caucho reciclado*. Bogota : Universidad de Santo Tomás, Ingeniería Civil, 2020.

Salazar, Cecilia y Del Castillo, Santiago. 2018. *Fundamentos básicos de estadística*. Quito : Cámara Ecuatoriana del Libro, 2018. pág. 226. ISBN: 978-9942-30-616-6.

SanJúan, M y Chinchón, S. 2016. *Introducción a la fabricación y normalización del Cemento Portland*. s.l. : Universidad de Alicante, 2016.

Suriano, M. 2018. *Mezcla asfáltica en caliente por método Marshall, adicionando cenizas volantes*. Guatemala : Universidad de San Carlos de Guatemala, 2018.

Tueros, Mercedes. 2017. *Incorporación de polvo de caucho en mezcla asfáltica convencional para mejorar el comportamiento de la superficie de rodadura frente al ahuellamiento en la ciudad de Huancayo 2016*. Huancayo : Universidad Peruana los Andes, Facultad de Ingeniería, Escuela Académico Profesional de Ingeniería Civil, 2017.

Zambrano, Alejandro. 2020. *Adición de ceniza de cáscara de arroz en las propiedades físico-mecánica-dinámicas de asfalto para reparación en Carabayllo 2019*. Lima. Lima, Perú : Universidad Privada del Norte, Facultad de Ingeniería, Carrera Profesional de Ingeniería Civil, 2020.

ANEXOS

Anexo 1
Matriz de Consistencia

Título: INFLUENCIA DE CENIZA DE CAÑA DE MAÍZ EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE, HUANCAYO-2022

Autor: DAVIRAN LÓPEZ, William Rodolfo

PROBLEMA	OBJETIVO	HIPÓTESIS	VARIABLES Y DIMENSIONES	METODOLOGÍA	MUESTRA	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS
<p>Problema General: ¿Cómo influye la adición de ceniza de caña de maíz en las propiedades físicas y mecánicas de la mezcla asfáltica en caliente, Huancayo-2022?</p> <p>Problemas Específicos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • ¿Cuál es la influencia de la adición de ceniza de caña de maíz en la densidad de la mezcla asfáltica en caliente, Huancayo-2022? • ¿Cómo afecta la adición de ceniza de caña de maíz en los vacíos (VMA) 	<p>Objetivo General: Determinar la influencia de la adición de ceniza de caña de maíz en las propiedades físicas y mecánicas de la mezcla asfáltica en caliente, Huancayo-2022.</p> <p>Objetivos Específicos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Determinar la influencia de la adición de ceniza de caña de maíz en la densidad de la mezcla asfáltica en caliente, Huancayo-2022. • Establecer el efecto de adición de ceniza de caña 	<p>Hipótesis General: La adición de ceniza de caña de maíz mejora las propiedades físicas y mecánicas de la mezcla asfáltica en caliente, Huancayo-2022.</p> <p>Hipótesis Específicas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • La adición de ceniza de caña de maíz mejora significativamente la densidad de la mezcla asfáltica en caliente, Huancayo-2022. • La adición de ceniza de caña de maíz afecta significativamente en los vacíos (VMA) de la mezcla asfáltica en caliente, Huancayo-2022. • La incidencia de la adición de ceniza de caña de maíz mejora el peso 	<p>Variable 1: Cenizas de caña de maíz</p> <ul style="list-style-type: none"> • Cantidad de ceniza de caña de maíz • Análisis químico. <p>Variables 2: Propiedades físicas y mecánicas de las mezclas asfálticas</p> <ul style="list-style-type: none"> • Densidad • Peso Específico • Vacíos • Estabilidad • Flujo 	<p>Tipo de Investigación: Tipo aplicado</p> <p>Nivel de Investigación: Nivel explicativo</p> <p>Método General: Método científico</p> <p>Diseño: Experimental</p>	<p>Población: Muestras de mezcla asfáltica en caliente con y sin ceniza de caña de maíz.</p> <p>Muestra: Se constituye de 24 muestras (9 muestras del diseño patrón y 15 muestras del diseño experimental)</p>	<p>Técnicas: La observación</p> <p>Instrumentos: Fichas técnicas de observación</p>

<p>de la mezcla asfáltica en caliente, Huancayo-2022?</p> <ul style="list-style-type: none"> • ¿Cómo incide la adición de ceniza de caña de maíz en el peso específico de la mezcla asfáltica en caliente, Huancayo-2022? • ¿Cuál es la influencia de la adición de ceniza de caña de maíz en la estabilidad de la mezcla asfáltica en caliente, Huancayo-2022? • ¿Cuál es la influencia de la adición de ceniza de caña de maíz en el flujo de la mezcla asfáltica en caliente, Huancayo-2022? 	<p>de maíz en los vacíos (VMA) de la mezcla asfáltica en caliente, Huancayo-2022.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Analizar la incidencia de la adición de ceniza de caña de maíz en el peso específico de la mezcla asfáltica en caliente, Huancayo-2022. • Evaluar la influencia de la adición de ceniza de caña de maíz en la estabilidad de la mezcla asfáltica en caliente, Huancayo-2022. • Establecer la influencia de la adición de ceniza de caña de maíz en el flujo de la mezcla asfáltica en caliente, Huancayo-2022. 	<p>específico de la mezcla asfáltica en caliente, Huancayo-2022.</p> <ul style="list-style-type: none"> • La adición de ceniza de caña de maíz mejora significativamente la estabilidad de la mezcla asfáltica en caliente, Huancayo-2022. • La influencia de la adición de ceniza de caña de maíz mejora el flujo de la mezcla asfáltica en caliente, Huancayo-2022. 				
--	--	---	--	--	--	--

Anexo 2

Matriz de operacionalización de variables

Variable	Definición conceptual	Definición Operacional	Dimensión	Indicador
Adición de ceniza de caña de maíz	Es aquel polvo fino producido por la quema del tallo y plantas del maíz, específicamente de la biomasa consistiendo como materia prima fundamental para la construcción (Qi et al., 2020).	Se le caracteriza por sus cualidades químicas y mineralógicas que, funcionando como aditivo en la mejora potencial de la mezcla asfáltica, por lo que es de suma importancia para su incorporación y análisis químico.	Cantidad de ceniza de maíz, incorporado en la mezcla asfáltica en caliente	0.0% (Patrón) 0.2%, 0.5%, 1.0%, 2.5% y 4% (Experimental)
Propiedades físicas y mecánicas de las mezclas asfálticas	El comportamiento mecánico y físico de la mezcla asfáltica, son medidos con sus propiedades y características. Las óptimas mezclas asfálticas en caliente, tienen un buen rendimiento por el mismo hecho que tiene la producción y diseño adecuado. Por lo que la capacidad de esta mezcla es sometida a variables estudios para poder verificar su comportamiento físico y mecánico (Departamento de Transporte de Carolina del Norte, 2012).	Son aquellos aspectos físicos y mecánicos que la mezcla asfáltica tiene para poder determinar su comportamiento frente a diversos estudios los cuales, en los óptimos para su uso en mayor escala, así poder determinar los diversos puntos de inflexión tanto en sus propiedades físicas como en las mecánicas.	Propiedades físicas	<ul style="list-style-type: none"> • Densidad • Peso Específico • % Vacíos
			Propiedades Mecánicas	<ul style="list-style-type: none"> • Estabilidad • Flujo

Anexo 3

Instrumento de investigación

UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES	
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL	
Cod.	
FICHA DE OBSERVACIÓN	

INCORPORACIÓN DE CENIZA DE CAÑA DE MAIZ EN MEZACLAS ASFALTICAS EN CALIENTE

Muestra

Rango de calidad de la mezcla
asfáltica

	Resultado	Detalles
Adición de ceniza de caña de maíz		

	Resultado	Observación
Análisis químico de la ceniza de caña de maíz		

COMPORTAMIENTO DE LA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE
--

Rango de calidad de la mezcla
asfáltica

	Resultado	Detalles
Propiedades físicas		
DENSIDAD		
PESO ESPECÍFICO		
VACÍOS		
Propiedades mecánicas		
Estabilidad		
Flexibilidad		

Anexo 4

Validación del instrumento

ANEXO 5: DISEÑO DEL INFORME DE OPINIÓN DE EXPERTOS DEL INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN

- 1.1. Apellidos y Nombres del Experto:
HUAMANI LEANDRO MARIO WILLMER
- 1.2. Cargo e Institución donde labora:
RESIDENTE DE OBRA / SINOHYDRO CORPORATION LIMITED SUCURSAL DEL PERÚ
- 1.3. Nombre del Instrumento motivo de Evaluación:
FICHA DE OBSERVACIÓN: INCORPORACIÓN DE CENIZA DE CAÑA DE MAÍZ EN MEZCLAS ASFÁLTICAS
- 1.4. Autor del instrumento: WILLIAM RODOLFO DAVIRAN LOPEZ

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN:

DIMENSIONES	INDICADORES	Deficiente 00 - 20%	Regular 21 - 40%	Buena 41-60%	Muy buena 61-80%	Excelente 81-100%
1. CLARIDAD	Está formulado con lenguaje Apropiado				79%	
2. OBJETIVIDAD	Está expresado en conductas observables					95%
3. ACTUALIDAD	Adecuado al avance de la ciencia y la tecnología					97%
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica				80%	
5. SUFICIENCIA	Comprende los aspectos en cantidad y calidad					95%
6. INTENCIONALIDAD	Adecuado para mejora y las actitudes respecto al tema de estudio					94%
7. CONSISTENCIA	Basados en aspectos teóricos científicos.					90%
8. COHERENCIA	Entre los índices, indicadores y las dimensiones.					94%
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde al propósito del diagnóstico					95%
10. CONFIABILIDAD	El instrumento recoge la información necesaria y suficiente					97%

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD:

ES VIABLE LA APLICACIÓN

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

91.6%

Lugar y fecha: SAN MIGUEL LA MAR- AYACUCHO 14/03/24

SINOHYDRO CORPORATION
LIMITED-SUCURSAL DEL PERU

ING. MARIO W. HUAMANI LEANDRO
CIP. 50507
RESIDENTE DE OBRA

Firma del Experto Informante

DNI N° 06058347
teléfono N° 966192286

**ANEXO 5: DISEÑO DEL INFORME DE
OPINIÓN DE EXPERTOS DEL
INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN**

1.1. Apellidos y Nombres del Experto:

SOLORZANO CHUQUIMANTARI, CHRISTIAN WALTER

1.2. Cargo e Institución donde labora:

ESPECIALISTA EN COSTOS, METRADOS Y VALORIZACIONES / CONSORCIO HOSPITALARIO DEL CENTRO – SUPERVISION LA OBRA HOSPITAL EL CARMEN

1.3. Nombre del instrumento motivo de Evaluación:

FICHA DE OBSERVACIÓN: INCORPORACIÓN DE CENIZA DE CAÑA DE MAÍZ EN MEZCLAS ASFÁLTICAS

1.4. Autor del instrumento: WILLIAM RODOLFO DAVIRAN LOPEZ

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN:

DIMENSIONES	INDICADORES	Deficiente 00 – 20%	Regular 21 - 40%	Buena 41-60%	Muy buena 61-80%	Excelente 81-100%
1. CLARIDAD	Está formulado con lenguaje Apropiado				78%	
2. OBJETIVIDAD	Está expresado en conductas observables					95%
3. ACTUALIDAD	Adecuado al avance de la ciencia y la tecnología				80%	
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica					95%
5. SUFICIENCIA	Comprende los aspectos en cantidad y calidad					97%
6. INTENCIONALIDAD	Adecuado para mejora y las actitudes respecto al tema de estudio					95%
7. CONSISTENCIA	Basados en aspectos teóricos científicos.					95%
8. COHERENCIA	Entre los índices, indicadores y las dimensiones.					98%
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde al propósito del diagnóstico					98%
10. CONFIABILIDAD	El instrumento recoge la información necesaria y suficiente					97%

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD:

ES VIABLE LA APLICACIÓN

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

92.8%

Lugar y fecha: HUANCAYO 14/03/24

CHRISTIAN WALTER
SOLORZANO CHUQUIMANTARI
INGENIERO CIVIL

Firma del Director Responsable

CIP 192764

DNI N° 45594945

teléfono N° 995749829

**ANEXO 5: DISEÑO DEL INFORME DE
OPINIÓN DE EXPERTOS DEL
INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN**

- 1.1. **Apellidos y Nombres del Experto:**
RAMOS VILA, JOSÉ LUIS
- 1.2. **Cargo e Institución donde labora:**
JEFE DE SUPERVISIÓN /CONSORCIO HOSPITALARIO DEL CENTRO – SUPERVISIÓN DE LA OBRA HOSPITAL EL CARMEN
- 1.3. **Nombre del Instrumento motivo de Evaluación:**
FICHA DE OBSERVACIÓN: INCORPORACIÓN DE CENIZA DE CAÑA DE MAÍZ EN MEZCLAS ASFÁLTICAS
- 1.4. **Autor del instrumento:** WILLIAM RODOLFO DAVIRAN LOPEZ

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN:

DIMENSIONES	INDICADORES	Deficiente 00 – 20%	Regular 21 - 40%	Buena 41-60%	Muy buena 61-80%	Excelente 81-100%
1. CLARIDAD	Está formulado con lenguaje Apropiado					97%
2. OBJETIVIDAD	Está expresado en conductas observables				80%	
3. ACTUALIDAD	Adecuado al avance de la ciencia y la tecnología					96%
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica				79%	
5. SUFICIENCIA	Comprende los aspectos en cantidad y calidad					98%
6. INTENCIONALIDAD	Adecuado para mejora y las actitudes respecto al tema de estudio					98%
7. CONSISTENCIA	Basados en aspectos teóricos científicos.					96%
8. COHERENCIA	Entre los índices, indicadores y las dimensiones.					97%
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde al propósito del diagnóstico					97%
10. CONFIABILIDAD	El instrumento recoge la información necesaria y suficiente					98%

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD:

ES VIABLE LA APLICACIÓN

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN: 93.6%

Lugar y fecha: HUANCAYO 14/03/24



José Luis Ramos Vila
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP. N° 109104

Firma del Experto Informante

DNI. N° 20058052
teléfono N° 964642296

Anexo 5 Ensayo de granulometría

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, PAVIMENTOS Y AGRIA CENTAURU INGENIEROS

SERVICIOS DE:

- ENSAYOS DE MECANICAS DE SUELOS
- ESTUDIOS Y ENSAYOS GEOFRICOS
- ENSAYOS EN AGRIGADOS PARA CONCRETOS Y ASFALTO
- PERFORACIONES Y EXTRACCION DIAMANTINAS
- ENSAYOS EN ROCAS
- ESTUDIOS GEOTECNICOS
- ENSAYOS CUBCOS EN SUELOS Y AGUA
- CONTROL DE CALIDAD EN SUELOS CONCRETO Y ASFALTO
- ENSAYOS SPT, DPL, DPLD
- EXTENSION Y TRASLADO DE NUESTROS INSTI

Inscrito en el Registro de Maestros y Servicio de INDECOPI con CERTIFICADO N° 00114425 con Resolución Nº 007184-2019 /DSD INDECOPI



INFORME

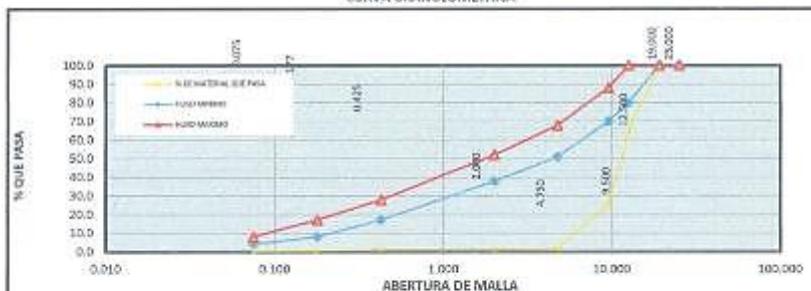
N° EXPEDIENTE : 041-2023-AP
 PETICIONARIO : DAVIRAN LÓPEZ, WILLIAM RODOLFO
 ATENCIÓN : UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES - FACULTAD DE INGENIERÍA - ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL
 CONTACTO DE PETICIONARIO : Elamedador@gmail.com
 PROYECTO : INFLUENCIA DE CENIZA DE CAÑA DE MAIZ EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECANICAS DE MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE, HUANCAYO-2023
 UBICACIÓN : NO ESPECÍFICA
 FECHA DE RECEPCIÓN : 18 DE SEPTIEMBRE DEL 2023
 FECHA DE EMISIÓN : 15 DE SEPTIEMBRE DEL 2023

**GRANULOMETRÍA
SEGÚN HUSOS GRANULOMÉTRICOS PARA MEZCLA ASFÁLTICA NORMAL (MAC 2)**

CÓDIGO DE ORDEN DE ENLACE : P-233-2023
 NORMATIVA SO 2013 - PERU
 MUESTRA : A5-02
 TIPO DE AGRIGADO : AGRIGADO GRUESO
 CANTERA : AGRIGADO GRUESO - CANTERA "ORICUTURA", UBICACIÓN DISTRITO DE MATANZAS - PROVINCIA DE CONOCCO, REGION JUNIN, COORDENADA: 10985320 6403302

PESO MOJAL SECO: 3237,40							
TAMO	ABERTURA (mm)	% QUE PASA MÍNIMO	% QUE PASA MÁXIMO	PESO RETENIDO (g)	% PARCIAL RETENIDO (g)	% ACUMULADO RETENIDO	% QUE PASA
1"	25.000	100	100	0,00	0,00	0,00	100,00
3/4"	19.000	100	100	0,00	0,00	0,00	100,00
1/2"	12.500	83	100	1147,79	35,45	35,45	64,55
3/8"	9.500	71	88	1268,80	39,24	74,69	25,30
N° 6	4.750	31	68	715,26	22,09	96,78	3,21
N° 10	2.000	18	52	15,00	0,46	97,24	2,75
N° 40	0,425	17	38	5,49	0,17	97,41	2,58
N° 80	0,177	8	17	6,50	0,20	97,61	2,38
N° 200	0,075	4	8	8,02	0,25	97,86	2,13
FONDO				14,60	0,45	100,00	0,00
TOTAL				9297,40	100,00		

CURVA GRANULOMÉTRICA



HC-AP-011 32100 30/09/2023

Observación: Muestra recibida por el Petitioner.

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

JEFE DE LABORATORIO
 DR. VICTOR PÉREZ OLIVEROS
 INGENIERO CIVIL
 EIP-49920

Email: grupo centauro ingenieros@gmail.com Web: <http://centauroingenieros.com/> Facebook: centauroingenieros

Tel: 044 - 253727 Cel: 982876860 - 984482636 - 984868815

Av. Matucana Ciudad N° 2881 (Sede 1) y N° 2948 (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: grupo centauro ingenieros@gmail.com

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

SERVICIOS DE:

- ENSAYOS DE MECÁNICA DE SUELOS
- ENSAYOS EN AGREGADOS PARA CONCRETOS Y ASPHALTO
- ENSAYOS EN ROCAS
- ENSAYOS QUÍMICOS EN SUELOS Y AGUA
- ENSAYOS SPT, DPL, DPM'S
- ESTUDIOS Y ENSAYOS GEOTÉCNICOS
- PERFORACIONES Y EXTRACCIÓN (MAMANTINAS)
- ESTUDIOS GEOTÉCNICOS
- CONTROL DE CALIDAD EN SUELOS CONCRETO Y ASPHALTO
- EXTRACCIÓN Y TRASLADO DE MUESTRAS (NBTU)



Inscrito en el Registro de Marcas y Servicio de INDECOPI con CERTIFICADO Nº 00114425 con Resolución Nº 007184-2019-/DSD-INDECOPI

INFORME DE ENSAYO

EXPEDIENTE N° : 077-2022-AP
 PETICIONARIO : DAVIRAN LÓPEZ, WILLIAM RODOLFO
 ATENCIÓN : UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES - FACULTAD DE INGENIERÍA - ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
 CONTACTO DE PETICIONARIO : williamdaviran@gmail.com
 PROYECTO : INFLUENCIA DE CENIZA DE CAÑA DE MAÍZ EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE, HUANCAYO-2022
 UBICACIÓN : NO ESPECÍFICA
 FECHA DE RECEPCIÓN : 06 DE SEPTIEMBRE DEL 2022
 FECHA DE EMISIÓN : 17 DE SEPTIEMBRE DEL 2022

(PAG. 01 DE 01)

Código : MYC E 207-2016
 Título : AGREGADOS: Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la degradación de agregados gruesos de tamaño grande por abrasión e impacto en la máquina de Los Angeles

CÓDIGO DE TRABAJO: F-335-2022 CÓDIGO DE MUESTRA: AG-02
 CANTERA : AGREGADO GRUESO - CANTERA: "ORCOTUNA", UBICACIÓN: DISTRITO DE MATAHUASI - PROVINCIA DE CONCEPCIÓN, REGIÓN JUNÍN, COORDENADA: N8685359 E463181

ENSAYO DE ABRASIÓN DE LOS ANGELES

Gradación		B
No. de esferas		11
No. de revoluciones		500
Peso de muestra inicial	(g)	5000
Peso que pasa tamiz N° 12	(g)	860
DESGASTE	%	17.20

DATOS SOBRE: GRADACIÓN, CARGA ABRASIVA Y REVOLUCIONES

TAMAÑOS				MASA Y GRANULOMETRÍA DE LA MUESTRA			
PASANTE		RETENIDO		A	B	C	D
mm	in	mm	in				
76.1	3	64	2 1/2				
64	2 1/2	50.8	2				
50.8	2	38.1	1 1/2				
38.1	1 1/2	25.4	1	1250			
25.4	1	19	3/4	1250			
19	3/4	12.7	1/2	1250	2500		
12.7	1/2	9.5	3/8	1250	2500		
9.5	3/8	6.3	1/4			2500	
6.3	1/4	4.8	No 4			2500	
4.8	No 4	2.4	No 8				5000
NÚMERO DE ESFERAS				12	11	8	
NÚMERO DE REVOLUCIONES				500	500	500	500

CONDICIONES AMBIENTALES

Fecha de ensayo : 2022-09-17
 Temperatura Ambiente : 16,8 °C
 Humedad relativa : 90 %

MUESTREO E IDENTIFICACIÓN REALIZADO POR EL PETICIONARIO.

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 NÓRMAS 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 PROPORCIONADAS POR EL CLIENTE AL LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS.

HC-AP-001 REV.03 FECHA: 2022/02/11

INFORME AUTORIZADO POR: JAMET YESSICA ANDIA ARIAS

INGENIEROS GENERALES CONSULTORES S.A.S.
JEFE DE LABORATORIO
 Ing. Víctor Peña Dullius
 INGENIERO CIVIL
 OIP-10463

Email: grupocentauroingenieros@gmail.com Web: <http://centauroingenieros.com/> Facebook: [centauroingenieros](https://www.facebook.com/centauroingenieros)
 Telf. 064 - 253727 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 MECÁNICA DE SUELOS
- ENSAYOS EN AGREGADOS PARA CONCRETOS Y ASFALTO
- ENSAYOS EN ROCAS
- ENSAYOS QUÍMICOS EN SUELOS Y AGUA
- ENSAYOS SPT, CPT, 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

EXPEDIENTE N°	:	047-2022-AP
PETICIONARIO	:	DAVIRAN LÓPEZ, WILLIAM RODOLFO
ATENCIÓN	:	UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES - FACULTAD DE INGENIERÍA - ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
CONTACTO DE PETICIONARIO	:	williamsdaviran@gmail.com
PROYECTO	:	INFLUENCIA DE CENIZA DE CAÑA DE MAÍZ EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE, HUANCAYO -2022
UBICACIÓN	:	NO ESPECIFICA
FECHA DE RECEPCIÓN	:	06 DE SEPTIEMBRE DEL 2022
FECHA DE EMISIÓN	:	15 DE SEPTIEMBRE DEL 2022

CÓDIGO	:	NTP 339.146:2000
TÍTULO	:	SUELOS. Método de prueba estándar para el valor equivalente de arena de suelos y agregado fino
COMITÉ	:	CTN 005: Geotecnia
TÍTULO (EN)	:	Soils. Standard test method for sand equivalent value of soils and fine aggregate.

EQUIVALENTE DE ARENA

CÓDIGO DE TRABAJO	:	P-335-2022
MUESTRA	:	AF-01
UBICACIÓN	:	AGREGADO FINO - CANTERA: "MATAHUASI", UBICACIÓN: DISTRITO DE MATAHUASI - PROVINCIA DE CONCEPCIÓN, REGIÓN JUNÍN, COORDENADA: N8685359 E463181

EQUIVALENTE DE ARENA : **79 %**

$$\text{Equivalente de arena (EA)} = \frac{\text{lectura de arena}}{\text{lectura de arcilla}} \times 100$$

CONDICIONES AMBIENTALES

Fecha de ensayo	:	2022-09-10
Temperatura Ambiente	:	21,3 °C
Humedad relativa	:	33%

Observación: Muestreo e identificación realizado por el Peticionario.

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 EL CASO DEL SISTEMA DE CALIDAD DE LA ENTIDAD QUE LO PRODUCE. LOS RESULTADOS CORRESPONDEN A LOS ENSAYOS REALIZADOS SOBRE LAS MUESTRAS PROPORCIONADAS POR EL CLIENTE AL LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS.

HC-AS-009 REV.03 FECHA: 2022/02/11

INFORME AUTORIZADO POR: ANET YERSSKA ANDIA ARIAS

INGENIERO EN GEOTECNIA Y FUNDACIONES
JEFE DE LABORATORIO
 Ing. Victor Peña Dueñas
 INGENIERO CIVIL
 CUI-75468

Email: grupocentauroingenieros@gmail.com Web: <http://centauroingenieros.com/> Facebook: [centauroingenieros](https://www.facebook.com/centauroingenieros)

Telf. 064 - 253727 Cel. 992875860 - 964483538 - 964966016

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



Inscrito en el Registro de Marcas y Servicio de INDECOP con CERTIFICADO Nº 00314425 con Resolución Nº 007186-2019-000-INDECOP

INFORME DE ENSAYO

EXPEDIENTE N° : 003-2022-AP
 PETICIONARIO : DAVYRAN LÓPEZ, WILLIAM RODOLFO
 ATENCIÓN : UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
 CONTACTO DE PETICIONARIO : williamsdavyran@gmail.com
 PROYECTO : INFLUENCIA DE CENIZA DE CAÑA DE MAÍZ EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE, HUANCAYO-2022.
 UBICACIÓN : NO ESPECÍFICA
 FECHA DE RECEPCIÓN : 06 DE SEPTIEMBRE DEL 2022
 FECHA DE EMISIÓN : 15 DE SEPTIEMBRE DEL 2022

CÓDIGO : NTP 400.016:2011
 TÍTULO : AGREGADOS: Determinación de la inalterabilidad de agregados por medio de sulfato de sodio o sulfato de magnesio, 3o. ed.
 COMITÉ : CTN 007: Agregados, hormigón (concreto), hormigón armado y hormigón pretensado
 TÍTULO (EN) : Aggregate Standard Test Method for Soundness of Aggregates by Use of Sodium Sulfate or Magnesium Sulfate

**INALTERABILIDAD DEL AGREGADO GRUESO: ANALISIS CUANTITATIVO - MTC E 209-2016 NTP 400.016
 SULFATO DE MAGNESIO**

CÓDIGO DE TRABAJO : P-355-2022
 CAMERA : AGREGADO GRUESO - CANTERA: "ORCOTUNA", UBICACIÓN: DISTRITO DE MATAHUASI - PROVINCIA DE CONCEPCIÓN, REGIÓN JUNÍN.
 MUESTRA : COORDENADA: N18S8559 E443381
 : AG-02

FRACCIÓN		1	2	3	4	PERDIDAS (%)		7,940
PASA	RETENE	GRADACION ORIGINAL %	Peso de la Fracción Empezada (g)	N° de Partícula	Peso Retenido después del Ensayo (g)	Pérdida Total %	Pérdida Corregida %	N° de Partículas
63 mm (2 1/2")	50 mm (2")	-	-	-	-	-	-	-
50 mm (2")	37.5 mm (1 1/2")	0.00	-	17	-	-	-	-
37.5 mm (1 1/2")	25 mm (1")	0.00	-	22	-	-	-	-
25 mm (1")	19 mm (3/4")	0.00	-	145	-	-	-	-
19 mm (3/4")	12.5 mm (1/2")	47.83	301	172	290.90	6.711	3.210	-
12.5 mm (1/2")	9.6 mm (3/8")	52.17	300	677	272.60	6.087	4.730	-
9.6 mm (3/8")	4.75 mm (N° 4)	0.00	-	716	-	-	-	-
TOTALES		100	601		553.80		7.940	

CICLO	NÚMERO DE PARTÍCULAS DESPUES DEL ENSAYO - SULFATO DE MAGNESIO					
	N° DE PARTÍCULAS PREENSAYO	EN BUEN ESTADO	RAJADAS	DESMORONADA	FRACTURADA	ASTILLADA
1						
2						
3						
4						
5						

FRACCIÓN 1: 75 mm - 25 mm
 FRACCIÓN 2: 25 mm - 19 mm
 FRACCIÓN 3: 19 mm - 12.5 mm
 FRACCIÓN 4: 12.5 mm - 9.6 mm
 FRACCIÓN 5: 9.6 mm - 4.75 mm

EL INFORME FUE GENERADO POR EL SISTEMA DE INFORMACIÓN CIENTÍFICA DEL LABORATORIO. SU USO COMO LABORATORIO CALIBRADO EN EL SISTEMA DE MEDICIONES INTERNACIONALES (SI) SE REALIZA CON CERTIFICADO Nº 00314425

HC-AC-012 REV.03 FECHA: 2022/02/12
 INFORME AUTORIZADO POR: ANEPT/INFORMACIÓN AR-45

ING. VICTOR PERLA DUENAS
 INGENIERO CIVIL
 CIP 20488

Email: grupocentauroingenieros@gmail.com Web: <http://centauroingenieros.com/> Facebook: [centauro ingenieros](https://www.facebook.com/centauroingenieros)

Telf. 064 - 263727 Cel. 982876980 - 964483688 - 964968016

Av. Mariscal Castilla N° 3960 (Sede 1) y N° 3948 (Sede 2) - El Tambo - Huancayo - Junín (Franja 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 ACIA
- ENSAYOS SPT, DPL, DPHS
- ESTUDIOS Y ENSAYOS GEOTÉCNICOS
- 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 Nº 00114425 con Resolución Nº 007184-2019 /DSD-INDECOPI

INFORME DE ENSAYO

EXPEDIENTE N° : 066-2022-AP
 PETICIONARIO : DAVIRAN LÓPEZ, WILLIAM RODOLFO
 ATENCIÓN : UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
 CONTACTO DE PETICIONARIO : williamsdaviran@gmail.com
 PROYECTO : INFLUENCIA DE CENIZA DE CAÑA DE MAÍZ EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE MEZCLAS ASFÁLTICAS EN
 UBICACIÓN : NO ESPECÍFICA
 FECHA DE RECEPCIÓN : 06 DE SEPTIEMBRE DEL 2022
 FECHA DE EMISIÓN : 15 DE SEPTIEMBRE DEL 2022

CODIGO : NTP 400.016:2011
 TITULO : AGREGADOS. Determinación de la inalterabilidad de agregados por medio de sulfato de sodio o sulfato de magnesio. 3a. ed.
 COMITÉ : CTN 007: Agregados, hormigón (concreto), hormigón armado y hormigón pretensado
 TITULO (EN) : Aggregate, Standard Test Method for Soundness of Aggregates by Use of Sodium Sulfate or Magnesium Sulfate

INALTERABILIDAD DEL AGREGADO FINO: ANÁLISIS CUANTITATIVO MTC E209 - 2016**SULFATO DE MAGNESIO**

CÓDIGO DE TRABAJO : P-335-2022
 CANTERA : AGREGADO FINO - CANTERA: "MATAHUASI", UBICACIÓN: DISTRITO DE MATAHUASI - PROVINCIA DE CONCEPCIÓN, REGIÓN JUNÍN, COORDENADA: N8685359 E463181
 MUESTRA : AF-01

FRACCIÓN		1	2	3	PERDIDAS (%):	
PASA	RETIENE	GRADACION ORIGINAL %	Peso de la Fracción Ensayada (g)	Peso Retenido después del Ensayo (g)	4	5
					Perdida Total %	Perdida Corregida %
9.5 mm (3/8")	4.75 mm (N° 4)	13.88	100	96.70	3.30	0.458
4.75 mm (N° 4)	2.36 mm (N° 8")	15.39	100	94.40	5.60	0.862
2.36 mm (N° 8")	1.18mm (N° 16")	0.00	0	0.00	0.00	0.000
1.18mm (N° 16")	600 um (n° 30")	31.89	100	91.20	8.80	2.806
600 um (N° 30")	300 um (N° 50")	38.83	100	90.20	9.80	3.806
300 um (N° 50")	150 um (N° 100)	0.00	-	-	-	-
150 um (N° 100)		0.00	-	-	-	-
TOTALES		100				7.932

HC-AC-011 REV.03 FECHA: 2022/02/12

MUESTRO E IDENTIFICACION REALIZADOS POR EL PETICIONARIO

EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACION ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCION SEA EN SU TOTALIDAD (EN PERUANA INDECOPI-EP/026-2003)

INFORME AUTORIZADO POR: JANET YÉSSICA AREXARAÑAS

WILLIAM DAVIRAN LÓPEZ INGENIERO C.A.C.
 JEFE DE LABORATORIO
 Ing. Víctor Peña Durán
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 70489

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

Tel. 064 - 253727 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 CENTAURU INGENIEROS

SERVICIOS DE:

- ENSAYOS DE MECÁNICAS DE SUELOS
- ENSAYOS EN AGREGADOS PARA CONCRETOS Y ASFALTO
- ENSAYOS EN ROÇAS
- ENSAYOS QUÍMICOS EN SUELOS Y AGUA
- ENSAYOS SPT, DPL, DFMS
- ESTUDIOS Y ENSAYOS GEOTÉCNICOS
- PERFORACIONES Y EXTRACCIÓN DIMANTIÑAS
- 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-/OSD-INDECOPI

DIAGRAMA DE FLUIDEZ

EXPEDIENTE N°: 039-2022-AP
 PETICIONARIO: DAVIRAFI LÓPEZ, WILLIAM RODOLFO
 ATENCIÓN: UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES - FACULTAD DE INGENIERÍA - ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
 CONTACTO DE PETICIONARIO: wllamrodolfo@gmail.com
 PROYECTO: INFLUENCIA DE CERZA DE CAÑA DE MAÍZ EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE, HUANCAYO-2022
 UBICACIÓN: NO ESPECÍFICA
 FECHA DE RECEPCIÓN: 06 DE SEPTIEMBRE DEL 2022
 FECHA DE EMISIÓN: 15 DE SEPTIEMBRE DEL 2022

MÉTODO

NTP 135.129:1999 (revisada al 2019) SUELOS. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico, e índice de plasticidad de suelos

LÍMITE DE ATTEMBERG PASANTE POR LA MALLA 200 - MÉTODO (4 PUNTOS)

CÓDIGO DE TRABAJO: P-335-2022 CANTERA: AG-02
 FECHA DE INICIO DE ENSAYO: 13-09-2022 UBICACIÓN: AGREGADO GRUESO - CANTERA: "OROCOTUNA", UBICACIÓN: DISTRITO DE MATAHUASI - PROVINCIA DE CONCEPCIÓN, REGIÓN JUNÍN, COORDENADA: N8687359 E463181
 FECHA DE CULMINACIÓN DE ENSAYO: 14-09-2022 MUESTRA: 3 COSTALES DE COLOR BLANCO, CON UN PESO TOTAL DE 450 kg APROX.

DESCRIPCIÓN	LÍMITE LÍQUIDO				LÍMITE PLÁSTICO	
	1	2	3	4	1	2
ENSAYO No	J-27	EST-128	N-4	N-7	N-4	L-23
TARA No	N.P.	N.P.	N.P.	N.P.	N.P.	N.P.
PESO DE TARA + SUELO HÚMEDO g.	N.P.	N.P.	N.P.	N.P.	N.P.	N.P.
PESO DE TARA + SUELO SECO g.	N.P.	N.P.	N.P.	N.P.	N.P.	N.P.
PESO AGUA g.	N.P.	N.P.	N.P.	N.P.	N.P.	N.P.
PESO DE LA TARA g.	N.P.	N.P.	N.P.	N.P.	N.P.	N.P.
PESO SUELO SECO g.	N.P.	N.P.	N.P.	N.P.	N.P.	N.P.
CONTENIDO DE HUMEDAD, %	N.P.	N.P.	N.P.	N.P.	N.P.	N.P.
NÚMERO DE GOLPES	-	-	-	-	-	-



RESULTADOS DE ENSAYOS		
LÍMITE LÍQUIDO (%)		N.P.
LÍMITE PLÁSTICO (%)		N.P.
ÍNDICE DE PLASTICIDAD (%)		N.P.

10	20	30	40	50
N.P.	N.P.	N.P.	N.P.	N.P.

HC-AP-014 REV 02 TERCERA 2021/03/11

CONDICIONES AMBIENTALES

TEMPERATURA AMBIENTE: 20.4 °C
 HUMEDAD RELATIVA: 26%

MUESTRA RECIBIDA POR EL PETICIONARIO

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

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 PROPORCIONADAS POR EL CLIENTE AL LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS.

SOCIEDAD DE INGENIEROS CIVILES Y GEÓMETAS S.A.C.
JEFES DE LABORATORIO
 Ing. Víctor Peña Luján
 INGENIERO CIVIL
 N.º 10489

Email: grupocentauroingenieros@gmail.com Web: <http://centauroingenieros.com/> Facebook: [centauroingenieros](https://www.facebook.com/centauroingenieros)

Telf: 064 - 253737 Cel: 992875980 - 984482888 - 984968015

Av. Mariscal Castilla N° 3980 (Sede 1) y N° 3948 (Sede 2) - El Tambo - Huancayo - Junín (Frente a la 1ra Puerta de la U.M.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, DPH
- 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-/OSD-INDECOPI

RESUMEN DE ENSAYO

EXPEDIENTE N°: 040-2022-AP
 PETICIONARIO: DAVIRAN LOPEZ, WILLIAM RODOLFO
 ATENCIÓN: UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES - FACULTAD DE INGENIERÍA - ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
 CONTACTO DE PETICIONARIO: williamlopez1984@gmail.com
 PROYECTO: INFLUENCIA DE LONJIZA DE CAÑA DE MAÍZ EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE, HUANCAYO-2022
 UBICACIÓN: NO ESPECÍFICA
 FECHA DE RECEPCIÓN: 08 DE SEPTIEMBRE DEL 2022
 FECHA DE EMISIÓN: 15 DE SEPTIEMBRE DEL 2022

MÉTODO

NTP 339.125:2019 (previsto el 2019) SUELOS. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico, e índice de plasticidad de suelos

LÍMITE DE ATTERBERG PASANTE POR LA MALLA 200 - MÉTODO (4 PUNTOS)

CÓDIGO DE TRABAJO: P-335-2022 CANTERA: AP-01
 FECHA DE INICIO DE ENSAYO: 13-09-2022 UBICACIÓN: AGREGADO FINO - CANTERA: "MATAHUASI", UBICACIÓN: DISTRITO DE MATAHUASI - PROVINCIA DE CONCEPCIÓN, REGIÓN JUNÍN, COORDENADA: N965539 E403181
 FECHA DE CULMINACIÓN DE ENSAYO: 14-09-2022 MUESTRA: 7 COSTALES DE COLOR BLANCO, CON UN PESO TOTAL DE 500 kg APROX.

DESCRIPCIÓN	LÍMITE LÍQUIDO				LÍMITE PLÁSTICO	
	1	2	3	4	1	2
ENSAYO No	J-27	FST-128	K-4	K-7	K-1	L-23
TARA No	N.P.	N.P.	N.P.	N.P.	N.P.	N.P.
PESO DE TARA + SUELO HUMEDO g	N.P.	N.P.	N.P.	N.P.	N.P.	N.P.
PESO DE TARA + SUELO SECO g	N.P.	N.P.	N.P.	N.P.	N.P.	N.P.
PESO AGUA g	N.P.	N.P.	N.P.	N.P.	N.P.	N.P.
PESO DE LA TARA g	N.P.	N.P.	N.P.	N.P.	N.P.	N.P.
PESO SUELO SECO g	N.P.	N.P.	N.P.	N.P.	N.P.	N.P.
CONTENIDO DE HUMEDAD, %	N.P.	N.P.	N.P.	N.P.	N.P.	N.P.
NÚMERO DE GOLPES	-	-	-	-	-	-



RESULTADOS DE ENSAYOS					
LÍMITE LÍQUIDO (%)					N.P.
LÍMITE PLÁSTICO (%)					N.P.
ÍNDICE PLÁSTICO (%)					N.P.
10	20	30	40	50	
N.P.	N.P.	N.P.	N.P.	N.P.	

HC-AP-014 REV.02 FECHA: 2021/05/11

CONDICIONES ESPECIALES

TEMPERATURA AMBIENTE: 12.4 °C
 HUMEDAD RELATIVA: 85%

MUESTRA REMITIDA POR EL PETICIONARIO

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

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 PROPORCIONADAS POR EL CLIENTE AL LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS.

VICTOR PEÑA DUENAS
JEFE DE LABORATORIO
 Ing. Víctor Peña Duenas
 INEP 14039796
 CIP 70489

Email: grupocentauroringenieros@gmail.com Web: <http://centauroringenieros.com/> Facebook: [centauroringenieros](https://www.facebook.com/centauroringenieros)

Telf: 044 - 263737 Cel: 982075880 - 984403158 - 984966015

Av. Mariscal Castilla N° 2955 (Sede 1) y N° 2048 (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 MEDICIONES DE SUELOS
- ESTUDIOS Y ENSAYOS GEOTÉCNICOS
- ENSAYOS DE AMBRIERAS PARA CONCRETOS Y ASFALTO
- PERFORACIONES Y EXTRACCIÓN DE MUESTRAS
- ENSAYOS EN ROCAS
- ESTUDIOS RECÍPROCOS
- ENSAYOS DE AMBROS EN SUELOS Y AGUA
- CONTROL DE CALIDAD EN SUELOS CONCRETO Y ASFALTO
- ENSAYOS SPT, DPL, DPM
- 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-VSD-INDECOPI



INDICARE DE ENSAYOS

EXPEDIENTE N° : 040-2022-AP
 PETICIONARIO : DAVIRAN LOPEZ, WILLIAM RODOLFO
 ATENCIÓN : UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES - FACULTAD DE INGENIERÍA - ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
 CONTACTO DE PETICIONARIO : wllfandolan@unla.edu.pe
 PROYECTO : INFLUENCIA DE CENIZA DE CAÑA DE MAÍZ EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALENTE, HUANCAYO 2022
 UBICACIÓN : NO ESPECÍFICA
 FECHA DE RECEPCIÓN : 06 DE SEPTIEMBRE DEL 2022
 FECHA DE EMISIÓN : 15 DE SEPTIEMBRE DEL 2022

MÉTODO

NTP 310.129-1005 (revisada al 2010) SUELOS. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico, e índice de plasticidad de suelos.

LÍMITE DE ATTERBERG PASANTE POR LA MALLA 40 - MÉTODO (4 PUNTOS)

CÓDIGO DE TRABAJO: P-335-2022 CANTERA: AG-02
 FECHA DE INICIO DE ENSAYO : 13-09-2022 UBICACIÓN: AGREGADO GRUESO - CANTERA: "ORCOTUNA", UBICACIÓN: DISTRITO DE MATAHUASI - PROVINCIA DE CONCEPCIÓN, REGIÓN JUNÍN, COORDENADA: N8685359 E468181
 FECHA DE CULMINACIÓN DE ENSAYO : 14-09-2022 MUESTRA: 3 COSTALES DE COLOR BLANCO, CON UN PESO TOTAL DE 450 kg APROX.

DESCRIPCIÓN	LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO	
	1	2	3	1	2
ENSAYO No					
TARA No	L-35	L-23	F-52	F-20	J-38
PESO DE TARA + SUELO HUMEDO g.	N.P.	N.P.	N.P.	N.P.	N.P.
PESO DE TARA + SUELO SECO g.	N.P.	N.P.	N.P.	N.P.	N.P.
PESO AGUA g.	N.P.	N.P.	N.P.	N.P.	N.P.
PESO DE LA TARA g.	N.P.	N.P.	N.P.	N.P.	N.P.
PESO SUELO SECO g.	N.P.	N.P.	N.P.	N.P.	N.P.
CONTENIDO DE HUMEDAD %	N.P.	N.P.	N.P.	N.P.	N.P.
NUMERO DE GOLPES	-	-	-	-	-



RESULTADOS DE ENSAYOS

LÍMITE LÍQUIDO (%)	N.P.
LÍMITE PLÁSTICO (%)	N.P.
ÍNDICE PLASTICIDAD (%)	N.P.

30	20	30	40	50
N.P.	N.P.	N.P.	N.P.	N.P.

HC-AP-013 REV.02 FECHA: 2021/09/11

CONDICIONES AMBIENTALES

TEMPERATURA AMBIENTE : 19,2 °C
 HUMEDAD RELATIVA : 40%

MUESTRA REMITIDA POR EL PETICIONARIO

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

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 PROPORCIONADAS POR EL CLIENTE AL LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS.

REVISADO POR : Mg. ING. JANET YESICA ANDA ARÍAS

ING. Victor Pena Duchas
 INGENIERO CIVIL
 D.E. 20088

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, DPHB
- ESTUDIOS Y ENSAYOS GEOTÉCNICOS
- 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 Nº 00114425 con Resolución Nº 007184-2019-/DSD-INDECOPI

INFORME DE ENSAYOS

EXPEDIENTE N° : 046-2022-AP
 PETICIONARIO : DAVIAN LÓPEZ, WILLIAM RODOLFO
 ATENCIÓN : UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES - FACULTAD DE INGENIERÍA - ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
 CONTACTO DE PETICIONARIO : williamdavis@gmail.com
 PROYECTO : INFLUENCIA DE CANTA DE CAÑA DE MAÍZ EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE, HUANCAYO-2022
 UBICACIÓN : NO ESPECÍFICA
 FECHA DE RECEPCIÓN : 05 DE SEPTIEMBRE DEL 2022
 FECHA DE EMISIÓN : 15 DE SEPTIEMBRE DEL 2022

MÉTODO

NTP 339.123-1999 (revisada al 2019) SUELOS, Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico, e índice de plasticidad de suelos

LÍMITE DE ATTERBERG PASANTE POR LA MALLA 40 - MÉTODO (4 PUNTOS)

CÓDIGO DE TRABAJO: P-339-2022 CANTERA : AP-01
 FECHA DE INICIO DE ENSAYO : 13-09-2022 UBICACIÓN: AGREGADO FINO - CANTERA: "MATAHUASI", UBICACIÓN: DISTRITO DE MATAHUASI - PROVINCIA DE CONCEPCIÓN, REGIÓN JUNÍN, COORDENADA: N8685359 E463181
 FECHA DE CULMINACIÓN DE ENSAYO : 14-09-2022 MUESTRA: 7 COSTALES DE COLOR BLANCO, CON UN PESO TOTAL DE 500 kg APROX.

DESCRIPCIÓN	LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO	
	1	2	3	1	2
ENSAYO No					
TARA No	L-35	L-21	F-12	F-20	J-36
PESO DE TARA + SUELO HUMEDO g.	N.P.	N.P.	N.P.	N.P.	N.P.
PESO DE TARA + SUELO SECO g.	N.P.	N.P.	N.P.	N.P.	N.P.
PESO AGUA g.	N.P.	N.P.	N.P.	N.P.	N.P.
PESO DE LA TARA g.	N.P.	N.P.	N.P.	N.P.	N.P.
PESO SUELO SECO g.	N.P.	N.P.	N.P.	N.P.	N.P.
CONTENIDO DE HUMEDAD, %	N.P.	N.P.	N.P.	N.P.	N.P.
NÚMERO DE GOLPES	-	-	-	-	-



RESULTADOS DE ENSAYOS				
LÍMITE LÍQUIDO (%)				N.P.
LÍMITE PLÁSTICO (%)				N.P.
ÍNDICE PLÁSTICIDAD (%)				N.P.
10	20	30	40	50
N.P.	N.P.	N.P.	N.P.	N.P.

HC-AP-013 REV.02 FECHA:2021/09/11

CONDICIONES AMBIENTALES

TEMPERATURA AMBIENTE : 19,2 °C
 HUMEDAD RELATIVA : 40%

MUESTRA REMITIDA POR EL PETICIONARIO

LOS DATOS PROPORCIONADOS POR EL PETICIONARIO SON LOS SIGUIENTES: PETICIONARIO, ATENCIÓN, NOMBRE DEL PROYECTO, UBICACIÓN, PROCEDENCIA DE LA MUESTRA, 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 CORRESPONDERÁN A LOS ENSAYOS REALIZADOS SOBRE LAS MUESTRAS PROPORCIONADAS POR EL CLIENTE AL LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS.
 REVISADO POR : ING. ING. JANET YESSICA ANDÍA ARGAS.

JEFE DE LABORATORIO
 Ing. Victor Peña Duenas
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 10459

Email: grupo-centauroingenieros@gmail.com Web: <http://centauroingenieros.com/> Facebook: [centauroingenieros](https://www.facebook.com/centauroingenieros)

Tel: 064 - 255727 Cel: 982875800 - 964403888 - 964966013

Av. Mariscal Castilla N° 2090 (Sede 1) y N° 2548 (Sede 2) - El Tambo - Huancayo - Junín (Frente a la Tercera Puerta de la U.N.C.P.)

Para verificar la autenticidad del informe puede comunicarse al: grupo-centauroingenieros@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 GUMADOS EN SUELOS Y AGUA
- ENSAYOS SPT, DCL, DMB
- ESTUDIOS Y ENSAYOS DE FRIENTES
- PERFORACIONES Y EXTRACCION DAMANTINAS
- ESTUDIOS GEOTECNICOS
- CONTROL DE CALIDAD EN SUELOS CONCRETO Y ASFALTO
- EXTRACCION Y TRABAJO DE MUESTRAS IN SITU



Inscrito en el Registro de Marcas y Servicio de INDECOPI con CERTIFICADO Nº 00114625 con Resolución Nº 007184-2019-/DSD-INDECOPI

INFORME

EXPEDIENTE N° : 064-2022-AP
PETICIONARIO : DAVIRAN LÓPEZ, WILLIAM RODOLFO
ATENCIÓN : UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES - FACULTAD DE INGENIERÍA - ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
CONTACTO DE PETICIONARIO : williamsdaviran@gmail.com
PROYECTO : INFLUENCIA DE CENIZA DE CAÑA DE MAÍZ EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE, HUANCAYO-2022
UBICACIÓN : NO ESPECIFICA
FECHA DE RECEPCIÓN : 06 DE SEPTIEMBRE DEL 2022
FECHA DE EMISIÓN : 15 DE SEPTIEMBRE DEL 2022

SALES SOLUBLES EN SUELOS**NTP 339.152 REV. 2015**

CÓDIGO DE TRABAJO : P-335-2022
CALICATA : AG-02
UBICACIÓN : AGREGADO GRUESO - CANTERA: "ORCOTUNA", UBICACIÓN: DISTRITO DE MATAHUASI - PROVINCIA DE CONCEPCIÓN, REGIÓN JUNIN, COORDENADA: N8685359 E463181

CONTENIDO : 0.13%

CONTENIDO : 1338 PPM

HC-AP-006 REV.02 FECHA: 2021/09/11

CONDICIONES AMBIENTALES

Fecha de ensayo : 2022-09-14
 Temperatura Ambiente : 21,8 °C
 Humedad relativa : 62%

MUESTREO E IDENTIFICACIÓN REALIZADOS POR EL PETICIONARIO.

EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERA REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCION SEA EN SU TOTALIDAD.

LOS RESULTADOS DE LOS ENSAYOS NO DEBEN SER UTILIZADOS COMO UNA CERTIFICACION 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 PROPORCIONADAS POR EL CLIENTE AL LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS.

GRUPO CENTAURO INGENIEROS SAC
 JEFE DE LABORATORIO

Dg. Victor Pedro Fuentes
 INGENIERO CIVIL
 CIA. 14588

Email: grupocentauroringenieros@gmail.com Web: <http://centauroringenieros.com/> Facebook: [centauroringenieros](https://www.facebook.com/centauroringenieros)

Tel. 064 - 253727 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 MECANICAS DE SUELOS
- ESTUDIOS Y ENSAYOS GEOTECNICOS
- ENSAYOS EN AGREGADOS PARA CONCRETOS Y ASFALTO
- PERFORACIONES Y EXTRACCION DIAMANTINAS
- ENSAYOS EN ROCAS
- ESTUDIOS GEOTECNICOS
- ENSAYOS QUIMICOS EN SUELOS Y AGUA
- CONTROL DE CALIDAD EN SUELOS CONCRETO Y ASFALTO
- ENSAYOS SPT, CPT, DPHS
- EXTRACCION Y TRASLADO DE NUESTROS AGUJAS



Inscrita en el Registro de Marcas y Servicio de INDECOPI con CERTIFICADO N° 00114425 con Resolución N° 007184-2019-JDS-INDECOPI

INFORME DE ENSAYO

EXPEDIENTE : 045-2022-AP
PETICIONARIO : DAVIRAN LÓPEZ, WILLIAM RODOLFO
ATENCIÓN : UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES - FACULTAD DE INGENIERÍA - ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
CONTACTO DE PETICIONARIO : williamsdaviran@gmail.com
PROYECTO : INFLUENCIA DE CENIZA DE CAÑA DE MAÍZ EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE, HUANCAYO-2022
UBICACIÓN : NO ESPECÍFICA
FECHA DE RECEPCIÓN : 06 DE SEPTIEMBRE DEL 2022
FECHA DE EMISIÓN : 15 DE SEPTIEMBRE DEL 2022

PORCENTAJE DE CARAS FRACTURADAS EN LOS AGREGADOS - MTC E 210

CODIGO : ASTM D 5921
TITULO : PORCENTAJE DE CARAS FRACTURADAS EN LOS AGREGADOS
TITULO (EN) : PERCENTAGE OF FACES IN THE AGGREGATE FRACTURED

CÓDIGO DE TRABAJO: : P-335-2022
MUESTRA : AG-02
UBICACIÓN : AGREGADO GRUESO - CANTERA: "ORCOTUNA", UBICACIÓN: DISTRITO DE MATAHUASI - PROVINCIA DE CONCEPCIÓN, REGIÓN JUNIN, COORDENADA: N8685359 E463181

CON UNA O MAS CARAS FRACTURADAS

TAMAÑO DEL AGREGADO		A(g)	B(g)	C	D	E
PASA TAMIZ	RETENIDO TAMIZ					
1 1/2 "	1"	0	0	0.00%	0.00%	0.00%
1"	3/4 "	0	0	0.00%	0.00%	0.00%
3/4 "	1/2 "	502.5	484.4	96.40%	69.85%	67.33%
1/2 "	3/8 "	216.9	193.1	89.03%	30.15%	26.84%
TOTAL		719			100%	94.18%

PORCENTAJE DE UNA O MAS CARAS FRACTURADAS : **94.18%**

CON DOS O MAS CARAS FRACTURADAS

TAMAÑO DEL AGREGADO		A(g)	B(g)	C	D	E
PASA TAMIZ	RETENIDO TAMIZ					
1 1/2 "	1"	0.0	0.0	0.00%	0.00%	0.00%
1"	3/4 "	0.0	0.0	0.00%	0.00%	0.00%
3/4 "	1/2 "	502.5	419.8	83.54%	69.85%	58.35%
1/2 "	3/8 "	216.9	163.9	75.56%	30.15%	22.78%
TOTAL		719			100%	81.14%

PORCENTAJE DE DOS O MAS CARAS FRACTURADAS : **81.14%**

- A: PESO DE LA MUESTRA (g).
 B: PESO DEL MATERIAL CON CARAS FRACTURADAS (g).
 C: PORCENTAJE DE CARAS FRACTURADAS.
 D: PORCENTAJE RETENIDO GRADACION ORIGINAL.
 E: PROMEDIO DE CARAS FRACTURADAS.

MUESTREO E IDENTIFICACION REALIZADOS POR EL PETICIONARIO.

EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERA REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACION ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCION SEA EN SU TOTALIDAD. LOS RESULTADOS DE LOS ENSAYOS NO DEBEN SER UTILIZADOS COMO UNA CERTIFICACION 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 PROPORCIONADAS POR EL CLIENTE AL LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS.

HC-AC-002 REV.03 FECHA: 2022/02/11

INFORME AUTORIZADO POR JANET YESSICA ANDIA ARIAS

JEFE DE LABORATORIO
 Ing. Víctor Peña Dueñas
 INGENIERO

Email: grupocentauroringenieros@gmail.com Web: <http://centauroringenieros.com/> Facebook: [centauroringenieros](https://www.facebook.com/centauroringenieros)

Tel: 064 - 253727 Cel. 992875880 - 964483588 - 964968015

Av. Mariscal Castilla N° 3950 (Sede 1) y N° 3946 (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 MECANICAS DE SUELOS
 - ENSAYOS EN ASFALTOS PARA CONCRETOS Y ASFALTO
 - ENSAYOS EN PAVIMENTO
 - ENSAYOS DE AGUA EN SUELOS Y AGUA
 - ENSAYOS M³ DEL EPHE

- ESTUDIOS Y ENSAYOS GEOTECNICOS
 - PERFORACIONES Y EXTRACCIONES DE MUESTRAS
 - ESTUDIOS GEOTECNICOS
 - CONTROL DE CALIDAD EN SUELOS DE CONCRETO Y ASFALTO
 - EXTRACCION Y TRABAJO DE MUESTRAS IN SITU



Inscrito en el Registro de Marcas y Servicio de INDI (OGPI) con CERTIFICADO N° 00114425 con Resolución N° 007384-2019-V/DG-INDI/OGPI

INFORME DE ENSAYO

EXPEDIENTE : 037-2022-AP
PETICIONARIO : DAVIRAN LÓPEZ, WILLIAM RODOLFO
ATENCIÓN : UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES - FACULTAD DE INGENIERÍA - ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
CONTACTO DE PETICIONARIO : williamsdaviran@gmail.com
PROYECTO : INFLUENCIA DE CENIZA DE CAÑA DE MAÍZ EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECANICAS DE MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE, HUANCAYO-2022
UBICACIÓN : NO ESPECIFICA
FECHA DE RECEPCIÓN : 06 DE SEPTIEMBRE DEL 2022
FECHA DE EMISIÓN : 15 DE SEPTIEMBRE DEL 2022

DETERMINACIÓN DE PARTÍCULAS CHATAS, ALARGADAS, O PARTÍCULAS CHATAS Y ALARGADAS EN AGREGADOS

MTC E 223:2016

CÓDIGO DE TRABAJO : P-335-2022
CANTERA : AG-02
UBICACIÓN : AGREGADO GRUESO - CANTERA: "DRACOTUMA", UBICACIÓN: DISTRITO DE MATAHUASI - PROVINCIA DE CONCEPCIÓN, REGIÓN JUNÍN, COORDENADA: N8685359 E463181

MUESTRA : AG-02 - MUESTRA DE 3/8"

PESO DE LA MUESTRA - CHATAS	1002.4	g
PESO DE LA MUESTRA - ALARGADAS	1002.4	g
PESO QUE PASA POR EL EQUILIBRADOR CHATAS	3.10	g
PESO QUE PASA POR EL CALIBRADOR ALARGADAS	17.90	g

PORCENTAJE DE PARTICULAS CHATAS:	0.31%
---	-------

PORCENTAJE DE PARTICULAS ALARGADAS:	1.79%
--	-------

MUESTRA : AG-02 - MUESTRA DE 1/2"

PESO DE LA MUESTRA - CHATAS	2000.4	g
PESO DE LA MUESTRA - ALARGADAS	2000.4	g
PESO QUE PASA POR EL EQUILIBRADOR CHATAS	7.40	g
PESO QUE PASA POR EL CALIBRADOR ALARGADAS	12.50	g

PORCENTAJE DE PARTICULAS CHATAS:	0.37%
---	-------

PORCENTAJE DE PARTICULAS ALARGADAS:	0.62%
--	-------

HC-AC-003 REV.03 FECHA: 2022/02/11

CONDICIONES AMBIENTALES

FECHA DE ENSAYO : 2022-09-08
TEMPERATURA AMBIENTE : 21.9 °C
HUMEDAD RELATIVA : 20%

MUESTREO E IDENTIFICACION REALIZADOS POR EL PETICIONARIO

EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERA REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACION ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCION SEA EN SU TOTALIDAD
 LOS RESULTADOS DE LOS ENSAYOS NO DEBEN SER UTILIZADOS COMO UNA CERTIFICACION 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 PROPORCIONADAS POR EL CLIENTE AL LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS.
 INFORME AUTORIZADO POR: SNEY YÉSSICA ANDÍA ARIAS

JEFE DE LABORATORIO
ING. VICTOR PETER LUCCHESI
 INGENIERO CIVIL
 CIP-2016

Email: grupocentauroingenieros@gmail.com Web: <http://centauroingenieros.com/> Facebook: [centauroingenieros](https://www.facebook.com/centauroingenieros)
 Telf. 064 - 263727 Cel. 992875860 - 964483588 - 964968015
 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 MUESTRAS DE SUELOS | - FUNDEN Y SERENOS DE PROFUNDADES |
| - FUNDEN HORIZONTALS PARA GEOTECNIA Y TAPAJES | - FUNDEN Y SERENOS Y EXTRACCION DE MUESTRAS |
| - ENSAYOS EN ROSAS | - ENSAYOS DE IDENTIFICACION |
| - ENSAYOS DE FUNDEN EN SUELOS Y AGUA | - CONTROL DE CALIDAD EN SUELOS CONCRETO Y ASFALTO |
| - ENSAYOS SPT, CPT, DPM | - EXTRACCION Y TRASLADO DE MUESTRAS IN SITU |



Inscrito en el Registro de Marcas y Servicio de INDECOPI con CERTIFICADO N° 00114425 con Resolución N° 607184-2019 / DSO-INDECOPI.

INFORME

EXPEDIENTE N° : 063-2022-AP
PETICIONARIO : DAVIRAN LÓPEZ, WILLIAM RODOLFO
ATENCIÓN : UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES - FACULTAD DE INGENIERÍA - ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
CONTACTO DE PETICIONARIO : williamsdaviran@gmail.com
PROYECTO : INFLUENCIA DE CENIZA DE CAÑA DE MAÍZ EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE, HUANCAYO-2022
UBICACIÓN : NO ESPECIFICA
FECHA DE RECEPCIÓN : 06 DE SEPTIEMBRE DEL 2022
FECHA DE EMISIÓN : 15 DE SEPTIEMBRE DEL 2022

SALES SOLUBLES EN SUELOS

NTP 339.152 REV. 2015

CÓDIGO DE TRABAJO : P-335-2022
CALICATA : AF-01
UBICACIÓN : AGREGADO FINO - CANTERA: "MATAHUASI", UBICACIÓN: DISTRITO DE MATAHUASI - PROVINCIA DE CONCEPCIÓN, REGIÓN JUNÍN, COORDENADA: N8685359 E463181

CONTENIDO : 0.13%

CONTENIDO : 1296 PPM

HC-AP-006 REV.02 FECHA: 2021/09/11

CONDICIONES AMBIENTALES

Fecha de ensayo : 2022-09-14
 Temperatura Ambiente : 21,6 °C
 Humedad relativa : 62%

MUESTREO E IDENTIFICACION REALIZADOS POR EL PETICIONARIO:

EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERA REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACION ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCION SEA EN SU TOTALIDAD.

LOS RESULTADOS DE SUS ENSAYOS NO DEBERN SER UTILIZADOS COMO UNA DECLARACION DE CUMPLIMIENTO DE LAS 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 PROPORCIONADAS POR EL CLIENTE AL LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS.

WILLIAM RODOLFO DAVIRAN LÓPEZ
JEFE DE LABORATORIO
 Ing. Víctor R. ...
 INGENIERO CIVIL
 CIP: 100000

Email: grupocentauroingenieros@gmail.com Web: <http://centauroingenieros.com/> Facebook: [centauro ingenieros](https://www.facebook.com/centauroingenieros)

Telf. 064 - 253727 Cel. 992875860 - 964483888 - 964966015

Av. Mariscal Castilla N° 3950 (Sede 1) y N° 3940 (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 MECÁNICA DE SUELOS
- ENSAYOS EN AGREGADOS PARA CONCRETOS Y ASFALTO
- ENSAYOS EN ROCAS
- ENSAYOS QUÍMICOS EN SUELOS Y AGUA
- ENSAYOS SPT, DPL, DPM
- ESTUDIOS Y ENSAYOS GEOTÉCNICOS
- PERFORACIONES Y EXTRACCIÓN DE MUESTRAS
- ESTUDIOS GEOTÉCNICOS
- CONTROL DE CALIDAD EN SUELOS DE 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° 007184-2019-7USC-INDECOPI

**LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES DE CENTAURO INGENIEROS
LABORATORIO DE SUELOS**

EXPEDIENTE N° : 053-2022-AP
PETICIONARIO : DAVIRAN LÓPEZ, WILLIAM RODOLFO
ATENCIÓN : UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES - FACULTAD DE INGENIERÍA - ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
CONTACTO DE PETICIONARIO : williamsdaviran@gmail.com
PROYECTO : INFLUENCIA DE CENIZA DE CAÑA DE MAÍZ EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE, HUANCAYO-2022
UBICACIÓN : NO ESPECÍFICA
FECHA DE RECEPCIÓN : 06 DE SEPTIEMBRE DEL 2022
FECHA DE EMISIÓN : 15 DE SEPTIEMBRE DEL 2022

INFORME DE ENSAYO (PÁG. 01 DE 01)

IMPUREZAS ORGÁNICAS - MTC E 213:2016

CÓDIGO DE TRABAJO : P-335-2022
MUESTRA : AF-01
UBICACIÓN : AGREGADO FINO - CANTERA: "MATAHUASI", UBICACIÓN: DISTRITO DE MATAHUASI - PROVINCIA DE CONCEPCIÓN, REGIÓN JUNÍN, COORDENADA: N8805359 E463181

COLOR GARDNER ESTÁNDAR N°	PLACA ORGÁNICA N°
0	1
8	2
11	3 (estándar)
13	4
16	5

RESULTADO EN LA PLACA ORGÁNICA N° : **1**

HC-AC-031 REV.02 FECHA: 2021/09/11

CONDICIONES AMBIENTALES

Fecha de ensayo : 2022-09-13
 Temperatura Ambiente : 20,8 °C
 Humedad relativa : 59%

MUESTREO E IDENTIFICACION REALIZADOS POR EL PETICIONARIO.

EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERA REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACION ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCION SEA EN SU TOTALIDAD. LOS RESULTADOS DE LOS ENSAYOS NO DEBEN SER UTILIZADOS COMO UNA CERTIFICACION DE CONFIANZA 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 PROPORCIONADAS POR EL CLIENTE AL LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS.

ING. Víctor Peña Dueñas
 INGENIERO CIVIL

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, PAVIMENTOS Y ACUANTALCÓMULOS

SERVICIOS DE:

- DISEÑO DE MODIFICACIONES DE CALZOS
- DISEÑO DE PAVIMENTOS PARA CARRETEROS Y AEROPUERTOS
- DISEÑO DE PAVIMENTOS
- ENSAYOS DE RESISTENCIA EN SUELOS Y ACUANTALCÓMULOS
- ENSAYOS OPT. EN TERRENO
- DISEÑO DE PAVIMENTOS DEPORTIVOS
- PERFORACIÓN Y CONTRACCIÓN DE ANCHURAS
- ESTUDIOS DE INFILTRACIONES
- CONTROL DE CALIDAD EN SUELOS DE CARRETEROS Y AEROPUERTOS
- RECONSTRUCCIÓN Y TRANSACCIONES DE ACUANTALCÓMULOS



Inscrito en el Registro de Marcas y Servicio de INDECOPI con CI. CERTIFICADO N° 00114425 con Resolución N° 007134-2019-/DSD-INDECOPI

INFORME

EXPEDIENTE N° : 044-2022-AP
 PETICIONARIO : DAVID RAN LÓPEZ, WILLIAM RODOLFO
 ATENCIÓN : UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES - FACULTAD DE INGENIERÍA - ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
 CONTACTO DE PETICIONARIO : williamdavidran@gmail.com
 PROYECTO : INFLUENCIA DE CENIZA DE CAÑA DE MAÍZ EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE, HUANCAYO-2022
 UBICACIÓN : NO ESPECÍFICA
 FECHA DE RECEPCIÓN : 08 DE SEPTIEMBRE DEL 2022
 FECHA DE EMISIÓN : 15 DE SEPTIEMBRE DEL 2022

AZUL DE METILENO - AASTHO TP 330.02

CÓDIGO DE TRABAJO : P-335-2022
 CANTERA : AF-01
 UBICACIÓN : AGREGADO FINO - CANTERA: "MATAHUASI", UBICACIÓN: DISTRITO DE MATAHUASI - PROVINCIA DE CONCEPCIÓN, REGIÓN JUNÍN, COORDENADA: N8685359 E463181

AZUL DE METILENO : **0.200 mg/g**

$$\text{Valor de Azul de Metileno (VA)} = \frac{C \times V}{W}$$

C = Concentración de la solución de Azul de Metileno, en mg de azul por ml de solución
 V = ml de solución de Azul de Metileno requerido en la titulación
 W = gramos de material seco utilizado en la prueba

CONDICIONES AMBIENTALES
 FECHA DE ENSAYO : 2022-09-13
 TEMPERATURA AMBIENTE : 24.2 °C
 HUMEDAD RELATIVA : 49%

MUESTREO E IDENTIFICACIÓN REALIZADOS POR EL PETICIONARIO

EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBE 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 PRODUCTOR O COMO CERTIFICADO DEL SISTEMA DE CALIDAD DE LA ENTIDAD QUE LO PRODUCE. LOS RESULTADOS CORRESPONDEN A LOS ENSAYOS REALIZADOS SOBRE LAS MUESTRAS PRESENTADAS POR EL CLIENTE AL LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS.

HC-AP-027 REV.02 FECHA: 2021/09/11

INGENIERO EN MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
 VICTOR PEREZ CUENCA
 Ing. Victor Perez Cuenca
 INGENIERO EN MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

Email: grupocentauroingenieros@gmail.com Web: <http://centauroingenieros.com/> Facebook: centauro ingenieros
 Telf. 064 - 253727 Cel. 992875860 - 984453580 - 984966015

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 MECÁNICA DE SUELOS
- ENSAYOS EN AGREGADOS PARA CONCRETOS Y ASFALTO
- ENSAYOS EN HORMIGÓN
- ENSAYOS DE MUESTRAS EN SUELOS Y AGUA
- ENSAYOS SPT, DFL, DPHS
- ESTUDIOS Y ENSAYOS GEOTÉCNICOS
- FUNDACIONES Y EXTRACCIÓN DIAMANTINA
- ESTUDIOS GEOTÉCNICOS
- CONTROL DE CALIDAD EN SUELOS CONCRETO Y ASFALTO
- EXTRACCIÓN Y TRASLADO DE MUESTRAS IN-SITU

CENTAURO
INGENIEROS

Inscrito en el Registro de Marcas y Servicio de INDECOPI con CLITIFICADO N° 00134425 con Resolución N° 007184-2019-VJSD-INDECOPI

INFORME

N° EXPEDIENTE: 010-2022-AP
 PETICIONARIO: ORVISHA GÓMEZ, WILLIAM RODOLFO
 ATENCIÓN: INSTITUCIÓN EDUCATIVA LOS ANDES - FACULTAD DE INGENIERÍA - ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
 CONTACTO DE PETICIONARIO: williamandrea@gmail.com
 PROYECTO: INFLUENCIA DE LA CURVA DE CALIBRE DE MAZAS EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CASARENO, HUANCAYO-2022
 UBICACIÓN: NO ESPECIFICA
 FECHA DE RECEPCIÓN: 06 DE SEPTIEMBRE DEL 2022
 FECHA DE EMISIÓN: 15 DE SEPTIEMBRE DEL 2022

GRANULOMETRÍA

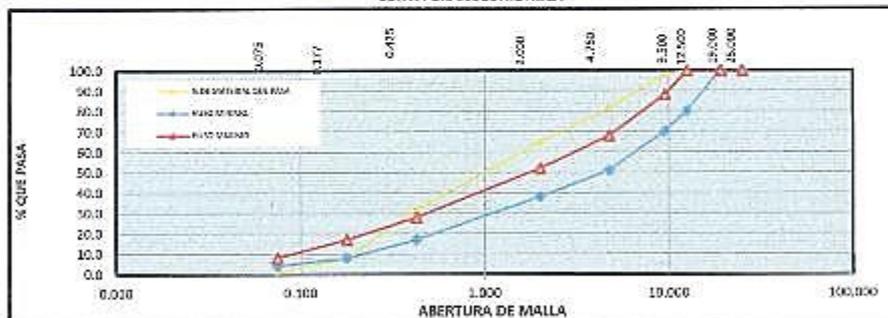
SEGÚN HUSOS GRANULOMÉTRICOS PARA MEZCLA ASFÁLTICA NORMAL (MAC 2)

NORMATIVA BS 2013 - PERU

CÓDIGO DE ORDEN DE TRABAJO: 1P-015-2022
 CAMPERA: AGREGADO FINO - CAMPERA "MAYMILASHI", UBICACIÓN: DISTRITO DE MAYMILASHI - PROVINCIA DE CONCEPCIÓN, REGIÓN ILLIM, COORDINADA: 28283529 8463382
 MUESTRA: 1AF-01 TIPO DE AGREGADO: AGREGADO FINO

TAMIZ	ABERTURA (mm)	% QUE PASA MÍNIMO	% QUE PASA MÁXIMO	PESO RETENIDO (g)	% PAREJA RETENIDO (g)	% ACUMULADO	
						RETENIDO	QUE PASA
1"	25.000	100	100	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.000	100	100	0.00	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.500	80	100	3.00	0.15	0.15	99.85
3/8"	9.500	70	88	36.20	1.01	1.06	97.94
N° 4	4.750	51	65	135.00	16.35	17.41	81.59
N° 10	2.000	38	52	344.80	15.81	33.25	66.75
N° 40	0.425	17	28	573.40	32.83	66.08	33.92
N° 60	0.250	8	17	500.20	24.42	90.50	9.50
N° 200	0.075	4	6	133.70	6.52	97.02	3.00
FINADO				70.70	0.98	100.00	0.00
TOTAL				2051.10	100.00		

CURVA GRANULOMÉTRICA



1P-015-011 REV 001 FECHA: 2022/09/15

OBSERVACION: Muestra recibida por el Petitioner

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

RESERVA DE DERECHOS DEL LABORATORIO
 JEFE DE LABORATORIO
 Jefe. Vicuña Peña Duenas
 INGENIERO CIVIL
 010-706007

Email: grupoceintauroringenieros@gmail.com Web: http://centauroingenieros.com/ Facebook: centauroringenieros

Tel: 064 - 253727 Cel: 982675880 - 984483588 - 984966015

Av. Mariscal Castilla N° 2550 (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: grupoceintauroringenieros@gmail.com

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

SERVICIOS DE:

- ENSAYOS DE VELOCIDAD DE SUELOS
- ENSAYOS EN ADICIONADOS PARA CONCRETOS Y ASFALTO
- ENSAYOS EN ROCAS
- ENSAYOS QUÍMICOS EN SUELOS Y AGUA
- ENSAYOS SPT, DPL, DPMIS
- ESTUDIOS Y ENSAYOS GEOTÉCNICOS
- PERFORACIONES Y EXTRACCION U AMBITENAS
- ESTUDIOS DEOTÉCNICO
- 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 Nº 00134425 con Resolución Nº 007164-2019-/OSD-INDECOPI

EXPEDIENTE N°	: 353-2022-AP
PETICIONARIO	: DAVIRAN LÓPEZ, WILLIAM RODOLFO
ATENCIÓN	: UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES, FACULTAD DE INGENIERÍA, ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
CONTACTO DE PETICIONARIO	: williamsdaviran@gmail.com
PROYECTO	: INFLUENCIA DE CENIZA DE CAÑA DE MAÍZ EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE, HUANCAYO-2022
UBICACIÓN	: NO ESPECIFICA
FECHA DE RECEPCIÓN	: 06 DE SETIEMBRE DEL 2022
FECHA DE EMISIÓN	: 06 DE DICIEMBRE DEL 2022

ENSAYO DE DENSIDAD

CÓDIGO DE TRABAJO	: F-335-2022
MUESTRA	: AD-1
UBICACIÓN	: ADITIVO DE CENIZA DE CAÑA DE MAÍZ

CÓDIGO	MUESTRA SUELTA + RECIPIENTE (g)	MUESTRA COMPACTADA + RECIPIENTE (g)	MASA DEL RECIPIENTE (g)	VOLUMEN DEL RECIPIENTE cm ³	DENSIDAD SUELTA g/cm ³	DENSIDAD COMPACTADA g/cm ³	PROMEDIO DE DENSIDAD SUELTA g/cm ³	PROMEDIO DE DENSIDAD COMPACTADA g/cm ³
N° 1	364.8	395.5	238.96	245	0.51	0.64	0.51	0.64
N° 2	362.7	394.7	239.75	245	0.50	0.63		
N° 3	361.9	395.1	238.73	245	0.50	0.64		

INC-AP-021 REV.03 FECHA: 2022/03/02

CONDICIONES AMBIENTALES:

Fecha de ensayo : 2022-12-06
 Temperatura Ambiente : 17,5 °C
 Humedad relativa : 41%

Área donde se realizó los ensayos : Suelos II y Concreto

Muestreo e identificación realizados por el Peticionario,

EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERA REPRODUCirse SIN AUTORIZACION ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCION SEA EN SU TOTALIDAD.

LOS RESULTADOS DE LOS ENSAYOS NO DEBERN SER UTILIZADOS COMO UNA CERTIFICACION DE COMPOSICION O VERDAD 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 PROPORCIONADAS POR EL CLIENTE AL LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS.


INGENIERO EN MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
ING. VÍCTOR HUGO LUJÁN
 INGENIERO CIVIL
 CIP: 10000

Email: grupocentauroingenieros@gmail.com Web: <http://centauroingenieros.com/> Facebook: [centauro ingenieros](https://www.facebook.com/centauroingenieros)

Tel. 064 - 263727 Cel. 902675960 - 904483380 - 904302015

Av. Mariscal Castilla N° 2050 (Señal 1) y N° 2948 (Señal 2) - El Tambo - Huancayo - Junín (Frente a la 1ra Puerta de la U.A.C.F.)

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

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

SERVICIOS DE:

- ENSAYOS DE MECANICAS DE SUELOS
 - ENSAYOS EN ARRANQUE PARA CONCRETOS Y ASFALTO
 - ENSAYOS EN ROCAS
 - ENSAYOS QUIMICOS EN SUELOS Y AGUA
 - ENSAYOS SPT, DP, DPHS

- ESTUDIOS Y ENSAYOS GEOTECNICOS
 - PERFORACIONES Y EXTRACCION DIAMANTINAS
 - ESTUDIOS GEOTECNICOS
 - CONTROL DE CALIDAD EN SUELOS CONCRETO Y ASFALTO
 - EXTRACCION Y TRABAJADO DE MUESTRAS IN SITU



Inscrito en el Registro de Marcas y Servicio de INDECOPI con CERTIFICADO Nº 00114475 con Resolución Nº 007154-2019 /D60-INDECOPI

MEMORIE DE RESULTADOS

EXPEDIENTE N° : 080-2022-AP
PETICIONARIO : BARRAN LÓPEZ, WILLIAN RODOLFO
ATENCIÓN : UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES / FACULTAD DE INGENIERIA / ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL
CONTACTO DE PETICIONARIO : williamrodolfo@gmail.com
PROYECTO : INFLUENCIA DE CENIZA DE CAÑA DE MAÍZ EN LAS PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS DE MEZCLAS ASFALTICAS EN CALIENTE, HUANCAYO-2022
UBICACIÓN : NO ESPECIFICA
FECHA DE RECEPCIÓN : 06 DE SEPTIEMBRE DEL 2022
FECHA DE EMISIÓN : 29 DE SEPTIEMBRE DEL 2022

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR HIDROMETRÍA (SEDIMENTACIÓN)

Código de Trabajo : P-333-2021		Muestra : AP-2	Profundidad (m) : -
Tipo de muestra : ADITIVO DE CENIZA DE CAÑA DE MAÍZ		Condiciones de muestra:	UBICACIÓN : -
TEMPERATURA	32.0	CONSEJO REGULADOR (C)	#
DETERMINACIÓN	0.5% N	CONSEJO REGULADOR (C)	0.5
AGENTE DISPERSANTE	NaPOC	Gr	2.00
Q	1.324		
W (NORMA N° 30 (1))	20		

0.075 mm	0.150	0.300
0	25.22	38.70

Grado de Finura	Grado de Retención	Porcentaje Retenido	Porcentaje Pasado
1	20	27.7	72.3
2	20	27.6	72.4
4	15	27.9	72.1
8	11	26	74
12	10	28.1	71.9
20	10	28.2	71.8
30	10	29.3	70.7
40	10	28.1	71.9
60	10	28.1	71.9
80	10	28.1	71.9
100	10	28.1	71.9
150	10	28.1	71.9
200	10	28.1	71.9
300	10	28.1	71.9
425	10	28.1	71.9
600	10	28.1	71.9
750	10	28.1	71.9
1000	10	28.1	71.9

ESTÁNDAR N° 30 (1) : 20

HGAS-017 (2012) (COIN. 2011) (N° 11)

Email: grupocontaurusingenieros@gmail.com Web: <http://contaurusingenieros.com/> Facebook: contaurusingenieros

Tel: 064 - 253727 Cel: 982975000 - 984489558 - 984956015

Av. Matucal Castilla Nº 3880 (Sede 1) y Nº 3948 (Sede 2) - El Tambo - Huancayo - Junín (Tramite a la 1ra Puerta de la U.N.C.P.)

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

(Firma manuscrita)
 Ing. Víctor Hugo Durand
 Contaurus Ingenieros

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

- SERVICIOS DE:
- PRUEBAS DE MECANICAS DE SUELOS
 - ENSAYOS DE AGREGADOS PARA CONCRETOS Y ASFALTO
 - ENSAYOS EN PIEDRAS
 - ENSAYOS DE BLOQUES EN SUELOS Y AGUA
 - ENSAYOS SPT, CPT, SPT G

- PATENTES Y PRUEBAS GEOTECNICAS
- FORTIFICACIONES Y EXTRACCIONES QUIMICAS
- ESTUDIOS GEOTECNICOS
- CONTROL DE CALIDAD EN SUELOS CONCRETO Y ASFALTO
- EXTRACCION Y TRAZADO DE MUESTRAS IN SITU



Ubicada en el Proyecto de Infraestructura de BIODIVERSIDAD con el RITR 020201 MP 00124126 con Resolución AN Nº 0027184-0004/2018-001/0001

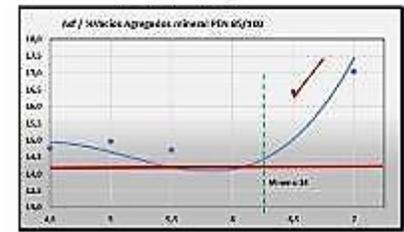
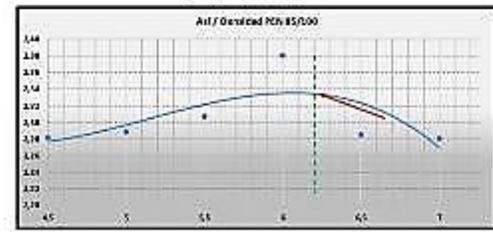
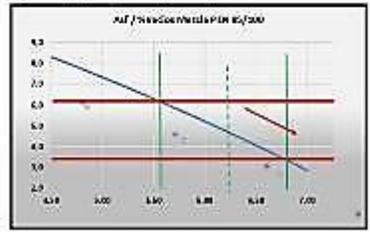
ENSAYO MARSHALL (ASTM-D-1525)

%SMP	%Cemento
4.0	5.2
6.0	7.4
8.0	9.6
10.0	11.8
12.0	14.0
14.0	16.2

%SMP	Flexión
4.5	21
6	23
8.5	25
10	27
13.5	29
15	31

%SMP	Flexión en el agregado agregado (mmol/100)
4.5	142
6	160
8.5	178
10	196
13.5	214
15	232

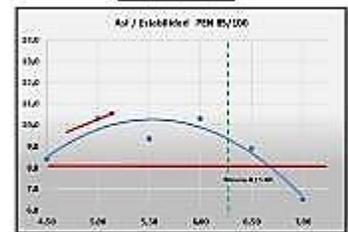
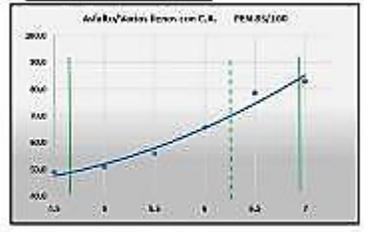
GRAFICO 01



%SMP	%Cemento (ASTM)
4.5	5.5
6	7.7
8	9.9
10	12.1
12	14.3
14	16.5
16	18.7

%SMP	Flex
4.5	24
6	26
8.5	28
10	30
13	32
15	34

%SMP	Flexión
4.5	14
6	16
8.5	18
10	20
13	22
15	24



NOTA: Este informe es propiedad de la empresa y no debe ser utilizado para otros fines sin el consentimiento escrito de la empresa. Toda reproducción o uso no autorizado de este documento será sancionado. Este informe es válido por un periodo de 90 días desde la fecha de emisión. No se garantiza la exactitud de los datos presentados en este informe. El presente informe es válido por un periodo de 90 días desde la fecha de emisión. No se garantiza la exactitud de los datos presentados en este informe.

El presente informe es propiedad de la empresa y no debe ser utilizado para otros fines sin el consentimiento escrito de la empresa. Toda reproducción o uso no autorizado de este documento será sancionado. Este informe es válido por un periodo de 90 días desde la fecha de emisión. No se garantiza la exactitud de los datos presentados en este informe. El presente informe es válido por un periodo de 90 días desde la fecha de emisión. No se garantiza la exactitud de los datos presentados en este informe.

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

SERVICIOS DE:

- ENSAYOS DE MECÁNICA DE SUELOS
- ENSAYOS EN AGREGADOS PARA CONCRETOS Y ASFALTO
- ENSAYOS EN ROCAS
- ENSAYOS QUÍMICOS EN SUELOS Y AGUA
- ENSAYOS SPI, OPI, OPIES
- ESTUDIOS Y ENSAYOS GEOTÉCNICOS
- PERFORACIONES Y EXTRACCIÓN DE MUESTRAS
- 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 Nº 00114425 con Resolución Nº 007184-2019-/OSD-INDECOPI

EXPEDIENTE N°: 493 2022 AP
 PFEKORARIO: DAVIRAN LÓPEZ, WILLIAM RODOLFO
 ATRIBUCIÓN: UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES - FACULTAD DE INGENIERÍA - ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
 CONTACTO DE PETICIONARIO: williamrodolfo@gmail.com
 OBRA: IMPULSION DE CENIZA DE CAÑA DE MAÍZ EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALABATE, HUANCAYO 2022
 UBICACIÓN: NO ESPECÍFICA
 FECHA DE RECEPCIÓN: 04 DE SEPTIEMBRE DEL 2022
 FECHA DE EMISIÓN: 22 DE OCTUBRE DEL 2022

MEZCLA ASFÁLTICA MAC-2

FORMULA DE TRABAJO - PARA PREPARAR PROBETAS LABORATORIO

Método: MARSHALL
 Carga: RODADURA
 Gradación: MAC-2
 Tipo Asfalto: ASFALTO PEN 85-100
 Clase de mezcla: Mezcla tipo A

PROYECTO: P-335-2022

Página 4 de 12

PARA DISEÑAR OPTIMO DE ASFALTO SIN ADITIVO

(75 golpes por cara)
 Fabricación 350 °C
 Compactación 120-130°C

	Dosificación 1	Dosificación 2	Dosificación 3	Dosificación 4	Dosificación 5	Dosificación 6
FECHA PREPAR. MATRIZ:	23/05/2022	23/05/2022	23/05/2022	23/05/2022	23/05/2022	23/05/2022
FECHA FABRICACION:	23/05/2022	23/05/2022	23/05/2022	23/05/2022	23/05/2022	23/05/2022
Fabricación (°C)	150	150	150	150	150	150
Compactación (°C)	125	125	125	125	125	125
Masa mezcla s prob (gr.)	1200,0	1200,0	1200,0	1200,0	1200,0	1200,0
Masa total Agregado (gr.)	1146	1140	1134	1128	1122	1116
Masa tot. petróleo % (gr.)	1116	1110	1104	1098	1092	1080

Cantidad de probetas			1	1	1	1	1	1
Agregado	Contorno	Formula para laboratorio (g)	Masa para ensayos (g)					
AGREGADO GRUESO	CONTORNO 91x46x24.1 COORDENADAS E: 76°57'10.4" N: -12°14'21.9"	35,0%	401,1	399,0	396,0	394,8	392,7	390,6
AGREGADO FINO	CONTORNO 91x46x24.1 COORDENADAS E: 76°57'10.4" N: -12°14'21.9"	60,0%	687,6	684,0	680,4	676,8	673,2	669,6
Filler - Cal	Filler de espesor	5,0%	57,3	57,0	56,7	56,4	56,1	55,8
Total Aridos		100,0%	1.146,0	1.140,0	1.134,0	1.128,0	1.122,0	1.116,0
% asfalto s/m			4,50%	5,00%	5,50%	6,00%	6,50%	7,00%
Masa de asfalto (gr.)			54,0	60,0	66,0	72,0	78,0	84,0

10-49-000 REV.01: FOLIO: 2022/04/05

OBSERVACION: Mezcla controlada por el petroleo.

EL PRESENTE DOCUMENTO DEBEN SER LEÍDOS EN SU ENTORNO DE TRABAJO DEL LABORATORIO, BAJO QUE LA REPRODUCCION DE SU TOTALIDAD O SU PARTE PERUANA INDECOPI: SP 000 1998

ELABORADO POR: ING. VICTOR FLORES GARCIA

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

Tel: 094 - 253721 Cel: 992873980 - 994482588 - 314586815

Av. Mariscal Castilla N° 3958 (Sede 1) y N° 3948 (Sede 2) - El Tambo - Huancayo - Junco Frente a la Ica Puerta de la UNIC P.

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

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

SERVICIOS DE:

- ENSAYOS DE MECÁNICA DE SUELOS
- ENSAYOS EN AGREGADOS PARA CONCRETOS Y ASFALTO
- ENSAYOS EN ROCAS
- ENSAYOS CUBCOS EN SUELOS Y AGUA
- ENSAYOS SPT, DPL, DPHS
- ESTUDIOS Y ENSAYOS GEOTÉCNICOS
- 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 Nº 00114925 con Resolución Nº 007184-2015-054-INDECOPI

EXPLORER Nº	: 004-2022-02
PETICIONARIO	: DR. RAYLÓPEZ, WILLIAM RODOLFO
ATENCIÓN	: UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES - FACULTAD DE INGENIERÍA - ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
CONTACTO DE PETICIONARIO	: w.raylopez@upla.edu.pe
UBICACIÓN	: INFLUENCIA DE CENIZA DE CAÑA DE MAÍZ EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECANICAS DE MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE, HUANCAYO-2022
IRREGULAR	: NO ESPECIFICA
FECHA DE RECEPCIÓN	: 08 DE SEPTIEMBRE DEL 2022
FECHA DE EMISIÓN	: 22 DE OCTUBRE DEL 2022

**GRANULOMETRIA
SEGUN HUBO MEZCLAS ASFALTICAS MAC 2
NORMATIVA - EG2013 PERU**

ÁMBITO DE: 2

PROYECTO: F-335-2022

CANTERA: "ORCOTUNA", UBICACIÓN: DISTRITO DE MATAHUASI -
CANTERA: PROVINCIA DE CONCEPCIÓN, REGIÓN JUNÍN, COORDENADA: N8685359
E469381

TIPO DE AGREGADO: AGREGADO GRUESO

MUESTRA: AG 03

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO AGREGADO GRUESO					
TAMIZ	ALTEZURA (mm)	AGREGADO GRUESO			
		PESO RETENIDO	ACUMULADO	PROCL. PASANTE	% PASANTE
(1)	25,00	0,00	0,00	3237,40	100,0%
(20)	20,00	0,00	0,00	3237,40	100,0%
(12)	32,50	1147,70	1147,70	2089,70	64,59%
(20)	4,75	1260,80	2408,50	876,90	27,06%
(4)	4,75	175,70	2184,20	52,20	1,61%
(N.10)	2,00	75,85	3050,00	37,40	1,16%
(N.40)	0,425	5,30	3025,90	21,50	0,67%
(N.80)	0,180	8,20	3214,40	22,00	0,71%
(N.200)	0,075	8,00	3223,00	14,40	0,44%
PASA 200		14,40	3237,40	0,00	0,0%
PESO TOTAL			3237,40		

HE-AP-001 REV.01 FECHA: 2022/04/05

OBSERVACION: Muestra recibida por el laboratorio
LA-30-NAO-201 - ING. VÍCTOR PEÑA DUEÑAS
ENVÍADO POR: ING. JAVIER FERRER BUSTAMANTE

CANTERA: "MATAHUASI", UBICACIÓN: DISTRITO DE MATAHUASI -
CANTERA: PROVINCIA DE CONCEPCIÓN, REGIÓN JUNÍN, COORDENADA:
N8685359 E469381

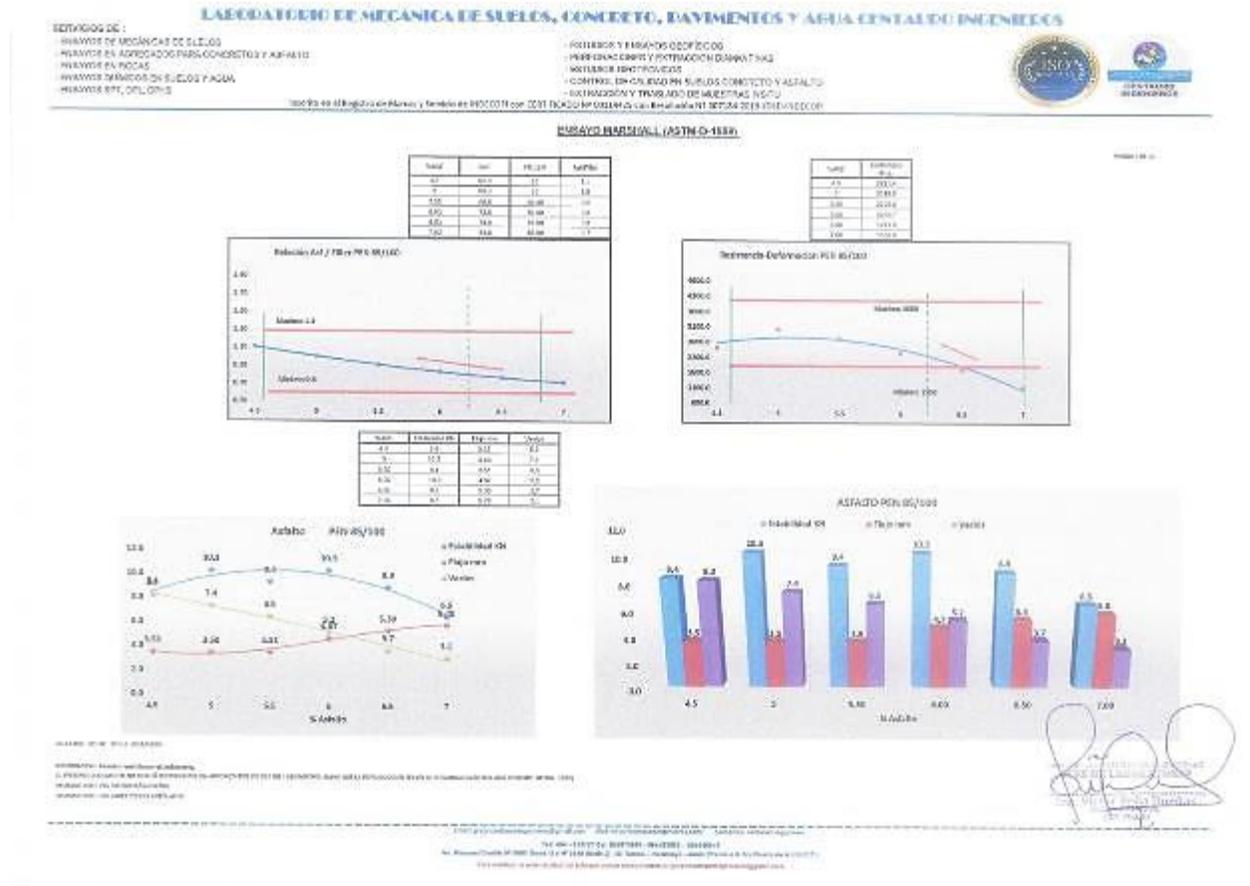
TIPO DE AGREGADO: AGREGADO FINO

MUESTRA: AP 03

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO AGREGADO FINO					
TAMIZ	ALTEZURA (mm)	AGREGADO FINO			
		PESO RETENIDO	ACUMULADO	PROCL. PASANTE	% PASANTE
(1)	25,00		0,00	2051,10	100,0%
(20)	20,00		0,00	2051,10	100,0%
(12)	32,50	3,00	3,00	2048,10	99,8%
(20)	4,50	39,70	42,70	2008,60	97,94%
(4)	4,75	328,00	370,20	1677,90	81,85%
(N.10)	2,00	344,80	715,00	1333,10	64,79%
(N.40)	0,425	673,40	1388,40	662,70	32,32%
(N.80)	0,180	500,80	1877,20	153,90	7,50%
(N.200)	0,075	130,70	2010,60	20,20	0,98%
PASA 200		20,20	2051,10	0,00	0,0%
PESO TOTAL			2051,10		

Anexo 7

Diseño de Marshall experimental



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

- SERVICIOS DE:
- ENSAYOS DE MECÁNICA DE SUELOS
 - ENSAYOS DE ANÁLISIS PARA CONCRETOS Y ASFALTO
 - ENSAYOS EN POCAS
 - ENSAYOS QUÍMICOS EN SUELOS Y AGUA
 - ENSAYOS SPT, CPT, DPH

- PRUEBAS Y ENSAYOS GEOTÉCNICOS
- PERFORACIONES Y EXTRACCIONES DE MUESTRAS
- PRUEBAS FÍSICOQUÍMICAS
- CONTROL DE CALIDAD EN SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
- EXTRACCIÓN Y TRASLADO DE MUESTRAS



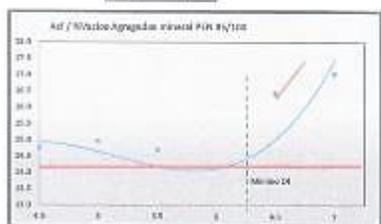
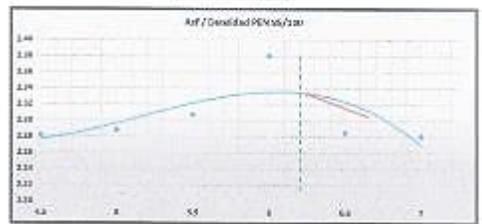
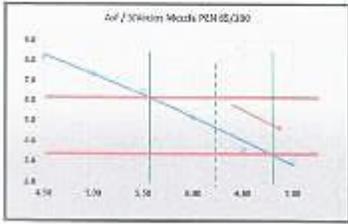
Escuela de Ingeniería de Minas y Servicio de INCOGEM con CENTRO DE INVESTIGACIONES Y SERVICIOS EN GEOTECNIA Y PAVIMENTOS

ENSAYO MARSHALL (ARTM-O-155)

%SP	Temperatura
4.5	17
5.5	14
6.5	8
8.5	5
9.5	7
7.5	20

%SP	Temperatura
1.5	23
3	14
6.5	20
6.5	7
6.5	20
7.5	17

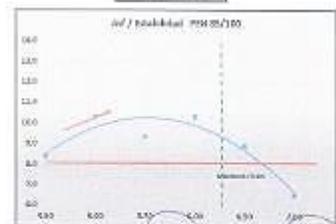
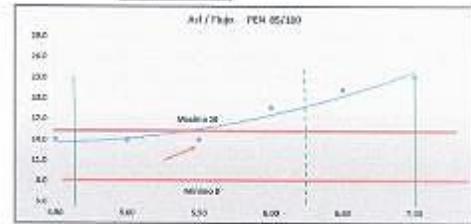
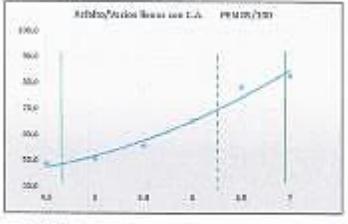
%SP	Temperatura (según especificación)
0.5	11
1	12
3.5	17
6.5	17
6.5	18
6.5	17



%SP	Temperatura (según especificación)
1.5	17
3	14
6.5	20
6.5	7
6.5	20
7.5	17

%SP	Temperatura
1.5	17
3	14
6.5	20
6.5	7
6.5	20
7.5	17

%SP	Temperatura
1.5	17
3	14
6.5	20
6.5	7
6.5	20
7.5	17



INCOGEM - CENTRO DE INVESTIGACIONES Y SERVICIOS EN GEOTECNIA Y PAVIMENTOS
 CARRERA DE INGENIERÍA DE MINAS Y SERVICIOS DE INCOGEM con CENTRO DE INVESTIGACIONES Y SERVICIOS EN GEOTECNIA Y PAVIMENTOS
 Av. Bolívar y Calle 12 de Mayo s/n, Cuenca, Ecuador - Teléfono: (07) 325 4222 - Fax: (07) 325 4223
 www.incogem.edu.ec

Escuela de Ingeniería de Minas y Servicio de INCOGEM con CENTRO DE INVESTIGACIONES Y SERVICIOS EN GEOTECNIA Y PAVIMENTOS
 Av. Bolívar y Calle 12 de Mayo s/n, Cuenca, Ecuador - Teléfono: (07) 325 4222 - Fax: (07) 325 4223
 www.incogem.edu.ec

[Handwritten signature and stamp]

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 GEOTÉCNICOS
- 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 Servicios de INDECOPI con CERTIFICADO Nº 00114425 con Resolución Nº 007184-2019-/DSD-INDECOPI

EXPEDIENTE N° : 347-2022-AP
 PETICIONARIO : DAVIAR LOPEZ, WILLIAM RODOLFO
 ATENCIÓN : UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES - FACULTAD DE INGENIERIA - ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL
 CONTACTO DE PETICIONARIO : williamlopez@uaa.edu.pe
 OBRA : INFLUENCIA DE CIMA DE CARA DE MAZ EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECANICAS DE MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE, HUANCAYO-2022
 UBICACIÓN : NO ESPECIFICA
 FECHA DE RECEPCIÓN : 06 DE SEPTIEMBRE DEL 2022
 FECHA DE EMISIÓN : 22 DE OCTUBRE DEL 2022

MEZCLA ASFÁLTICA MAC-2

FÓRMULA DE TRABAJO - PARA PREPARAR PROBETAS LABORATORIO

Método : MARSHALL
 Capa : RODADURA
 Gradación : MAC 2
 Tipo Asfalto : ASFALTO PEN 85-100
 Clase de mezcla : Mecla 100 A

PROYECTO: P-335-2022

PÁGINA 3 DE 12

PARA DISEÑAR OPTIMO DE ASFALTO SIN ADITIVO

BND	Dosificación 1						Dosificación 2						Dosificación 3						Dosificación 4						Dosificación 5						Dosificación 6					
	Fecha PREPAR. MATER.:		23/05/2022		21/05/2022		23/05/2022		23/05/2022		23/05/2022		23/05/2022		23/05/2022		23/05/2022		23/05/2022		23/05/2022		23/05/2022		23/05/2022		23/05/2022		23/05/2022							
Fabricación 130 °C	Fecha FABRICACIÓN:		23/05/2022		23/05/2022		23/05/2022		23/05/2022		23/05/2022		23/05/2022		23/05/2022		23/05/2022		23/05/2022		23/05/2022		23/05/2022		23/05/2022		23/05/2022		23/05/2022							
Compactación 120-130°C	Fabricación (°C)		130		130		130		130		130		130		130		130		130		130		130		130		130		130							
	Compactación (°C)		125		125		125		125		125		125		125		125		125		125		125		125		125		125							
	Masa mezcla 1 prob (gr.)		1200.0		1200.0		1200.0		1200.0		1200.0		1200.0		1200.0		1200.0		1200.0		1200.0		1200.0		1200.0		1200.0		1200.0							
	Masa total Agregados (gr.)		1145		1140		1134		1128		1122		1116		1110		1104		1098		1092		1086		1080		1074		1068							
	Masa Inc. perd.0% (gr.)		1145		1140		1134		1128		1122		1116		1110		1104		1098		1092		1086		1080		1074		1068							
	Cantidad de probetas		1		1		1		1		1		1		1		1		1		1		1		1		1		1							
	Agregado	Cantera	Formula para laboratorio (g)		Masa para ensayos (g)																															
	AGREGADO GRUESO	CANTERA "S. EMERENTIA", COORDENADAS E- 77°57'00.4" N- 12°14'01.5"	35.0%		401.1		399.0		396.9		394.8		392.7		390.6		388.5		386.4		384.3		382.2		380.1		378.0		375.9							
	AGREGADO FINO	CANTERA "S. EMERENTIA", COORDENADAS E- 77°57'00.4" N- 12°14'01.5"	60.0%		687.6		684.0		680.4		676.8		673.2		669.6		666.0		662.4		658.8		655.2		651.6		648.0		644.4							
	Filler - Cal	Filler de aporte	5.0%		57.3		57.0		56.7		56.4		56.1		55.8		55.5		55.2		54.9		54.6		54.3		54.0		53.7							
	Total Anidos		100.0%		1,146.0		1,140.0		1,134.0		1,128.0		1,122.0		1,116.0		1,110.0		1,104.0		1,098.0		1,092.0		1,086.0		1,080.0		1,074.0							
	% asfalto s/m				4.50%		3.00%		5.50%		6.00%		6.50%		7.00%		7.50%		8.00%		8.50%		9.00%		9.50%		10.00%		10.50%							
	Masa de asfalto (gr.)				54.0		60.0		66.0		72.0		78.0		84.0		90.0		96.0		102.0		108.0		114.0		120.0		126.0							

HC AP 020 REV 01 REVIS: 2021/01/05

RESERVAION: Muestra remite para el laboratorio.

EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD (SIN PERJUICIO PARA INDECOPI, 01/08/2003)

ELABORADO POR: ING. VICTOR PÉREZ OLIVERA

Email: grupoceamur@ingenieros.com Web: <http://centauroingenieros.com/> Facebook: [centauroingenieros](https://www.facebook.com/centauroingenieros)

Tel: 084 - 253727 Cel. 992873060 - 964403080 - 964904010

Av. Mariscal Castilla N° 3850 (Sede 1) y N° 3948 (Sede 2) - El Tambo - Huancayo - Junín (Frente a la 1ra Puente de la U.R.C.P.)

Para verificar la autenticidad del informe puede comunicarse al: grupoceamur@ingenieros.com

[Firma manuscrita]
 Vctor Pérez Olivera
 INGENIERO CIVIL
 N° 123456789
 01/08/2003

LABORATORIO DE MATERIALES SUELOS, CONCRETO, ENGENIERIA Y MATERIALES INGENIERIA



- DISEÑO DE MECANIZACION DE SUELOS
- ENSAYOS DE NOMENCLATURA PARA CONCRETOS Y ASFALTO
- ENSAYOS DE FORTALECIMIENTO
- ENSAYOS QUIMICOS DE SUELOS Y ASFALTO
- ENSAYOS DE FORTALECIMIENTO

- REVISION Y MONITOREO DE OBRAS
- PERFORACION Y EXTRACCION DE MUESTRAS
- CONTROL DE CALIDAD
- CONTROL DE CALIDAD EN MATERIALES DE CONCRETO Y ASFALTO
- EXTRACCION Y TRANSFERENCIA DE MUESTRAS

Instituto Registral y Catastral de Muestras Técnico de INTECOP con CERTIFICADO Nº 00334425 con Resolución Nº 007454-2010-VDG-INTECOP

PROYECTO:	010-2010-01
CLIENTE:	COMANDO EN JEFE FUERZAS ARMADAS PERUANAS
FECHA DE ELABORACION:	01/05/2010
USO:	PROYECTO DE DISEÑO DE MATERIALES PARA LA CONSTRUCCION DE OBRAS DE INFRAESTRUCTURA DE VIALIDAD
ESCALA:	1:50
FECHA DE REVISION:	01/05/2010
REVISOR:	01/05/2010

**COMBINACION GRANULOMETRICA SEGUN HUSO MEZCLAS ASFALTICAS MAC-3
NORMATIVA - FG-2013 PERU**

- PROYECTO: 010-2010-01
- CLIENTE: COMANDO EN JEFE FUERZAS ARMADAS PERUANAS
- FECHA DE ELABORACION: 01/05/2010
- USO: PROYECTO DE DISEÑO DE MATERIALES PARA LA CONSTRUCCION DE OBRAS DE INFRAESTRUCTURA DE VIALIDAD
- ESCALA: 1:50
- FECHA DE REVISION: 01/05/2010
- REVISOR: 01/05/2010

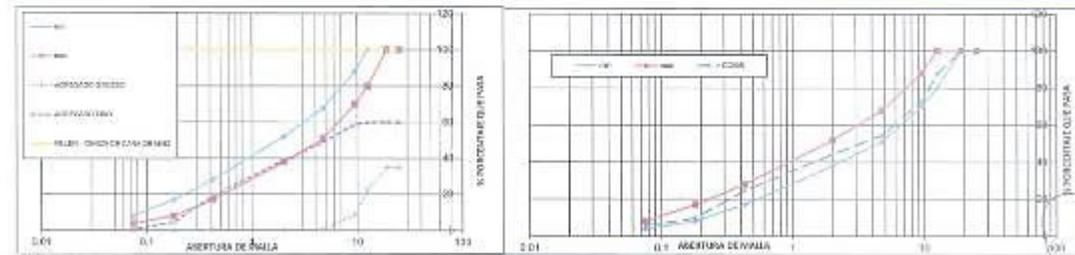
Malla	Brechas (mm)	MAC-3		CIVIL	KORREGIDO	AGREGADO	FILLER - CEMENTO DE CALA DE MAZ	CANTIDAD NOMINADA DE FILLER - CEMENTO DE CALA DE MAZ	CANTIDAD NOMINADA DE FILLER - CEMENTO DE CALA DE MAZ	FILLER - CEMENTO DE CALA DE MAZ
		% Queda en	% Que pasa							
1"	25.400	100	100	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
3/4"	19.000	100	100	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
1/2"	12.500	100	100	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
3/8"	9.500	100	100	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
20#	840	100	100	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
15#	1000	100	100	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
11.8#	1500	100	100	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
9.5#	2000	100	100	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
7.5#	2500	100	100	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
6.3#	3000	100	100	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
5.0#	3750	100	100	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
4.0#	4750	100	100	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
3.0#	6000	100	100	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00

Referencias

Las tolerancias especificadas en los planos, son aplicables, salvo la forma de trabajo, dentro del huso de especificación y sus tolerancias en la Norma FG-2013.

Tabla 4.1.1.1

Tolerancias en Cantos	Tolerancias permitidas en el sistema de especificación
0.1	0.15
0.2	0.3
0.3	0.45
0.4	0.6
0.5	0.75
0.6	0.9
0.7	1.05
0.8	1.2
0.9	1.35
1.0	1.5
1.1	1.65
1.2	1.8
1.3	1.95
1.4	2.1
1.5	2.25
1.6	2.4
1.7	2.55
1.8	2.7
1.9	2.85
2.0	3.0



Elaborado por: [Nombre]

LABORATORIO DE MATERIALES SUELOS, CONCRETO, ENGENIERIA Y MATERIALES INGENIERIA

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

SERVICIOS DE:

- ENSAYOS DE MECANICAS DE SUELOS
- ENSAYOS EN CARRETERAS PARA CONCRETOS Y ASFALTO
- ENSAYOS EN ROCAS
- ENSAYOS QUIMICOS EN SUELOS Y AGUA
- ENSAYOS SPT, DPL, DPHS
- ESTUDIOS Y ENSAYOS REFRACTOR
- TERMOPLASTICOS Y EXTRACCION QUIMICAS
- ESTUDIOS GEOTECNICOS
- CONTROL DE CALIDAD EN SUELOS CONCRETO Y ASFALTO
- EXTRACCION Y TRASLADO DE MUESTRAS HDTU



Inscrito en el Registro de Marcas y Servicio de INDECOP con CERTIFICADO N° 00114425 con Resolución N° 007154 2019 /OSD-INDECOP

EXPEDIENTE N°: 1347/2022-4P
PETICIONARIO: GABRIEL LÓPEZ, WILLIAM RODRIGO
ATENCIÓN: UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES - FACULTAD DE INGENIERÍA - ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
CONTACTO DE PETICIONARIO: williamrodri@gmail.com
DIRECCIÓN: EMPUJONA DE CENIZA DE CAÑA DE AZÚCAR EN LAS PROPIEDADES FREYSA Y VIZCARRAS DE MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CAJATE, HUANCAYO 2022
UBICACIÓN: NO ESPECIFICA
FECHA DE RECEPCIÓN: 15 DE SEPTIEMBRE DEL 2022
FECHA DE EMISIÓN: 23 DE OCTUBRE DEL 2022

**GRANULOMETRÍA
 SEGÚN HUSO MEZCLAS ASFÁLTICAS MAC-3
 NORMATIVA - EG2013 PERU**

Muestra: 01033

PROYECTO: P-335-2022

CANTERA: "CAJASTUNA", UBICACIÓN: DISTRITO DE MATAHUALI -
 PROVINCIA DE CONCEPCIÓN, REGION JUNIN, COORDENADA: 10855339
 E463381

CANTERA: "MATAHUALI", UBICACIÓN: DISTRITO DE MATAHUALI -
 PROVINCIA DE CONCEPCIÓN, REGION JUNIN, COORDENADA:
 10855339 E463381

TIPO DE AGRÉGADO: AGRÉGADO GRUESO

TIPO DE AGRÉGADO: AGRÉGADO FINO

TAMAO	ABERTURA (mm)	AGREGADO GRUESO			
		SEDO RETENIDO	ACUMULADO	PARADA PASANTE	% PASANTE
(1")	25.00	0.00	0.00	3237.40	100.0%
(3/4")	19.00	0.00	0.00	3237.40	100.0%
(1/2")	12.50	1147.70	1147.70	3088.70	64.52%
(3/8")	9.50	1790.30	2406.50	020.90	25.60%
(N.4)	4.75	775.70	3164.30	03.20	1.94%
(N.10)	2.00	10.30	3200.00	37.40	1.93%
(N.40)	0.425	5.50	3206.00	11.50	0.47%
(N.80)	0.180	8.60	3214.00	23.00	0.71%
(N.200)	0.075	8.60	3225.00	14.40	0.44%
PASA 200		14.40	3237.40	0.00	0.33%
SEDO TOTAL		1677.70			

TAMAO	ABERTURA (mm)	AGREGADO FINO			
		SEDO RETENIDO	ACUMULADO	PARADA PASANTE	% PASANTE
(1")	25.00		0.00	2251.10	100.0%
(3/4")	19.00		0.00	2251.10	100.0%
(1/2")	12.50	3.00	3.00	2048.10	90.9%
(3/8")	9.50	30.20	42.20	2008.90	87.94%
(N.4)	4.75	188.10	373.25	1635.85	71.56%
(N.10)	2.00	344.00	723.55	1312.55	57.95%
(N.40)	0.425	273.40	1306.40	864.70	37.92%
(N.80)	0.180	303.80	1607.20	153.90	7.50%
(N.200)	0.075	133.70	2000.00	30.20	0.94%
PASA 200		20.20	2061.10	0.00	0.00%
SEDO TOTAL		2061.10			

REVISADO: REV. 01 FECHA: 2022/10/23

ORGANIZACIÓN: Muestra recibida por el peticionario
 ELABORADO POR: ING. VICTOR PERA DUEÑAS
 REVISADO POR: ING. VICTOR PERA DUEÑAS

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO, PAVIMENTOS Y AGUA CENTALDO INGENIEROS

SERVICIOS DE:

- ENSAYOS DE MECANICA DE SUELOS
- ENSAYOS EN ABRIGADOS PARA CONCRETO Y ASFALTO
- ENSAYOS EN BDCAS
- ENSAYOS QUIMICOS EN SUELOS Y AGUA
- ENSAYOS SPT, OPL, DPM

- ESTUDIOS Y ENSAYOS GEOTECNICOS
- PERFORACIONES Y EXTRACCION DIAMANTES
- ESTUDIOS GEOTECNICOS
- CONTROL DE CALIDAD EN SUELOS CONCRETO Y ASFALTO
- EXTRACCION Y TRAGADO DE MUESTRAS (NBTU)

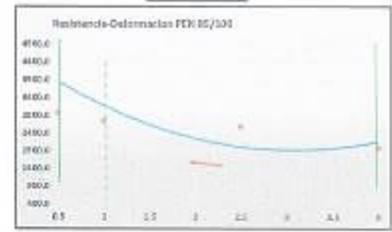
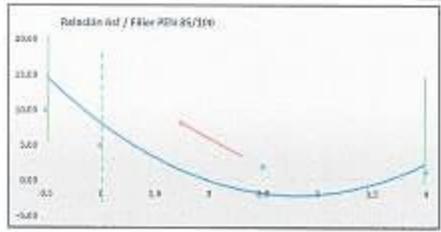


Inscrito en el Registro de Marcas y Servicio de INDECOPI con el N° 14423 con Resolución M/002184-2013-VISO-INDECOPI

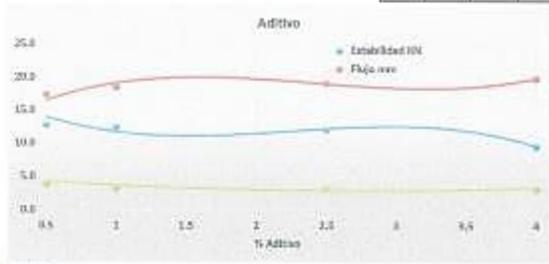
ENSAYO MARSHALL (ASTM-D-1559)

INDICIO	ASB	FLUJO	ADHESION
0.1	24	40	20.0
0.5	22	30	16.5
1.0	20	25.0	12.5
2.0	20.5	27.0	13.0
3.0	20.0	26.0	13.0

INDICIO	ADHESION
0.1	20.0
0.5	16.5
1.0	12.5
2.0	13.0
3.0	13.0



ADITIVO	Resistencia	Flujo (mm)	Adh.
0.1	17.1	19.7	5.2
0.5	15.3	17.9	4.8
1.0	12.5	17.0	3.4
2.0	13.1	16.2	3.1
3.0	13.0	16.0	3.1



REPORTE FINAL DE RESULTADOS
 00000000: muestra resultados de laboratorio
 6: PROYECTO DE INVESTIGACION Y DESARROLLO TECNOLÓGICO
 6: PROYECTO DE INVESTIGACION Y DESARROLLO TECNOLÓGICO

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO, PAVIMENTOS Y AGUA CENTALDO INGENIEROS
 Telf: 011 32077744 - 32077888 - 32077999 - 32078000
 Av. Bolognesi 14280 (Calle 14) 14100 (Calle 14) - Lima - Perú - Teléfono: 011 32077744 - 32077888 - 32077999 - 32078000

[Firma manuscrita]

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

- SERVICIOS DE:**
- ENSAYOS DE MECÁNICA DE SUELOS
 - ENSAYOS EN AGREGADOS PARA CONCRETOS Y ASFALTO
 - ENSAYOS EN PIEDRAS
 - ENSAYOS QUÍMICOS EN SUELOS Y AGUA
 - ENSAYOS SPT, DPL, DMR

- ESTUDIOS Y ENSAYOS GEOTÉCNICOS
- PERFORACIONES Y EXTRACCIONES DE MUESTRAS
- ESTUDIOS GEOTÉCNICOS
- CONTROL DE CALIDAD EN SUELOS CONCRETO Y ASFALTO
- EXTRACCIÓN Y TRABAJO DE MUESTRAS IN SITU



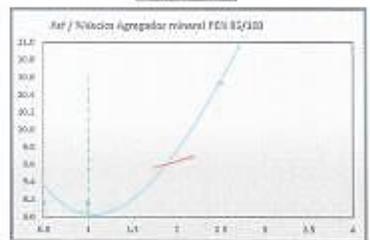
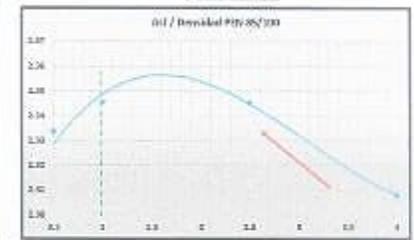
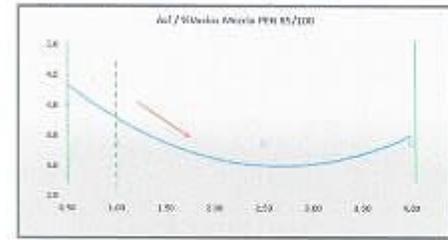
Inscrito en el Registro de Maestros y Servicio de INCOECP con C.R. REGISTRO Nº 00314425 con Resolución Nº 007284-2019-2020-INCOECP

ENSAYO MARSHALL CON ADITIVO (ASTM-D-1559)

SACRO (%)	Temperatura
4.00	32
6.00	40
1.00	24
7.00	34
2.00	34

SACRO (%)	Temperatura
7.2	30
8.4	30
9.38	30
10.00	30
10.75	30

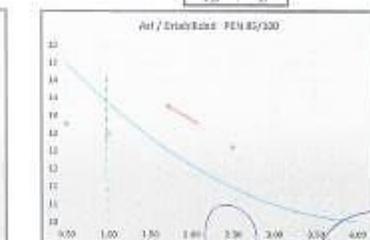
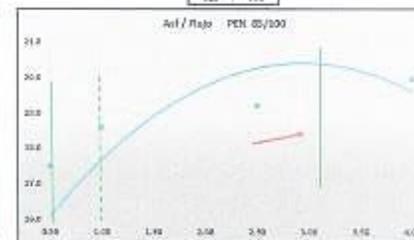
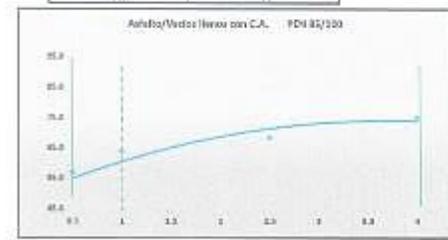
SACRO (%)	Temperatura (según especificación)
9.2	30
10.2	30
1.00	30
1.50	30
4.00	30



SACRO (%)	Stabilidad (según especificación)
2.0	27
7.0	87
7.0	87
10.0	74

SACRO (%)	Stabilidad
7.2	83
8.4	74
9.38	114
10.00	102
10.75	105

SACRO (%)	Estabilidad
1.0	111
1.5	114
1.00	128
1.50	117
4.00	117



INCOECP - INSTITUTO NACIONAL DE CONTROL DE OBRAS DE CONSTRUCCIÓN
 INSTITUTO NACIONAL DE CONTROL DE OBRAS DE CONSTRUCCIÓN
 INSTITUTO NACIONAL DE CONTROL DE OBRAS DE CONSTRUCCIÓN

Tel. 044 - 322707 Cel. 996878888 - 996878888
 Av. Mariscal Sucre # 1980 (Calle 13) # 1944 (Calle 5 - D Torero) - San Agustín - Arequipa - Perú
 www.incoecp.com.pe

[Handwritten signature]
 Ing. Víctor Peña Durán
 Director

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

SERVICIOS DE:

- ENSAYOS DE MECANICAS DE SUELOS
- ENSAYOS EN ABRIGADOS PARA CONCRETOS Y ASFALTO
- ENSAYOS EN RODAS
- ENSAYOS QUIMICOS EN SUELOS Y AGUA
- ENSAYOS SPT, DP, DP-45

- ESTUDIOS Y ENSAYO VICIOSOS
- PERFORACIONES Y EXTRACCION (BAMMIFINA)
- ESTUDIOS GEOTECNICOS
- CONTROL DE CALIDAD EN SUELOS CONCRETO Y ASFALTO
- EXTRACCION Y TRASLADO DE MUESTRAS (BITU)



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

EXHIBITE N°	100-000 AP
PROFESIONARIO	DAVALAN LÓPEZ, WILFRIDO ROSARIO
ATENCIÓN	LICENCIADO EN INGENIERIA (SUELOS) - FACULTAD DE INGENIERIA - ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL
CONTACTO DEL PROFESIONARIO	91 980000000@proton.com
OSHA	DECLARACIÓN DE CENSA DE CENSA DE MAZ EN LOS PROYECTOS DE PAVIMENTOS Y PAVIMENTOS DE MEZCLA ASFÁLTICA EN CAJAMA, HUANCAYO 2022
UBICACIÓN	NO EXISTE
FECHA DE RECEPCIÓN	30 DE SEPTIEMBRE DEL 2022
FECHA DE EMISIÓN	21 DE NOVIEMBRE DEL 2022

DATO DE ENSAYO PARA MARSHALL CON ADITIVO (ASTM-D-1558)

ADITIVO: CENIZA DE CÁSCARA DE MAÍZ

Página 1 de 3

PROPORCIÓN	0.2%			0.5%			1.0%			2.0%			4.0%		
	AD-6	AD-6	AD-7	AD-6	AD-7	AD-6	AD-6	AD-7	AD-6						
Código de etiqueta															
Cemento 1	101.50	101.50	101.45	101.60	101.60	101.65	101.75	101.60	101.60	101.60	101.45	101.70	102.00	101.60	102.50
Cemento 2	102.10	101.50	101.55	101.65	101.75	101.65	101.65	101.70	101.60	101.60	101.45	101.65	102.20	101.70	101.80
Procedo Cemento	103.00	101.25	101.50	101.75	101.75	101.80	101.65	101.65	101.55	101.55	101.45	101.60	102.10	101.65	102.35
Altera 1	93.90	93.90	93.90	93.90	93.90	93.90	93.90	93.90	93.90	93.90	93.90	93.90	93.90	93.90	93.90
Altera 2	93.90	93.90	93.90	93.90	93.90	93.90	93.90	93.90	93.90	93.90	93.90	93.90	93.90	93.90	93.90
Altera 3	93.90	93.90	93.90	93.90	93.90	93.90	93.90	93.90	93.90	93.90	93.90	93.90	93.90	93.90	93.90
Procedo altera	93.90	93.90	93.90	93.90	93.90	93.90	93.90	93.90	93.90	93.90	93.90	93.90	93.90	93.90	93.90
Factor de Corrección	1.07	1.07	1.07	1.07	1.07	1.06	1.06	1.06	1.06	1.06	1.05	1.05	1.05	1.05	1.05
Peso de la Diquesa al aire (AF) (A)	1199.79	1199.79	1199.79	1199.79	1199.79	1199.79	1199.79	1199.79	1199.79	1199.79	1199.79	1199.79	1199.79	1199.79	1199.79
Peso de la Diquesa Saturada en el agua (AF) (B)	679.26	679.26	679.26	679.26	679.26	679.26	679.26	679.26	679.26	679.26	679.26	679.26	679.26	679.26	679.26
Peso de la Diquesa Del. Sup. Seca (AF) (C)	1199.91	1199.91	1199.91	1199.91	1199.91	1199.91	1199.91	1199.91	1199.91	1199.91	1199.91	1199.91	1199.91	1199.91	1199.91
Especificidad (KN)	94.25	94.25	94.25	94.25	94.25	94.25	94.25	94.25	94.25	94.25	94.25	94.25	94.25	94.25	94.25
MSD (mm)	3.04	3.04	3.04	3.04	3.04	3.04	3.04	3.04	3.04	3.04	3.04	3.04	3.04	3.04	3.04

EL PRESENTE DOCUMENTO HA SIDO REPRODUCIDO SIN AUTORIZACIÓN E INICIO DEL LABORATORIO, ASÍ COMO LA REPRODUCCIÓN DE LA FOTOCOPIA DE LA FOLIA ORIGINAL DEL INDECOPI (SERIAL 1000)

REVISADO POR: ING. VICTOR FERRER DUEÑAS
 REVISADO POR: ING. LIBERTY ROSA RAMA RAMA

Correo electrónico: laboratorio@proton.com | Teléfono: 91 980000000

Tel: 844 - 293727 Cel: 982378982 - 984818382 - 984818382
 Av. Manuel Gálvez N° 1818 (Calle 1) y N° 2948 (Calle 2) - D. Tarma - Huancayo - Junín (Entre a la 1ra Puerta de la U.S.C.P.)
 Para verificar la autenticidad del informe puede comunicarse a: grupo@laboratorioingenieros.com

Anexo 8
Base de datos

Mezcla	Descripción	Altura promedio de la briqueta (cm)	Peso de la briqueta al aire (gr)	Peso de agua absorbida (gr)	% de absorción	Peso específico Bulk (gr/cm ³)
0.0% de ceniza	A1	65.33	1178.6	2.2	0.45	2.422
0.0% de ceniza	A2	64.65	1195	1.4	0.26	2.177
0.0% de ceniza	A3	65.05	1168.7	1.2	0.22	2.246
0.0% de ceniza	B1	64.37	1172.9	1.3	0.25	2.288
0.0% de ceniza	B2	65.57	1167.7	1	0.19	2.283
0.0% de ceniza	B3	65.93	1175.5	1.2	0.24	2.294
0.0% de ceniza	C1	64.63	1176.8	1.3	0.26	2.292
0.0% de ceniza	C2	63.93	1177.1	0.7	0.13	2.321
0.0% de ceniza	C3	64.2	1167.1	1.5	0.3	2.308
0.2% de ceniza	AD-5	63.63	1189.80	1.10	0.22	2.298
0.2% de ceniza	AD-6	63.63	1180.10	1.90	0.37	2.308
0.2% de ceniza	AD-7	63.73	1174.10	0.00	0.00	2.312
0.5% de ceniza	AE-5	62.33	1170.20	0.70	0.14	2.321
0.5% de ceniza	AE-6	63.70	1183.70	0.50	0.11	2.311
0.5% de ceniza	AE-6	64.10	1182.30	0.60	0.12	2.370
1.0% de ceniza	AF-5	63.77	1180.50	1.00	0.20	2.311
1.0% de ceniza	AF-6	63.17	1174.50	0.70	0.13	2.361
1.0% de ceniza	AF-7	62.43	1167.80	0.80	0.17	2.364
2.5% de ceniza	AG-5	63.57	1182.60	0.60	0.12	2.335
2.5% de ceniza	AG-6	64.52	1186.40	0.60	0.13	2.372
2.5% de ceniza	AG-7	64.10	1188.50	0.50	0.11	2.330

4.0% de ceniza	AH-5	62.95	1183.70	0.50	0.09	2.304
4.0% de ceniza	AH-6	64.90	1205.30	4.50	0.87	2.293
4.0% de ceniza	AH-7	64.73	1195.20	3.20	0.82	2.327

Mezcla	%de vacíos en mezcla	Porcentaje de Vacíos de Material Agregados (VMA) (%)	Porcentaje de Vacíos llenos de asfalto (%)	Flujo (mm)	Estabilidad corregida (KN)	Densidad
0.0% de ceniza	2.6	9.5	73	3.45	8.2	2.3
0.0% de ceniza	12.4	18.7	33.4	0.53	9.08	2.3
0.0% de ceniza	9.6	16.1	40	3.62	7.87	2.3
0.0% de ceniza	7.4	15	50.6	3.32	12.54	2.3
0.0% de ceniza	7.6	15.1	50	3.45	8.02	2.3
0.0% de ceniza	7.1	14.7	51.6	3.73	10.38	2.3
0.0% de ceniza	7.1	15.3	53.4	3.63	8.06	2.3
0.0% de ceniza	5.9	14.2	58.2	3.4	10.4	2.3
0.0% de ceniza	6.5	14.7	55.9	3.5	9.6	2.3
0.2% de ceniza	5.50	10.30	46.10	3.04	15.98	2.31
0.2% de ceniza	5.20	9.90	48.00	3.80	16.69	2.31
0.2% de ceniza	5.00	9.70	49.00	3.17	18.50	2.31
0.5% de ceniza	4.60	9.70	52.70	4.32	12.50	2.33
0.5% de ceniza	5.00	10.10	50.50	4.58	12.14	2.33
0.5% de ceniza	2.50	7.70	67.20	4.22	13.66	2.33
1.0% de ceniza	4.80	10.50	54.20	4.68	12.66	2.35
1.0% de ceniza	2.70	8.50	68.00	4.76	12.46	2.35
1.0% de ceniza	2.60	8.40	69.00	4.51	12.29	2.35

2.5% de ceniza	3.80	11.00	65.10P	4.41	12.68	2.35
2.5% de ceniza	2.30	9.50	75.90	4.85	11.85	2.35
2.5% de ceniza	4.00	11.10	63.90	5.14	11.77	2.35
4.0% de ceniza	3.50	13.50	73.70	4.93	10.27	2.31
4.0% de ceniza	4.00	13.90	71.10	5.07	9.35	2.31
4.0% de ceniza	2.60	12.60	79.50	4.97	9.39	2.31