



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

Influencia de la cáscara de papa calcinada en las propiedades físicas y mecánicas de mezclas asfálticas en caliente, Huánuco 2023

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

AUTOR:

Chiclote Rupay, Jose Andres (orcid.org/0000-0002-6438-9030)

ASESOR:

Dr. Muñiz Paucarmayta, Abel Alberto (orcid.org/0000-0002-1968-9122)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño de Infraestructura Vial

LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:

Fortalecimiento de la democracia, liderazgo y ciudadanía

CHICLAYO – PERÚ

2024

Dedicatoria

Agradezco a mis padres por su ánimo y comprensión durante esta larga travesía académica, la cual tuve como objetivo escalar un peldaño más en la vida profesional y así poder obtener el título de ingeniero civil, la cual afrontaré con mucho entusiasmo los desafíos de la carrera.

Dedico mis logros para ustedes familia, Luz, Mayeli y Luana que han sido partícipes de este anhelado sueño, que ahora me da una gran satisfacción personal y emocional, donde se ve reflejando todo mi esfuerzo y dedicación constante durante todo este tiempo.

Agradecimiento

A nuestro salvador divino Dios, que me brindo salud y muchas energías positivas para poder llevar a cabo este trabajo de investigación. Debo reconocer el apoyo del Dr. Abel Alberto Muñiz Paucarmayta por su contribución académica durante todo este tiempo.

Asimismo, agradecer a la Universidad César Vallejo por permitirme el acceso a su plataforma de biblioteca virtual.

También quiero agradecer a mi centro de trabajo por darme un espacio de poder desarrollar mis actividades académicas, teniendo como objetivo ser una persona de bien que aportare conocimientos técnicos a la empresa, demostrando todo mi profesionalismo.



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo, MUÑIZ PAUCARMAYTA ABEL ALBERTO, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - CHICLAYO, asesor de Tesis titulada: "INFLUENCIA DE LA CASCARA DE PAPA CALCINADA EN LAS PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS DE MEZCLAS ASFALTICAS EN CALIENTE, HUANUCO 2023", cuyo autor es CHICLOTE RUPAY JOSE ANDRES, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 20.00%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

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

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

CHICLAYO, 26 de Febrero del 2024

Apellidos y Nombres del Asesor:	Firma
MUÑIZ PAUCARMAYTA ABEL ALBERTO DNI: 23851049 ORCID: 0000-0002-1968-9122	Firmado electrónicamente por: AMUNIZP02 el 26-02- 2024 12:49:30

Código documento Trilce: TRI - 0738848



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

Declaratoria de Originalidad del Autor

Yo, CHICLOTE RUPAY JOSE ANDRES estudiante de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - CHICLAYO, declaro bajo juramento que todos los datos e información que acompañan la Tesis titulada: "INFLUENCIA DE LA CASCARA DE PAPA CALCINADA EN LAS PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS DE MEZCLAS ASFALTICAS EN CALIENTE, HUANUCO 2023", es de mi autoría, por lo tanto, declaro que la Tesis:

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

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

Nombres y Apellidos	Firma
CHICLOTE RUPAY JOSE ANDRES DNI: 41778357 ORCID: 0000-0002-6438-9030	Firmado electrónicamente por: CHRUPAYJA el 26-02- 2024 14:11:34

Código documento Trilce: INV - 1518277

Índice de contenidos

Carátula.....	i
Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento.....	iii
Declaratoria de autenticidad del asesor.....	iv
Declaratoria de originalidad del autor.....	v
Índice de contenidos.....	vi
Índice de tablas.....	vii
Índice de figuras.....	ix
Resumen.....	x
Abstract.....	xi
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO.....	6
III. METODOLOGÍA.....	18
3.1 Tipo y diseño de investigación.....	18
3.2 Variables y operacionalización.....	19
3.3 Población, muestra y muestreo.....	20
3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos:.....	21
3.5 Procedimientos.....	23
3.6 Método de análisis de datos.....	27
3.7 Aspectos éticos.....	51
IV. RESULTADOS.....	52
V. DISCUSIÓN.....	58
VI. CONCLUSIONES.....	62
VII. RECOMENDACIONES.....	63
REFERENCIAS.....	64
ANEXOS.....	71

Índice de tablas

Tabla 1. Requisitos de mezcla asfáltica.	17
Tabla 2. Cantidad de tratamientos	21
Tabla 3. Cantidad de unidades de estudio	21
Tabla 4. Escala de validez.	22
Tabla 5. Validez de contenido del instrumento de variable 1	22
Tabla 6. Validez de contenido del instrumento de variable 2	23
Tabla 7. Ensayos elaborados	27
Tabla 8. Porcentajes de materiales con óptimo de 5.80 de C.A.....	28
Tabla 9. Agregado grueso	29
Tabla 10. Agregado fino	29
Tabla 11. Ensayos del cemento asfáltico	30
Tabla 12. Granulometría de agregados.....	30
Tabla 13. Resultados diseño mezcla muestra control	31
Tabla 14. Análisis granulométrico por tamizado (MTC E204/ASTM C136).....	35
Tabla 15. Agregados adicionándose el 2% de ceniza de papa	37
Tabla 16. Composición de la mezcla incorporando 2.00% de ceniza	37
Tabla 17. Densidad máxima teórica MTC E508, con 2% de ceniza.....	39
Tabla 18. Porcentaje de vacío con 2% ceniza de cáscara de papa	41
Tabla 19. Porcentaje de vacío con 4% de ceniza de cáscara de papa	42
Tabla 20. Porcentaje de vacío con 6% de ceniza de cáscara de papa	43
Tabla 21. Porcentaje de vacío con 8% de ceniza de cáscara de papa	44
Tabla 22. Prueba de flujo con 2% de ceniza de cáscara de papa.....	47
Tabla 23. Prueba de flujo con 4% de ceniza de cáscara de papa.....	47
Tabla 24. Prueba de flujo con 6% de ceniza de cáscara de papa.....	47
Tabla 25. Prueba de flujo con 8% de ceniza de cáscara de papa.....	47
Tabla 26. Prueba de estabilidad 2% de ceniza de cáscara de papa.....	48
Tabla 27. Prueba de estabilidad 4% de ceniza de cáscara de papa.....	48
Tabla 28. Prueba de estabilidad 6% de ceniza de cáscara de papa.....	49
Tabla 29. Prueba de estabilidad 8% de ceniza de cáscara de papa.....	49
Tabla 30. Resumen de resultados obtenidos	51
Tabla 31. Contenido de vacíos de mezclas asfálticas en caliente	52

Tabla 32. Resistencia al flujo de mezclas asfálticas en caliente	53
Tabla 33. Estabilidad de mezclas asfálticas en caliente.....	54
Tabla 34. Resultados de la prueba de ANOVA respecto el contenido de vacíos ..	55
Tabla 35. Resultados de la prueba de ANOVA respecto a la resistencia al flujo ..	56
Tabla 36. Resultados de la prueba de ANOVA respecto a la estabilidad.....	56

Índice de figuras

<i>Figura 1.</i> Cáscara de papa reciclada.....	3
<i>Figura 2.</i> Asfalto con deformaciones	4
<i>Figura 3.</i> Falla por deformación controlada.....	17
<i>Figura 4.</i> Flujograma de proceso de la investigación.	24
<i>Figura 5.</i> Proceso de secado.....	25
<i>Figura 6.</i> Reducción en 30% del peso.....	25
<i>Figura 7.</i> La cascara calcinado retirado del horno.....	26
<i>Figura 8.</i> Terminación del proceso del producto de la V1	26
<i>Figura 9.</i> Grava chancada	28
<i>Figura 10.</i> Arena zarandeada.....	28
<i>Figura 11.</i> Curva granulométrica	31
<i>Figura 12.</i> Espécimen de MC.	32
<i>Figura 13.</i> Ensayo de estabilidad y flujo	32
<i>Figura 14.</i> Tamizado de aglomerantes.....	33
<i>Figura 15.</i> Determinación de pesos.....	34
<i>Figura 16.</i> Curva granulométrica (MTC E204/ASTM C136)	36
<i>Figura 17.</i> Curva granulométrica (2.00% de ceniza)	38
<i>Figura 18.</i> Peso de la mezcla suelta	45
<i>Figura 19.</i> Peso de briqueta saturada.	45
<i>Figura 20.</i> Ensayo RICE MTC.508.....	46
<i>Figura 21.</i> Peso del Picnómetro	46
<i>Figura 22.</i> Especímenes con % de ceniza	50
<i>Figura 23.</i> Ensayo flujo y estabilidad.....	50
<i>Figura 24.</i> Contenido de vacíos de mezclas asfálticas en caliente	52
<i>Figura 25.</i> Resistencia al flujo de mezclas asfálticas en caliente	53
<i>Figura 26.</i> Estabilidad de mezclas asfálticas en caliente	54

Resumen

La necesidad de mejorar las condiciones de las mezclas asfálticas, en conjunto con la reducción de los costos de pavimentación y el uso de insumos cada vez más sostenibles con el medio ambiente, refleja la necesidad de usar subproductos como la cáscara de papa con fines constructivos. La investigación se centró en la influencia de la adición de cáscara de papa calcinada en las propiedades físicas y mecánicas de mezclas asfálticas en caliente - Huánuco, 2023. Metodológicamente, fue una investigación cuantitativa, aplicada y basada en la experimentación, utilizándose la observación y la ficha registro en una muestra de 45 briquetas con adiciones de 2 al 8% de cáscara de papa calcinada que se comparó con el patrón de 2% de cal hidratada, analizándose contenido de vacío, la resistencia al flujo y la estabilidad. Los hallazgos indican que el mejor contenido de aire (3.3%) se obtuvo al 2% de adición y con dicho porcentaje se alcanzó la mayor resistencia al flujo (3.4 mm); sin embargo, la estabilidad (1,272.3 kg) más alta se encontró con 4% de adición. Se concluye que con una adición de 2% de cáscara de papa calcinada se logran las mejores propiedades de las mezclas asfálticas; sin embargo, no se obtuvieron diferencias significativas según los hallazgos de ANOVA para resistencia al flujo y la estabilidad ($p > 0.05$).

Palabras clave: propiedades físico-mecánicas, contenido de vacíos, resistencia al flujo, estabilidad, cáscara de papa.

Abstract

The need to improve the conditions of asphalt mixtures, together with the reduction of paving costs and the use of increasingly sustainable inputs with the environment, reflects the need to use byproducts such as potato peels with construction fines. The research focused on the influence of the addition of calcined potato peel on the physical and mechanical properties of hot asphalt mixes - Huánuco, 2023. Methodologically, it was a quantitative, applied research based on experimentation, using observation and record sheet in a sample of 45 briquettes with additions of 2 to 8% of calcined potato peel that was compared with the standard of 2% of hydrated lime, analyzing the void content, flow resistance and stability. The findings indicate that the best air content (3.3%) was obtained at 2% addition and with this percentage the highest flow resistance was achieved (3.4 mm); however, the highest stability (1,272.3 kg) was found with 4% addition. It is concluded that with an addition of 2% of calcined potato peel the best properties of the asphalt mixtures are achieved; However, no significant differences were obtained according to the ANOVA findings for flow resistance and stability ($p > 0.05$).

Keywords: physical-mechanical properties, void content, flow resistance, stability, potato peel.

I. INTRODUCCIÓN

A nivel internacional, según la ONU, hay muchas vías con altos niveles de inseguridad en la mayoría de los países que no han alcanzado niveles de desarrollo; bien sea por no estar pavimentadas o porque no se realiza el mantenimiento correspondiente. Así, el grave estado de las vías ocasiona accidentes de tráfico muchos de ellos fatales, destacándose que esta es la décima causa de muertes en el mundo en personas con edades entre 5 y 29 años y el 93% ocurre en países con ingresos de medianos a bajos (p. 1).

En Latinoamérica y El Caribe, según la Cámara Andina de Fomento (CAF), se estima una red vial de 3.6 millones de km (188 km por cada 1,000 km²), que apenas representa el 13% de las carreteras de los países desarrollados y más del 40% de la población rural no cuenta con carreteras, requiriéndose para ello grandes cantidades de asfalto, lo cual obliga a los países a seguir invirtiendo en propuestas de este tipo (CAF, 2023, p. 2).

A nivel nacional, se aprecia que, de acuerdo con el MTC (2023), el inventario de vías nacionales tiene una longitud de 173,611 km, de las cuales el 15.6% están vinculadas al sistema vial nacional, el 16.1% al sistema vial departamental y el 68.3% al sistema vial vecinal y que solamente el 17.4% se encuentra pavimentada, lo cual sigue siendo un problema para el país porque genera retraso, colapsos en las vías y accidentes fatales (p. 1). Inclusive, se destaca la relevancia de mejorar las condiciones de las vías existente; por ejemplo, en Lima se aprecia que solo el 29% de la red vial se encuentra en buen estado, mientras que el 71% presenta baches y grietas (Defensoría del Pueblo, 2019, p. 17).

El problema que se viene pasando se origina ante el incremento en el nivel de demanda de tráfico y los cambios climáticos y ambientales se ha acelerado la reducción de algunos componentes de las mezclas asfálticas, lo que deriva en deformaciones, grietas y fatiga del material del pavimento que compromete su vida útil, requiriéndose de mantenimientos y rehabilitaciones que incrementan los costos (Muñoz et al., 2019, p. 4). Eso genera un problema en la construcción de carreteras, que representa uno de los activos de mayor importancia en cada nación y su expansión se asocia con el desarrollo económico, pero también obliga a un mayor uso de mezcla asfáltica, que es el material clave en la pavimentación (Muñoz et al., 2023).

Sin embargo, este problema en Huánuco se ha presentado desde hace varios años, pero ha tenido un acelerado progreso en los últimos tres, donde las inversiones en mantenimiento y rehabilitación de pavimentos han sido mayores.

Además, se presenta por acción del incremento acelerado del flujo vehicular, que se conjuga con temperaturas tan variables que oscilan entre 8 ° y 27 °, que inclusive pueden llegar a 30 ° y altos niveles de humedad por lo que genera un constante desgaste del pavimento asfáltico, requiriéndose innovar en aditivos económicos, ecológicos y que optimicen el comportamiento de la mezcla. Además, visto el creciente número de obras relacionadas con la construcción de pavimentos, se requiere una mayor cantidad de asfalto, la cual puede alcanzarse al reutilizar las cáscaras de papa.

Esto perjudica primeramente a los transportistas que deben movilizarse por las vías, ocasionando afectaciones en sus vehículos, así como accidentes y retrasos en la vía que afecta actividades básicas como el comercio y la movilización de la mercancía. Afecta, asimismo, al Estado que ha debido invertir mayores cantidades recursos en la rehabilitación de vías. También, afecta a la industria de la construcción, que han debido seguir innovando en investigación de materiales que permitan la sustitución o alteración de la composición de los áridos minerales o cargas, de esta forma se ha incentivado la adición de materiales poliméricos naturales para que los pavimentos de asfalto se puedan construir de manera ecológica, sostenible y de respetuosa con el medio ambiente, ayudando en última instancia a preservar la naturaleza al reducir la demanda para materiales de fuentes naturales extraídas; mejorando, asimismo, las propiedades de las mezclas asfálticas (Ramadhani et al., 2023, p. 5).

Una alternativa de solución es con la incorporación de cenizas de cáscaras de frutas, cereales, hortalizas y tubérculos (las cuales son subproductos o residuos que anualmente liberan una gran masa de gases contaminantes al no ser utilizados adecuadamente) ha venido creciendo como resultado de que su composición química es alta en minerales que tienen una importante actividad puzolánica (Quynh, 2022). En este sentido, como lo refieren la mayoría de los estudios este tipo de aditivos naturales ha mejorado los estratos de unas mezclas asfálticas; especialmente, en cuanto a su estabilidad y deformación (Vasquez et al., 2021, p. 4). Actualmente, se ha empezado a reconocer el uso de la cáscara de papa en

cenizas, visto que su alto porcentaje de almidón genera que durante su proceso de gelatinización se formen redes más consistentes y con mayor estabilidad térmica, distribución uniforme de la amilosa y amilopectina, elevados niveles de cristalinidad y reducción en la permeabilidad al vapor de agua, lo cual puede contribuir en las condiciones de aquellos materiales que son empleados en la construcción (Vélez et al., 2021, p. 3).



Figura 1. Cáscara de papa reciclada.

Además, siendo el consumo de este rubro tan generalizado y destacándose que la cáscara de la papa representa el 2% de ese tubérculo, tal como se aprecia en la figura 1, se genera una gran cantidad de residuos en el mundo que puede reaprovecharse en otras industrias, como la de la construcción (López et al., 2019). Esto también representa una alternativa para el país, dado que se producen en promedio 3.58 millones de toneladas de papa al año, con una superficie sembrada de 274,411 hectáreas en 19 regiones (concentrada en la sierra con 95%), aportando el 13% del PBI (Midagri, 2022, p. 7). Cabe destacar que la cáscara de papa se obtiene luego de pelar el tubérculo, para su consumo y sus cenizas se derivan de calcinar de manera controlada la cáscara (Inquilla et al., 2022, p. 125).



Figura 2. Asfalto con deformaciones

Además, en la figura 2 se observa el mal estado de las vías en Huánuco, lo cual ha motivado el presente problema. Así, el problema general de este estudio es ¿Cuál es la influencia de la adición de cáscara de papa calcinada en las propiedades físicas y mecánicas de mezclas asfálticas en caliente - Huánuco, 2023?, siendo los problemas específicos: a) ¿Cómo la adición de cáscara de papa calcinada influye en el contenido de vacíos de mezclas asfálticas en caliente - Huánuco, 2023?, b) ¿Cómo la adición de cáscara de papa calcinada influye en la resistencia al flujo en una mezclas asfálticas en caliente - Huánuco, 2023?, c) ¿Cómo la adición de cáscara de papa calcinada influye en su estabilidad de una mezclas asfálticas en caliente - Huánuco, 2023?

Debe indicarse que esta investigación, se justifica desde lo teórico, visto que no se dispone registro de estudios enfocados en la adición de cáscara de papa calcinada directamente en mezclas asfálticas en caliente, por lo que este es un tema poco explorado que requiere seguir profundizándose. Desde lo metodológico, este estudio representa una alternativa para identificar la concentración óptima de cáscara de papa calcinada que permite optimizar las características físicas y mecánicas del asfalto.

Esta investigación se justifica, desde lo práctico, visto que el crecimiento del parque automotor y de las vías en Huánuco; así como, las condiciones climáticas cambiantes en la zona, ocasionan un rápido endurecimiento y fragilización del

asfalto que genera el desgaste del pavimento; ante ello, la investigación propone el aprovechamiento de un material que no se ha utilizado debidamente, como lo son las cáscara de papa, que se reutilizó cenizas para mejorar las características del asfalto, prolongando la duración del pavimento y reduciendo los costos de su mantenimiento y rehabilitación.

Desde lo metodológico, esta investigación, estableció una serie de técnicas y métodos que permitirán estandarizar el uso de cenizas de cáscara de papa en MAC, para que pueda ser un procedimiento replicado por otros investigadores.

Este estudio se delimitó temporalmente en el año 2023 y espacialmente en las vías de Huánuco.

Al respecto, se ha generado un objetivo general: determinar la influencia con la adición de cáscara de papa calcinada en las propiedades físicas y mecánicas de mezclas asfálticas en caliente - Huánuco, 2023; siendo estos objetivos específicos: a) evaluar la influencia de la adición de cáscara de papa calcinada en el contenido de vacíos de mezclas asfálticas en caliente - Huánuco, 2023, b) examinar la influencia de la adición cáscara de papa calcinada en la resistencia al flujo de mezclas asfálticas en caliente - Huánuco, 2023, c) analizar la influencia de la adición de cáscara de papa calcinada en la estabilidad de mezclas asfálticas en caliente - Huánuco, 2023.

Finalmente, la hipótesis general se ha formulado la adición de cáscara de papa calcinada influye en las propiedades físicas y mecánicas de mezclas asfálticas en caliente - Huánuco, 2023, con las respectivas hipótesis específicas: a) la adición de cáscara de papa calcinada influye en el contenido de vacíos de mezclas asfálticas en caliente - Huánuco, 2023, b) la adición de cáscara de papa calcinada influye en la resistencia al flujo de mezclas asfálticas en caliente - Huánuco, 2023, c) la adición de cáscara de papa calcinada influye en la estabilidad de mezclas asfálticas en caliente - Huánuco, 2023.

II. MARCO TEÓRICO

Como investigaciones nacionales predecesoras al estudio, se tiene a Villanueva (2022) en la tesis de grado donde se inició con el *objetivo* evaluar la agregación de ceniza de cáscaras de papa en las cualidades de la subrasante en Huánuco. Aplicando una *metodología* cuantitativa, sustentada en la aplicación y alcance explicativo-causal con diseño experimental, donde se observó directamente con el empleo de una ficha de registro de datos en una población y muestra compuesta por 12 unidades con proporciones de 5%, 10% y 15% de la referida ceniza, obtuvo los *resultados* siguientes: con la adición del 15% de esta ceniza, se generó una reducción de la humedad de 6.5% a 11.8% y una mejora en la capacidad portante del suelo en 11.30%. Por último, fija como *conclusiones* que la adición de 15% de estas cenizas mejoró las cualidades de la subrasante.

Luego, se tiene a Altamirano y Robledo (2022) en la tesis de grado inició con el *objetivo* determinar el efecto de añadir ceniza de paja de arroz en las cualidades físicas y mecánicas de la mezcla asfáltica. Aplicando una *metodología* cuantitativa, sustentada en la aplicación y alcance desde la descripción con diseño experimental, donde se observó directamente con el empleo de una ficha de registro de datos en una población y muestra compuesta por 90 briquetas con proporción de 2%, 5% y 10% de la referida ceniza y una muestra patrón, obtuvo los *resultados* siguientes: la adición de 5% generó los mejores valores del desempeño con una estabilidad de 1,221 kg, un flujo de 3.47 mm y 3.93% de vacíos de aire. Al final, establece como *conclusiones* que la adición de 5% de estas cenizas mejoró los índices mecánicos de la mezcla asfáltica.

Seguidamente, Zambrano (2020) con la tesis de grado inició con el *objetivo* estimar la incidencia con la agregación de ceniza de cáscara de arroz en las cualidades de la mezcla asfáltica. Aplicando *metodología* cuantitativa, sustentada en la aplicación y nivel descriptivo con diseño experimental, donde se observó directamente con el empleo de una ficha de registro de datos en una población y muestra compuesta por 76 briquetas con proporción de 5% de la referida ceniza y una muestra patrón, obtuvo como *resultados* siguientes: se determinó que la estabilidad mejoró en 4.37%, la fluencia en 6.27% y la resistencia a la tensión en 1%, mientras que el porcentaje de vacío se redujo en 1.22%. En última instancia,

fija como *conclusiones* que al añadir un 5% de estas cenizas mejoró los índices mecánicos de la mezcla asfáltica.

También, Adauto (2019) con la tesis de grado inició con el *objetivo* determinar el efecto de añadir ceniza de caña de maíz en las cualidades de la mezcla asfáltica. Aplicando una *metodología* cuantitativa, sustentada en la aplicación y alcance explicativo con diseño experimental, donde se observó directamente con el empleo de ficha de registro de datos en una población y muestra compuesta por 80 briquetas con proporciones de 0.2%, 0.5%, 1.0%, 2.0%, 3.0% y 4.0% de la referida ceniza y una muestra patrón, obtuvo los *resultados* siguientes: se determinó que la resistencia al daño por humedad aumentó en 6.0% con la proporción 0.5% de esta ceniza y la resistencia a la deformación mejoró en 10.8%. De este modo, fija como *conclusiones* que la adición de 0.5% de estas cenizas contribuyó a mejorar los índices mecánicos de la mezcla asfáltica.

Finalmente, Lau (2019) en la tesis de grado inició con el *objetivo* determinar el efecto de añadir ceniza de bambú en las cualidades de la mezcla asfáltica. Aplicando una *metodología* cuantitativa, sustentada en la aplicación y alcance descriptivo con diseño experimental, donde se observó directamente con el empleo de ensayos de laboratorios en una población y muestra compuesta por 21 probetas con proporciones de 1%, 2% y 3% de la referida ceniza y una muestra patrón, obtuvo como *resultados* que con la adición de 1% se alcanzó una mejora en el flujo de 0.3% y reducción del porcentaje de vacío de 10%, pero se redujo la estabilidad en 1% al compararlo con la muestra patrón y con la agregación del 2%, la estabilidad solo se redujo en 2%, pero el flujo y porcentaje de vacío no alcanzan los valores mínimos permitidos. Al final, establece como *conclusiones* que se debe seguir indagando respecto al porcentaje óptimo de este tipo de ceniza para la mejora de los índices mecánicos de la mezcla asfáltica.

En los trabajos anteriores que sirven como antecedentes internacionales para la presente investigación se tiene a Areche (2022) en la tesis de grado inició con el *objetivo* determinar el efecto de añadir conchas de manglar y cáscara de maní en las cualidades mecánicas de la mezcla asfáltica. Aplicando, *metodología* cuantitativa, sustentada en la aplicación y alcance descriptivo con diseño experimental, donde se observó directamente con el empleo de ficha de registro de datos en una población y muestra compuesta por 21 briquetas con proporción

de 0.5%, 1%, 1.5%, 2%, 2.5% y 3% de conchas de manglar y cáscara de maní y una muestra patrón, obtuvo *los resultados* siguientes: con la adición de 2% se alcanzó la mejor estabilidad de 1,561 (lbs) y un flujo de 12.78 mm, lo cual solo genera pavimento apto para tráfico medio y liviano. Al final, establece como *conclusiones* que la adición de 2% de estas cenizas mejoró los índices mecánicos de la mezcla asfáltica.

Luego, Pacheco (2022) en la tesis de grado llegando a determinarse el *objetivo* el efecto de añadir arena volcánica y ceniza de bagazo de caña de azúcar en las cualidades mecánicas de la mezcla asfáltica. Aplicando una *metodología* cuantitativa, sustentada en la aplicación y alcance descriptivo con diseño experimental, donde se observó directamente con el empleo una ficha de registro de datos en una población y muestra compuesta por 12 briquetas con proporción de 5%, 10% y 15% ceniza de bagazo y una muestra patrón, obtuvo *los resultados* siguientes: con la adición de 5% de ceniza de bagazo de caña de azúcar, fija como *conclusiones* que la adición de 5% de ceniza de bagazo de caña de azúcar mejoró su estabilidad dando como resultado de 2343 con un porcentaje de asfalto de 6.4%.

Seguidamente, Lizcano y Ramos (2020) en su tesis de grado inició con el *objetivo* determinar el efecto de añadir ceniza de cáscara de arroz en las cualidades físicas y mecánicas de la mezcla asfáltica. Aplicando una *metodología* cuantitativa, sustentada en la aplicación y alcance descriptivo con diseño experimental, donde se observó directamente con el empleo de una ficha de registro de datos en una población y muestra compuesta por 27 briquetas con proporción de 3%-3% de llenante mineral-ceniza de cáscara de arroz, 0%-6% de llenante mineral-ceniza de cáscara de arroz y una muestra patrón, obtuvo *los resultados* siguientes: se determinó que con el tratamiento 0%-6% se logró una mejora de la estabilidad de 67 KN a 86.7 KN y de la relación estabilidad/flujo de 3.230 KN/mm a 4.653 KN/mm con una reducción de la pérdida por desgaste de 8.94% a 5.01%. Al final, establece como *conclusiones* que la adición de 6% de estas cenizas mejorándose los índices físicos y mecánicos de la mezcla asfáltica.

También, Castellanos y Suárez (2020) en su tesis de grado fijándose como *objetivo* determinar el efecto de añadir fibras de palma estera en las cualidades mecánicas de la mezcla asfáltica. Aplicando *metodología* cuantitativa, sustentada en la aplicación y alcance descriptivo con diseño experimental, donde se observó

directamente con el empleo de una ficha de registro de datos en una población y muestra compuesta por 27 briquetas con proporción de 0.5%, 1%, 1.5%, 2% y una muestra patrón, obtuvo los *resultados* siguientes: con el 2% de palma estera se logró una mejora en la resistencia a la tracción con un valor de 104.73 Mpa y con 2% se aumentó a 249.11 Mpa. Al final, establece como *conclusiones* que con la adición de 2% de estas fibras por separado se puede mejorar la resistencia a la tracción.

Finalmente, Mohiey et al. (2020) en el artículo científico inició con el *objetivo* determinar el efecto de añadir cenizas de cáscara de arroz en el desempeño de las características de la mezcla asfáltica. Aplicando una *metodología* con enfoque cuantitativo con diseño experimental, donde se observó directamente con el empleo de una ficha de registro de datos en una población y muestra compuesta por 75 briquetas con proporción de 25%, 50%, 75% y 100% y una muestra patrón, obtuvo los *resultados* siguientes: con el 50% de estas cenizas se logró una mejora en la estabilidad con 1,247 kg, en el porcentaje de pérdida de aire con 4.1% y en el flujo con 2.59 mm. Al final, establece como *conclusiones* que la adición de 50% de este componente se mejoran las características mecánicas de la mezcla asfáltica.

Son distintas teorías que explican el comportamiento de mezclas asfálticas. En primer lugar se tiene a la teoría del entrelazamiento mecánico que fue propuesta en 1925 por McBain y Hopkins, quienes afirmaron que las uniones mecánicas sólo son posibles mediante el uso de materiales porosos (Hen et al, 2020, p. 602). En el campo del pavimento, la teoría del entrelazamiento mecánico se utiliza para explicar la existencia de una unión entre el betún y el agregado debido al entrelazamiento que ocurre cuando el calor; de esta manera, el betún entra en los poros y los huecos de aire y recubre las irregularidades de la superficie del agregado; después del enfriamiento, se establecen y forman fuerzas mecánicas (Chenqwei et al., 2023, p. 2). Esta teoría explica simplemente la unión por adhesión mecánica independientemente de la interacción química que puede ocurrir entre el betún y la superficie del agregado, por ello ha sido desplazada por otros enfoques (Pan et al., 2020, p. 3).

Luego, se tiene la teoría electrostática desarrollada en 1948 por Deryaguin y sus colaboradores, quienes afirmaron que la unión por adhesión puede ocurrir debido a la transferencia de electrones entre las superficies del adhesivo y del

sustrato, que tienen diferentes estructuras electrónicas (Chen et al., 2020, p. 17). Agregaron que las fuerzas electrostáticas resultantes pueden tener un efecto significativo sobre la fuerza adhesiva y que la mayoría de las superficies están cargadas en presencia del agua debido a la alta constante dieléctrica del agua, que lo convierte en un buen disolvente para los iones (Jamshidi et al., 2021, p. 1957). Cuando el sistema superficial de agregado bituminoso está expuesto al agua, la estructura del agregado mineral colapsa y se ioniza fácilmente, y de este modo, la estructura adhesiva de la película bituminosa sobre la superficie del agregado se puede romper e ionizar (Mora et al., 2021, p. 7). Así, explican que se forman dos capas: la capa dura “fija” (iones de carga opuesta, o contraiones, se unen directamente a la superficie) y la capa móvil difusa (resultante del movimiento térmico de los iones) y juntos forman una doble capa eléctrica (Varma et al., 2021, p. 3).

Además, se tiene la teoría del enlace químico que puede ser utilizada para explicar la unión adhesiva entre el betún y la superficie del agregado como resultado de la interacción química. Así, Schultz y Nardin afirmaron que en el campo del pavimento, el betún y el agregado se mezclan para producir la capa superior del pavimento. La reacción química entre ellos ocurre entre grupos funcionales activos en el betún se encuentran con grupos activos en la superficie del agregado.

Ahora bien, la teoría hermodinámica es sin duda el enfoque más utilizado en ciencia de la adhesión en la actualidad (Hosseini et al., 2019, p. 2040). Cuando el adhesivo se adhiere a la superficie del sustrato, las fuerzas interatómicas e intermoleculares se establecen en la interfaz para proporcionar contacto (Bin et al., 2024, p. 2). Así, sugiere que cuando se utilizan betún y agregados entran en contacto, se establece una tensión de adhesión, pero el agua es un mejor agente humectante debido a su menor viscosidad y menor tensión superficial que el betún (He et al., 2022, p. 15). La tensión de adhesión entre el betún y agregados es generalmente menor que la tensión de adhesión entre el agua y la superficie del agregado; por lo tanto, en presencia de agua, el betún tenderá a ser desplazado a la superficie del agregado (Ma et al., 2021, p. 2).

A nivel teórico, es preciso comentar que el estudio se sustenta a partir de las repercusiones del deterioro de los sistemas biofísicos que han sido cuantificados en términos de agotamiento de los recursos, contaminación e incremento de gases

contaminantes que inciden en forma negativa en el medio ambiente, se han desarrollado un conjunto de enfoques orientados a promover la sostenibilidad de las actividades en el planeta a partir de la utilización de energías menos contaminantes y con menores niveles de emisión de carbono y que tienen que ver con la economía circular, ecología industrial y la simbiosis industrial (Priyadarshini y Chirakkuzhyil, 2020, p. 1).

El modelo de economía circular está sustentado en el ciclo regenerativo, que posibilita la reutilización eficiente de productos, componentes y materiales que ya han sido utilizados, incrementando en consecuencia la rentabilidad y disminuyendo los niveles de deterioro ambiental por parte de las empresas (Khan y Haleem, 2021, p. 1).

Por otro lado, se tiene el enfoque de ecología industrial que en esencia es considerado un marco holístico adecuado para visualizar los procedimientos y mecanismos impulsores para alcanzar las metas de regeneración industrial sostenible (Sanabria et al., 2021, p. 4). Dicho modelo tiene el propósito de modificar el modo de desarrollo industrial dominante hacia la sostenibilidad, para lo cual insiste en que los sistemas industriales puedan funcionar en mayor medida como un ecosistema natural, el cual puede ser ecológicamente eficiente y con cero desperdicio (Pan y Kam, 2022, p. 2).

Seguidamente, la simbiosis industrial está referido a un enfoque moderno orientado a promover la eco-innovación y la sostenibilidad de las empresas y del medio ambiente (Torres et al., 2020, p. 52) La generación y el intercambio de conocimientos entre las organizaciones provee transacciones mutuamente rentables para el abastecimiento innovador de insumos, lo que redundará en la realización de las actividades y en la sustentabilidad del medio ambiente (Maranesi y De Giovanni, 2020, p. 5).

Sobre V1 independiente que es la cáscara de papa calcinada, se tiene que el rubro de la papa se tiene que botánicamente es denominada *Solanum tuberosum* L y va a constituir uno de los cultivos primordiales para el consumo humano, al igual que el trigo, arroz y maíz. China es el mayor productor de papas con una producción de 72'000,000 toneladas, seguido de Rusia con 35'718,000 toneladas e India que registra niveles de 26'280,000 toneladas (Joly et al., 2021, p.1). Similarmente, el cultivo de la papa corresponde a una planta anual herbácea, que se caracteriza por

tener hojas alternas, sencillas y sin estípulas. La inflorescencia es una cima terminal y en determinadas ocasiones se delimita a algunas variedades a inflorescencias a manera de umbelas y en otras a presentar escasas flores en los extremos del eje (Avilés y Piedra, 2017, pp. 9-10).

Particularmente, el Perú se ha convertido en el país que muestra la mayor diversidad de papas a nivel mundial y dispone de 8 especies domesticadas y 2,301 diversidades de un total de 4,000 a más que se encuentran en la región latinoamericana. La papa constituye el cultivo más importante del Perú en cuanto a superficie sembrada y va a representar el 25% del PBI agropecuario, siendo la región andina la de mayor preponderancia en virtud de las casi 600,000 pequeñas unidades agrarias que explotan comercialmente este rubro, con Huánuco como el segundo productor (INIA, 2023, p. 6). La papa va a constituir una fuente de energía de mucha importancia, con una elevada entrega de energía por unidad de tierra, agua y tiempo. El valor nutritivo de este tubérculo es relativamente alto, esto como consecuencia del contenido y la composición de proteínas, además se caracteriza por presentar cantidades sustanciales de almidón y un menor contenido de azúcares, minerales y vitaminas del complejo B, ácido fólico, vitaminas liposolubles E, K y carotenoides, que pueden llegar a convertirse en vitamina A (Priyadarshini et al., 2020, p. 1667).

De acuerdo con su producción estacional, el rubro de la papa requiere ser almacenado por un periodo de tiempo considerable (que puede ser de varios meses), a efecto de abastecer de manera permanente los diferentes mercados. En el transcurso del almacenamiento a largo plazo, la germinación de las papas es reconocido como un elemento vital que llega incluso a determinar su calidad y comerciabilidad. En tal sentido, la germinación de papa no solo puede conllevar a un incremento importante en los compuestos tóxicos de α -solanina, sino que podría ocasionar modificaciones de color y textura, pérdida de peso y nutrición, y elevación del azúcar, reductor que menoscaba la calidad de procesamiento de la papa (Han et al., 2022, p. 1).

El ajuste de la densidad de siembra es una práctica agronómica ampliamente utilizada, que puede conducir al incremento de los rendimientos de la papa, de tal forma que, el poder elegir apropiadamente la densidad de siembra podría garantizar el aprovechamiento total de la precipitación, lo cual es fundamental para que se

eleve el rendimiento de la papa, y es beneficioso en cuanto contribuye a disminuir la competencia entre plantas por nutrientes y agua para incrementar el crecimiento vegetativo de la papa (Hou et al., 2020, p. 1).

En el ámbito industrial de la papa, las cáscaras, que representan el mayor componente entre los desechos de procesamiento, se caracterizan por tener propiedades de mucha utilidad para el sector nutricional y farmacológico, tales como compuestos fenólicos (ácidos clorogénicos, ácido ascórbico, flavonoides, etc.), polisacáridos de la pared celular y fibra dietética (Joly et al., 2021, p. 2).

Ante esta última consideración, algunos estudios han demostrado que el biocarbón de cáscara de papa es reconocido por ser un adsorbente ideal en el proceso de eliminación de los tintes persistentes del agua, mientras que el biocarbón de cáscara de papa y el biocarbón de cáscara de papa modificado, pueden incidir en la adsorción y fraccionamiento de algunos metales pesados en suelos ácidos contaminados (Inquilla et al., 2022, p. 123).

De igual forma, las cáscaras de la papa (al ser considerado como residuos) han sido empleados en la alimentación animal y en la actualidad, han comenzado a ser aprovechados en la producción de glicerol y de ácido láctico. A su vez, son usados como una fuente de carbono de bajo costo en la obtención de la biosíntesis de amilasas, que es un elemento frecuentemente utilizado en el sector farmacéutico, alimenticio, cosmético y textil (Sánchez-Castelblanco y Heredia-Martín, 2020, p. 795).

Se ha estructurado mediante tres dimensiones, como dimensión 1, se tiene la dosificación, que es el porcentaje de sustitución de los áridos minerales, lo que en definitiva va a representar la dimensión de esta primera variable. Al respecto, se puede decir que los áridos constituyen materiales que se caracterizan por ser minerales, tener un origen natural o artificial, presentan condiciones sólidas e inertes, son empleados por medio de su mezcla íntima con aglomerantes o con ligantes bituminosos (Herrera, 2018, p. 13), por lo que la dosificación propiamente dicha se refiere al hecho de incorporar cantidades progresivas de un determinado material a la mezcla que se quiera obtener.

Por otro lado, la dimensión 2 denominada análisis granulométrico se refiere a una técnica que se emplea para cuantificar cómo se distribuye el tamaño de partículas en una muestra, lo cual es un elemento esencial para caracterarla

(Gutiérrez, 2023, p. 6910). Finalmente, se tiene a la dimensión 3, denominada peso específico que se obtiene de multiplicar el peso con el volumen de la mezcla, lo cual da una idea de la porosidad y densidad de la mezcla (Díaz y Acosta, 2021, p. 23).

En cuanto a la V2 dependiente propiedades mecánicas y físicas de la mezcla asfáltica, se tiene que las propiedades físicas de un material van a representar los atributos de un material particular, que estará en función del ordenamiento molecular que este pueda exhibir (López y Rojas, 2018, p. 98), mientras que propiedades mecánicas de un material están referidas a las condiciones existentes entre la fuerza o carga que es aplicada sobre un material, la cual actúa como estímulo y su respuesta a este esfuerzo, o en términos más sencillos es la relación del esfuerzo y la deformación del material (Rodríguez, 2019, p. 47).

Debe especificarse que una mezcla asfáltica es un material trifásico conformado por una etapa de refuerzo (agregado), una etapa de matriz (asfalto) y una etapa interfacial que se va a encontrar entre el asfalto y el agregado (llamado vacío) (Dong et., 2020, p. 5). En cualquiera de los casos, se tiene que el componente agregado de las mezclas asfálticas es reconocido como un componente primordial en lo vinculado a la fricción del pavimento, debido a que el agregado representa aproximadamente el 95% en peso y el 90% en volumen de las mezclas asfálticas (Khasawneh y Ahmad, 2020, p. 4).

Dentro de los elementos principales que conforman las mezclas asfálticas se encuentran los áridos y los ligantes asfálticos. De esta forma, sus propiedades físicas y químicas inciden directamente en la falla por daño por humedad y se podría decir que reflejan un comportamiento distinto cuando es sometido a las cargas de tráfico. El comportamiento de la mezcla asfálticas se puede categorizar en tres niveles, a saber: viscoso, elástico o viscoelástico. El material viscoelástico se caracteriza por tener un comportamiento viscoso y elástico al momento de ser sometido a la deformación por carga de tráfico. Por otra parte, el ligante asfáltico brinda un comportamiento elástico y rígido a baja temperatura, en tanto que se muestra viscoso a alta temperatura (Haider et al., 2020, p. 6).

Las mezclas asfálticas podrían evidenciar inconvenientes en su desempeño como consecuencia de las condiciones de los materiales que se administran en el diseño, a las cargas aplicadas y a las condiciones climáticas a las que son

expuestas. De manera que, al efectuar el diseño de una mezcla, se deben tomar en cuenta estos elementos y al mismo tiempo se debe estar atento de que la mezcla pueda ser capaz de soportar la deformación permanente, el agrietamiento a fatiga y el deterioro por humedad (Cajina et al., 2021, p. 14).

En el caso de no tomar en consideración estos últimos aspectos, se podrían reflejar deformaciones excesivas en la estructura. Al momento de que las mezclas asfálticas convencionales puedan sufrir alguna eventualidad en su desempeño, estas pueden aminorarse con la aplicación de procedimientos alternativos de diseño, agregando aditivos o materiales de desecho. Cabe, destacar que, el incluir materiales de desecho es una acción que puede ejecutarse mediante la vía húmeda o la vía seca. La primera metodología consiste en mezclar el material de desecho con el ligante asfáltico en un momento anterior a su incorporación con los agregados y el segundo, en constituir el material con los agregados antes de agregar el asfalto (Cajina et al., 2021, p. 14).

Uno de los procedimientos más usuales para optimizar el desempeño de la mezcla asfáltica radica precisamente en agregar cenizas o fibras. De este modo, se tiene que la vida de fatiga y la resistencia a la imperfección permanente podría mejorar de manera significativa al añadir fibras que poseen una alta resistencia a la tracción (Jia y otros, 2021).

La adición de cenizas no solo podría contribuir a optimizar las cualidades del aglutinante asfáltico al adsorberlo para impedir el deterioro del pavimento asfáltico en verano, sino que además puede mejorar las condiciones de ingeniería de estas, incluyendo la viscoelasticidad, el módulo dinámico, la susceptibilidad a la humedad, el cumplimiento de la fluencia, la resistencia a la conformación de surcos, así como resistencia a la congelación y descongelación (Guo et al., 2020, p. 4).

El pavimento asfáltico (refiriéndose también a la mezcla asfáltica) es empleado frecuentemente en carreteras de alto grado, en virtud del confort que presenta para la conducción. No obstante, el pavimento asfáltico es propenso a sufrir agrietamiento como consecuencia de su baja resistencia a la tracción (Calva y Muñoz, 2022, p. 2). En tal sentido, la propagación de microfisuras tiende a disminuir los años de uso del pavimento asfáltico, para lo cual se puede recurrir a la incorporación de fibras en la mezcla asfáltica para poder mejorar la resistencia y el módulo del pavimento (Yu et al., 2021, p. 3).

Ante estos planteamientos, se tiene la percepción de que las propiedades de los aglutinantes y agregados empleados en las mezclas asfálticas tienen un rol fundamental en el desempeño del pavimento (Castellanos y Chaves, 2020, p. 8). Por consiguiente, los aglutinantes experimentan modificaciones reiteradamente para que alcancen los requerimientos de rendimiento que se necesitan para soportar los niveles de cargas y temperaturas (Samir et al., 2022, p. 5).

El betún es distinguido como el aglutinante más empleado en la mezcla asfáltica en caliente y, básicamente, se puede caracterizar por ser un material viscoelástico donde la temperatura y la tasa de carga presentan una marcada incidencia en su desempeño (Zuelta et al., 2022, p. 27). Cabe destacar que, ante una situación donde se presentan temperaturas elevadas, los deterioros del pavimento son evidentes al no poder mantener su forma original bajo las cargas del tráfico, lo cual conlleva a una deformación permanente, en tanto que el betún pierde su elasticidad a bajas temperaturas y gradualmente se agrieta, producto de la estructura rígida resultante (Samir et al., 2022, p. 5).

Se ha estructurado mediante tres dimensiones, como dimensión 1 se tiene el contenido de vacíos, que representa el volumen de todas las bolsas de aires de tamaño inapreciable, las cuales son atrapadas entre las partículas que se cubren por el agregado sólido de la mezcla y se representa como un porcentaje del volumen neto de ella, de acuerdo a la ecuación 1 (Andrés et al., 2019, p. 3).

$$\%CV = 100 * \left(\frac{W_1 - W_2}{W_1} \right) \quad (1)$$

Donde %CV = contenido de vacío, W_1 = mayor gravedad específica y W_2 = gravedad específica neta.

En seguida se considera la dimensión 2, resistencia al flujo que no es más que la deformación que se genera en la prueba al momento de no tener carga y el punto de mayor en el instante que se lleva a cabo la prueba de estabilidad (León et al., 2020, p. 61). Finalmente, se tiene la dimensión 3, la estabilidad que es un factor que va a señalar el nivel de resistencia máxima que puede soportar la mezcla asfáltica (León et al., 2020, p. 61).

En la figura 3 se presenta el comportamiento de la resistencia a la fatiga controlada, sometiendo la probeta a un ciclo de carga de deformación constante (Rodríguez, 2019, p. 25).

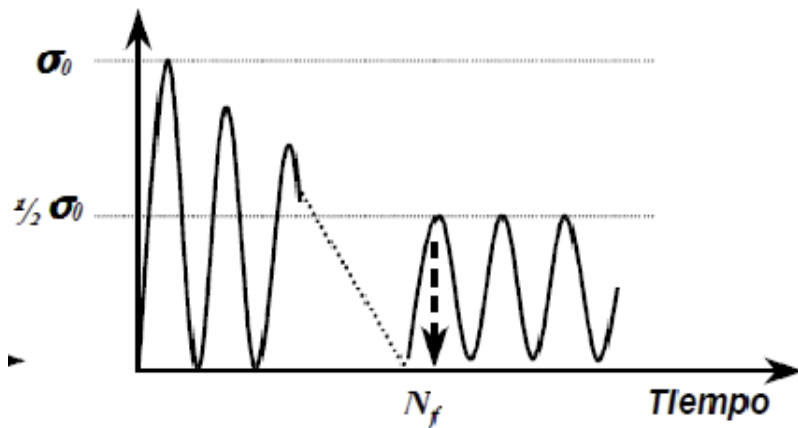


Figura 3. Falla por deformación controlada

Fuente: Rodríguez (2019).

Una vez analizado lo concerniente a las cualidades de las mezclas asfálticas, hay un planteamiento que debe ser considerado y radica en lo que respecta a los materiales compuestos, la densidad se relaciona de manera directa con las propiedades mecánicas de estos, debido a que cuanto mayor es el nivel de densidad, el material se torna con mayor dureza (López y Rojas, 2018, p. 98).

La norma MTC E504 regula el diseño de las mezclas asfálticas en Perú, la cual incluye el método Marshall para calcular los parámetros de comportamiento. (Ministerio de Transporte y Comunicaciones - MTC, 2016, p. 583). Los requisitos para las mezclas asfálticas basado en el método Marshall se especifican en la Tabla 1.

Tabla 1. Requisitos de mezcla asfáltica.

Propiedades a evaluar	Clase de mezcla		
	A	B	C
Golpes de martillo	75	50	35
% de vacíos	3-5	3-8	3-8
Estabilidad (mínimo)	8.15 kN	5.44 kN	4.53 kN
Flujo (0.25 mm)	8-14	8-16	8-20
Relación estabilidad/flujo (kg/cm)	1,700 – 4,000		
% resistencia retenida	75%		
Prueba de tracción indirecta	80 Mín.		

Fuente: López y Rojas (2018).

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación

3.1.1 Método

Se adjudicó al científico, según Báez (2017), este comprende una serie de procedimientos secuenciales que se aplican para dar respuesta a una interrogante surgida de un fenómeno presente en la naturaleza, que culmina en constatar una hipótesis asociada al problema determinado (p. 34).

Esta investigación inició con el planteamiento de la hipótesis referida a si la cáscara de papa calcinada ejerce influencia en el desempeño de mezclas asfálticas en caliente, por lo cual se recurrió a la observación y experimentación para comprobar dicho supuesto a través de una serie de procedimientos secuenciales, basado en estas premisas, en este estudio se aplicó el método científico.

3.1.2. Tipo: aplicada

Conforme a Ñaupas et al. (2014), esta modalidad se refiere a una indagación enfocada en la resolución de un problema relacionado directamente con la actividad humana o subprocesos de ella, con la intención de modificar esta realidad y mejorar las condiciones existentes (p. 93).

En este caso, el presente estudio estuvo enfocado en mejorar las propiedades de estas mezclas con la identificación del porcentaje óptimo que se añadió de cáscara de papa calcinada, lo cual permitiría pavimentos con mayor vida útil y controlar los costos de materiales y de mantenimiento.

3.1.3. Nivel: explicativo

Según Perico et al. (2020), una investigación de nivel explicativo se orienta en determinar las causas de un fenómeno o explicar las razones por las cuales sucede el mismo, con lo cual también se analizan las consecuencias de éste (p. 58).

En esta investigación se explicó de qué manera la adición de cáscara de papa calcinada permitió obtener mejores características en asfalto para pavimento flexible, determinando precisar el porcentaje óptimo que debe emplearse.

3.1.4. Diseño: experimental

Según Espinoza (2014), este diseño en una investigación se emplea cuando existe la necesidad de manipular una variable para observar el efecto en otra; específicamente, el diseño experimental puro se aplica cuando se tiene el control

de todas las variables, identificándose mecanismos que aseguren que no puedan influir en los resultados (p. 91).

En esta investigación se manipularon los porcentajes de adición de cáscara de papa calcinada para observar su efecto en el MAC, para ello se establecieron controles de variables como el tiempo y temperatura de la calcinación, el porcentaje de componentes químicos (dióxido de silicio < 70% y de azufre < 2%) y requerimientos según análisis granulométrico, por lo cual, se ha escogido el diseño experimental puro.

3.2. Variables y operacionalización

3.2.1. Variable 1: Cáscara de papa calcinada

Definición conceptual

La ceniza es material orgánico con altos contenido de óxido de silicio, además la papa representa el 2% del tubérculo y su alto porcentaje de almidón genera que durante su proceso de gelatinización se formen redes más consistentes y con mayor estabilidad térmica, distribución uniforme de la amilosa y amilopectina, elevados niveles de cristalinidad y reducción en la permeabilidad al vapor de agua (Vélez et al., 2021, p. 140).

Definición operacional

En este caso las dimensiones a considerar son dosificación (el porcentaje de sustitución de los áridos minerales), granulometría y peso específico.

3.2.2. Variable 2: Propiedades físicas y mecánicas de mezclas asfálticas

Definición conceptual

El MAC, son una mixtura de agregados, ligante asfáltico y aditivos en cantidades estipuladas que determinan que la mezcla asfáltica quede recubierta por una película no heterogénea, de tal manera que sus propiedades físicas expresan el estado de la mezcla asfáltica que es visible y mensurable y las mecánicas comprenden los parámetros que definen su comportamiento (Mahmood, 2021, p. 2-3).

Definición operacional

Las dimensiones mayormente utilizadas para estas propiedades son contenido de vacío, resistencia al flujo y estabilidad.

3.2.3. Operacionalización de variables

Matriz de operacionalización de variables

VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIÓN	INDICADOR	INSTRUMENTO	ESCALA
V.1 Cáscara de papa calcinada	La cáscara de papa representa el 2% del tubérculo y su alto porcentaje de almidón genera que durante su proceso de gelatinización se formen redes más consistentes y con mayor estabilidad térmica, distribución uniforme de la amilosa y amilopectina, elevados niveles de cristalinidad y reducción en la permeabilidad al vapor de agua (Vélez et al., 2021, p. 140)	En este caso la dimensión a considerar es el porcentaje de sustitución de los áridos minerales (dosificaciones)	D1: Dosificaciones	I1: 2% I2: 4% I3: 6% I4: 8%	Ficha de recolección de datos	De razón
			D2: Granulometría	I5: Granulometría (tamaño del grano) I6: Porcentaje de materiales		
			D3: Peso específico	I6: Peso I7: Volumen I8: Densidad		
V.2 Propiedades físicas y mecánicas de mezclas asfálticas en caliente	Son una mixtura de agregados, ligante asfáltico y aditivos en cantidades estipuladas que determinan su recubrimiento por una película no heterogénea, de tal manera que sus propiedades físicas expresan el estado de la mezcla asfáltica que es visible y mensurable y las mecánicas comprenden los parámetros que definen su comportamiento (Mahmood, 2021, p. 2-3)	Las dimensiones mayormente utilizadas para estas propiedades son densidad, resistencia a la fatiga, flujo y estabilidad	D1: Contenido de vacíos	I1: % de vacío I2: Gravedad específica I3: Vacíos permeables y impermeables		Intervalo
			D2: Resistencia al flujo	I4: Temperatura I5: Deformaciones		Intervalo
			D3: Estabilidad	I6: Textura superficial I7: Densidad de la mezcla		Intervalo

3.3. Población, muestra y muestreo

3.3.1. Población

Basado en Sánchez et al. (2018), esta indica la cantidad de elementos (sujetos, objetos o eventos) que disponen de características comunes que pueden ser investigadas para dar respuesta al problema de investigación (p. 102).

Para este estudio, estuvo compuesta por briquetas de diseño de mezcla asfáltica en caliente con incrementos de 2% en peso de lo que se agregó.

3.3.2. Muestra

Según Neill y Cortez (2018), la muestra corresponde a un subgrupo de la población, elegidos con criterios de representatividad que permiten hacer generalizaciones a partir de ella (p. 104).

En el presente estudio, la muestra estuvo compuesta por 45 briquetas, como se desprende de las tablas 2 y 3.

Tabla 2. *Cantidad de tratamientos*

Tratamiento	Ceniza de cáscara de papa	Áridos minerales
M0	0%	100%
M 1	2%	98%
M 2	4%	96%
M 3	6%	94%
M 4	8%	92%

Tabla 3. *Cantidad de unidades de estudio*

Tratamiento	Contenido de vacíos	Resistencia a flujo	Resistencia a la estabilidad
M 0	3	3	3
M 1	3	3	3
M 2	3	3	3
M 3	3	3	3
M 4	3	3	3
Total	15	15	15

3.3.3. Muestreo

Según Arias y Corvino (2021), el muestreo no probabilístico intencional se caracteriza porque el propio investigador fija los criterios de elección de las unidades de muestra, así como delimita el tamaño de ella (p. 117).

En este estudio se aplicó el muestreo no probabilístico intencional, visto que se ha elegido cada una de las unidades de muestra.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos:

3.4.1. Técnica: observación directa

En la presente investigación se utilizó la técnica de observación directa para la obtención de los datos. Según Colomé y Femenia (2018), la técnica de la observación consiste en un conjunto de actividades donde el propio investigador

observa directamente el fenómeno y registra los datos para hacer una evaluación (p. 57).

3.4.2. Instrumentos: ficha de recopilación de información

Para el presente estudio, se empleó la ficha de recopilación de información, cuyo diseño se presenta en el anexo 2. Según Carrasco (2017), la ficha de recopilación de información se refiere a un instrumento donde se hace el registro de datos directamente por el observador, al tener contacto con el fenómeno (p. 313).

3.4.3. Validez

De acuerdo con Hernández y Mendoza (2018), cuando se hace la validación del instrumento se procede a identificar si los ítems de cada indicador permiten la medición de lo que realmente se pretende medir (p. 230). Para tal fin, se aplicó la escala de la tabla 4.

Tabla 4. Escala de validez.

Rango	Descripción
0.53 <	Nula
0.54 a 0.59	Baja
0.60 a 0.65	Válida
0.66 a 0.71	Muy válida
0.72 a 0.99	Excelente
1.00	Perfecta

Para esta investigación se midió la validez a través del juicio de tres expertos, como se aprecia en la tabla 5 y 6.

Tabla 5. Validez de contenido del instrumento de v. 1

N°	Grado/académico	Apellidos y nombres	CIP	Dictamen
01	Ing.Civil	Tafur Hidalgo Giulfo	75668	0.81
02	Ing.Civil	Fernando Ramos Pilco	81997	0.78
03	Ing.Civil	Clavo Rimarachin Henry David	77287	0.80
Promedio=				0.80

Tabla 6. Validez de contenido del instrumento de v.2

N°	Grado/académico	Apellidos y nombres	CIP	Dictamen
01	Ing.Civil	Tafur Hidalgo Giulfo	75668	0.81
02	Ing.Civil	Fernando Ramos Pilco	81997	0.78
03	Ing.Civil	Clavo Rimarachin Henry David	77287	0.80
Promedio=				0.80

Se determinó que los resultados de validez del instrumento de investigación tiene un promedio de dictamen de 0.80; al realizar el análisis de la presente tabla se llegó a concluir una escala de validez, donde se obtuvo una excelente validez.

3.4.4. Confiabilidad de los instrumentos

Según Hernández et al. (2014), la confiabilidad se refiere a la cualidad que tiene un instrumento de medición para reproducir resultados similares, cuando se aplica en oportunidades repetidas a una misma muestra (p. 200). En este caso, la confiabilidad se comprobó con la certificación de calibración de INACAL incluidas en el anexo 6.

3.5. Procedimientos

Una vez se evaluaron las condiciones de los dos puntos anteriores, se aplicaron los mismos para recolectar los datos, los cuales serán procesados con el software estadístico SPSS 28.

Así, el procedimiento que se empleó se puede apreciar mejor en la figura 4.

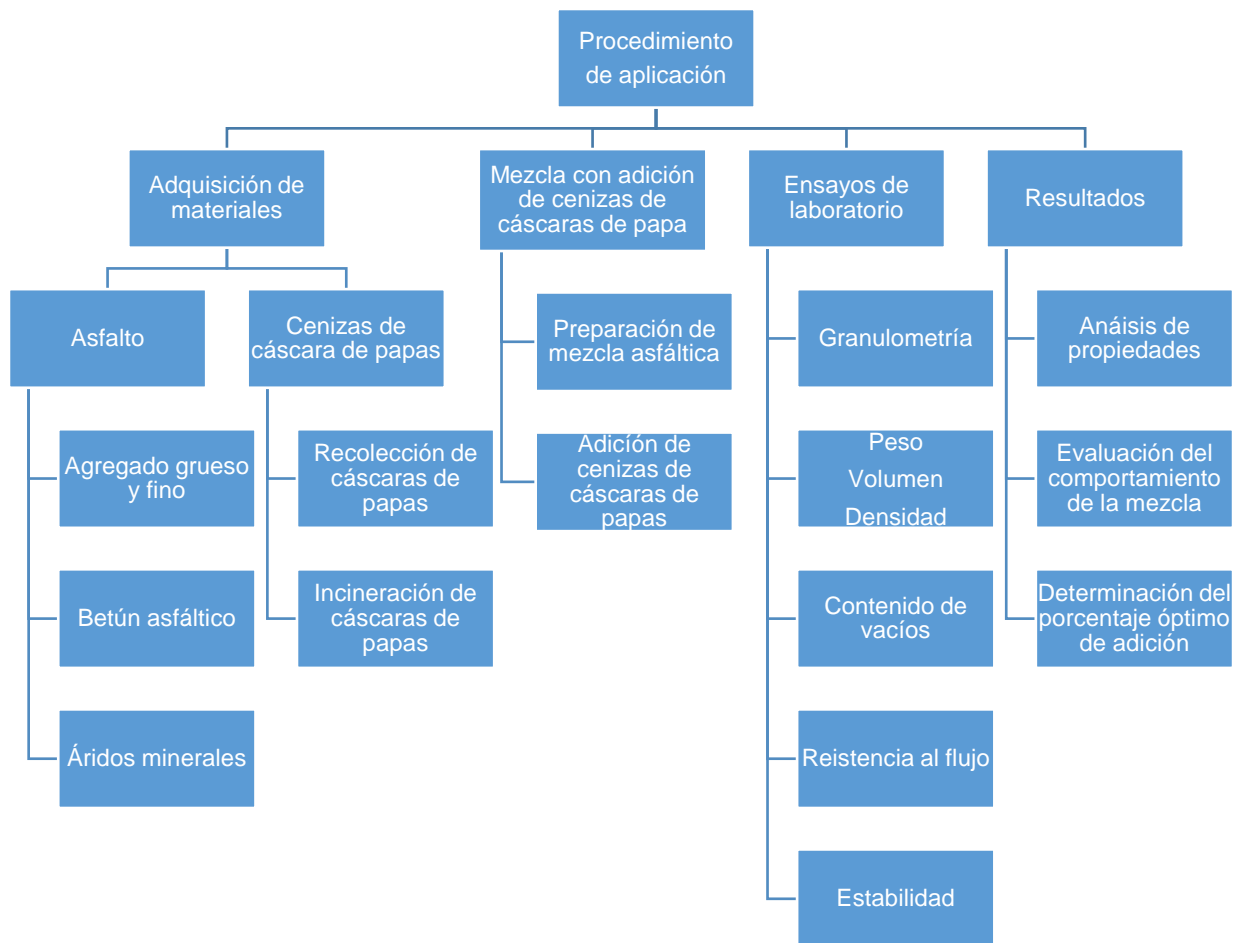


Figura 4. Flujo de proceso de la investigación.

3.5.1 Proceso de obtención de la ceniza de cáscara de papa

Esta investigación partió de la obtención del residuo con una cantidad de 50 kg de cascará de papa, seguidamente se realizó el procesamiento; se dio inicio con el lavado, luego se pasó al secado tal como se puede percibir en la figura 5, seguidamente se transportó al horno para ser carbonizado tal como se aprecia en la figura 6 y el paso final se dio con la molienda del producto que permitió obtener la ceniza.



Figura 5. Proceso de secado.



Figura 6. Reducción en 30% del peso

Durante la obtención de este producto no presentaron inconvenientes, visto que en la ciudad donde se ha seleccionado el estudio, este tubérculo se ubica en el segundo puesto de la producción.



Figura 7. La cascara calcinado retirado del horno.



Figura 8. Terminación del proceso del producto de la V1

Seguidamente, se llevó al horno para ser calcinado, luego se pasó a retirar el producto, este elemento orgánico ha sido reducido en comparación con su peso inicial en un 30%, tal como se puede demostrar en la figura 7. Además, visto que, para este estudio, el resultado final tenía que ser una ceniza calcinada, se utilizó un molino artesanal para obtenerla, tal como se puede apreciar en la figura 8.

3.5.2 Ensayos de laboratorio

Se desarrolló un diseño de mezcla en el laboratorio y previo, a determinar cuál influencia genera la variable independiente se desarrollaron los ensayos descritos en la tabla 7.

Tabla 7. Ensayos elaborados

Ensayos	Norma	Requerimiento		Requerimiento	Anexos
Agregado Grueso	MTC E- ASTM 47791	<3.00 (msm)	>3.00 (msm)	1800 (msm)	Ver anexo 5
Agregado Fino	MTC E- AASTHO	<3.00 (msm)	>3.00 (msm)	1800 (msm)	Ver anexo 5
MAC	ASTM D 3515	MAC-1, MAC-2, MAC-3		MAC-2	Ver anexo 5
Mezcla de concreto Bituminoso	Marshall MTC E 504	75 - 50 - 35		75	Ver anexo 5
Adherencia	MTC - AASTHO	<3.00 (msm)	>3.00 (msm)	1800 (msm)	Ver anexo 5
Vacíos (VMA)	ASTM	Marshall - Superpave		Marshall	Ver anexo 5

Fuente: Propia

3.6. Método de análisis de datos

En esta parte, se consideró la estadística descriptiva para análisis de media y dispersión a través de tablas y figuras; así como, la estadística inferencial a través de la prueba ANOVA con significancia del 5%. Para tal fin, se emplearon tanto Microsoft Excel como el SPSS 28.

3.6.1 Características físicas de los agregados pétreos y natural

Se procedió con la obtención de los agregados pétreos, mediante un muestreo in situ de los aglomerantes que participaron en la investigación que se ubicaron en dos canteras Pichipampa y Cantera Higuerras, ubicadas a 20' desde la ciudad de Huánuco como se aprecia en las figuras 9 y 10. Seguidamente, estos agregados fueron trasladados a una planta de trituración, siendo los diámetros requeridos: piedra chancada ½" (tamaño nominal), arena chancada 5.0 mm, arena natural de 5-0 mm, realizándose un muestreo de 45 kg cada material y el participante que vino hacer la ceniza de cáscara de papa procesada artesanalmente (de 2%,4%,6% y 8%).



Figura 9. Grava chancada



Figura 10. Arena zarandeada

I. Determinación del óptimo de cemento asfáltico con la **muestra control** con porcentajes de 5.0%, 5.5%, 6.0% y 6.5%.

II. Agregados:

Tabla 8. Porcentajes de materiales con óptimo de 5.80 de C.A

	Descripción	%
Fórmula diseño asfalto en caliente método Marshall ASTM D3515 (d-5)	Piedra Chancada 3/4" pichipampa	42.60%
	Arena Zarandeada 1/4" pichipampa	32.20%
	Arena Chancada 1/4" higueras	23.20%
	Cal hidratada	2.00%
	Agregado mejorador de adherencia Quimibond 3000	0.40%
	CA. (PEN 85-100)	5.80%

Fuente: Propia

III. Agregado Grueso características mecánicas y físicas.

Tabla 9. Agregado grueso

Ensayos	Norma		Requerimiento o ≤3000msnm	Requerimiento o >3000msnm	Derivación
	MTC	ASTM – AASHTO			
Durabilidad (al sulfato de magnesio)	MTC E 09	ASTM C 88	18 % máx.	15 % máx.	7.34 %
Abrasión los ángeles	MTC E 207	ASTM C 131	40 % máx.	35 % máx.	20.3 %
Partículas chatas y alargadas	-	ASTM D 4791	10 % máx.	10 % máx.	4.29 %
Caras fracturadas	MTC E 210	ASTM D 5821	85 /50	90 / 70	90.7 / 85
Sales solubles totales	MTC E 219	ASTM D 1888	0.5 % máx.	0.5 % máx.	0.24 %
Absorción	MTC E 206	ASTM C 118	1.0 máx.	1.0 máx	0.08
Adherencia	MTC E 519	ASTM D 1664	+95	+95	+95

Fuente Manual de Carreteras EG-2013

IV. Agregado Fino características mecánicas y físicas.

Tabla 10. Agregado fino

Ensayos	Norma		Requerimiento ≤3000msnm	Requerimiento >3000msnm	Resultados
	MTC	ASTM - AASHTO			
Equivalente de Arena	MTC E 209	ASSHTO 176	60 % min.	70 % min.	63
Adhesividad (Riedel Weber)	MTC E 220	NLT 355-74	4 min.	6 min.	9
Índice de plasticidad (malla N°40)	MTC E 111	ASTM D 4318	NP	NP	NP
Angularidad del Agregado Fino	MTC E 222	-	30 min.	30 min.	41.1
Del Índice de plasticidad (malla N°200)	MTC E 211	ASTM D 4318	4.0 % máx.	NP	NP
Sales solubles totales	MTC E 219	ASTM D 1888	0.5 máx.	0.5 máx.	0.35
Absorción	MTC E 205	ASTM C 118	0.5 máx.	0.50 máx	1.13

Fuente: Manual de Carreteras EG-2013

V. PEN 85-100 producido por PETROPERU

Tabla 11. *Ensayos del cemento asfáltico*

Norma	Procedimiento	Parámetro ASTM d946		Resultado PETROPERU
		Min	Max	
ASTM D5	Penetración a 25 °C, 100g, 5seg, 0.10mm	85	100	88
ASTM D113	Ductilidad a 25 °C, 5cm/min, cm	100	----	>150 cm
ASTM D445	Viscosidad cinemática a 100 °C	----	----	3258 cSt.
ASTM D2170	Viscosidad cinemática a 135 °C	170	----	393.1 cSt.
ASTM D2042	Solubilidad de Tricloroetileno, % masa	99	----	99.7 % m
ASTM D92	Punto de Inflamación, COC, °C	232	----	278 °C
MTC E 304	Índice de penetración (Suscep. Térm.)	-1	+1	-0.9
ASTM D1754	Efecto de calor y aire (Película fina), cambio de masa, % masa del original	----	1	0.20 % m
ASTM D5	Penetración Retenida, % del original	47	----	91 %
ASTM D113	Ductilidad del residuo a 25°C, 5cm/min, cm	75	----	100

Fuente: Manual de Carreteras EG-2013

Seguidamente, se realizaron combinaciones teóricas en laboratorio.

Tabla 12. *Granulometría de agregados*

Tamices	Abert. En mm	Pdra. chancada 3/4"	Arena chancada 1/4"	Arena zarandea da natural 1/4"	Cal hidratada	Especificaciones ASTM d3515 (d-5)		Mezcla
		42.6%	23.2%	32.2%		2.0%	Min	
3/4"	19.05	100.0	100.0	100.0	100.0	100	100	100.0
1/2"	12.50	77.3	100.0	100.0	100.0	90	100	90.3
3/8"	9.50	46.0	100.0	100.0	100.0	-	-	77.0
Nº 4	4.75	2.3	95.7	95.1	100.0	44	74	55.7
Nº 8	2.36	1.2	74.0	73.4	100.0	28	58	43.3
Nº 50	0.30	0.0	29.7	19.8	95.3	5	21	15.2
Nº 200	0.075	0.0	15.3	6.6	86.7	2	10	7.4

Fuente: Elaboración propia

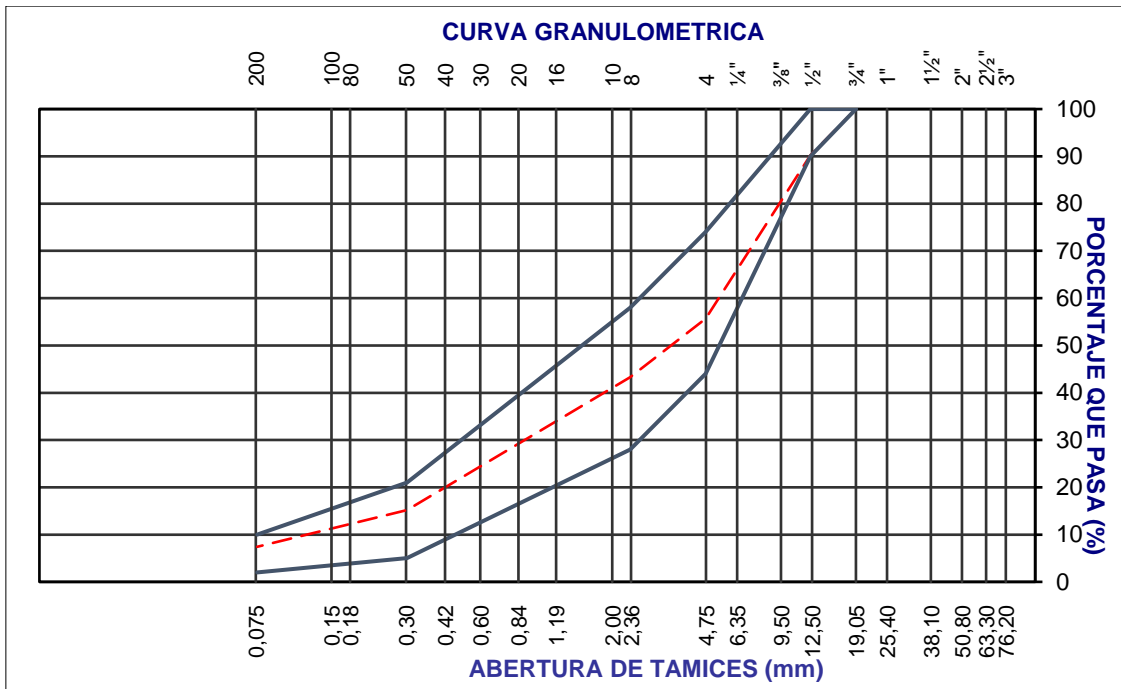


Figura 11. Curva granulométrica

Luego, con los hallazgos de los aglomerantes se elaboraron ensayos en laboratorio para dar con los resultados de la muestra control como se identifica en la figura 12, llegando a determinar según lo descrito en la tabla 13.

Tabla 13. Resultados diseño mezcla M.C

Parámetros de Diseño Marshall	Und.	Datos	Datos	Datos	Datos	Óptimo	E.T
Cemento asfáltico	(%)	5.0%	5.5%	6.0%	6.5%	5.80%	±3
Nº golpes por lado	Nº	75	75	75	75	75	75
Estabilidad	(Kg)	896	1155	1192	979	1205	815 min.
Flujo	(mm)	2.9	3.4	3.6	3.7	3.55	2-4
Porcentaje de Vacíos de aire (**)	(%)	4.4	3.2	2.7	1.4	2.9	2-4(**)
Vacíos (VMA)	(%)	15.1	15.0	15.2	15.8	15.1	14 min.
Relación Estabilidad/Flujo	(Kg/c m)	3063	3411	3312	2672	3394	1700 - 4000

Fuente: Manual de Carreteras EG-2013

Nota: (**). A la fecha se han construido tramos en el Perú que se caracterizan por tener un rango de entre 2% a 4%, por lo que es conveniente que se ubique en menos de 2%, lo cual es satisfactorio en climas fríos que superen los 3,000 m.s.n.m.



Figura 12. Espécimen de MC.



Figura 13. Ensayo de estabilidad y flujo

En resumen, según los resultados obtenidos se verifica la conformidad en cuanto a los requerimientos de la Especificaciones Técnicas EG-2013 lo que se detalla en la figura 13, donde se definió un contenido adecuado de cemento asfáltico de

5.80% (PEN 85-100), una vez obtenido los resultados de la muestra control se procedió a incluir % de ceniza de cascará de papa en proporciones del 2.0%, 4.0%, 6.0%,8.0%.

Análisis granulométrico de agregados pétreos incorporando porcentajes ceniza de cáscara de papa.

Se realizaron ensayos de tamizado con la finalidad de conocer la caracterización de cada uno de los aglomerantes y así poder determinar la dosificación de cada uno de los aportantes según sus tamaños retenido en los tamices, teniendo en cuenta la norma ASTM D-3515 y MTC E 204 como se aprecia en la figura 14.



Figura 14. Tamizado de aglomerantes

Paralelamente se hicieron la determinación de pesos incluyendo la ceniza de cascara de papa, para luego realizar el diseño de briquetas para cada objetivo, detallado en la figura 15.



Figura 15. Determinación de pesos

Grava chancada $\frac{3}{4}$ ". Se definió que el 22.7% del material es aportador por el material grueso y el 77.30% es conformado por gravillas y arenas aportante a la mezcla de áridos.

Arena Chancada $\frac{3}{8}$ ". Se considera que esta arena chancada deja un aporte de gravillas de tamaño máximo 4.75 mm. En un 4.3 % y un 95.7 de aporte como arena, estando por debajo de las gravillas.

Grava Zarandeada $\frac{3}{8}$ ". Se atiende que esta arena deja un aporte de gravillas de tamaño máximo de 4.75 mm. En un 5.0% y un 95.0% de aporte como arena, por debajo de las gravillas ideal para la mezcla.

Ceniza de cáscara de papa (Filler). Se define que esta ceniza de cáscara de papa aporta a las arenas, finos de tamaño máximo 0.84 mm. En un 0.5% y un 95.5% de aporte entre los tamices 0.300 mm y a.075 mm como Filler mineral a la mezcla.

Para verificar que la variable estudiada cumple con las indicaciones de la norma AASHTON M303, se grafica su curva granulométrica y su tamizado con porcentajes retenidos, acumulados y porcentajes que pasa.

A continuación, se detallan mediante tabla 14 y figura 16.

Tabla 14. Análisis granulométrico por tamizado (MTC E204/ASTM C136)

Nº Tamices	AASHTO	P.	%	Retenido	%	Especif. AASHTO m 303		
	t-27			Acumulado				
	(mm)	Retenido	Retenido	Acumulado	Que pasa			
5"	127.000							
4"	101.600							
3"	76.200							
2 1/2"	63.300							
2"	50.800							
1 1/2"	38.100							
1"	25.400							
3/4"	19.050							
1/2"	12.500				100.0			
3/8"	9.500		0.0	0.0				
1/4"	6.300							
Nº 4	4.750							
Nº 8	2.360							
Nº 10	2.000							
Nº 16	1.190				100.0			
Nº 20	0.840				100.0			
Nº 30	0.600	1.4	0.5	0.5	99.5	100		100
Nº 40	0.420	0.0	0.0	0.5	99.5			
Nº 50	0.300	2.7	0.9	1.3	98.7	95	-	100
Nº 80	0.177		0.0	1.3	98.7			
Nº 100	0.150		0.0	1.3	98.7			
Nº 200	0.075	54.3	17.6	19.0	81.0	80	-	100
Platillo		249.6	81.0	100.0				

Fuente: Propia

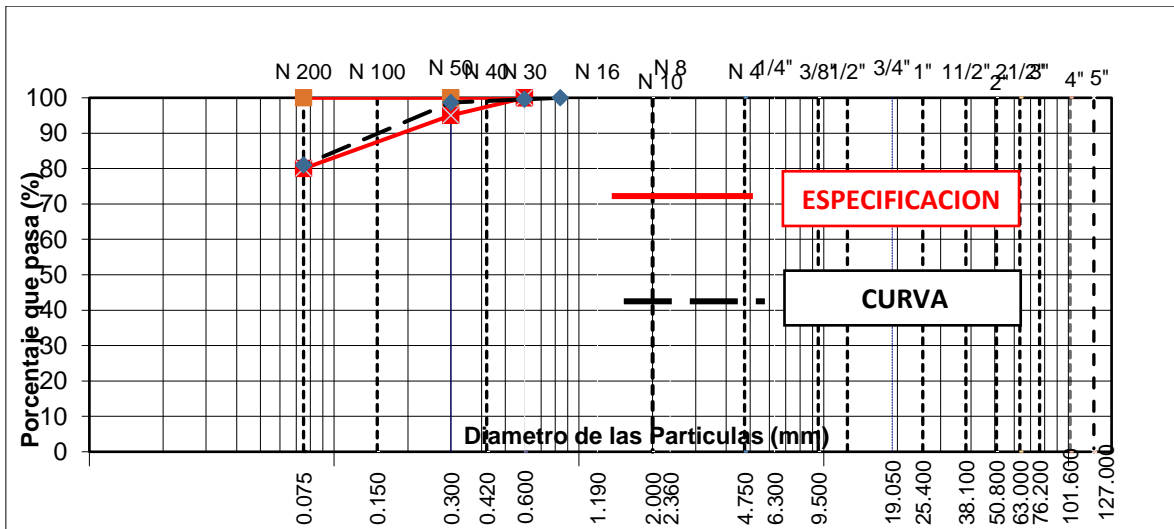


Figura 16. Curva granulométrica (MTC E204/ASTM C136)

Seguidamente se realizó la gradación de mezcla asfáltica, según la norma ASTM D-3515.

Combinaciones de agregados: Para encontrar y cuantificar la granulometría de los agregados, se debe cumplir con el huso granulométrico para el MAC_ASTM D-3515, la cual en esta investigación estuvo diseñado para un tránsito de tráfico alto, las cuales influyeron positivamente con las adiciones de porcentaje del 2.00% al 8.0% de ceniza de cáscara de papa.

- ✓ **Se comenzó con la adición del 2, 4, 6 y 8 %** de la ceniza de cáscara de papa, que fue remplazado al componente del Filler, luego de la obtención de los aglomerantes que fueron productos la cantera Pichipampa y Higuera se realizaron el proceso del tamizado de los agregados para cada porcentaje de Filler.

Tabla 15. Agregados adicionándose el 2% de ceniza de papa

Cemento Asfáltico	Agregados	Con 2% de cenizas de cáscara de papa gr.	
5.80%	Grava 3/4"	%	Pesos
		40.1	501.6
	Arena Zarandeada 5.0 mm.	30.3	379.2
	Arena Chancada 5.0 mm.	21.9	273.2
	Filler Ceniza cáscara de papa	1.9	23.55
Cemento Asfáltico C.A_5.80%	5.80	72.5	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 16. Composición de la mezcla incorporando 2.00% de ceniza

Tamices	Abert. (mm)	Pdra. chancada a 3/4"	Arena chancada 1/4"	Arena zarandeada natural 1/4"	Filler / ceniza	Especif. (ASTM d3515-d5)		Mezcla
		42.6%	23.2%	32.2%		2.0%	Min	
3/4"	19.05	100.0	100.0	100.0	100.0	100	100	100.0
1/2"	12.50	77.3	100.0	100.0	100.0	90	100	90.3
3/8"	9.50	46.0	100.0	100.0	100.0	-	-	77.0
Nº 4	4.75	2.3	95.7	95.1	100.0	44	74	55.8
Nº 8	2.36	1.2	74.0	73.4	100.0	28	58	43.3
Nº 50	0.30	0.0	29.7	19.8	98.7	5	21	15.2
Nº 200	0.075	0.0	15.3	6.6	91.0	2	10	7.5

Fuente: Elaboración propia

Seguidamente se desarrollaron la curva granulométrica con la finalidad que los datos obtenidos estén dentro de las ET, en un rango de un valor mínimo y máximo.

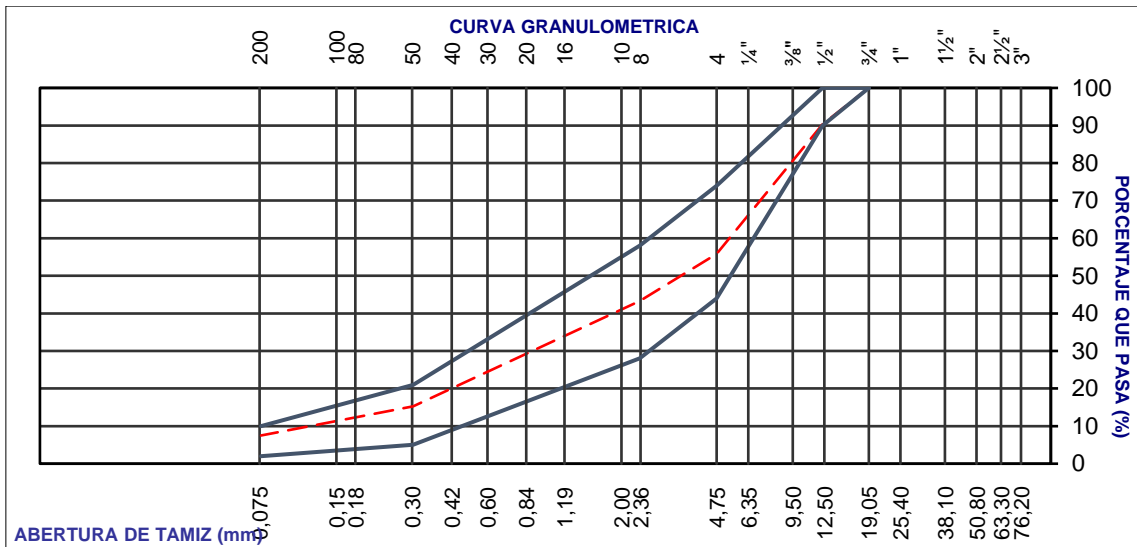


Figura 17. Curva granulométrica (2.00% de ceniza)

La curva refleja que son valores favorables para la conformación óptima de la mezcla asfáltica, cumpliendo a cabalidad los valores de la norma.

Consecuentemente se realizaron ensayos Rice de densidad máxima teórica, con la finalidad de determinar los vacíos de cada uno de los porcentajes de las adiciones. Para ejemplificar se desarrolla mediante el siguiente resultado en el cuadro que se detalla en la tabla 17.

Tabla 17. Densidad máxima teórica MTC E508, con 2% de ceniza

Verificación del picnómetro de vacíos	Nº	Peso n° 01	Peso n° 02	Peso n° 03
P. del picnómetro + agua (25°C) ± 1°C + tapa de vidrio	2	8121.0	8121.0	8121.0
Promedio peso del picnómetro + agua (25°C) ± 1°C + tapa de vidrio	3	8121.0		
Ensayo	N°	1		
P. del picnómetro + tapa de vidrio	G	10.0		
P. del picnómetro + muestra + tapa de vidrio	G	1510.0		
P. de la muestra	G	1500.0		
P. del picnómetro + agua + tapa de vidrio (25°C) ± 1°C	G	8121.0		
P. del picnómetro + muestra + agua + tapa de vidrio (25°C) ± 1°C	G	9013.0		
V. de la mezcla asfáltica (25°C)	Cm ³	609.0		
P_e máximo	G/cm ³	2.463		
P_e máximo corregido	G/cm ³	Na		
Gravedad específica del agua a 25° c		0.9970		
Tiempo de ensayo	Min	15.0		
Picnómetro + muestra sumergida en baño maría (25°C) ±1°C	Min	10.0		
Presión de succión o vacío	Pulg hg	21.0		

Fuente: Elaboración propia

De semejante manera se llegó a realizar para adiciones de 4,6 y 8%, la cual se presentan los resultados en los anexos 5.

Seguidamente se evaluaron todos los gráficos y tablas obtenidos de cada porcentaje de la investigación que es del 2.0% hasta el 8.0% donde demostró que cumplen con las exigencias que demanda la norma ASTM D-3515 y MTC E 508.

A continuación, se realizaron los ensayos de las combinaciones de mezcla con los áridos, el ligante y los diferentes % de ceniza de cascara de papa que van desde el 2% al 8% de adiciones, donde se necesitó por cada porcentaje 3 probetas como mínimo.

Para la determinación de los parámetros volumétricos de las dimensiones se realizaron bajo dos criterios, análisis de densidad de vacíos, prueba de estabilidad y flujo.

Una vez realizado los ensayos que van a determinar mis objetivos se analizaron las siguientes anotaciones:

3.6.2 Evaluación del contenido de vacíos de mezclas asfálticas

Para evaluar la influencia en los vacíos, se realizó el análisis de pesos unitarios compactados en cada una de las probetas, determinándose mediante el peso específico total de cada espécimen compactada y el peso específico teórico mediante el ensayo Rice norma ASTM D-3203, como se observa en las tablas 18, 19, 20 y 21.

Tabla 18. Porcentaje de vacío con 2% ceniza de cáscara de papa

1	Nº de Probeta	N	1	2	3	Promedio	Especif.
2	C.A. en P. de la Mezcla	%	5.80	5.80	5.80		
3	% de Grava Triturada en P. de la Mezcla	%	40.13	40.13	40.13		
4	% de Arena Combinada en P. de la Mezcla	%	52.19	52.19	52.19		
5	% de Filler en P. de Mezcla	%	1.88	1.88	1.88		
6	P_e Aparente de Cemento Asfáltico	g/c m ³	1.018	1.018	1.018		
7	P_e Bulk de la Grava Triturada	g/c m ³	2.679	2.679	2.679		
8	P_e Aparente de la Grava Triturada	g/c m ³	2.758	2.758	2.758	2.719	
9	P_e Bulk de la Arena Combinada	g/c m ³	2.650	2.650	2.650		
10	P_e Aparente de la Arena Combinada	g/c m ³	2.732	2.732	2.732	2.691	
11	P_e Aparente del Filler	g/c m ³	2.211	2.211	2.211		
12	Altura Promedio de la Probeta	cm	6.20	6.20	6.20		
13	P. de la Probeta en el Aire	g	1202. 0	1203. 0	1211. 8		
14	P. de la Probeta Saturada	g	1204. 5	1204. 1	1213. 2		
15	P. de la Probeta en el Agua	g	699.8	699.7	704.3		
16	V. de la Probeta	cm ³	504.7	504.4	508.9		
17	P_e Bulk de la Probeta	g/c m ³	2.382	2.385	2.381	2.383	
18	P_e Máximo (RICE)	g/c m ³	2.463	2.463	2.463		
19	Máxima Densidad Teórica	g/c m ³	2.487	2.487	2.487		
20	% de Vacíos (*)	%	3.3	3.2	3.3	3.3	3 - 5
21	P_e Bulk del Agregado Total	g/c m ³	2.652	2.652	2.652		
22	P_e Aparente del Agregado Total	g/c m ³	2.730	2.730	2.730		
23	P_e Efectivo del Agregado Total	g/c m ³	2.699	2.699	2.699		
24	C.A. Absorbido por el P. del Agregado Seco	%	0.67	0.67	0.67		
25	% del Vol. del Agregado / Volumen Bruto de la Probeta	%	84.61	84.73	84.59		
26	% Vacíos del Agregado Mineral	%	15.39	15.27	15.41	15.4	14 min.
Observación: (*) A la fecha en el Perú existen tramos ejecutados con rango de 2%-4%, con resultados favorables en climas fríos por encima de 3.000 m.s.m. se recomienda en estos casos. (Fuente EG 2013)			Piedra chancada ¾			42.6%	
			Arena Zarandeada ¼"			32.2%	
			Arena Chancada ¼			23.2%	
			Ceniza de papa			2.0%.	
			CA.			PEN 85-100	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 19. Porcentaje de vacío con 4% de ceniza de cáscara de papa

1	Nº de Probeta	N	1	2	3	Promedio	Especif.
2	C.A. en P. de la Mezcla	%	5.80	5.80	5.80		
3	% de Grava Triturada en P. de la Mezcla	%	39.19	39.19	39.19		
4	% de Arena Combinada en P. de la Mezcla	%	51.24	51.24	51.24		
5	% de Filler (cáscara de papa) en P. de Mezcla	%	3.77	3.77	3.77		
6	P_e Aparente de CA.	g/cm ³	1.018	1.018	1.018		
7	P_e Bulk de la Grava Triturada	g/cm ³	2.679	2.679	2.679		
8	P_e Aparente de la Grava Triturada	g/cm ³	2.758	2.758	2.758	2.719	
9	P_e Bulk de la Arena Combinada	g/cm ³	2.650	2.65	2.65		
10	P_e Aparente de la Arena Combinada	g/cm ³	2.732	2.732	2.732	2.691	
11	P_e Aparente del Filler	g/cm ³	2.211	2.211	2.211		
12	Altura Promedio de la Probeta	cm	6.20	6.20	6.20		
13	P. de la Probeta en el Aire	g	1207.4	1204.4	1206.2		
14	P. de la Probeta Saturada	g	1208.6	1205.5	1208.1		
15	P. de la Probeta en el Agua	g	693.6	693.1	690.4		
16	Vol. de la Probeta	cm ³	515.0	512.4	517.7		
17	P_e Bulk de la Probeta	g/cm ³	2.344	2.351	2.330	2.342	
18	P_e Máximo (RICE)	g/cm ³	2.443	2.443	2.443		
19	Máxima Densidad Teórica	g/cm ³	2.477	2.477	2.477		
20	% de Vacíos	%	4.0	3.8	4.6	4.1	3 - 5
21	P_e Bulk del Agregado Total	g/cm ³	2.641	2.641	2.641		
22	P_e Aparente del Agregado Total	g/cm ³	2.717	2.717	2.717		
23	P_e Efectivo del Agregado Total	g/cm ³	2.673	2.673	2.673		
24	C.A. Absorbido por el Peso del Agregado Seco	%	0.47	0.47	0.47		
25	% del Vol. del Agregado / Volumen Bruto de la Probeta	%	83.63	83.84	83.11		
26	% Vacíos del Agregado Mineral	%	16.37	16.16	16.89	16.5	14 Mín.
Nota, Los datos las cuales están resaltados serán tomados en cuenta el promedio de las 3 muestras ensayados en el laboratorio, que serán concretadas en el objetivo general.			Piedra Chancada ¾" Arena Zarandeada ¼" Arena Chancada ¼" Ceniza de cáscara de papa Cemento Asfáltico			42.6% 31.7% 21.7% 4.0% PEN 85-100	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 20. Porcentaje de vacío con 6% de ceniza de cáscara de papa

1	Nº de Probeta	N	1	2	3	Prom edio.	Especif .
2	C.A. en P. de la Mezcla	%	5.80	5.80	5.80		
3	% de Grava Triturada en P. de la Mezcla	%	40.13	40.13	40.13		
4	% de Arena Combinada en P. de la Mezcla	%	48.42	48.42	48.42		
5	% de Filler (ceniza de papa) en P. de Mezcla	%	5.65	5.65	5.65		
6	P_e Aparente de CA.	g/cm ₃	1.018	1.018	1.018		
7	P_e Bulk de la Grava Triturada	g/cm ₃	2.679	2.679	2.679		
8	P_e Aparente de la Grava Triturada	g/cm ₃	2.758	2.758	2.758	2.719	
9	P_e Bulk de la Arena Combinada	g/cm ₃	2.650	2.65	2.65		
10	P_e Aparente de la Arena Combinada	g/cm ₃	2.732	2.732	2.732	2.691	
11	P_e Aparente del Filler	g/cm ₃	2.211	2.211	2.211		
12	Altura Promedio de la Probeta	cm	6.20	6.20	6.20		
13	P. de la Probeta en el Aire	g	1206. 3	1208. 8	1206. 1		
14	P. de la Probeta Saturada	g	1208. 3	1210. 2	1208. 1		
15	P. de la Probeta en el Agua	g	680.2	678.8	675.9		
16	Vol. de la Probeta	cm ³	528.1	531.4	532.2		
17	Peso Específico Bulk de la Probeta	g/cm ₃	2.284	2.275	2.266	2.275	
18	Peso Específico Máximo (RICE)	g/cm ₃	2.389	2.389	2.389		
19	Máxima Densidad Teórica	g/cm ₃	2.468	2.468	2.468		
20	% de Vacíos	%	4.4	4.8	5.1	4.8	3 - 5
21	P_e Bulk del Agregado Total	g/cm ₃	2.631	2.631	2.631		
22	P_e Aparente del Agregado Total	g/cm ₃	2.705	2.705	2.705		
23	P_e Efectivo del Agregado Total	g/cm ₃	2.604	2.604	2.604		
24	C.A. Absorbido por el P. del Agregado Seco	%	-0.39	-0.39	-0.39		
25	% del Vol. del Agregado / Volumen Bruto de la Probeta	%	81.79	81.45	81.15		
26	% Vacíos del Agregado Mineral	%	18.21	18.55	18.85	18.5	14 Mín.
Nota, De la misma forma que el anterior se analizara en el resumen del Objetivo General de la investigación. Para todos los ensayos de cada porcentaje se ha utilizado un Aditivo mejorador de adherencia Quimibond Advance de 0.4%			Piedra Chancada ¾"			42.6%	
			Arena Zarandeada ¼"			32.7%	
			Arena Chancada ¼"			18.7%	
			Ceniza de cáscara de papa			6.0%	
			Cemento Asfaltico			PEN 85-100	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 21. Porcentaje de vacío con 8% de ceniza de cáscara de papa

1	Nº de Probeta	N	1	2	3	Promedio	Especif.
2	C.A. en P. de la Mezcla	%	5.80	5.80	5.80		
3	% de Grava Triturada en P. de la Mezcla	%	40.13	40.13	40.13		
4	% de Arena Combinada en P. de la Mezcla	%	46.53	46.53	46.53		
5	% de Filler (ceniza de papa) en P. de Mezcla	%	7.54	7.54	7.54		
6	P_e Aparente de Cemento Asfáltico	g/cm ³	1.018	1.018	1.018		
7	P_e Bulk de la Grava Triturada	g/cm ³	2.679	2.679	2.679		
8	P_e Aparente de la Grava Triturada	g/cm ³	2.758	2.758	2.758	2.719	
9	P_e Bulk de la Arena Combinada	g/cm ³	2.650	2.65	2.65		
10	P_e Aparente de la Arena Combinada	g/cm ³	2.732	2.732	2.732	2.691	
11	P_e Aparente del Filler	g/cm ³	2.211	2.211	2.211		
12	Altura Promedio de la Probeta	cm	6.20	6.20	6.20		
13	P. de la Probeta en el Aire	g	1196.9	1206.6	1201.2		
14	P. de la Probeta Saturada	g	1199.3	1208.7	1203.1		
15	P. de la Probeta en el Agua	g	667.8	677.2	668.3		
16	Vol. de la Probeta	cm ³	531.5	531.5	534.8		
17	P_e Bulk de la Probeta	g/cm ³	2.252	2.270	2.246	2.256	
18	P_e Máximo (RICE)	g/cm ³	2.392	2.392	2.392		
19	Máxima Densidad Teórica	g/cm ³	2.458	2.458	2.458		
20	% de Vacíos	%	5.9	5.1	6.1	5.7	3 - 5
21	P_e Bulk del Agregado Total	g/cm ³	2.620	2.620	2.620		
22	P_e Aparente del Agregado Total	g/cm ³	2.692	2.692	2.692		
23	P_e Efectivo del Agregado Total	g/cm ³	2.609	2.609	2.609		
24	C.A. Absorbido por el P. del Agregado Seco	%	-0.17	-0.17	-0.17		
25	% del Vol. del Agregado / Vol. Bruto de la Probeta	%	80.95	81.61	80.74		
26	% Vacíos del Agregado Mineral	%	19.05	18.39	19.26	18.9	14 Mín.
Nota, Los materiales suministrados para la investigación fueron de la cantera Pichipampa y Higuera, que luego fueron llevado a una planta de procesamiento.			Piedra Chancada ¾			42.6%	
			Arena Zarandeada ¼"			32.7%	
			Arena Chancada ¼			16.7%	
			Ceniza de cáscara de papa			8.0%	
			Cemento Asfáltico			PEN 85-100	

Fuente: Elaboración propia

Se ha tenido un estricto seguimiento a todos los resultados obtenidos del laboratorio para lo cual se demuestra mediante algunas imágenes que fueron tomadas durante todo el proceso de la investigación, determinándose el peso de la mezcla suelta como se aprecia en la figura 18, midiéndose el peso de la briqueta saturada como

se detalla en la figura 19, aplicándose el Ensayo RICE MTC.508 de la figura 20 y el peso del picnómetro de la figura 21.



Figura 18. Peso de la mezcla suelta



Figura 19. Peso de briqueita saturada.



Figura 20. Ensayo RICE MTC.508



Figura 21. Peso del Picnómetro

3.6.4 Evaluación de la resistencia al flujo de mezclas asfálticas en caliente

Luego de realizar los ensayos de cada espécimen para el objetivo 1, seguidamente se evaluó el objetivo 2 examinar la influencia de la adición de la ceniza de cáscara de papa que tiene la variable independiente contra la variable dependiente. En el desarrollo de este ensayo se presentaron especímenes de peso de 1,250 gr, para luego someterlos a las pruebas de compresión, donde se verificó que el flujo fue cuando justamente el espécimen desarrollo su máxima capacidad de carga y

cuando la carga comienza a descender fue allí donde se registró esa deformación en unidades de 0.25 mm, a continuación, se podrá verificar los resultados mediante tablas de cada porcentaje ensayado (3 briquetas por cada porcentaje).

Tabla 22. Prueba de flujo con 2% de ceniza de cáscara de papa

1	Nº de Probeta	N	1	2	3	Promedio	Especif.
2	C.A. en Peso de la Mezcla	%	5.80	5.80	5.80		
3	Lectura del Fleximetro (0.01")	in	14	13	13		
4	Fluencia mm	mm	3.60	3.30	3.30	3.4	2 - 4
Nota, los materiales pétreos para las cuales fueron desarrollado esta investigación fueron las mismas que se consideraron para el análisis del porcentaje de vacíos.		De igual forma en cuanto a porcentajes se ensayaron con los mismos que el de porcentaje de vacíos.					

Fuente: Elaboración propia

Tabla 23. Prueba de flujo con 4% de ceniza de cáscara de papa

1	Nº de Probeta	N	1	2	3	Promedio	Especif.
2	C.A. en P. de la Mezcla	%	5.80	5.80	5.80		
3	Lectura del Fleximetro (0.01")	in	13	13	13		
4	Fluencia mm	mm	3.00	3.00	3.30	3.3	2 - 4

Fuente: Elaboración propia

Tabla 24. Prueba de flujo con 6% de ceniza de cáscara de papa

1	Nº de Probeta	N	1	2	3	Promedio	Especif.
2	C.A. en P. de la Mezcla	%	5.80	5.80	5.80		
3	Lectura del Fleximetro (0.01")	in	13	12	13		
4	Fluencia mm	mm	3.30	3.00	3.30	3.2	2 - 4

Fuente: Elaboración propia

Tabla 25. Prueba de flujo con 8% de ceniza de cáscara de papa

1	Nº de Probeta	N	1	2	3	Promedio	Especif.
2	C.A. en P. de la Mezcla	%	5.80	5.80	5.80		
3	Lectura del Fleximetro (0.01")	in	13	12	13		
4	Fluencia mm	mm	3.30	3.00	3.30	3.2	2 - 4

Fuente: Elaboración propia

3.6.5 Análisis de la estabilidad de mezclas asfálticas en caliente

Consecuentemente se analizó el objetivo 3, con la finalidad de demostrar de qué manera influye la estabilidad con las adiciones de cáscara de papa de 2% al 8% de ceniza de papa.

Tabla 26. Prueba de estabilidad 2% de ceniza de cáscara de papa

1	Nº de Probeta	N	1	2	3	Promedio	Especif.
2	C.A en P. de la Mezcla		5.80	5.80	5.8		
3	P. de la Probeta Saturada	g	1204.5	1204.1	1213.2		
4	P. de la Probeta en el Agua	g	699.8	699.7	704.3		
5	Volumen de la Probeta	cm ³	504.7	504.4	508.9		
6	Estabilidad sin Corregir	kg	1239	1208	1263		
7	Factor de Estabilidad		1.04	1.04	1.00		
8	Estabilidad Corregida	kg	1289	1256	1263	1269	815 Mín.
9	Lectura del Fleximetro (0.01")	in	14	13	13		
10	Fluencia mm	mm	3.60	3.30	3.30	3.4	2 - 4
11	Relación Estabilidad / Fluencia	kg/cm	3579	3807	3827	3738	1700 - 4000

Fuente: Elaboración propia

Tabla 27. Prueba de estabilidad 4% de ceniza de cáscara de papa

1	Nº de Probeta	N	1	2	3	Promedio	Especif.
2	C.A en P. de la Mezcla		5.80	5.80	5.80		
3	P. de la Probeta Saturada	g	1208.6	1205.5	1208.1		
4	P. de la Probeta en el Agua	g	693.6	693.1	690.4		
5	Vol. de la Probeta	cm ³	515.0	512.4	517.7		
6	Estabilidad sin Corregir	kg	1356	1228	1233		
7	Factor de Estabilidad		1.00	1.00	1.00		
8	Estabilidad Corregida	kg	1356	1228	1233	1272	815 mín.
9	Lectura del Fleximetro (0.01")	in	13	13	13		
10	Fluencia mm	mm	3.30	3.00	3.30	3.3	2 - 4
11	Relación Estabilidad / Fluencia	kg/cm	4109	3721	3736	3856	1700 - 4000

Fuente: Elaboración propia

Tabla 28. Prueba de estabilidad 6% de ceniza de cáscara de papa

1	Nº de Probeta	N	1	2	3	Promedio	Especif.
2	C.A. en P. de la Mezcla	%	5.80	5.80	5.80		
3	P. de la Probeta Saturada	g	1208.3	1210.2	1208.1		
4	P. de la Probeta en el Agua	g	680.2	678.8	675.9		
5	Vol. de la Probeta	cm ³	528.1	531.4	532.2		
6	Estabilidad sin Corregir	kg	1356	1228	1233		
7	Factor de Estabilidad		0.96	0.96	0.96		
8	Estabilidad Corregida	kg	1302	1179	1188	1223	815 mín.
9	Lectura del Fleximetro (0.01")	in	13	12	13		
10	Fluencia mm	mm	3.30	3.00	3.30	3.2	2 - 4
11	Relación Estabilidad / Fluencia	kg/cm	3945	3930	3587	3820	1700 - 4000

Fuente: Elaboración propia

Tabla 29. Prueba de estabilidad 8% de ceniza de cáscara de papa

1	Nº de Probeta	N	1	2	3	Promedio	Especif.
2	C.A. en P. de la Mezcla	%	5.80	5.80	5.80		
14	P. de la Probeta Saturada	g	1199.3	1208.7	1203.1		
15	P. de la Probeta en el Agua	g	667.8	677.2	668.3		
16	Vol. de la Probeta	cm ³	531.5	531.5	534.8		
30	Estabilidad sin Corregir	kg	1356	1228	1233		
31	Factor de Estabilidad		0.96	0.96	0.96		
32	Estabilidad Corregida	kg	1302	1179	1184	1221	815 mín.
33	Lectura del Fleximetro (0.01")	in	13	12	13		
34	Fluencia mm	mm	3.30	3.00	3.30	3.2	2 - 4
35	Relación Estabilidad / Fluencia	kg/cm	3945	3930	3587	3820	1700 - 4000

Fuente: Elaboración propia

Seguimiento en cada procedo de cada uno de los ensayos, como se aprecia en las figuras 22 y 23.



Figura 22. Especímenes con % de ceniza



Figura 23. Ensayo flujo y estabilidad

3.6.6 Influencia en las propiedades físicas y mecánicas

Los resultados del objetivo general se describen en la tabla 30.

Tabla 30. Resumen de resultados obtenidos

5.80% de cemento asfáltico	M.C. (2% de filler -cal hidratada)	2% ceniza de cáscara de papa	4% ceniza de cáscara de papa	6% de ceniza de cáscara de papa	8% de ceniza de cáscara de papa	E.T
N° de golpes	75	75	75	75	75	75
% Vacíos (**)	2.9	3.3	4.1	4.8	5.7	3 - 5
% Vacíos de agregado mineral (V.M.A)	15.1	15.4	16.5	18.5	18.9	14 min.
Flujo	3.55	3.4	3.3	3.2	3.2	2 - 4
Estabilidad corregida	1205	1269	1272	1223	1221	815 min.
Relación estabilidad/fluencia	3394	3738	3856	3824	3820	1700 - 4000

Fuente: Elaboración propio

3.7. Aspectos éticos

La investigación cumplió con el principio ético de beneficencia, visto que se buscó optimizar las características de la mezcla asfáltica para pavimentos que sean más perdurables y del principio ético de justicia, visto que cada unidad de muestra ha sido tratada de la misma forma.

Además, en la presente investigación se procuró respetar aspectos como la validez de resultados, propiedad intelectual a través del citado de las referencias con el estilo ISO 690, guía de elaboración de la UCV, Manual MTC y Manual de Evaluación de Materiales, además de la objetividad y originalidad de los resultados.

IV. RESULTADOS

4.1. Resultados

4.1.1 Contenido de vacíos de mezclas asfálticas en caliente

Tabla 31. Contenido de vacíos de mezclas asfálticas en caliente

% de cáscara de papas	P. contenido de vacíos (%)	Desv. Estándar	C.V (%)
0%	2.9	0.7	22.2%
2%	3.3	0.1	1.8%
4%	4.1	0.4	10.1%
6%	4.8	0.4	7.4%
8%	5.7	0.5	5.4%

Fuente: Elaboración propia

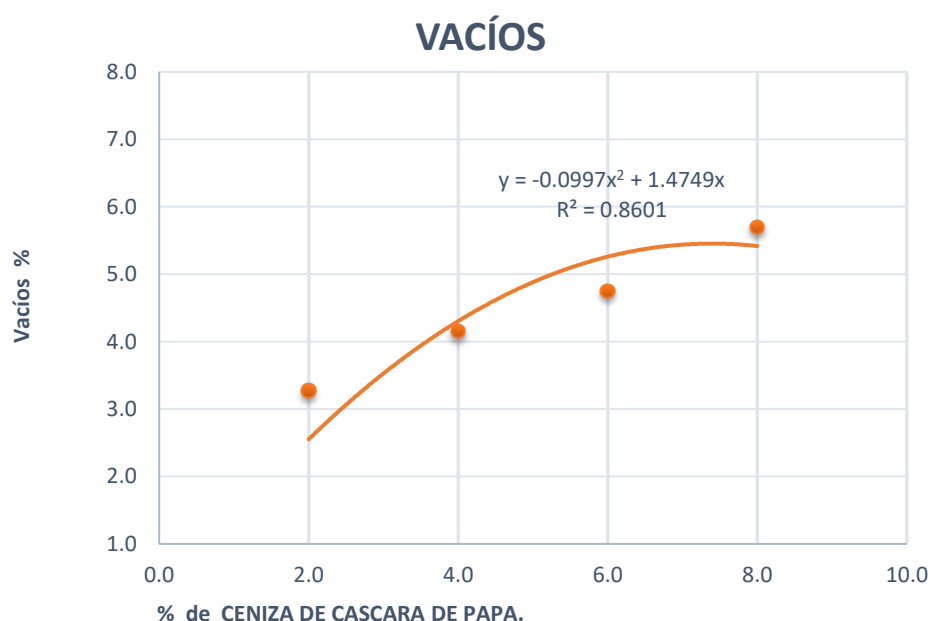


Figura 24. Contenido de vacíos de mezclas asfálticas en caliente

En la tabla 31 y figura 24 se aprecia el contenido de vacíos de mezclas asfálticas que varía desde 3.3%, 4.1%, 4.8% y 5.7% con adiciones de 2%, 4%, 6% y 8% de cáscara de papa calcinada, obteniéndose que el mejor contenido de vacío; es decir, el más bajo que evita que entre agua y aire y genere futuros deterioros, es para una adición de 2% de cáscara de papa con $3.3 \pm 0.1\%$. Así, el análisis demuestra que a mayor adición de cáscara de papa calcinada se incrementa el contenido de vacíos, verificándose que se cumple con el estándar específico de 3-5% exigido en el Manual de Carreteras EG-2013, salvo la adición del 8% que es superior al 5%.

4.1.2 Resistencia al flujo de mezclas asfálticas en caliente.

Tabla 32. Resistencia al flujo de mezclas asfálticas en caliente

% de cáscara de papas	Resist. al flujo (mm)	Desv. estándar	C.V (%)
0%	3.6	0.3	7.5%
2%	3.4	0.2	5.1%
4%	3.1	0.3	5.4%
6%	3.2	0.2	5.4%
8%	3.2	0.2	5.4%

Fuente: Elaboración propia

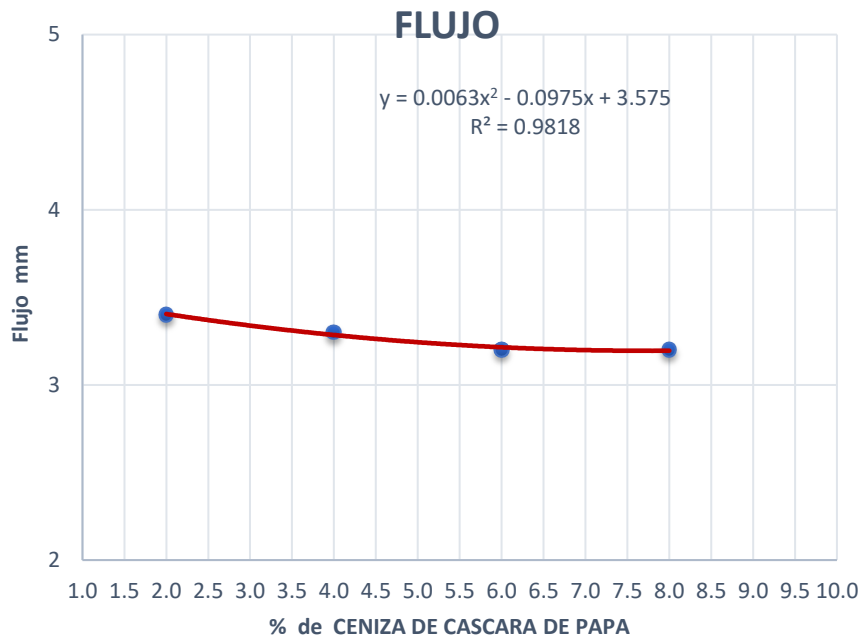


Figura 25. Resistencia al flujo de mezclas asfálticas en caliente

En la tabla 32 y figura 25 se aprecia la resistencia al flujo de mezclas asfálticas que varía desde 3.4 mm, 3.1 mm, 3.2 mm y 3.2 mm con adiciones de 2%, 4%, 6% y 8% de cáscara de papa calcinada, obteniéndose que la mejor resistencia al flujo; es decir, el más bajo que evita el traspaso del aire y, por tanto, retrasa aún más la fricción, es para una adición de 2% de cáscara de papa calcinada con 3.4 ± 0.2 mm. Así, el análisis demuestra que a mayor adición de cáscara de papa se reduce la resistencia al flujo, verificándose que se cumple con el estándar específico de 2-4 mm exigido en el Manual de Carreteras EG-2013, para todas las adiciones.

4.1.3 Estabilidad de mezclas asfálticas en caliente

Tabla 33. Estabilidad de mezclas asfálticas en caliente

% de cáscara de papas	Estabilidad (kg)	Desviación estándar	C.V (%)
0%	1,205.0	68.2	5.8%
2%	1,269.3	17.4	1.4%
4%	1,272.3	72.5	5.7%
6%	1,223.7	69.6	5.7%
8%	1,221.0	62.5	5.1%

Fuente: Elaboración propia

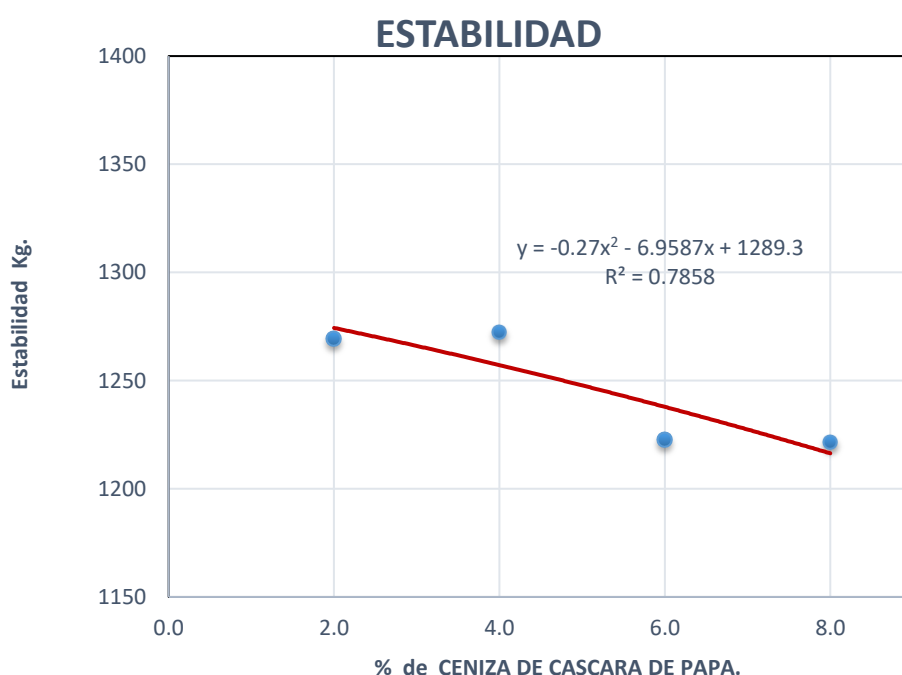


Figura 26. Estabilidad de mezclas asfálticas en caliente

En la tabla 33 y figura 26 se aprecia la estabilidad de mezclas asfálticas que varía desde 1,269.3 kg, 1,272.3 kg, 1,223.7 kg y 1,221.0 kg con adiciones de 2%, 4%, 6% y 8% de cáscara de papa calcinada, obteniéndose que la mejor estabilidad; es decir, la más alta que mejoraría la capacidad del asfalto de resistir la carga y evitar deformaciones, es para una adición de 4% de cáscara de papa con $1,272.3 \pm 72.5$ kg. Así, el análisis demuestra que la estabilidad aumenta hasta una adición de 4% de cáscara de papa y luego de allí empieza a reducir, verificándose que se cumple con el estándar específico de 815 kg mínimo exigido en el Manual de Carreteras EG-2013, para todas las adiciones.

4.1.4 Influencia en propiedades físicas y mecánicas de la mezcla asfáltica

En lo concerniente al objetivo general, es posible observar que las propiedades físicas y mecánicas de la mezcla asfáltica modificada con cáscara de papa calcinadas varía en términos de los parámetros asignados; así, se demuestra que, ante mayor dosificación de cáscara de papa calcinada, el contenido de vacíos y la resistencia al flujo desmejora, pero la estabilidad aumenta hasta la adición de 4%, donde en las tablas anteriores y gráficos demostraron resultados que se encuentran dentro de la norma EG 2013 que son los porcentajes de 2% y 4%.

4.2. Contraste de hipótesis de la investigación

4.2.1. Contraste de la hipótesis específica 1

H0: La adición de cáscara de papa calcinada no influye en el contenido de vacíos de mezclas asfálticas en caliente - Huánuco, 2023.

Ha: La adición de cáscara de papa calcinada influye en el contenido de vacíos de mezclas asfálticas en caliente - Huánuco, 2023.

Tabla 34. Resultados de la prueba de ANOVA respecto el contenido de vacíos

ANOVA

ITEM	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	15.129	4	3.782	18.849	<.001
Dentro de grupos	2.007	10	0.201		
Total	17.136	14			

Los datos de la tabla 34 de la prueba de ANOVA respecto al contenido de vacíos de mezclas asfálticas en caliente con adiciones de 0%, 2%, 4%, 6% y 8% de cáscara de papa calcinada reflejan que, con una significancia de 5%, se contradice H0, por lo que se confirma Ha; de esta manera, hay soporte estadístico para indicar que existen diferencias significativas, destacándose que el mejor valor se halla con una adición del 0%, seguido del 2%.

4.322. Contraste de la hipótesis específica 2

H0: La adición de cáscara de papa calcinada no influye en la resistencia al flujo de mezclas asfálticas en caliente - Huánuco, 2023.

Ha: La adición de cáscara de papa calcinada influye en la resistencia al flujo de mezclas asfálticas en caliente - Huánuco, 2023.

Tabla 35. Resultados de la prueba de ANOVA respecto a la resistencia al flujo

ANOVA

ITEM	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	0.541	4	0.135	3.451	>0.051
Dentro de grupos	0.392	10	0.039		
Total	0.933	14			

Los hallazgos de la tabla 35 de la prueba de ANOVA respecto a la resistencia al flujo de las mezclas asfálticas en caliente con adiciones de 0%, 2%, 4%, 6% y 8% de cáscara de papa calcinada refleja que al establecer una significancia de 5%, se procede a admitir H0, no confirmándose Ha; de esta manera, no hay suficiente evidencia estadística para indicar que existen diferencias significativas en la resistencia al flujo.

4.2.3. Contraste de la hipótesis específica 3

H0: La adición de cáscara de papa calcinada no influye en la estabilidad de mezclas asfálticas en caliente - Huánuco, 2023.

Ha: La adición de cáscara de papa calcinada influye en la estabilidad de mezclas asfálticas en caliente - Huánuco, 2023.

Tabla 36. Resultados de la prueba de ANOVA respecto a la estabilidad

ANOVA

ITEM	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	21405.733	4	5351.433	1.411	>0.299
Dentro de grupos	37928.667	10	3792.867		
Total	59334.400	14			

Los hallazgos de la tabla 36 de la prueba de ANOVA respecto a la estabilidad de las mezclas asfálticas en caliente con adiciones de 0%, 2%, 4%, 6% y 8% de cáscara de papa calcinada refleja que, con al establecer una significancia de 5%, se procede a aceptar H_0 , rechazando en consecuencia H_a ; de esta manera, no hay suficiente evidencia estadística para indicar que existen diferencias significativas en la estabilidad.

4.2.4. Contraste de la hipótesis general

H_0 : La adición de cáscara de papa calcinada no influye en sus propiedades físicas y mecánicas de mezclas asfálticas en caliente - Huánuco, 2023.

H_a : La adición de cáscara de papa calcinada influye en sus propiedades físicas y mecánicas de mezclas asfálticas en caliente - Huánuco, 2023.

Los resultados mostrados con anterioridad para las tres dimensiones de la variable propiedades físicas y mecánicas de mezclas asfálticas definidas por contenido de vacíos, resistencia al flujo y estabilidad reflejan que solo existe variación significativa en el contenido de vacío con las adiciones de 2%, 4%, 6% y 8%, observándose un incremento (desmejora), mientras que en el resto no hubo diferencias significativas.

V. DISCUSIÓN

Discusión 1

En referencia al contenido de vacíos de mezclas asfálticas se obtuvieron los siguientes valores: 3.3%, 4.1%, 4.8% y 5.7% con adiciones de 2%, 4%, 6% y 8% de cáscara de papa calcinada, respectivamente, cumpliéndose con los parámetros exigidos en el Manual de Carreteras EG-2013 de 3-5%, salvo la adición del 8% que es superior al 5% especificado. Así, el mejor valor se obtuvo con la adición de 2% de cáscara de papa con $3.3 \pm 0.1\%$. Además, los resultados estadísticos reflejaron las diferencias significativas existentes en el contenido de vacío entre las distintas adiciones ($F = 18.849$, $p < 0.001$).

Este resultado se enmarca en lo atinente a la teoría hermodinámica en la cual se expresa que entre los agregados y el betún se genera una tensión de adhesión que puede alterar la viscosidad y la tensión superficial, mejorando su desempeño en caso del contacto con el agua (Ma et al., 2021). No obstante, al analizarlo desde el modelo circular, pareciera que el uso de este subproducto (ceniza de cáscara de papa) no puede emplearse dentro de la industria de la construcción, lo que no reduce la huella ambiental ya que no puede aprovecharse y evitar su afectación en el ambiente (Maranesi y De Giovanni, 2020).

Además, estos cambios en el contenido de vacíos genera que con la adición de la ceniza de cáscara de papa incrementa el volumen de bolsas de aires, lo que genera mayor permeabilidad y permite una mayor circulación de agua y aire en la mezcla asfáltica en caliente, afectando la perdurabilidad del pavimento (Andrés et al., 2019). Este resultado entra en contradicción con lo previsto en los hallazgos de antecedentes nacionales, como el de Altamirano y Robledo (2022), cuyo estudio de mezclas asfálticas modificada con ceniza de paja de arroz obtuvo que la adición de 5% mejoró el contenido de vacío, llegando a 3.93%.

También los hallazgos derivados de la investigación reciente no concuerdan con lo obtenido por Zambrano (2020), quien al añadir un 5% de ceniza de cáscara de arroz en asfalto encontró que el contenido de vacío mejoró en 1.22%, mientras que Lau (2019) al agregar un 1% de cenizas de bambú en la mezcla asfáltica en caliente encontró una mejora del 10%.

Al respecto, en los antecedentes internacionales, este resultado se compara con lo obtenido por Mohiey et al. (2020), quienes evaluaron la adición de cenizas

de cáscara de arroz en el desempeño de las propiedades de la mezcla asfáltica, encontrando una mejora del contenido de vacío de 4.1% con una adición del 50%, siendo distinto al resultado obtenido.

De aquí se comprueba que la adición de cenizas de cáscara de papa incide negativamente sobre el contenido de aire de mezclas asfálticas en caliente, requiriéndose mejoras en su proceso de obtención o de la combinación con otros agregados (fibras naturales o subproductos) que permitan controlar el incremento de este porcentaje.

Discusión 2

En referencia a la resistencia al flujo de mezclas asfálticas se obtuvieron los siguientes valores: 3.4 mm, 3.2 mm, 3.2 mm y 3.2 mm con adiciones de 2%, 4%, 6% y 8% de cáscara de papa calcinada, respectivamente, cumpliéndose los contenidos en el Manual de Carreteras EG-2013 de 2-4 mm. Así, el mejor valor se obtuvo con la adición de 2% de cáscara de papa con 3.4 ± 0.2 mm. Además, los resultados estadísticos reflejaron que no existen diferencias significativas en la resistencia al flujo entre las distintas adiciones ($F = 3.451$, $p = 0.051$).

A tales efectos, cabe destacar que visto que, al no haber cambios en la resistencia al flujo, entonces la adición de la ceniza de cáscara no mejoraría la resistencia al asentamiento gradual y generaría agrietamiento en caso de deformación, siendo un aspecto que afecta la vida útil del pavimento (León et al., 2020). Por lo tanto, en un pavimento como el seleccionado, con alta frecuencia de carga vehicular, este tipo de adición reduciría su transitabilidad y servicialidad, incrementando la necesidad de rehabilitación y mantenimiento (Calva y Muñoz, 2022)

A partir de esto, cuando se comparan con los hallazgos derivados de antecedentes nacionales, se tiene que Aducci (2019) en su estudio de mezclas asfálticas modificada con ceniza de caña de maíz obtuvo que la adición de 0.5% mejoró la resistencia al flujo en 6.0%, lo cual no sucedió en esta investigación, demostrando que, con base al procedimiento y la dosificación aplicada, la ceniza de cáscara de papa no contribuye a mejoras en la mezcla asfáltica (Guo et al., 2020).

Mientras tanto en antecedentes internacionales, este resultado se compara con lo obtenido por Areche (2022), cuyo estudio se centró en evaluar la adición de

concha de manglar y cáscara de maní en el desempeño de las propiedades de la mezcla asfáltica, encontrando una mejor resistencia al flujo de 12.78% con una adición del 2%, también siendo un resultado que difiere del presente estudio.

Discusión 3

En referencia a la estabilidad de mezclas asfálticas se obtuvieron los siguientes valores: 1,269.3 kg, 1,272.3 kg, 1,221.7 kg y 1,234.0 kg con las contempladas, respectivamente, mostrando conformidad con lo señalado en la norma de 815 kg. Así, el mejor valor se obtuvo al incorporar una proporción de 4% de cáscara de papa calcinada con $1,272.3 \pm 72.5$ kg. Además, los resultados estadísticos reflejaron la ausencia de diferencias significativas en la estabilidad entre las distintas adiciones ($F = 1.411$, $p = 0.299$).

Este resultado comprueba que la adición de cáscara de papas no mejora a capacidad de resistencia de desplazamiento y deformación ante cargas de tránsito, este generaría que el pavimento se caracteriza por ser inestable y probablemente presentaría ahuellamientos, ondulaciones u otras indicaciones de baja calidad y desempeño (Rodríguez, 2019).

Vinculado a esto, con los hallazgos derivados de antecedentes nacionales, se tiene que Villanueva (2022) en su estudio de subrasantes estabilizadas con ceniza de cáscara de papa obtuvo que la adición de 15% mejoró esta dimensión en 11.30%.

Mientras tanto, en los antecedentes internacionales, este resultado se compara con lo obtenido por Pacheco (2022), cuyo estudio evaluó la adición de arena volcánica y ceniza de bagazo de la caña de azúcar en el desempeño de las características de la mezcla asfáltica, encontrando una mejora en la estabilidad de 5% con una adición del 5%, lo cual contradice los resultados alcanzados en la presente investigación.

También, Lizcano y Ramos (2020) en su investigación sobre mezclas asfálticas modificadas con ceniza molida de la cáscara de arroz, encontró una mejora en la estabilidad de 67 KN a 86.7 KN con la adición de 6%. De igual modo, al comparar con los resultados de Castellanos y Suárez (2020) referido a mezclas asfálticas densas modificadas con fibra de palma estera y guerregue encontró un mejoramiento en la resistencia a la tracción con 2% de ambos componentes, lo que no supone coincidencia con los hallazgos en este estudio.

Basados en estos resultados y considerando lo estipulado en la norma MTC E 504, la adición de cenizas de cáscara de papa basada en el procedimiento empleado en el presente estudio no aportaría mejoras en las cualidades de la mezcla asfáltica en caliente, lo que conlleva a que sea necesario utilizar otro tipo de agregados que, al combinarse con las propiedades de esta ceniza, pudiesen mejorar dichas propiedades. Lo anterior, pudiese estar asociado a que la capacidad absorbente y fraccionamiento de partículas de la cáscara de papa se pierda en el proceso de calcinado; así como parte de sus compuestos fenólicos, siendo necesario revisar otras formas de adición (Inquilla et al., 2022).

Esto, además, comprueba que las mezclas asfálticas no reaccionan de la misma manera ante distintos agregados, lo cual se observa al comparar con los antecedentes previos, donde se utilizaron otras adiciones, conllevando a la necesidad de evaluar el enfoque de la economía circular en el sector construcción, ya que no se puede desmejorar las condiciones de las infraestructura, por el uso de elementos menos contaminantes, ya que presupone un riesgo para la integridad y seguridad de los habitantes.

VI. CONCLUSIONES

Conclusión 1

El contenido de vacíos de mezclas asfálticas modificadas con cáscara de papa calcinada presentó valores de 3.3%, 4.1%, 4.8% y 5.7% con adiciones de 2%, 4%, 6% y 8%, respectivamente. El menor valor se obtuvo con la adición de 2% de cáscara de papa con $3.3 \pm 0.1\%$, aceptándose la hipótesis específica 1 en cuanto a que la adición de cáscara de papa calcinada influye en el contenido de vacíos de mezclas asfálticas en caliente - Huánuco, 2023.

Conclusión 2

La resistencia al flujo de mezclas asfálticas modificadas con cáscara de papa calcinada presentó valores de 3.4 mm, 3.2 mm, 3.2 mm y 3.2 mm con adiciones de 2%, 4%, 6% y 8% de cáscara de papa calcinada, respectivamente. El mayor valor se obtuvo con la adición de 2% de cáscara de papa con 3.4 ± 0.2 mm, rechazándose la hipótesis específica 2, visto que la adición de cáscara de papa calcinada no influye en la resistencia al flujo de mezclas asfálticas en caliente - Huánuco, 2023.

Conclusión 3

La estabilidad de mezclas asfálticas modificadas con cáscara de papa calcinada presentó valores de 1,269.3 kg, 1,272.3 kg, 1,221.7 kg y 1,234.0 kg con adiciones de 2%, 4%, 6% y 8%, respectivamente. El mayor valor se obtuvo con la adición de 4% de cáscara de papa calcinada con $1,272.3 \pm 72.5$ kg, rechazándose la hipótesis específica 3, visto que la adición de cáscara de papa calcinada no influye en la estabilidad de mezclas asfálticas en caliente - Huánuco, 2023.

Conclusión 4

Se concluye que las características de las mezclas asfálticas modificadas con cáscara de papa calcinada presentaron mejores valores con la adición de 2%, pero son inferiores a la muestra patrón en el caso del contenido de vacío y resistencia al flujo; así, se rechazó la hipótesis general que la adición de cáscara de papa calcinada influye en las propiedades físicas y mecánicas de mezclas asfálticas en caliente - Huánuco, 2023.

VII. RECOMENDACIONES

Recomendación 1

Con la adición de un valor inferior a 2% de cáscara de papa calcinada para observar si no se presenta una reducción en el contenido de vacío, siendo recomendable reducir el tamaño de la ceniza a menos de 0.84 mm.

Recomendación 2

A efecto de lograr un nivel más elevado de resistencia al flujo de mezclas asfálticas modificadas con cáscara de papa se sugiere utilizar adiciones inferiores a 2%, seleccionando vías de menores cargas vehiculares o tránsito.

Recomendación 3

Para conseguir una mayor estabilidad se sugiere incorporar cáscara de papa calcinada hasta un nivel máximo de 4%, siendo recomendable potenciar su uso con una fibra sintética.

Recomendación 4

Con la obtención de resultados positivo en la influencia en la mezcla asfáltica, al adicionando porcentaje de 2% y 4%, que actúo como mejorador de adherencia, reduciendo la oxidación del ligante y el envejecimiento, se recomienda realizar tramos de pruebas con el objetivo de hacer demostraciones insitu para determinar la trabajabilidad del asfalto que es un factor muy importante en este proceso de colocación de la mezcla asfáltica.

Además, se sugiere realizar investigaciones con la propia papa en estado de descomposición, debido que la demanda de este producto en Huánuco es de 27.90%, de las cuales un porcentaje tiende a descomponerse.

REFERENCIAS

ADAUTO, R. (2019). Comportamiento mecánico de una mezcla asfáltica en caliente con adición de ceniza de caña de maíz [Tesis de posgrado]. Universidad Ricardo Palma.

ANDRÉS, V., RASPOISERAS, A., MOVILLA, D., VERA, J., MUÑOZ, O. & LAGOS, M. (2019). Estudio experimental del uso de fibras de celulosa provenientes del reciclaje de residuos como aditivo estabilizante en mezclas asfálticas porosas. Conference: XX Congreso Ibero Latinoamericano del Asfalto (CILA)At: *Guadalajara (México)*, (1), 1-10.

ALTAMIRANO, J., & ROBLEDO, K. (2022). Influencia de la ceniza de paja de arroz en las propiedades físicas mecánicas de mezclas asfálticas en caliente, Jaén 2022 [Tesis de pregrado]. Universidad César Vallejo.

ALVAREZ, M. L. (1997). El plástico y sus usos. En M. L. Alvarez, *El ABC de los plásticos*. Universidad Iberoamericana.

ARIAS, J., y CORVINOS, M. (2021). Diseño y metodología de la investigación (Enfoques Consulting EIRL., Ed.).

ARECHE, N. (2022). Concreto asfáltico utilizando concha de manglar y cáscara de maní como agregados [Tesis de pregrado]. Universidad Laica Vicente Rocafuerte de Guayaquil.

AVILÉS, J., & PIEDRA, R. (2017). Manual de cultivo de papa en Costa Rica. San Jose de Costa Rica: INTA.

BIN, X., YUN, Q., JIANZHONG, P., XIAOYAN, M., DI, W., YAN, Y. & HE, Z. (2024). A state-of-the-art review of discrete element method for asphalt mixtures: Model generation methods, contact constitutive models and application directions. *Construction and Building Materials*, 414(2), 1-34. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2023.134842>.

CABRERA-COVARRUBIAS, G., GÓMEZ-SOBERÓN, J., ALMARAL-SÁNCHEZ, J., ARREDONDO-REA, S., GÓMEZ-SOBERÓN, M., & MENDIVIL-ESCALANTE, J. (2017). Propiedades en estado fresco de morteros con árido reciclado de hormigón y efecto de la relación c/a. *Ingeniería y Desarrollo*, 35(1), 198-218. <http://dx.doi.org/10.14482/inde.35.1.8949>.

CAJINA, N., BALDI, A., CAMACHO, E., & AGUIAR, J. (2021). Evaluación de desempeño de la mezcla asfáltica modificada con residuos de PVC tipo blíster. *Revista Infraestructura Vial*, 23(42), 13-22. DOI: 10.15517/iv.v23i42.44688.

CALERO, A., CASTILLO, Y., QUINTERO, E., PEREZ, Y., & OLIVERA, D. (2018). Efecto de cuatro densidades de siembra en el rendimiento agrícola del frijol común. *Revista de la Facultad Nacional de Ciencias de la Universidad Nacional de Colombia*, 7(1), 88-100. <https://doi.org/10.15446/rev.fac.cienc.v7n1.67773>.

CALVA, L. & MUÑOZ, S. (2022). Estabilidad y flujo de mezclas asfálticas en caliente incorporando escorias de acero. *Revista Infraestructura Vial / LanammeUCR* 24(3), 1-10. <https://www.scielo.sa.cr/pdf/infraestructura/v24n43/2215-3705-infraestructura-24-43-83.pdf>.

CASTELLANOS, W. & CHAVES, S. (2020). Efecto del envejecimiento de mezclas asfálticas en el ciclo de vida del pavimento desde el aspecto técnico y ambiental. Revisión del estado de conocimiento. *Revista Vínculos*, 17(1), 7-23. <https://geox.udistrital.edu.co/index.php/vinculos/article/view/16227/15831>

CHEN, F. & BALIEU, R. (2020). A state-of-the-art review of intrinsic and enhanced electrical properties of asphalt materials: Theories, analyses and applications. *Materials & Design* (195), 1-22.

CHENQWEI, X., MINGCHEN, L., LIYUAN, L., RONG, L., NING, L., WANGJIE, W. & DONGDONG, Y. (2023). A comprehensive review on the blending condition between virgin and RAP asphalt binders in hot recycled asphalt mixtures: Mechanisms, evaluation methods, and influencing factors. *Journal of Cleaner Production* (398), 1-15.

DONG, M., SUN, W., LI, L., & GAO, Y. (2020). Effect of asphalt film thickness on shear mechanical properties of asphalt-aggregate interface. *Construction and Building Materials*, 263, <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2020.120208>.

GUO, F., LI, R., LU, S., BI, Y., & HE, H. (2020). Evaluation of the Effect of Fiber Type, Length, and Content on Asphalt Properties and Asphalt Mixture Performance. *Materials*, 13(7), <https://doi.org/10.3390/ma13071556>.

HAIDER, S., HAFEEZ, I., JAMAL, & ULLAH, R. (2020). Sustainable use of waste plastic modifiers to strengthen the adhesion properties of asphalt mixtures. 235, <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2019.117496>.

HAN, X., SHAO, S., HAN, X., & ZHANG, Y. (2022). Preparation and Characterization of Methyl Jasmonate Microcapsules and Their Preserving Effects on Postharvest Potato Tuber. *Molecules*, 27(15), 1-17. <https://doi.org/10.3390/molecules27154728>.

HE, J., LIU, L., YANG, W. & LIHA, M. (2022). Influence of testing method on mode II fracture toughness (K_{IIc}) of hot mix asphalt mixtures. *FFEMS*, 47(2), 1-22. <https://doi.org/10.1111/ffe.13795>.

HEN, A., NUR, Y., MUHAMMAD, M., & HALIL, C. (2020). Effects of moisture damage on asphalt mixtures. *J. Traffic Transp. Eng.*, 7(5). 600-618

HERRERA, J. (2018). *Canteras de áridos y de minerales industriales*. Madrid: Universidad Politecnica de Madrid.

HOU, X., LI, R., HE, W., & MA, K. (2020). Effects of planting density on potato growth, yield, and water use efficiency during years with variable rainfall on the Loess Plateau, China. *Agricultural Water Management*, 230, 1-9. <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2019.105982>.

HOSSEIN, G., ASADI, M., FEREDOON, N. & REZA, M. (2019). Applying asphalt binder modifier in reducing moisture-induced damage of asphalt mixtures. *European Journal of Environmental and Civil Engineering*, 25(11), 2039-2056. <https://doi.org/10.1080/19648189.2019.1615554>.

INQUILLA, J., PAURO, L., ORTÍZ, N., & BRAVO, R. (2022). Producción de tubérculos de yemas presentes en cáscara de papa con abonamiento de cepas de *Trichoderma* sp. *Revista de Investigaciones Altoandinas – Journal of High Andean Research*, 24(2), 122-130. <https://doi.org/10.18271/ria.2022.370>.

JAMSHIDI, A., WHITE, G. & KURUMISAWA, K. (2021). Rheological characteristics of epoxy asphalt binders and engineering properties of epoxy asphalt mixtures – state-of-the-art. *Road Materials and Pavement Design* 23(9), 1957-1980. <https://doi.org/10.1080/14680629.2021.1963814>.

JIA, H., SHENG, Y., LY, H., KIM, Y., AHAO, X., MENG, J., & XIONG, R. (2021). Effects of bamboo fiber on the mechanical properties of asphalt mixtures. *Construction and Building Materials*, 289, <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2021.123196>.

JOLY, N., SOUIDI, K., DEPRAETERE, D., WILS, D., & MARTIN, P. (2021). Potato By-Products as a Source of Natural Chlorogenic Acids and Phenolic Compounds: Extraction, Characterization, and Antioxidant Capacity. *Molecules*, 26(1), 1-15. <https://doi.org/10.3390/molecules26010177>.

KHAN, S., & HALEEM, A. (2021). Investigation of circular economy practices in the context of emerging economies: a CoCoSo approach. *International Journal of Sustainable Engineering*, 1-11. <https://www.tandfonline.com/action/showCitFormats?doi=10.1080/19397038.2020.1871442>.

KHASAWNEH, M., & AHMAD, M. (2020). Effect of nominal maximum aggregate size and aggregate gradation on the surface frictional properties of hot mix asphalt mixtures. *Construction and Building Materials*, 244, <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2020.118355>.

LEÓN, P., MAILA, J., & ALBUJA, E. (2020). Influencia de aditivos (polímeros y polialuminios) en las propiedades físico-mecánicas de mezclas asfálticas en caliente. *FIGEMPA: Investigación y Desarrollo*, 1(1), 60-71.

LÓPEZ, D., & ROJAS, A. (2018). Factores que influncian las propiedades mecánicas, físicas y termicas de materiales compuestos madero plásticos. *Entre Ciencia e Ingeniería*, 12(23), 93-102.

MA, L., WANG, F., CUI, P., YUNUSA, W. & XIAO, Y. (2021). Effect of aging on the constitutive models of asphalt and their mixtures. *Construction and Building Materials*, 272, 1-25. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2020.121611>.

MARANESI, C., & DE GIOVANNI, P. (2020). Modern Circular Economy: Corporate Strategy, Supply Chain, and Industrial Symbiosis. *Sustainability*, 12, 1-24.

MINISTERIO DE DESARROLLO AGRARIO Y RIEGO - INIA. (2023). Estudio de vigilancia tecnológica en el cultivo de papa. Lima: Instituto Nacional de Innovación Agraria – INIA.

MINISTERIO DE TRANSPORTE Y COMUNICACIONES. (2016). Manual de Ensayo de Materiales. Lima: MTC. https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/documentos/manuales/Manual%20Ensayo%20de%20Materiales.pdf.

MORA, O., PALOMINO, F., FIGUEROA, M., BORRERO, D., CASTRO, A., CORDOBA, C. & HEILBRON, J. (2021). Comparative analysis on strains in asphalt pavement design using linear elastic and viscoelastic theories. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering* (1126), 1-15. <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1757-899X/1126/1/012028/meta>.

PAN, M., & KAM, M. (2022). Implementing industrial ecology in regeneration activities: A possible pathway for transforming China's local-regional industrial systems towards sustainability? *Journal of Cleaner Production*, 338, 1-8. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2022.130601>.

PAN, Y, LI, Y., YANG, T., GUOGIANG, L., JIAN, Z., PENG, G. & ZHAO, Y. (2020). Optimization of gradation design of recycled asphalt mixtures based on fractal and Mohr-Coulomb theories. *Construction and Building Materials*, 248, 1-18.

PRIYADARSHINI, L., CHANDRA, K., PRAKASH, J., & MOHAPATRA, U. (2020). Morphological, biochemical and molecular characterization of some promising potato (*Solanum tuberosum* L.) cultivars of Odisha. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*, 9(5), 1657-1664. <https://www.phytojournal.com/archives/2020/vol9issue5/PartW/9-5-286-846.pdf>.

PRIYADARSHINI, P., & CHIRAKKUZHYIL, P. (2020). Circular economy practices within energy and waste management sectors of India: A meta-analysis. *Bioresource Technology*, 304, 1-11. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2020.123018>.

RAFFO, C. & CALVA, L. (2023). Evaluación físico-mecánica de las mezclas asfálticas mediante la adición de aceite reciclado de motor. *Revista Infraestructura Vial / LanammeUCR*, 25(4), 1-10. <https://revistas.ucr.ac.cr/index.php/vial/article/view/55868/57920>.

RODRÍGUEZ, X. (2019). *Ensayos físicos*. Madrid, España: Editorial Síntesis.

SAMIR, M., MOHAMADY, A., BASIO, M., ABDULHAMID, A., & KIM, J. (2022). Mechanical properties of asphalt concrete modified with carbon nanotubes (CNTs). *Case Studies in Construction Materials*, 16, <https://doi.org/10.1016/j.cscm.2022.e00930>.

SANABRIA, A., ARENAS, M. & ACEVEDO, J. (2021). Estudio de la asfaltita y aplicaciones en mezclas asfálticas tibias y semitibias. *Avances: Investigación en ingeniería*, 18(2), 1-17. <https://doi.org/10.18041/1794-4953/avances.2.7068>.

SÁNCHEZ-CASTELBLANCO, E., & HEREDIA-MARTÍN, J. (2020). Evaluación de residuos de cáscaras de papa como sustrato para la producción de amilasas a partir de *Bacillus amyloliquefaciens* A16. *Revista Académica Colombiana de Ciencias Experimental de Física Natural*, 44(172), 794-804. doi: <https://doi.org/10.18257/raccefyn.1122>.

TORRES, R., FLORES, P., FLORES, M., FLORES, V. & MAIRON, K. (2020). Mezclas asfálticas con materiales reciclados de construcción y demolición para la reparación de pavimentos. *Revista de Ingeniería Civil*, 4(2), 50-55. https://www.ecorfan.org/republicofperu/research_journals/Revista_de_Ingenieria_Civil/vol4num12/Revista_de_Ingenieria_Civil_V4_N12.pdf#page=58.

VARMA, R., BALIEU, R. & KRINGOS, N. (2021). A state-of-the-art review on self-healing in asphalt materials: Mechanical testing and analysis approaches. *Construction and Building Materials* (310), 1-19. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2021.125197>.

YU, D., JIA, A., FENG, C., LIU, W., FU, T., & QIU, R. (2021). Preparation and mechanical properties of asphalt mixtures reinforced by modified bamboo fibers. *Construction and Building Materials*, 286, <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2021.122984>.

ZULETA, S., FERNÁNDEZ, W. & REYES, A. (2022). Periodo de desempeño de mezclas asfálticas prefabricadas almacenadas para actividades de parcheo en Bogotá D.C. *Ciencia e Ingeniería Neogranadina*, 32(1), 25-41. <https://doi.org/10.18359/rcin.5294>.

ANEXOS

Anexo 1. Matriz de consistencia

Título: Influencia de la cáscara de papa calcinada en las propiedades físicas y mecánicas de mezclas asfálticas en caliente, Huánuco 2023

PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	HIPÓTESIS GENERAL	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	MÉTODO
¿Cuál es la influencia de la adición de cáscara de papa calcinada en las propiedades físicas y mecánicas de mezclas asfálticas en caliente - Huánuco, 2023?	Determinar la influencia de la adición de cáscara de papa calcinada en las propiedades físicas y mecánicas de mezclas asfálticas en caliente - Huánuco, 2023	La adición de cáscara de papa calcinada influye en las propiedades físicas y mecánicas de mezclas asfálticas en caliente - Huánuco, 2023	V1: Independiente: Cáscara de papa calcinada	D1: Dosificación D2: Granulometría D3: Peso específico	I1: 2% I2: 4% I3: 6% I4: 8% I5: Granulometría (tamaño del grano) I6: Peso I7: Volumen I8: Densidad	Tipo de investigación Aplicada Enfoque de investigación Cuantitativo El diseño de la investigación Experimental puro
PROBLEMAS ESPECÍFICOS	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	HIPÓTESIS ESPECÍFICAS	V2: Dependiente: Propiedades Físicas Propiedades Mecánicas	DIMENSIONES	INDICADORES	El nivel de la investigación: Explicativo
¿Cómo la adición de cáscara de papa calcinada influye en el contenido de vacíos de mezclas asfálticas en caliente - Huánuco, 2023?	Evaluar la influencia de la adición de cáscara de papa calcinada en el contenido de vacíos de mezclas asfálticas en caliente - Huánuco, 2023	La adición de cáscara de papa calcinada influye en el contenido de vacíos de mezclas asfálticas en caliente - Huánuco, 2023		D1: Contenido de vacíos	I1: % de vacío	Población: 45 briquetas
¿Cómo la adición de cáscara de papa calcinada influye en la resistencia al flujo de mezclas asfálticas en caliente - Huánuco, 2023?	Examinar la influencia de la adición de cáscara de papa calcinada en la resistencia al flujo de mezclas asfálticas en caliente - Huánuco, 2023	La adición de cáscara de papa calcinada influye en la resistencia al flujo de mezclas asfálticas en caliente - Huánuco, 2023		D2: Resistencia al flujo	I2: Ensayo Marshall	Muestra: 45 briquetas
¿Cómo la adición de cáscara de papa calcinada influye en la estabilidad de mezclas asfálticas en caliente - Huánuco, 2023?	Analizar la influencia de la adición de cáscara de papa calcinada en la estabilidad de mezclas asfálticas en caliente - Huánuco, 2023	La adición de cáscara de papa calcinada influye en la estabilidad de mezclas asfálticas en caliente - Huánuco, 2023	D3: Estabilidad	I3: Ensayo Marshall	Muestreo: no probabilístico intencional	
						Ficha de recopilación de datos Método de análisis: Estadística descriptiva e inferencial (Prueba de ANOVA)

Anexo 2. Instrumentos de recolección de datos.

 UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO	FICHA DE RECOPIACION DE DATOS
--	-------------------------------

PROYECTO: Influencia de la cáscara de papa calcinada en las propiedades físicas y mecánicas de mezclas asfálticas en caliente, Huánuco 2023

AUTOR Br: JOSE ANDRES
CHICLOTE RUPAY

Fechas: 20/05/2023

I.-	INFORMACIÓN GENERAL:			
	Ubicación: Huánuco			ALTITUD:1912 m.s.n.m
	Region:Huánuco			LATITUD:S. 9°55'00'
	Provincia:Huánuco			LONGITUD: O.76°14'00'
	Distrito: Huánuco			
V1.-Variable Independiente: Cáscara de papa calcinada				
II.	D1: Dosificación			
	Indicador 1:	Indicador 2:	Indicador 3:	Indicador 4:
	5%	10%	15%	20%
III.	D2:Granulometría			
	Indicador 1:	Indicador 2:	Indicador 3:	Indicador 4:
	Tamizado	Tamaño en gramos	Tamizado	Tamaño en gramos
IV.	D3:Peso Especifico			
	Indicador 1:	Indicador 2:	Indicador 3:	Indicador 4:
	Peso	Volumen	Densidad	Densidad
V2.-Variable Dependiente: Propiedades Físicas				
V.	D1: Contenido de vacíos			
	Indicador 1:	Indicador 2:	Indicador 3:	Indicador 4:
	% de vacíos	% de vacíos	% de vacíos	% de vacíos
VI.	D2: Resistencia al flujo			
	Indicador 1:	Indicador 2:	Indicador 3:	Indicador 4:
	Ensayo de Marshall	Ensayo de Marshall	Ensayo de Marshall	Ensayo de Marshall
VII.	D3: Estabilidad			
	Indicador 1:	Indicador 2:	Indicador 3:	Indicador 4:
	Ensayo de Marshall	Ensayo de Marshall	Ensayo de Marshall	Ensayo de Marshall
APELLIDOS YNOMBRES:				
GIULFO TAFUR, Hidalgo				
PROFESION				
REGISTRO CIP No:				
Ing. Civil especialista en suelos y pavimento CIP:75668				
EMAIL:				
gtafurh@hotmail.com				
TELEFONO:				
Celular: N° 945508952				

PROYECTO: Influencia de la cáscara de papa calcinada en las propiedades físicas y mecánicas de mezclas asfálticas en caliente, Huánuco 2023

AUTOR Br: JOSE ANDRES
CHICLOTE RUPAY

Fechas: 20/05/2023

I.-	INFORMACIÓN GENERAL:			
Ubicación: Huánuco				ALTITUD:1912 m.s.n.m
Region:Huánuco				LATITUD:S. 9°55"00'
Provincia:Huánuco				LONGITUD: O.76°14"00'
Distrito:Huánuco				
V1.-Variable Independiente: Cáscara de papa calcinada				
II.	D1: Dosificación			
	Indicador 1:	Indicador 2:	Indicador 3:	Indicador 4:
	5%	10%	15%	20%
III.	D2:Granulometria			
	Indicador 1:	Indicador 2:	Indicador 3:	Indicador 4:
	Tamizado	Tamaño en gramos	Tamizado	Tamaño en gramos
IV.	D3:Peso Especifico			
	Indicador 1:	Indicador 2:	Indicador 3:	Indicador 4:
	Peso	Volumen	Densidad	Densidad
V2.-Variable Dependiente: Propiedades Físicas				
V.	D1: Contenido de vacíos			
	Indicador 1:	Indicador 2:	Indicador 3:	Indicador 4:
	% de vacíos	% de vacios	% de vacios	% de vacios
VI.	D2: Resistencia al flujo			
	Indicador 1:	Indicador 2:	Indicador 3:	Indicador 4:
	Ensayo de Marshall	Ensayo de Marshall	Ensayo de Marshall	Ensayo de Marshall
VII.	D3: Estabilidad			
	Indicador 1:	Indicador 2:	Indicador 3:	Indicador 4:
	Ensayo de Marshall	Ensayo de Marshall	Ensayo de Marshall	Ensayo de Marshall
APELLIDOS YNOMBRES:				
RAMOS PILCO, Fernando				
PROFESION				
REGISTRO CIP No:				
Ing. Civil CIP:81997				
EMAIL:				
framost1@cr20group.com				
TELEFONO:				
Celular: Nº 901294167				

PROYECTO: Influencia de la cáscara de papa calcinada en las propiedades físicas y mecánicas de mezclas asfálticas en caliente, Huánuco 2023

AUTOR Br: JOSE ANDRES
CHICLOTE RUPAY

Fechas: 20/05/2023

I.-	INFORMACIÓN GENERAL:			
	Ubicación: Huánuco		ALTITUD:1912 m.s.n.m	
	Region:Huánuco		LATITUD:S. 9°55'00'	
	Provincia:Huánuco		LONGITUD: O.76°14'00'	
	Distrito:Huánuco			
V1.-Variable Independiente: Cáscara de papa calcinada				
II.	D1: Dosificación			
	Indicador 1:	Indicador 2:	Indicador 3:	Indicador 4:
	5%	10%	15%	20%
III.	D2:Granulometria			
	Indicador 1:	Indicador 2:	Indicador 3:	Indicador 4:
	Tamizado	Tamaño en gramos	Tamizado	Tamaño en gramos
IV.	D3:Peso Específico			
	Indicador 1:	Indicador 2:	Indicador 3:	Indicador 4:
	Peso	Volumen	Densidad	Densidad
V2.-Variable Dependiente: Propiedades Físicas				
V.	D1: Contenido de vacíos			
	Indicador 1:	Indicador 2:	Indicador 3:	Indicador 4:
	% de vacíos	% de vacios	% de vacios	% de vacios
VI.	D2: Resistencia al flujo			
	Indicador 1:	Indicador 2:	Indicador 3:	Indicador 4:
	Ensayo de Marshall	Ensayo de Marshall	Ensayo de Marshall	Ensayo de Marshall
VII.	D3: Estabilidad			
	Indicador 1:	Indicador 2:	Indicador 3:	Indicador 4:
	Ensayo de Marshall	Ensayo de Marshall	Ensayo de Marshall	Ensayo de Marshall
APELLIDOS YNOMBRES:				
CLAVO RIMARACHIN, Henry David				
PROFESION				
REGISTRO CIP No:				
Ing. Civil CIP:77267				
EMAIL:				
henryclavo@cr20group.com				
TELEFONO:				
Celular: Nº 958860607				

Anexo 3. Validez de instrumentos de recolección de datos

 UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO	FICHA DE RECOPIACION DE DATOS
--	-------------------------------

PROYECTO: Influencia de la cáscara de papa calcinada en las propiedades físicas y mecánicas de mezclas asfálticas en caliente, Huánuco 2023

AUTOR Br: JOSE ANDRES CHICLOTE RUPAY

Fechas: 20/05/2023

I.- INFORMACION GENERAL:				
Ubicación: Huánuco			ALTITUD: 1912 m.s.n.m	
Region: Huánuco			LATITUD: S. 9°55'00"	
Provincia: Huánuco			LONGITUD: O. 76°14'00"	
Distrito: Huánuco				
V1.- Variable Independiente: Cáscara de papa calcinada				
II. D1: Dosificación				
Indicador 1:		Indicador 2:	Indicador 3:	Indicador 4:
5%		10%	15%	20%
III. D2: Granulometría				
Indicador 1:		Indicador 2:	Indicador 3:	Indicador 4:
Tamizado		Tamaño en gramos	Tamizado	Tamaño en gramos
IV. D3: Peso Especifico				
Indicador 1:		Indicador 2:	Indicador 3:	Indicador 4:
Peso		Volumen	Densidad	Densidad
V2.- Variable Dependiente: Propiedades Físicas				
V. D1: Contenido de vacíos				
Indicador 1:		Indicador 2:	Indicador 3:	Indicador 4:
% de vacíos		% de vacíos	% de vacíos	% de vacíos
VI. D2: Resistencia al flujo				
Indicador 1:		Indicador 2:	Indicador 3:	Indicador 4:
Ensayo de Marshall		Ensayo de Marshall	Ensayo de Marshall	Ensayo de Marshall
VII. D3: Estabilidad				
Indicador 1:		Indicador 2:	Indicador 3:	Indicador 4:
Ensayo de Marshall		Ensayo de Marshall	Ensayo de Marshall	Ensayo de Marshall
APELLIDOS Y NOMBRES:		Giulfo Tafur, Hidalgo		
PROFESION		Ing. Civil especialista en suelos y pavimento CIP: 75668		
REGISTRO CIP No:		Ing. Civil especialista en suelos y pavimento CIP: 75668		
EMAIL:		gtafurh@hotmail.com		
TELEFONO:		Celular: N° 945508952		


Ing. Guiulfo Tafur Hidalgo
 CIP 75668
 Especialista en Suelos y Pavimentos



PROYECTO: Influencia de la cáscara de papa calcinada en las propiedades físicas y mecánicas de mezclas asfálticas en caliente, Huánuco 2023

AUTOR Br: JOSE ANDRES CHICLOTE RUPAY

Fechas: 20/05/2023

I.- INFORMACION GENERAL:				
Ubicación: Huánuco			ALTITUD: 1912 m.s.n.m	
Region: Huánuco			LATITUD: S. 9°55'00'	
Provincia: Huánuco			LONGITUD: O. 76°14'00'	
Distrito: Huánuco				
V1.- Variable Independiente: Cáscara de papa calcinada				
II. D1: Dosificación				
Indicador 1:		Indicador 2:	Indicador 3:	Indicador 4:
5%		10%	15%	20%
III. D2: Granulometría				
Indicador 1:		Indicador 2:	Indicador 3:	Indicador 4:
Tamizado		Tamaño en gramos	Tamizado	Tamaño en gramos
IV. D3: Peso Especifico				
Indicador 1:		Indicador 2:	Indicador 3:	Indicador 4:
Peso		Volumen	Densidad	Densidad
V2.- Variable Dependiente: Propiedades Físicas				
V. D1: Contenido de vacíos				
Indicador 1:		Indicador 2:	Indicador 3:	Indicador 4:
% de vacíos		% de vacíos	% de vacíos	% de vacíos
VI. D2: Resistencia al flujo				
Indicador 1:		Indicador 2:	Indicador 3:	Indicador 4:
Ensayo de Marshall		Ensayo de Marshall	Ensayo de Marshall	Ensayo de Marshall
VII. D3: Estabilidad				
Indicador 1:		Indicador 2:	Indicador 3:	Indicador 4:
Ensayo de Marshall		Ensayo de Marshall	Ensayo de Marshall	Ensayo de Marshall
APELLIDOS Y NOMBRES:		Ramos Pilco, Fernando		
PROFESION				
REGISTRO CIP No:		Ing. Civil CIP: 81997		
EMAIL:		framost1@cr20group.com		
TELEFONO:		Celular: Nº 901294167		


Ing. Fernando Ramos Pilco



PROYECTO: Influencia de la cáscara de papa calcinada en las propiedades físicas y mecánicas de mezclas asfálticas en caliente, Huánuco 2023

AUTOR Br: JOSE ANDRES
CHICLOTE RUPAY


Fechas: 20/05/2023

I.- INFORMACION GENERAL:				
Ubicación: Huánuco			ALTITUD: 1912 m.s.n.m	
Region: Huánuco			LATITUD: S. 9°55'00"	
Provincia: Huánuco			LONGITUD: O. 76°14'00"	
Distrito: Huánuco				
V1.- Variable Independiente: Cáscara de papa calcinada				
II. D1: Dosificación				
Indicador 1:		Indicador 2:	Indicador 3:	Indicador 4:
5%		10%	15%	20%
III. D2: Granulometría				
Indicador 1:		Indicador 2:	Indicador 3:	Indicador 4:
Tamizado		Tamaño en gramos	Tamizado	Tamaño en gramos
IV. D3: Peso Especifico				
Indicador 1:		Indicador 2:	Indicador 3:	Indicador 4:
Peso		Volumen	Densidad	Densidad
V2.- Variable Dependiente: Propiedades Físicas				
V. D1: Contenido de vacíos				
Indicador 1:		Indicador 2:	Indicador 3:	Indicador 4:
% de vacíos		% de vacíos	% de vacíos	% de vacíos
VI. D2: Resistencia al flujo				
Indicador 1:		Indicador 2:	Indicador 3:	Indicador 4:
Ensayo de Marshall		Ensayo de Marshall	Ensayo de Marshall	Ensayo de Marshall
VII. D3: Estabilidad				
Indicador 1:		Indicador 2:	Indicador 3:	Indicador 4:
Ensayo de Marshall		Ensayo de Marshall	Ensayo de Marshall	Ensayo de Marshall
APELLIDOS Y NOMBRES:		Clavo Rimarachín, Henry David		
PROFESION REGISTRO CIP No:		Ing. Civil CIP: 77267		
EMAIL:		henryclavo@cr20group.com		
TELEFONO:		Celular: Nº 958860607		

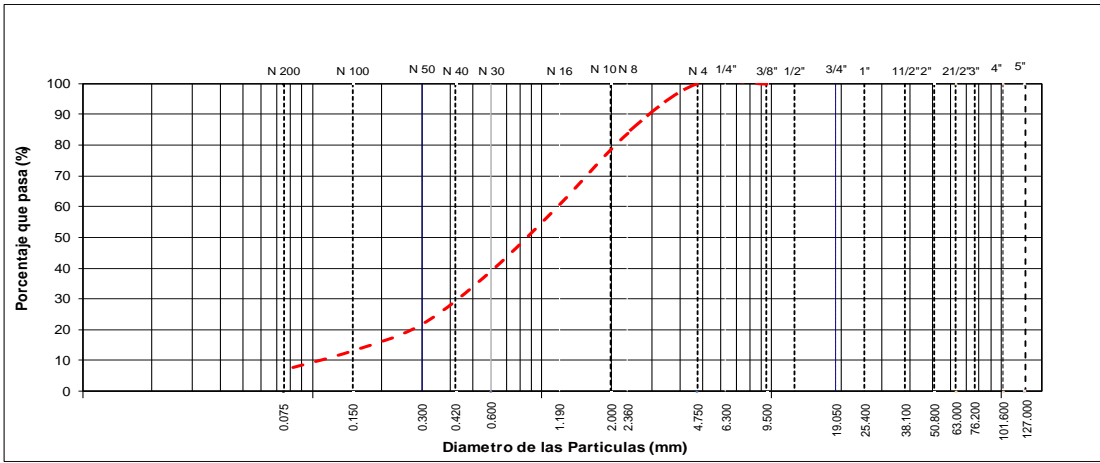

 Ing. Henry David Clavo Rimarachín
 JEFE DE OFICINA DE INGENIERIA
 CIP: 77267

Anexo 5.

Características de los Agregados – Agregado fino – Análisis granulométrico.


 UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO	TÍTULO DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN Influencia de la cáscara de papa calcinada en las propiedades físicas y mecánicas de mezclas asfálticas en caliente, Huánuco 2023					
	LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS					
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO MTC E 204 / ASTM C 136						
Asunto : Informe de Resultados para tesis Material: Análisis granulométrico por tamizado Cantera: "Rio Higueras" Agregado fino Ubicación: Laboratorio Asfalto km.12+900 LI - Carretera Hunuco-La Union	Tesista : Chicote Rupay, José Andres Certificado : AF.ASF-001 Ing. Responsable : Ing. Tafur Hidalgo, Giulfo Fecha de Muestreo : 05/08/2023 Fecha de Ensayo : 05/08/2023					
Ubicación: Km. 12+900 : 3/8" Lado : Izquierdo : 560.5 g						
TAMIZ	AASHTO T-27 (mm)	PESO RETENIDO	PORCENTAJE RETENIDO	RETENIDO ACUMULADO	PORCENTAJE QUE PASA	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
5"	127.000					Límite Líquido (LL) : NP
4"	101.600					Límite Plástico (LP) : NP
3"	76.200					Índice Plástico (IP) : NP
2 1/2"	63.300					Angularidad : -----
2"	50.800					Equivalente de Arena : 65.0
1 1/2"	38.100					Pasante malla N° 200 : -----
1"	25.400					Sales Solubles : -----
3/4"	19.050					Durabilidad : -----
1/2"	12.500					Gravedad Específica Bulk (t) : -----
3/8"	9.500					% Absorción : -----
1/4"	6.300					% Grava : 0.0
N° 4	4.750				100.0	
N° 8	2.360	90.0	16.1	16.1	83.9	% Fino : 7.0
N° 10	2.000					Cu : 11.12
N° 16	1.190	130.0	23.2	39.3	60.7	Cc : 1.42
N° 20	0.840					Pot. de Expansió : -----
N° 30	0.600	120.9	21.6	60.8	39.2	OBSERVACIONES :
N° 40	0.420					
N° 50	0.300	97.0	17.3	78.1	21.9	
N° 80	0.177					
N° 100	0.150	48.3	8.6	86.7	13.3	
N° 200	0.075	35.0	6.2	93.0	7.0	
Platillo		39.3	7.0	100.0		

CURVA GRANULOMETRICA



OBSERVACIONES:

Material pasante del tamiz N. 4 de la combinación de agregados para la mezcla asfáltica sin filler.


Ing. Giulfo Tafur Hidalgo
 CIP 75868
 Especialista en Suelos y Pavimentos

Limite líquido, limite plástico e índice de plasticidad.



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

TÍTULO DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN
Influencia de la cáscara de papa calcinada en las propiedades físicas y mecánicas de mezclas asfálticas en caliente, Huánuco 2023

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD
MTC E 110 / ASTM D 4318
MTC E 111 / ASTM D 4318

Asunto: Informe de Resultados para tesis
Material: Arena chancada para asfalto < 1/4"
Análisis Limite Líquido, plástico
Cantera: "Rio Higuieras"
Ubicación: Laboratorio Asfalto km.12+900 LI - Carretera Hunuco-La Union

TESISTA: Chiclote Rupay, José Andres
Certificado: AF.ASF-001
Ing. Respon: Ing. Tafur Hidalgo, Guiulfo
Fecha de Muestreo: 05/08/2023
Fecha de Ensayo: 05/08/2023

Ubicación: Km. 12+900
Lado: Izquierdo

Material Pasante Tamiz N° 40

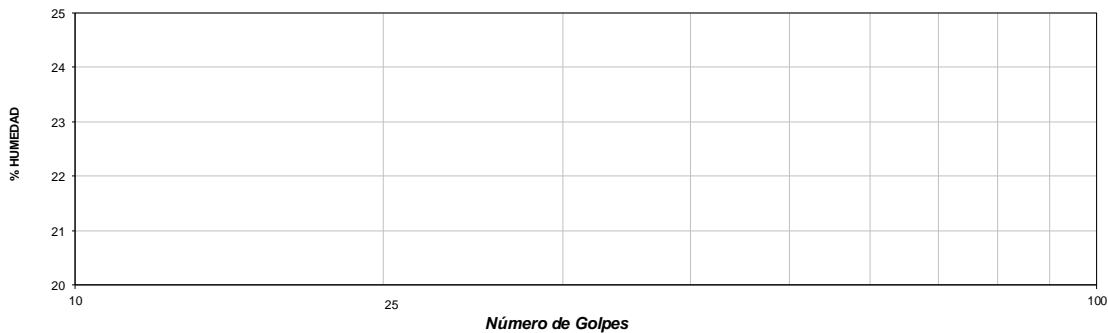
DESCRIPCION	UNIDAD	LÍMITE LÍQUIDO		LÍMITE PLÁSTICO	
Recipiente	N°				
Peso Recipiente + Suelo Humedo (A)	gr.				
Peso Recipiente + Suelo Seco (B)	gr.				
Peso de Recipiente (C)	gr.				
Peso del Agua (A-B)	gr.				
Peso del Suelo Seco (B-C)	gr.				
Contenido Humedad $W=(A-B)/(B-C)*100$	%				
Golpes	N°				

NP

NP

RESULTADOS OBTENIDOS	LÍMITES DE CONSISTENCIA		ÍNDICE PLÁSTICO
	LIQUIDO	PLÁSTICO	
		N.P	N.P

RELACION HUMEDAD - NUMERO DE GOLPES



OBSERVACIONES :

Material pasante del tamiz N. 4 de la combinación de agregados para la mezcla asfáltica sin filler.



CHINA RAMALVA DE INGENIERO GRUPO DE INGENIERIA Y SUJESION DEL PISO
Ing. Guiulfo Tafur Hidalgo
CIP. 75669
Especialista en Suelos y Pavimentos

Equivalente de arena.



TÍTULO DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN
Influencia de la cáscara de papa calcinada en las propiedades físicas y
mecánicas de mezclas asfálticas en caliente, Huánuco 2023

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

EQUIVALENTE DE ARENA MTC E 114 / ASMT D 2419

Asunto : Informe de Resultados para tesis **Tesista:** Chiclote Rupay, José Andres
Material : Arena chancada para asfalto < 1/4" **Certificado :** AF.ASF-001
 Equivalente de arena **Ing. Responsable** Ing.Tafur Hidalgo, Giulfo
Cantera: "Rio Higueras" **Fecha de Muestreo :** 05/08/2023
Ubicación: Laboratorio de Asfalto **Fecha de Ensayo :** 05/08/2023

Ubicación: 12+900 - Carretera Hunuco-La Union **Fecha de Muestreo :** 05/08/2023
Lado : Izquierdo **Fecha de Ensayo :** 05/08/2023

DATOS DE LA MUESTRA

ITEM	DESCRIPCION	ENSAYOS		
1	Tamaño Maximo (mm)	4.75	4.75	4.75
2	Muestra N°	1	2	3
3	Hora de Entrada	00:00	00:02	00:04
4	Hora de Salida	00:10	00:12	00:14
5	Hora de Entrada	00:12	00:14	00:16
6	Hora de Salida	00:32	00:34	00:36
7	Altura Maxima de la Arena (Pulgadas)	3.30	3.20	3.30
8	Altura Maxima de Material Fino (Pulgadas)	5.10	5.00	5.00
9	Equivalente de Arena (%)	64.7	64.0	66.0
10	Equivalente de Arena Promedio (%)	64.9		
11	Equivalente de Arena (%)	65.0		

OBSERVACIONES:

Material pasante del tamiz N. 4 de la combinación de agregados para la mezcla asfáltica sin filler.


 Oficina Regional de Ingeniería y Construcción Subcentral del Pisco

Ing. Giulfo Tafur Hidalgo
 CIP. 75669
 Especialista en Suelos y Pavimentos

Durabilidad al sulfato de magnesio.



TÍTULO DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN
Influencia de la cáscara de papa calcinada en las propiedades físicas y mecánicas de mezclas asfálticas en caliente, Huánuco 2023

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

DURABILIDAD AL SULFATO DE MAGNESIO MTC E 209 / ASTM C 88 / AASHTO T 104

ASUNTO: tesis
MATERIAL: Arena chancada para asfalto < 1/4"
Durabilidad al Sulfato de Magnesio
CANTERA: "Río Higueras"
UBICACIÓN: Laboratorio Asfalto km.12+900 LI - Carretera Hunuco-La Union

TESISTA: Chiclote Rupay, José Andre
Certificado : AF.ASF-001
Ing. Responsable : Ing. Tafur Hidalgo, Giulfo
Fecha de Muestreo : 06/08/2023
Fecha de Ensayo : 07/08/2023

AGREGADO FINO

TAMAÑO DE MALLA		ESCALON ORIGINAL (%)	PESO ANTES DEL ENSAYO (gr.)	PESO DESPUES DEL ENSAYO (gr.)	PERDIDA DE PESO DESPUES DEL ENSAYO (gr.)	% DE PERDIDA DESPUES DEL ENSAYO (%)	% DE PERDIDA CORREGIDAS (%)
PASANTE	RETENIDO						
3/8"	N° 4	0.0	-	-	-	-	1.14
N° 4	N° 8	16.1	100.0	92.9	7.10	7.10	1.14
N° 8	N° 16	23.2	101.1	93.5	7.60	7.52	1.74
N° 16	N° 30	21.6	100.3	92.8	7.50	7.48	1.61
N° 30	N° 50	17.3	100.0	93.9	6.10	6.10	1.06
TOTALES		78.1	401.4			6.69	



OBSERVACIONES :

Material pasante del tamiz N. 4 de la combinación de agregados para la mezcla asfáltica sin filler.


 COLEGIO PROFESIONAL DE INGENIEROS GEOLOGOS Y GEOFISICOS DEL PERU

Ing. Giulfo Tafur Hidalgo
 CIP. 75569
 Especialista en Suelos y Pavimentos

Gravedad específica y absorción de agregado fino.

 UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO	TÍTULO DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN Influencia de la cáscara de papa calcinada en las propiedades físicas y mecánicas de mezclas asfálticas en caliente, Huánuco 2023			
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS				
GRAVEDAD ESPECIFICA Y ABSORCIÓN DE AGREGADOS FINOS				
MTC E 205 / ASTM C 128				
Asunto: Informe de Resultados para tesis Material: Arena chancada para asfalto < 1/4" Gravedad Especifica y Absorción de Agregado finos Cantera: "Río Higueras" Ubicación: Laboratorio Asfalto km.12+900 LI - Carretera Hunuco-La Union	Tesista: Chicote Rupay, José Andres Certificado: AF.ASF-001 Ing. Responsable: Ing. Tafur Hidalgo, Giulfo Fecha de Muestreo: 06/08/2023 Fecha de Ensayo: 06/08/2023			
Ubicación: Km. 12+900 Lado: Izquierdo	Fecha de Muestreo: 06/08/2023 Fecha de Ensayo: 06/08/2023			
AGREGADO FINO				
RECIPIENTE	1	2	3	PROMEDIO
A). Peso Mat. Sat. Sup. Seco (en Aire)	gr.	300.0	300.0	
B). Peso Frasco + Agua	gr.	690.7	691.7	
C). Peso Frasco + Agua + Material = (A+B)	gr.	990.7	991.7	
D). Peso del Mat. + Agua en el Frasco	gr.	878.8	879.7	
E). Volumen de Masa + Vol de Vacío = (C-D)	gr.	111.9	112.0	
F). Peso De Mat. Seco en Estufa (105°C)	gr.	297.3	296.0	
G). Volumen de Masa = E-(A-F)	gr.	109.2	108.0	
Peso Bulk (Base Seca) = (F/E)	gr/cc.	2.657	2.643	2.650
Peso Bulk (Base Saturada) = (A/E)	gr/cc.	2.681	2.679	2.680
Peso Aparente (Base Seca) = (F/G)	gr/cc.	2.723	2.741	2.732
% de Absorción = ((A - F)/F)*100	%	0.91	1.35	1.13
OBSERVACIONES :				
Mezcla de arenas				
 Ing. Giulfo Tafur Hidalgo CIP 75569 Especialista en Suelos y Pavimentos				

Agregado Grueso- Análisis granulométrico.



TÍTULO DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

Influencia de la cáscara de papa calcinada en las propiedades físicas y mecánicas de mezclas asfálticas en caliente, Huánuco 2023

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO MTC E 204 / ASTM C 136 / AASHTO T 27

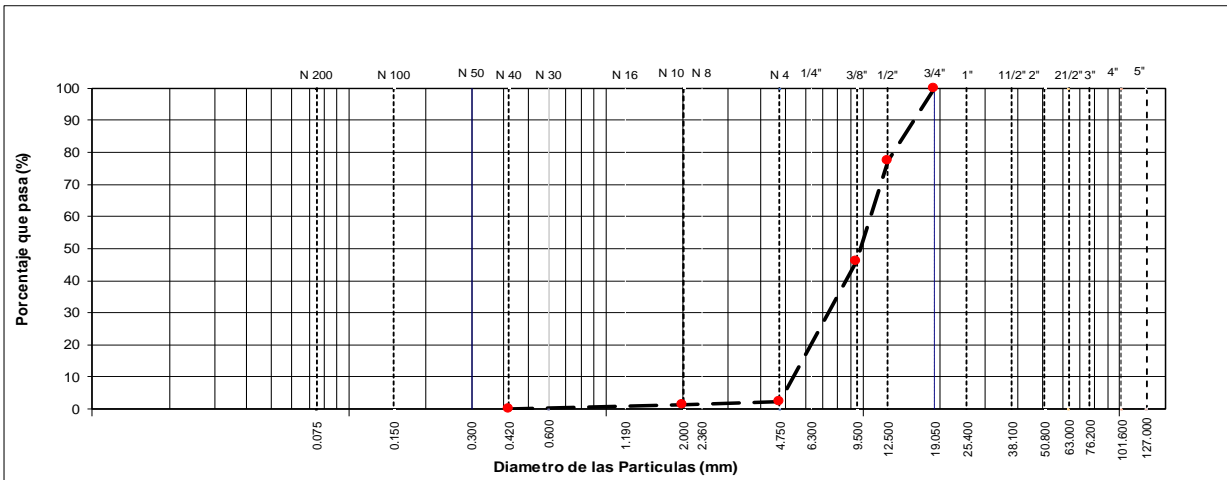
Asunto : Informe de Resultados para tesis
Material : Agregado grueso para asfalto < 3/4"
Análisis Granulométrico
Cantera: "Pichipampa"
Ubicación: Laboratorio de Asfalto

Tesista : Chiclote Rupay, José Andres
Certificado : AG.ASF - 001
Ing. Responsable : Ing. Tafur Hidalgo, Guilfo
Fecha de Muestreo : 06/08/2023
Fecha de Ensayo : 06/08/2023

Tamaño Máximo : 3/4"
Peso Inicial Seco : 6690 g

TAMIZ	AASHTO T-27 (mm)	PESO RETENIDO	PORCENTAJE RETENIDO	RETENIDO ACUMULADO	PORCENTAJE QUE PASA	ESPECIFICACION	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
5"	127.000						01 Cara Fracturadas : 62.3
4"	101.600						02 Caras Fracturadas : 58.4
3"	76.200						Chatas y alargadas : 2.95
2 1/2"	63.300						Abrasión : 20.3
2"	50.800						Sales Solubles : 0.24
1 1/2"	38.100						Durabilidad : 7.32
1"	25.400						Peso Específico Bulk (BS) : 2.679
3/4"	19.050				100.0		Peso Unitario Suelto : ----
1/2"	12.500	1516.0	22.7	22.7	77.3		Peso Unitario Compacto : ----
3/8"	9.500	2098.0	31.4	54.0	46.0		% Grava : 97.7
1/4"	6.300						% Arena : 2.3
Nº 4	4.750	2920.0	43.6	97.7	2.3		% Fino : 0.0
Nº 8	2.360						Cu : 2.00
Nº 10	2.000	75.0	1.1	98.8	1.2		Cc : 0.94
Nº 16	1.190						Pot. de Expansió : ----
Nº 20	0.840						OBSERVACIONES :
Nº 30	0.600						
Nº 40	0.420						
Nº 50	0.300						
Nº 80	0.177						
Nº 100	0.150						
Nº 200	0.075						
Platillo							

CURVA GRANULOMETRICA



CHINA PAVIMENTOS DE INGENIERIA GRUPO EMPRESARIAL SUCURSAL DEL PCCV

Ing. Guilfo Tafur Hidalgo
 CIP. 75569
 Especialista en Suelos y Pavimentos

Caras fracturadas.



TÍTULO DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN
Influencia de la cáscara de papa calcinada en las propiedades físicas y mecánicas de mezclas asfálticas en caliente, Huánuco 2023

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

CARAS FRACTURADAS MTC E 210

Asunto : Informe de Resultados para tesis
Material : Agregado grueso para asfalto < 3/4"
Caras Fracturadas
Cantera: "Pichipampa"
Ubicación: Laboratorio Asfalto km.12+900 LI - Carretera Hunuco-La Union

Tesista: Chicote Rupay, José Andres
Certificado : AF.ASF-001
Ing. Responsable : Ing.Tafur Hidalgo, Giulfo
Fecha de Muestreo : 06/08/2023
Fecha de Ensayo : 06/08/2023

A- CON UNA CARA FRACTURADAS

TAMAÑO DEL AGREGADO		A	B	C	D	E
PASA TAMIZ	RETENIDO EN TAMIZ	(g)	(g)	((B/A)*100)	(g)	C*D
1 1/2"	1"					
1"	3/4"					
3/4"	1/2"	1516.0	950.0	62.7	41.9	2628.7
1/2"	3/8"	2098.0	1300.0	62.0	58.1	3597.1
TOTAL		3614.0	2250.0	124.6	100.0	6225.8

PORCENTAJE CON UNA CARA FRACTURADA

$$\frac{\text{TOTAL E}}{\text{TOTAL D}} = \frac{6225.8}{100.0} = 62.3 \%$$


B- CON DOS CARAS FRACTURADAS

TAMAÑO DEL AGREGADO		A	B	C	D	E
PASA TAMIZ	RETENIDO EN TAMIZ	(g)	(g)	((B/A)*100)	(g)	C*D
1 1/2"	1"					
1"	3/4"					
3/4"	1/2"	1516.0	910.9	60.1	41.9	2520.5
1/2"	3/8"	2098.0	1198.3	57.1	58.1	3315.7
TOTAL		3614.0	2109.2	117.2	100.0	5836.2

PORCENTAJE CON DOS CARAS FRACTURADAS

$$\frac{\text{TOTAL E}}{\text{TOTAL D}} = \frac{5836.2}{100.0} = 58.4 \%$$

OBSERVACIONES :


Ing. Guiulfo Tafur Hidalgo
 CIP. 75669
 Especialista en Suelos y Pavimentos

Partículas chatas y alargadas.



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

TÍTULO DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN
Influencia de la cáscara de papa calcinada en las propiedades físicas y mecánicas de mezclas asfálticas en caliente, Huánuco 2023

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

PARTÍCULAS CHATAS Y ALARGADAS ASTM D 4791

Asunto: Informe de Resultados para tesis
Material : Agregado grueso para asfalto < 3/4"
 Partículas Chatas y Alargadas
Cantera: Analisis Granulometrico
Ubicación: Laboratorio de Asfalto

Tesista: Chiclote Rupay, José Andres
Certificado: AF.ASF-001
Ing. Responsable : Ing. Tafur Hidalgo, Giulfo
Fecha de Muestreo : 06/08/2023
Fecha de Ensayo : 07/08/2023

TAMIZ (Pulg.)	ABERTURA (mm)	AGREGADO GRUESO		PESO DE PARTICULAS	CHATAS y ALARGADAS (5:1)		
		PESO RET. GRAD. ORIG.	(%) RET.		PESO	(%)	(%) CORREGIDO
2"	50.800						
1 1/2"	38.100						
1"	25.400						
3/4"	19.000						
1/2"	12.700	1516.0	34.2	1516.0	58.8	3.88	1.33
3/8"	9.500	2098.0	48.0	2098.0	70.8	3.37	1.62
1/4"	6.350						
PESO TOTAL DE LA MUESTRA:		3614.0					

PARTICULAS CHATAS Y ALARGADAS (%)	2.95
--	-------------

OBSERVACIONES:



CHINA RAMBARI DE BUREAU GROUP INSTITUTO NACIONAL DE NORMAS Y ESTANDARES DEL PERU

Ing. Giulfo Tafur Hidalgo
CIP. 75668
Especialista en Suelos y Pavimentos

Abrasión los ángeles.



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

TÍTULO DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

Influencia de la cáscara de papa calcinada en las propiedades físicas y mecánicas de mezclas asfálticas en caliente, Huánuco 2023

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

ABRASIÓN LOS ÁNGELES

MTC E 207 / ASTM C 131

Tramo :	Informe de Resultados para tesis	Tesista :	Chiclote Rupay, José Andres
Material :	Agregado grueso para asfalto < 3/4" Abrasion los Angeles	Certificado :	AG.ASF - 001
Cantera:	"Pichipampa"	Ing. Responsable :	Ing. Tafur Hidalgo, Giulfo
Ubicación:	Laboratorio Asfalto km. 12+900 LI - Carretera Hunuco-La Union	Fecha de Muestreo :	06/08/2023
		Fecha de Ensayo :	07/08/2023

GRADACIÓN	"A"	"B"	"C"	"D"
ESFERAS	12	11	8	6
1.1/2" - 1"	1250	-	-	-
1" - 3/4"	1250	-	-	-
3/4" - 1/2"	1250	2500	-	-
1/2" - 3/8"	1250	2501	-	-
3/8" - 1/4"	-	-	2500	-
1/4" - Nº4	-	-	2500	-
Nº4 - Nº8	-	-	-	5000
Peso Muestra	5000.0	5001.0	5000.0	
Peso Retenido Tamiz Nº 12		3988.0		
Peso Pasante Tamiz Nº 12		1013.0		
% DESGASTE		20.3		
PROMEDIO			20.3	

OBSERVACIONES:

CHINA RAMENAY 20 BUREAU BRUIE E TERNIOMAN SUOCORAL DEL PESO

Guilfo
Ing. Giulfo Tafur Hidalgo
 CIP 75568
 Especialista en Suelos y Pavimentos

Sales solubles en agregados.



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

TÍTULO DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

Influencia de la cáscara de papa calcinada en las propiedades físicas y mecánicas de mezclas asfálticas en caliente, Huánuco 2023

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

CONTENIDO DE SALES SOLUBLES EN AGREGADOS MTC E 219

Asunto:	Informe de Resultados para tesis	Tesista :	Chiclote Rupay, José Andres
Material :	Agregado grueso para asfalto < 3/4"	Certificado :	AG.ASF - 001
	Contenido de Sales Solubles	Ing. Responsable :	Ing. Tafur Hidalgo, Giulfo
Cantera:	"Pichipampa"	Fecha de Muestreo :	09/08/2023
Ubicación:	Laboratorio de Asfalto	Fecha de Ensayo :	11/08/2023


AGREGADO FINO

ITEM	DESCRIPCION	UND.	IDENTIFICACION DE MUESTRA			
A.-	Nº Recipiente					
B.-	Peso (Biker 250 ml.)	Gr.				
C.-	Peso + Sal + Biker 250 ml.	Gr.				
D.-	Peso de Sal (B-C)	Gr.				
E.-	Peso de Agregado	Gr.				
F.-	Aforo de Agua Total	Cc.				
G.-	Volumen de Agua Utilizado	Cc.				
H.-	Sales Solubles $(1/((G \times E)/(D \times F))) \times 100$	%				
	Promedio Sales Solubles	%				

AGREGADO GRUESO

ITEM	DESCRIPCION	UND.	IDENTIFICACION DE MUESTRA			
A.-	Nº Recipiente		2	3		
B.-	Peso (Biker 250 ml.)	Gr.	98.82	98.18		
C.-	Peso + Sal + Biker 250 ml.	Gr.	98.84	98.40		
D.-	Peso de Sal (B-C)	Gr.	0.02	0.22		
E.-	Peso de Agregado	Gr.	500.0	500.0		
F.-	Aforo de Agua Total	Cc.	500.0	500.0		
G.-	Volumen de Agua Utilizado	Cc.	50.0	50.0		
H.-	Sales Solubles $(1/((G \times E)/(D \times F))) \times 100$	%	0.04	0.44		
	Promedio Sales Solubles	%	0.24			

OBSERVACIONES:


 INSTITUTO TECNOLÓGICO DE HUÁNUCO
 Ing. Giulfo Tafur Hidalgo
 CIP 75589
 Especialista en Suelos y Pavimentos

Durabilidad al sulfato de magnesio.



TÍTULO DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

Influencia de la cáscara de papa calcinada en las propiedades físicas y mecánicas de mezclas asfálticas en caliente, Huánuco 2023

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

DURABILIDAD AL SULFATO DE MAGNESIO MTC E 209 / ASTM C 88 / AASHTO T 104

Asunto :	Informe de Resultados para tesis	Tesista :	Chiclote Rupay, José Andres
Material :	Agregado grueso para asfalto < 3/4" Durabilidad al Sulfato De Magnesio	Certificado :	AG.ASF - 001
Cantera:	"Pichipampa"	Ing. Responsable :	Ing. Tafur Hidalgo, Giulfo
Ubicación:	Laboratorio Asfalto km.12+900 LI - Carretera Hunuco-La Union	Fecha de Muestreo :	06/08/2023
		Fecha de Ensayo :	11/08/2023

AGREGADO GRUESO



TAMAÑO DE MALLA		ESCALON ORIGINAL (%)	PESO ANTES DEL ENSAYO (gr.)	PESO DESPUES DEL ENSAYO (gr.)	PERDIDA DE PESO DESPUES DEL ENSAYO (gr.)	% DE PERDIDA DESPUES DEL ENSAYO (%)	% DE PERDIDA CORREGIDAS (%)
PASANTE	RETENIDO						
2"	1 1/2"	0.0					
1 1/2"	1"	0.0					
1"	3/4"	0.0					
3/4"	1/2"	22.7	670.1	660.0	10.10	1.51	0.34
1/2"	3/8"	31.4	300.6	259.4	41.20	13.71	4.30
3/8"	Nº 4	43.6	300.8	282.3	18.50	6.15	2.68
TOTALES		97.7	1271.5				7.32

OBSERVACIONES :





 CHINA RAMIREZ DE AGUIRRE GARCIA

Ing. Giulfo Tafur Hidalgo
 CIP. 75569
 Especialista en Suelos y Pavimentos

Peso específico y absorción de agregados.

 UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO	TÍTULO DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN Influencia de la cáscara de papa calcinada en las propiedades físicas y mecánicas de mezclas asfálticas en caliente, Huánuco 2023			
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS				
PESO ESPECIFICO Y ABSORCIÓN DE AGREGADOS GRUESOS				
MTC E 206 / ASTM C 127				
Asunto : Informe de Resultados para tesis Material : Agregado grueso para asfalto < 3/4" Peso Especifico y Absorción de Agregados Cantera: "Pichipampa" Ubicación: Laboratorio Asfalto km.12+900 LI - Carretera Hunuco-La Union	Tesista : Chicote Rupay, José Andres Certificado : AG.ASF - 001 Ing. Responsable : Ing.Tafur Hidalgo, Giulfo Fecha de Muestreo : 06/08/2023 Fecha de Ensayo : 07/08/2023			
AGREGADO GRUESO				
RECIPIENTE	1	2	3	PROMEDIO
A). Peso Mat.Sat. Sup. Seca (En Aire)	gr. 1194.3	1160.4	1859.6	
B). Peso Mat.Sat. Sup. Seca (En Agua)	gr. 753.8	731.2	1172.8	
C). Vol. de Masa + Vol de Vacíos = A-B	gr. 440.5	429.2	686.8	
D). Peso Material Seco en Estufa (105 °C)	gr. 1181.5	1148.3	1839.3	
E). Vol. de Masa = C-(A-D)	gr. 427.7	417.1	666.5	
Peso Bulk (Base Seca) = D/C	gr/cc. 2.682	2.675	2.678	2.679
Peso Bulk (Base Saturada) = A/C	gr/cc. 2.711	2.704	2.708	2.708
Peso Aparente (Base Seca) = D/E	gr/cc. 2.762	2.753	2.760	2.758
% de Absorción = ((A -D)/D)*100	%	1.08	1.05	1.10
OBSERVACIONES:				
 Ing. Giulfo Tafur Hidalgo CIP. 75669 Especialista en Suelos y Pavimentos				

Ensayos de laboratorio para la muestra control.

 UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO		TÍTULO DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN Influencia de la cáscara de papa calcinada en las propiedades físicas y mecánicas de mezclas asfálticas en caliente, Huánuco 2023																					
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS ENSAYO MARSHALL MTC E 504 / ASTM D 6926																							
ASUNTO	Informe de Resultados para tesis					TESISTA	Chicote Rupay, José Andres																
MATERIAL	Mezcla Asfáltica ASTM D 3515 (D5)					CERTIFICADO	MARSH-A SF-001																
CANTERA	Piedra chancada 3/4" pichipampa, Arena zarandeada 1/4" pichipampa y Arena chancada 1/4" higueras					ING RESPONSABLE																	
UBICACIÓN	Laboratorio Asfalto					FECHA DE MUESTREO	06/08/2023																
						FECHA DE ENSAYO	06/08/2023																
DISEÑO DE MEZCLA ASFALTICA 5.00 % CA (ENSAYOS PARA LA MUESTRA CONTROL)																							
MATERIAL	% Mezcla	% Diseño																					
A	GRAVA TRITURADA	42.6	42.6																				
B	ARENA	55.4	55.4																				
C	FILLER	2.0	2.0	1/2"	3/8"	#4	#8	-	#50	-	-	#200											
MEZCLA		-	100.0	85.0	-	54.7	39.8	-	12.0	-	-	5.8											
LIMITES DE ESPECIFIC.			100.0	90-100	-	44-74	28-58	-	5-21	-	-	2-10											
1	Numero de Probeta	N	1	2	3	Promedio	Especif.																
2	C.A. en Peso de la Mezcla	%	5.00	5.00	5.00																		
3	% de Grava Triturada en Peso de la Mezcla	%	40.47	40.47	40.47																		
4	% de Arena Combinada en Peso de la Mezcla	%	52.63	52.63	52.63																		
5	% de Filler en Peso de Mezcla	%	1.90	1.90	1.90																		
6	Peso Especifico Aparente de Cemento Asfáltico	g/cm ³	1.018	1.018	1.018																		
7	Peso Especifico Bulk de la Grava Triturada	g/cm ³	2.679	2.679	2.679																		
8	Peso Especifico Aparente de la Grava Triturada	g/cm ³	2.758	2.758	2.758	2.719																	
9	Peso Especifico Bulk de la Arena Combinada	g/cm ³	2.650	2.65	2.65																		
10	Peso Especifico Aparente de la Arena Combinada	g/cm ³	2.732	2.732	2.732	2.691																	
11	Peso Especifico Aparente del Filler	g/cm ³	2.211	2.211	2.211																		
12	Altura Promedio de la Probeta	cm	6.20	6.20	6.20																		
13	Peso de la Probeta en el Aire	g	1194.2	1192.0	1217.2																		
14	Peso de la Probeta Saturada	g	1196.2	1195.4	1219.8																		
15	Peso de la Probeta en el Agua	g	692.3	692.7	705.9																		
16	Volumen de la Probeta	cm ³	503.9	502.7	513.9																		
17	Peso Especifico Bulk de la Probeta	g/cm ³	2.370	2.371	2.369	2.370																	
18	Peso Especifico Maximo (RICE)	g/cm ³	2.479	2.479	2.479																		
19	Maxima Densidad Teorica	g/cm ³	2.518	2.518	2.518																		
20	% de Vacios	%	4.4	4.4	4.5	4.4	3 - 5																
21	Peso Especifico Bulk del Agregado Total	g/cm ³	2.652	2.652	2.652																		
22	Peso Especifico Aparente del Agregado Total	g/cm ³	2.730	2.730	2.730																		
23	Peso Especifico Efectivo del Agregado Total	g/cm ³	2.682	2.682	2.682																		
24	C.A. Absorbido por el Peso del Agregado Seco	%	0.43	0.43	0.43																		
25	% del Vol. del Agregado / Volumen Bruto de la Probeta	%	84.90	84.95	84.86																		
27	% Vacios del Agregado Mineral	%	15.10	15.05	15.14	15.1	14 Mín.																
28	C.A. Efectivo/Peso de la Mezcla	%	4.59	4.59	4.59																		
30	Estabilidad sin Corregir	kg	922	869	826																		
31	Factor de Estabilidad		1.04	1.04	1.00																		
32	Estabilidad Corregida	kg	959	904	826	896	815 Mín.																
33	Lectura del Fleximetro (0.01")	in	11	12	12																		
34	Fluencia mm	mm	2.80	3.00	3.00	2.9	2 - 4																
35	Relacion Estabilidad / Fluencia	kg/cm	3425	3013	2753	3063	1700 - 4000																
OBSERVACIONES: A la fecha se tienen tramados efectuados en el Perú que tienen el rango 2% a 4% (es deseable que tienda al menor 2%) con resultados satisfactorios en climas fríos por encima de 3.000 m.s.n.m. que se recomienda en estos casos. FUENTE EG 2013																							
<table border="0"> <tr> <td>Piedra Chancada 3/4" pichipampa</td> <td>42.6%</td> </tr> <tr> <td>Arena Zarandeada 1/4" pichipampa</td> <td>32.2%</td> </tr> <tr> <td>Arena Chancada 1/4" higueras</td> <td>23.2%</td> </tr> <tr> <td>Filler Cal</td> <td>2.0%</td> </tr> <tr> <td>Aditivo mejorador de adherencia Quimibond Advance</td> <td>0.4%</td> </tr> <tr> <td>Cemento asfáltico</td> <td>PEN 85 - 100</td> </tr> </table>												Piedra Chancada 3/4" pichipampa	42.6%	Arena Zarandeada 1/4" pichipampa	32.2%	Arena Chancada 1/4" higueras	23.2%	Filler Cal	2.0%	Aditivo mejorador de adherencia Quimibond Advance	0.4%	Cemento asfáltico	PEN 85 - 100
Piedra Chancada 3/4" pichipampa	42.6%																						
Arena Zarandeada 1/4" pichipampa	32.2%																						
Arena Chancada 1/4" higueras	23.2%																						
Filler Cal	2.0%																						
Aditivo mejorador de adherencia Quimibond Advance	0.4%																						
Cemento asfáltico	PEN 85 - 100																						
 CHINA RAILWAY 20 AGRIEAL GROUP CORPORATION SUCURSAL DEL PERU  Ing. Guiulfo Tafur Hidalgo CIP. 75689 Especialista en Suelos y Pavimentos																							

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS
ENSAYO MARSHALL MTC E 504 / ASTM D 6926

ASUNTO :	Informe de Resultados para tesis	TESISTA :	Chiclote Rupay, José Andres
MATERIAL :	Mezcla Asfáltica ASTM D 3515 (D5)	CERTIFICADO :	MARSH-ASF-003
CANTERA :	Piedra chancada 3/4" pichipampa, Arena zarandeada 1/4" pichipampa y Arena chancada 1/4" higueras	ING RESPONSABLE :	Ing. Tafur Hidalgo, Giulfo
UBICACIÓN :	Laboratorio Asfalto	FECHA DE MUESTREO :	06/08/23
		FECHA DE ENSAYO :	06/08/23

DISEÑO DE MEZCLA ASFALTICA 6.00 % CA (ENSAYOS PARA LA MUESTRA CONTROL)

MATERIAL	% Mezcla		POR CIENTO QUE PASA EL TAMIZ										
	Mezcla	Diseño	1/2"	3/8"	#4	#8	-	#50	-	-	-	#200	
A GRAVA TRITURADA	42.6	42.6											
B ARENA	55.4	55.4											
C FILLER	2.0	2.0											
MEZCLA	-	100.0	85.0	-	54.7	39.8	-	2.0	-	-	-	-	5.8
LIMITES DE ESPECIFIC.		100.0	90-100	-	44-74	28-58	-	5-21	-	-	-	-	2-10

1	Numero de Probeta	N	1	2	3	Promedio	Especif.
2	C.A. en Peso de la Mezcla	%	6.00	6.00	6.00		
3	% de Grava Triturada en Peso de la Mezcla	%	40.04	40.04	40.04		
4	% de Arena Combinada en Peso de la Mezcla	%	52.08	52.08	52.08		
5	% de Filler en Peso de Mezcla	%	1.88	1.88	1.88		
6	Peso Especifico Aparente de Cemento Asfáltico	g/cm ³	1.018	1.018	1.018		
7	Peso Especifico Bulk de la Grava Triturada	g/cm ³	2.679	2.679	2.679		
8	Peso Especifico Aparente de la Grava Triturada	g/cm ³	2.758	2.758	2.758	2.719	
9	Peso Especifico Bulk de la Arena Combinada	g/cm ³	2.650	2.65	2.65		
10	Peso Especifico Aparente de la Arena Combinada	g/cm ³	2.732	2.732	2.732	2.691	
11	Peso Especifico Aparente del Filler	g/cm ³	2.211	2.211	2.211		
12	Altura Promedio de la Probeta	cm	6.20	6.20	6.20		
13	Peso de la Probeta en el Aire	g	1219.3	1211.6	1213.2		
14	Peso de la Probeta Saturada	g	1220.2	1212.2	1214.1		
15	Peso de la Probeta en el Agua	g	709.9	706.0	707.6		
16	Volumen de la Probeta	cm ³	510.3	506.2	506.5		
17	Peso Especifico Bulk de la Probeta	g/cm ³	2.389	2.394	2.395	2.393	
18	Peso Especifico Maximo (RICE)	g/cm ³	2.459	2.459	2.459		
19	Maxima Densidad Teorica	g/cm ³	2.480	2.480	2.480		
20	% de Vacios	%	2.8	2.7	2.6	2.7	3 - 5
21	Peso Especifico Bulk del Agregado Total	g/cm ³	2.652	2.652	2.652		
22	Peso Especifico Aparente del Agregado Total	g/cm ³	2.730	2.730	2.730		
23	Peso Especifico Efectivo del Agregado Total	g/cm ³	2.703	2.703	2.703		
24	C.A. Absorbido por el Peso del Agregado Seco	%	0.73	0.73	0.73		
25	% del Vol. del Agregado / Volumen Bruto de la Probeta	%	84.70	84.85	84.91		
27	% Vacios del Agregado Mineral	%	15.30	15.15	15.09	15.2	14 Mín.
28	C.A. Efectivo/Peso de la Mezcla	%	5.31	5.31	5.31		
30	Estabilidad sin Corregir	kg	1174	1113	1198		
31	Factor de Estabilidad		1.00	1.04	1.04		
32	Estabilidad Corregida	kg	1174	1158	1246	1192	815 Mín.
33	Lectura del Fleximetro (0.01")	in	14	14	14		
34	Fluencia mm	mm	3.60	3.60	3.60	3.6	2 - 4
35	Relacion Estabilidad / Fluencia	kg/cm	3260	3215	3461	3312	1700 - 4000

OBSERVACIONES :

A la fecha se tienen tramados efectuados en el Perú que tienen el rango 2% a 4% (es deseable que tienda al menor 2%) con resultados satisfactorios en climas fríos por encima de 3.000 m.s.n.m. que se recomienda en estos casos.

FUENTE FC 2022

Piedra Chancada 3/4" pichipampa	42.60%
Arena Zarandeada 1/4" pichipampa	32.20%
Arena Chancada 1/4" higueras	23.20%
Filler Cal	2.00%
Aditivo mejorador de adherencia Quimibond Advance	0.40%
Cemento Asfáltico	PEN 85 - 100



CHINA RAILWAY 20 ASSETS GROUP CORPORATION SUCCURSAL DEL PERU


Ing. Giulfo Tafur Hidalgo
 CIP 75669
 Especialista en Suelos y Pavimentos

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS
ENSAYO MARSHALL MTC E 504 / ASTM D 6926

ASUNTO	: Informe de Resultados para tesis	TESISTA	: Chicote Rupay, José Andres
MATERIAL	: Mezcla Asfáltica ASTM D 3515 (D5)	CERTIFICADO	: MARSH-A SF-004
CANTERA	: Piedra chancada 3/4" pichipampa, Arena zarandeada 1/4" pichipampa y Arena chancada 1/4" higueras	ING RESPONSABLE	: Ing. Tafur Hidalgo, Giulfo
UBICACIÓN	: Laboratorio Asfalto	FECHA DE MUESTREO	: 06/08/23
		FECHA DE ENSAYO	: 06/08/23

DISEÑO DE MEZCLA ASFALTICA 6.50 % CA (ENSAYOS PARA LA MUESTRA CONTROL)

MATERIAL	Mezcla	%		POR CIENTO QUE PASA EL TAMIZ												
		Mezcla	Diseño	1/2"	3/8"	#4	#8	-	#50	-	-	-	#200			
A GRAVA TRITURADA	42.6	42.6														
B ARENA	55.4	55.4														
C FILLER	2.0	2.0														
MEZCLA	-	100.0	85.0	-	54.7	39.8	-	12.0	-	-	-	-	-	-	-	5.8
LIMITES DE ESPECIFIC.		100.0	90-100	-	44-74	28-58	-	5 - 12	-	-	-	-	-	-	-	2 - 10

1	Numero de Probeta	N	1	2	3	Promedio	Especif.
2	C.A. en Peso de la Mezcla	%	6.50	6.50	6.50		
3	% de Grava Triturada en Peso de la Mezcla	%	39.83	39.83	39.83		
4	% de Arena Combinada en Peso de la Mezcla	%	51.80	51.80	51.80		
5	% de Filler en Peso de Mezcla	%	1.87	1.87	1.87		
6	Peso Especifico Aparente de Cemento Asfáltico	g/cm ³	1.018	1.018	1.018		
7	Peso Especifico Bulk de la Grava Triturada	g/cm ³	2.679	2.679	2.679		
8	Peso Especifico Aparente de la Grava Triturada	g/cm ³	2.758	2.758	2.758	2.719	
9	Peso Especifico Bulk de la Arena Combinada	g/cm ³	2.650	2.65	2.65		
10	Peso Especifico Aparente de la Arena Combinada	g/cm ³	2.732	2.732	2.732	2.691	
11	Peso Especifico Aparente del Filler	g/cm ³	2.211	2.211	2.211		
12	Altura Promedio de la Probeta	cm	6.20	6.20	6.20		
13	Peso de la Probeta en el Aire	g	1213.5	1216.4	1212.9		
14	Peso de la Probeta Saturada	g	1214.2	1217.1	1213.5		
15	Peso de la Probeta en el Agua	g	705.6	707.2	707.0		
16	Volumen de la Probeta	cm ³	508.6	509.9	506.5		
17	Peso Especifico Bulk de la Probeta	g/cm ³	2.386	2.386	2.395	2.389	
18	Peso Especifico Maximo (RICE)	g/cm ³	2.423	2.423	2.423		
19	Maxima Densidad Teorica	g/cm ³	2.461	2.461	2.461		
20	% de Vacios	%	1.5	1.6	1.2	1.4	3 - 5
21	Peso Especifico Bulk del Agregado Total	g/cm ³	2.652	2.652	2.652		
22	Peso Especifico Aparente del Agregado Total	g/cm ³	2.730	2.730	2.730		
23	Peso Especifico Efectivo del Agregado Total	g/cm ³	2.680	2.680	2.680		
24	C.A. Absorbido por el Peso del Agregado Seco	%	0.41	0.41	0.41		
25	% del Vol. del Agregado / Volumen Bruto de la Probeta	%	84.13	84.12	84.44		
27	% Vacios del Agregado Mineral	%	15.87	15.88	15.56	15.8	14 Min.
28	C.A. Efectivo/Peso de la Mezcla	%	6.11	6.11	6.11		
30	Estabilidad sin Corregir	kg	954	997	949		
31	Factor de Estabilidad		1.00	1.00	1.04		
32	Estabilidad Corregida	kg	954	997	987	979	815 Min.
33	Lectura del Fleximetro (0.01")	in	14	15	14		
34	Fluencia mm	mm	3.60	3.80	3.60	3.7	2 - 4
35	Relacion Estabilidad / Fluencia	kg/cm	2651	2624	2741	2672	1700 - 4000

OBSERVACIONES :

A la fecha se tienen tramados efectuados en el Perú que tienen el rango 2% a 4% (es deseable que tienda al menor 2%) con resultados satisfactorios en climas fríos por encima de 3.000 m.s.n.m. que se recomienda en estos casos.

FUENTE EG 2011



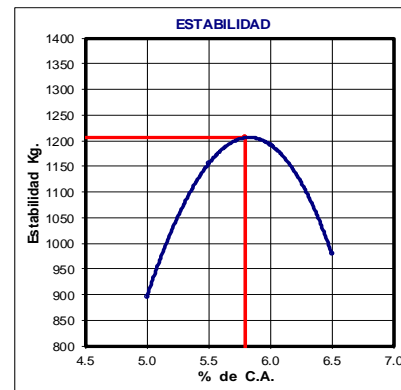
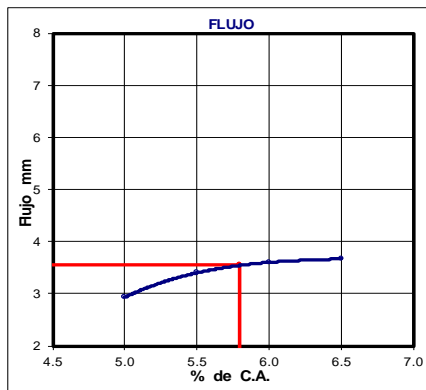
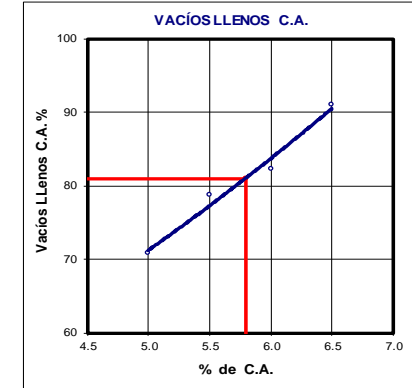
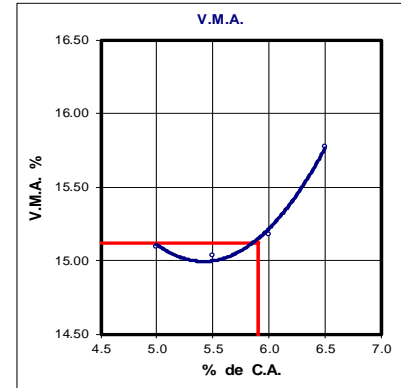
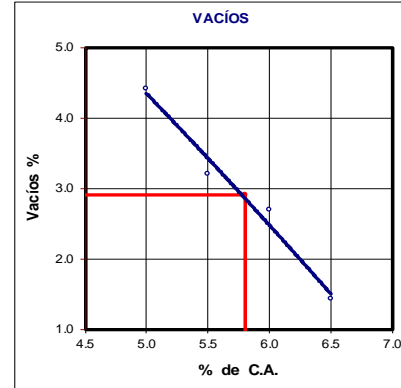
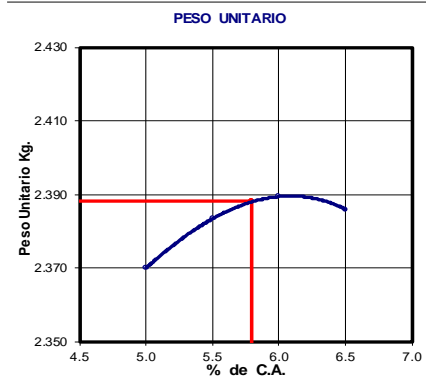
CHINA RAILWAY 20 BUREAU GROUP CORPORATION SUCCURSAL DEL PERU

Ing. Giulfo Tafur Hidalgo
 CIP 75669
 Especialista en Suelos y Pavimentos

Piedra Chancada 3/4" pichipampa	42.60%
Arena Zarandeada 1/4" pichipampa	32.20%
Arena Chancada 1/4" higueras	23.20%
Filler Cal	2.00%
Aditivo mejorador de adherencia Quimibond Advance	0.40%
Cemento Asfáltico	PEN 85 - 100

DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE - ASTM D 6926 (ENSAYOS PARA LA MUESTRA CONTROL)

ASUNTO :	Informe de Resultados para tesis	TESISTA :	Chiclote Rupay, José Andres
MATERIAL :	Mezcla Asfáltica ASTM D 3515 (D5)	CERTIFICADO :	Grafico 01
CANTERA :	Piedra chancada 3/4" pichipampa, Arena zarandeada 1/4" pichipampa y Arena chancada 1/4" higueras	ING RESPONSABLE :	Ing. Tafur Hidalgo, Giulfo
UBICACIÓN :	Laboratorio Asfalto km.12+900 LI - Carretera H	FECHA DE MUESTREO :	06/08/2023
		FECHA DE ENSAYO :	06/08/2023


RESUMEN DE RESULTADOS

	- 0.3%	OPTIMO %C.A.	+ 0.3%	ESPECIFIC.
GOLPES POR LADO	75	75	75	75
CEMENTO ASFÁLTICO	5.50	5.80	6.10	(+/- 0.3%)
PESO UNITARIO	2.375	2.388	2.395	
VACÍOS	3.6	2.9	2.3	3 - 5
V.M.A.	15.4	15.1	15.2	Min 14
VACÍOS LLENOS CON C.A.	76.7	81.0	85.0	
FLUJO	3.50	3.55	4.0	2 - 4
ESTABILIDAD	1211	1205	1090	Min. 815
ESTABILIDAD / FLUJO	3466.0	3394	2729	1700 - 4000
ÍNDICE DE COMPACTIBILIDAD	-	6.9	-	Min. 5
ESTABILIDAD RETENIDA	-	76.1	-	Min. 75
DOSIFICACIÓN				
Piedra Chancada 3/4" pichipampa				42.6%
Arena Zarandeada 1/4" pichipampa				32.2%
Arena Chancada 1/4" higueras				23.2%
Cal hidratada				2.0%
Aditivo mejorador de adherencia Quimibond Advance				0.4% (En peso del ligante)
Cemento Asfáltico				PEN 85 - 100



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

TÍTULO DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

Influencia de la cáscara de papa calcinada en las propiedades físicas y mecánicas de mezclas asfálticas en caliente, Huánuco 2023

LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS
DENSIDAD MÁXIMA TEÓRICA MTC E 508

ASUNTO	: Informe de Resultados para tesis	TESISTA	: Chiclote Rupay, José Andres
MATERIAL	: Mezcla Asfáltica ASTM D 3515 (D5)	CERTIFICADO:	: RICE-ASF-001
CANTERA	: Piedra chancada 3/4" pichipampa, Arena zarandeada 1/4" pichipampa y Arena chancada 1/4" higuieras	ING RESPONSABLE:	:
UBICACIÓN	: Laboratorio Asfalto km.12+900 LI - Carretera Hunuco-La Union	FECHA DE MUESTREO	: 06/08/2023
		FECHA DE ENSAYO:	: 06/08/2023

DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA 5.00 % CA

VERIFICACIÓN DEL PICNOMETRO DE VACIOS		Nº	PESO Nº 01	PESO Nº 02	PESO Nº 03
PESO DEL PICNÓMETRO + TAPA DE VIDRIO		1	-	-	-
PESO DEL PICNÓMETRO + AGUA (25°C) ± 1°C + TAPA DE VIDRIO		2	8121.0	8121.0	8121.0
PROMEDIO PESO DEL PICNÓMETRO + AGUA (25°C) ± 1°C + TAPA DE VIDRIO		3	8121.0		
ENSAYO		Nº	1	2	3
PESO DE LA MUESTRA		g	1500.0		
PESO DEL PICNÓMETRO + AGUA + TAPA DE VIDRIO (25°C) ± 1°C		g	8121.0		
PESO DEL PICNÓMETRO + MUESTRA + AGUA + TAPA DE VIDRIO (25°C) ± 1°C		g	9016.0		
VOLUMEN DE LA MEZCLA ASFÁLTICA (25°C)		cm ³	605.0		
PESO ESPECÍFICO MÁXIMO		g/cm ³	2.479		
PESO ESPECÍFICO MÁXIMO CORREGIDO		g/cm ³	NA		
GRAVEDAD ESPECÍFICA DEL AGUA A 25° C			0.9970		
TIEMPO DE ENSAYO		min	15.0		
PICNÓMETRO + MUESTRA SUMERGIDA EN BAÑO MARÍA (25°C) ±1°C		min	10.0		
PRESIÓN DE SUCCIÓN o VACÍO		pulg Hg	21.0		

OBSERVACIONES:

CHINA REALMENTE SU AUSENTO DEBEN SER VERIFICADOS LOS PESOS

Ing. Guiulfo Tafur Hidalgo
CIP 75569
Especialista en Suelos y Pavimentos

LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS
DENSIDAD MÁXIMA TEÓRICA MTC E 508

ASUNTO :	Informe de Resultados para tesis	TESISTA :	Chicote Rupay, José Andres
MATERIAL :	Mezcla Asfáltica ASTM D 3515 (D5)	CERTIFICADO:	: RICE-ASF-002
CANTERA :	Piedra chancada 3/4" pichipampa, Arena zarandeada 1/4" pichipampa y Arena chancada 1/4" higueras	ING RESPONSABLE:	:
UBICACIÓN :	Laboratorio Asfalto	FECHA DE MUESTREO	: 06/08/2023
		FECHA DE ENSAYO:	: 06/08/2023

DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA 5.50 % CA

VERIFICACIÓN DEL PICNÓMETRO DE VACIOS		Nº	PESO Nº 01	PESO Nº 02	PESO Nº 03
PESO DEL PICNÓMETRO + TAPA DE VIDRIO		1	-	-	-
PESO DEL PICNÓMETRO + AGUA (25°C) ± 1°C + TAPA DE VIDRIO		2	8121.0	8121.0	8121.0
PROMEDIO PESO DEL PICNÓMETRO + AGUA (25°C) ± 1°C + TAPA DE VIDRIO		3	8121.0		
ENSAYO		Nº	1	2	3
PESO DE LA MUESTRA		g	1500.0		
PESO DEL PICNÓMETRO + AGUA + TAPA DE VIDRIO (25°C) ± 1°C		g	8121.0		
PESO DEL PICNÓMETRO + MUESTRA + AGUA + TAPA DE VIDRIO (25°C) ± 1°C		g	9012.0		
VOLUMEN DE LA MEZCLA ASFÁLTICA (25°C)		cm ³	609.0		
PESO ESPECÍFICO MÁXIMO		g/cm ³	2.463		
PESO ESPECÍFICO MÁXIMO CORREGIDO		g/cm ³	NA		
GRAVEDAD ESPECÍFICA DEL AGUA A 25° C			0.9970		
TIEMPO DE ENSAYO		min	15.0		
PICNÓMETRO + MUESTRA SUMERGIDA EN BAÑO MARÍA (25°C) ± 1°C		min	10.0		
PRESIÓN DE SUCCIÓN o VACÍO		pulg Hg	21.0		

OBSERVACIONES:


CHINA RAILWAY 20 GROUP CO., LTD. CORPORATION SUCURSAL DEL PSEU
 Ing. Guíulfo Tafur Hidalgo
 CIP. 75669
 Especialista en Suelos y Pavimentos

LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS
DENSIDAD MÁXIMA TEÓRICA MTC E 508

ASUNTO	: Informe de Resultados para tesis	TESISTA	: Chiclote Rupay, José Andres
MATERIAL	: Mezcla Asfáltica ASTM D 3515 (D5)	CERTIFICADO:	: RICE-ASF-003
CANTERA	: Piedra chancada 3/4" pichipampa, Arena zarandeada 1/4" pichipampa y Arena chancada 1/4" higueras	ING RESPONSABLE:	: Ing. Tafur Hidalgo, Guiulfo
UBICACIÓN	: Laboratorio Asfalto km.12+900 LI - Carretera Hunuco-La Union	FECHA DE MUESTREO	: 06/08/2023
		FECHA DE ENSAYO:	: 06/08/2023

DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA 6.00 % CA

VERIFICACIÓN DEL PICNOMETRO DE VACIOS		Nº	PESO Nº 01	PESO Nº 02	PESO Nº 03
PESO DEL PICNÓMETRO + TAPA DE VIDRIO		1	-	-	-
PESO DEL PICNÓMETRO + AGUA (25°C) ± 1°C + TAPA DE VIDRIO		2	8121.0	8121.0	8121.0
PROMEDIO PESO DEL PICNÓMETRO + AGUA (25°C) ± 1°C + TAPA DE VIDRIO		3	8121.0		
ENSAYO		Nº	1	2	3
PESO DE LA MUESTRA		g	1500.0		
PESO DEL PICNÓMETRO + AGUA + TAPA DE VIDRIO (25°C) ± 1°C		g	8121.0		
PESO DEL PICNÓMETRO + MUESTRA + AGUA + TAPA DE VIDRIO (25°C) ± 1°C		g	9011.0		
VOLUMEN DE LA MEZCLA ASFÁLTICA (25°C)		cm ³	610.0		
PESO ESPECÍFICO MÁXIMO		g/cm ³	2.459		
PESO ESPECÍFICO MÁXIMO CORREGIDO		g/cm ³	NA		
GRAVEDAD ESPECÍFICA DEL AGUA A 25° C			0.9970		
TIEMPO DE ENSAYO		min	15.0		
PICNÓMETRO + MUESTRA SUMERGIDA EN BAÑO MARÍA (25°C) ±1°C		min	10.0		
PRESIÓN DE SUCCIÓN o VACÍO		pulg Hg	21.0		

OBSERVACIONES:


Ing. Guiulfo Tafur Hidalgo
 CIP 75669
 Especialista en Suelos y Pavimentos

LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS
DENSIDAD MÁXIMA TEÓRICA MTC E 508

ASUNTO	: Informe de Resultados para tesis	TESISTA	: Chiclote Rupay, José Andres
MATERIAL	: Mezcla Asfáltica ASTM D 3515 (D5)	CERTIFICADO:	: RICE-ASF-004
CANTERA	: Piedra chancada 3/4" pichipampa, Arena zarandeada 1/4" pichipampa y Arena chancada 1/4" higueras	ING RESPONSABLE:	: Ing. Tafur Hidalgo, Guiulfo
UBICACIÓN	: Laboratorio Asfalto km.12+900 LI - Carretera Hunuco-La Union	FECHA DE MUESTREO	: 06/08/2023
		FECHA DE ENSAYO:	: 06/08/2023

DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA 6.50 % CA


VERIFICACIÓN DEL PICNOMETRO DE VACIOS		Nº	PESO Nº 01	PESO Nº 02	PESO Nº 03
PESO DEL PICNÓMETRO + TAPA DE VIDRIO		1	-	-	-
PESO DEL PICNÓMETRO + AGUA (25°C) ± 1°C + TAPA DE VIDRIO		2	8121.0	8121.0	8121.0
PROMEDIO PESO DEL PICNÓMETRO + AGUA (25°C) ± 1°C + TAPA DE VIDRIO		3	8121.0		
ENSAYO		Nº	1	2	3
PESO DE LA MUESTRA		g	1500.0		
PESO DEL PICNÓMETRO + AGUA + TAPA DE VIDRIO (25°C) ± 1°C		g	8121.0		
PESO DEL PICNÓMETRO + MUESTRA + AGUA + TAPA DE VIDRIO (25°C) ± 1°C		g	9002.0		
VOLUMEN DE LA MEZCLA ASFÁLTICA (25°C)		cm ³	619.0		
PESO ESPECÍFICO MÁXIMO		g/cm ³	2.423		
PESO ESPECÍFICO MÁXIMO CORREGIDO		g/cm ³	NA		
GRAVEDAD ESPECÍFICA DEL AGUA A 25° C			0.9970		
TIEMPO DE ENSAYO		min	15.0		
PICNÓMETRO + MUESTRA SUMERGIDA EN BAÑO MARÍA (25°C) ±1°C		min	10.0		
PRESIÓN DE SUCCIÓN o VACÍO		pulg Hg	21.0		

OBSERVACIONES:

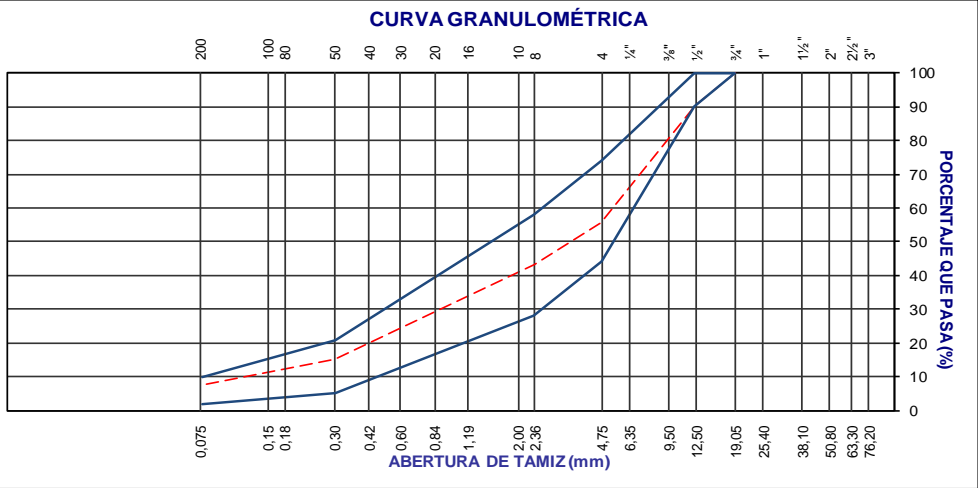
 COLEGIO PROFESIONAL DE INGENIEROS CIVILES DEL PERÚ

Ing. Guiulfo Tafur Hidalgo
 CIP. 75569
 Especialista en Suelos y Pavimentos

Anexo 6. Ensayos de laboratorio con adiciones de ceniza de cascara de papa.

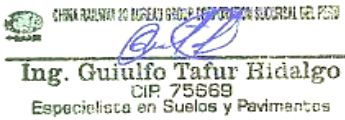
 <p>UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO</p>	<p>TÍTULO DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN Influencia de la cáscara de papa calcinada en las propiedades físicas y mecánicas de mezclas asfálticas en caliente, Huánuco 2023</p>								
<p>LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS</p>									
<p>ASUNTO : Informe de Resultados para tesis</p> <p>MATERIAL : Mezcla de agregados para Mezcla asfáltica</p> <p>CANTERA : Piedra chancada 3/4" pichipampa, arena zarandeada 1/4" pichipampa y arena chancada 1/4" higueras</p> <p>UBICACIÓN : Laboratorio de Asfalto</p>	<p>TESISTA : Chiclote Rupay, José Andres</p> <p>CERTIFICADO : COMB. TEOR. - 001</p> <p>ING. RESPONSABLE :</p> <p>FECHA DE MUESTREO : 5/08/2023</p> <p>FECHA DE ENSAYO : 5/08/2023</p>								
<p>COMPOSICIÓN DE MEZCLA DE MATERIALES PARA ASFALTO</p>									
TAMICES	ABERT. en mm	PIEDRA CHANCADA 3/4"	ARENA CHANCADA 1/4"	ARENA ZARANDEADA NATURAL 1/4"	FILLER (CENIZAS DE CASCARA DE PAPA)	ESPECIFICACIONES (ASTM D 3515 D-5)		MEZCLA	OBSERVACIONES
		42.6%	23.2%	32.2%	2.0%	MIN	MAX		
3/4"	19.05	100.0	100.0	100.0	100.0	100	100	100.0	Cumple
1/2"	12.50	77.3	100.0	100.0	100.0	90	100	90.3	Cumple
3/8"	9.50	46.0	100.0	100.0	100.0	-	-	77.0	Cumple
Nº 4	4.75	2.3	95.7	95.1	100.0	44	74	55.8	Cumple
Nº 8	2.36	1.2	74.0	73.4	100.0	28	58	43.3	Cumple
Nº 50	0.30	0.0	29.7	19.8	98.7	5	21	15.2	Cumple
Nº 200	0.075	0.0	15.3	6.6	91.0	2	10	7.5	Cumple

CURVA GRANULOMÉTRICA



Observaciones:

— CURVA GRANULOMETRIA (COMBINACIONES)
— ESPECIFICACIONES (ASTM D3515 - D5)



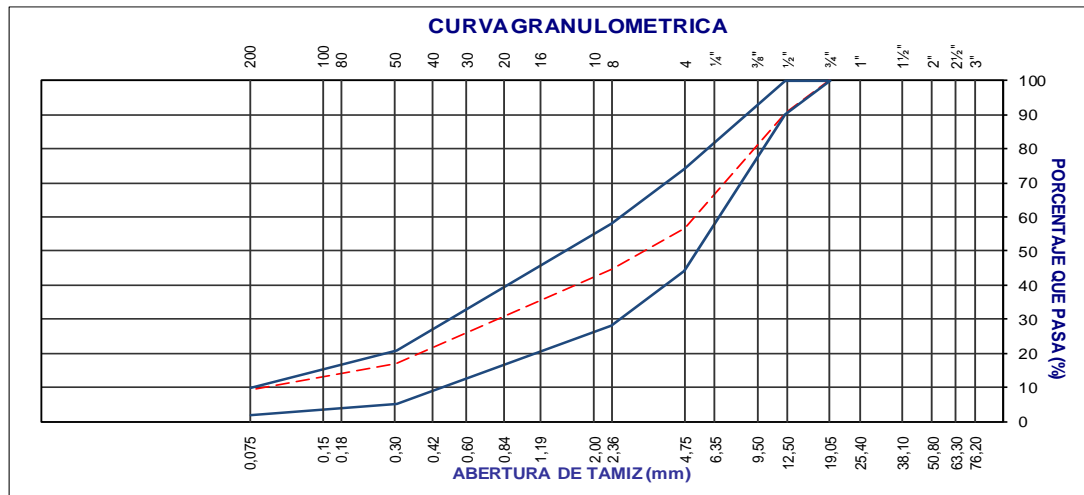
Ing. Guiffo Tafur Hidalgo
CIP 75569
Especialista en Suelos y Pavimentos

LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS

ASUNTO	: Informe de Resultados para tesis	TESISTA	: Chiclote Rupay, José Andres
MATERIAL	: Mezcla de agregados para Mezcla asfáltica	CERTIFICADO	: COMB. TEOR. - 002
CANTERA	: Piedra chancada 3/4" pichipampa, arena zarandeada 1/4" pichipampa y arena chancada 1/4" higueras	ING. RESPONSABLE	: Ing. Tafur Hidalgo, Giulfo
UBICACIÓN	: Laboratorio de Asfalto	FECHA DE MUESTREO	: 5/08/2023
		FECHA DE ENSAYO	: 5/08/2023


COMPOSICIÓN DE MEZCLA DE MATERIALES PARA ASFALTO

TAMICES	ABERT. en mm	PIEDRA CHANCADA 3/4"	ARENA CHANCADA 1/4"	ARENA ZARANDEADA NATURAL 1/4"	FILLER (CENIZAS DE CÁSCARA DE PAPA)	ESPECIFICACIONES (ASTM D 3515 D-5)		MEZCLA	OBSERVACIONES
		41.6%	22.7%	31.7%	4.0%	MIN	MAX		
3/4"	19.05	100.0	100.0	100.0	100.0	100	100	100.0	Cumple
1/2"	12.50	77.3	100.0	100.0	100.0	90	100	90.6	Cumple
3/8"	9.50	46.0	100.0	100.0	100.0	-	-	77.5	Cumple
Nº 4	4.75	2.3	95.7	95.1	100.0	44	74	56.8	Cumple
Nº 8	2.36	1.2	74.0	73.4	100.0	28	58	44.6	Cumple
Nº 50	0.30	0.0	29.7	19.8	98.7	5	21	17.0	Cumple
Nº 200	0.075	0.0	15.3	6.6	91.0	2	10	9.2	Cumple



Observaciones:

——— CURVA GRANULOMETRIA (COMBINACIONES)
——— ESPECIFICACIONES (ASTM D3515 - D5)

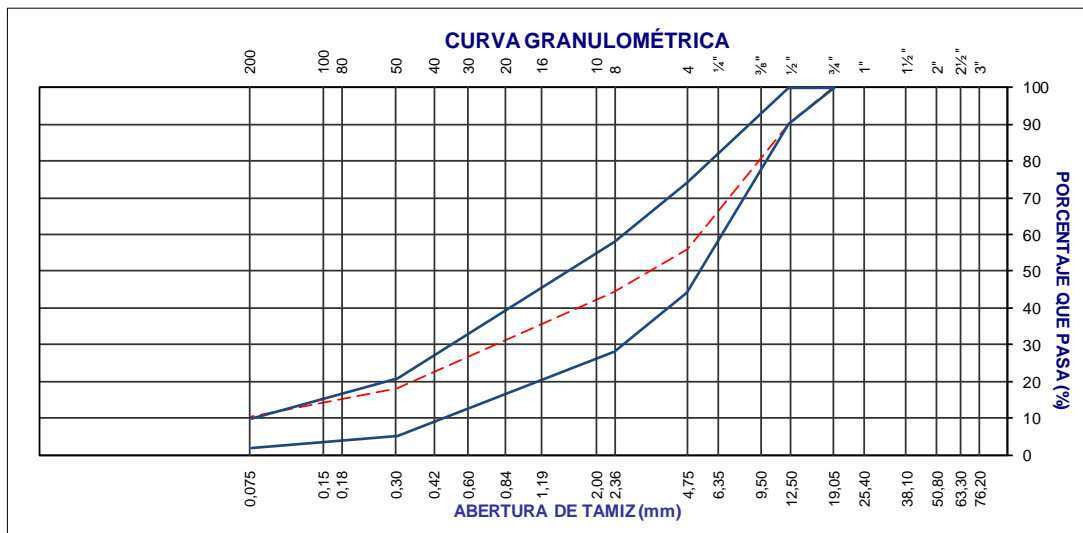

Ing. Giulfo Tafur Hidalgo
 CIP. 75569
 Especialista en Suelos y Pavimentos

LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS

ASUNTO :Informe de Resultados para tesis	TESISTA :Chiclote Rupay, José Andres
MATERIAL : Mezcla de agregados para Mezcla asfáltica	CERTIFICADO : :COMB. TEOR. - 003
CANTERA : Piedra chancada 3/4" pichipampa, arena zarandeada 1/4"pichipampa y arena chancada 1/4" higuera	ING. RESPONSABLE : : Ing.Tafur Hidalgo, Giulfo
UBICACIÓN :Laboratorio Asfalto km.12+900 LI - Carretera Hunuco-La Union	FECHA DE MUESTREO : : 5/08/2023
	FECHA DE ENSAYO : : 5/08/2023



COMPOSICIÓN DE MEZCLA DE MATERIALES PARA ASFALTO

TAMICES	ABERT. en mm	PIEDRA CHANCADA 3/4"	ARENA CHANCADA 1/4"	ARENA ZARANDEAD A NATURAL 1/4"	FILLER (CENIZAS DE CÁSCARA DE PAPA)	ESPECIFICACIONES (ASTM D 3515 D-5)		MEZCLA	OBSERVACIONES
		42.6%	18.7%	32.7%	6.0%	MIN	MAX		
3/4"	19.05	100.0	100.0	100.0	100.0	100	100	100.0	Cumple
1/2"	12.50	77.3	100.0	100.0	100.0	90	100	90.3	Cumple
3/8"	9.50	46.0	100.0	100.0	100.0	-	-	77.0	Cumple
Nº 4	4.75	2.3	95.7	95.1	100.0	44	74	56.0	Cumple
Nº 8	2.36	1.2	74.0	73.4	100.0	28	58	44.3	Cumple
Nº 50	0.30	0.0	29.7	19.8	98.7	5	21	17.9	Cumple
Nº 200	0.075	0.0	15.3	6.6	91.0	2	10	10.5	Cumple



Observaciones:

— (Red line) CURVA GRANULOMETRIA (COMBINACIONES)
— (Blue line) ESPECIFICACIONES (ASTM D3515 - D5)

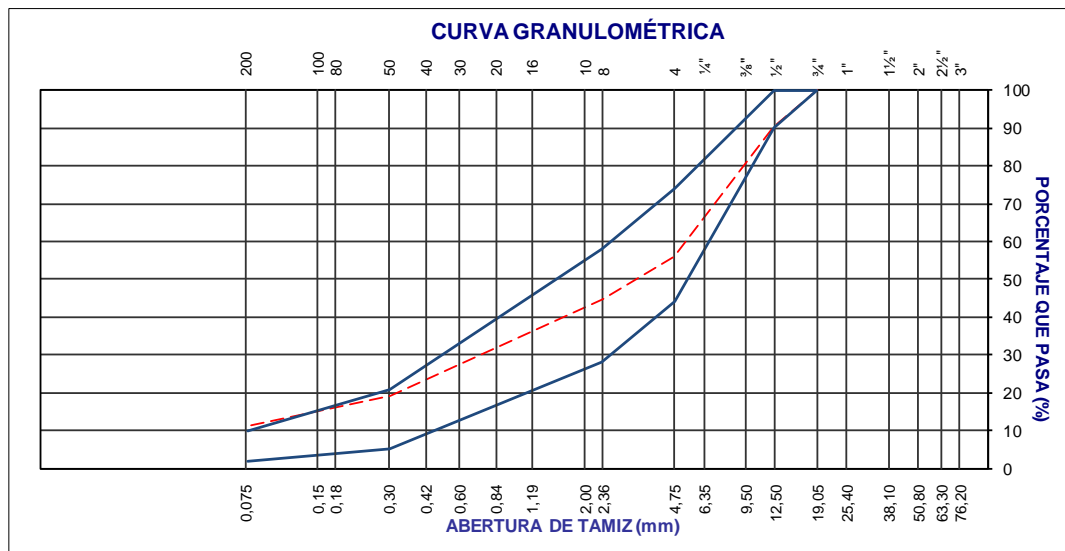

 CHINA RAMÓN DE ROSAS OROZCO DIRECTOR GENERAL DEL INTEC

Ing. Giulfo Tafur Hidalgo
 CIP 75689
 Especialista en Suelos y Pavimentos

LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS


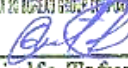
ASUNTO	: Informe de Resultados para tesis	TESISTA	: Chiclote Rupay, José Andres
MATERIAL	: Mezcla de agregados para Mezcla asfáltica	CERTIFICADO	: COMB. TEOR. - 004
CANTERA	: Piedra chancada 3/4" pichipampa, arena zarandeada 1/4" pichipampa y arena chancada 1/4" higueras	ING. RESPONSABLE	: Ing. Tafur Hidalgo, Giulfo
UBICACIÓN	: Laboratorio Asfalto km. 12+900 LI - Carretera Hunuco-La Union	FECHA DE MUESTREO	: 5/08/2023
		FECHA DE ENSAYO	: 5/08/2023

COMPOSICIÓN DE MEZCLA DE MATERIALES PARA ASFALTO

TAMICES	ABERT. en mm	PIEDRA CHANCADA 3/4"	ARENA CHANCADA 1/4"	ARENA ZARANDEADA NATURAL 1/4"	FILLER (CENIZAS DE CÁSCARA DE PAPA)	ESPECIFICACIONES (ASTM D 3515 D-5)		MEZCLA	OBSERVACIONES
		42.6%	16.7%	32.7%	8.0%	MIN	MAX		
3/4"	19.05	100.0	100.0	100.0	100.0	100	100	100.0	Cumple
1/2"	12.50	77.3	100.0	100.0	100.0	90	100	90.3	Cumple
3/8"	9.50	46.0	100.0	100.0	100.0	-	-	77.0	Cumple
Nº 4	4.75	2.3	95.7	95.1	100.0	44	74	56.0	Cumple
Nº 8	2.36	1.2	74.0	73.4	100.0	28	58	44.9	Cumple
Nº 50	0.30	0.0	29.7	19.8	98.7	5	21	19.3	Cumple
Nº 200	0.075	0.0	15.3	6.6	81.0	2	10	11.2	No Cumple


Observaciones:

CURVA GRANULOMETRIA (COMBINACIONES)
ESPECIFICACIONES (ASTM D3515 - D5)


 INSTITUTO NACIONAL DE EDUCACIÓN TÉCNICA E INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA DEL PERÚ

Ing. Giulfo Tafur Hidalgo
 CIP 75569
 Especialista en Suelos y Pavimentos

LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

MTC E 204

ASUNTO : Informe de Resultados para tesis

TESISTA : Chiclote Rupay, José Andres

MATERIAL : Mezcla Asfáltica - ASTM D3515 (D-5)
CANTERA : Piedra chancada 3/4" pichipampa, Arena zarandeada 1/4" pichipampa y Arena chancada 1/4" pichipampa

CERTIFICADO: COM FIS. - 001

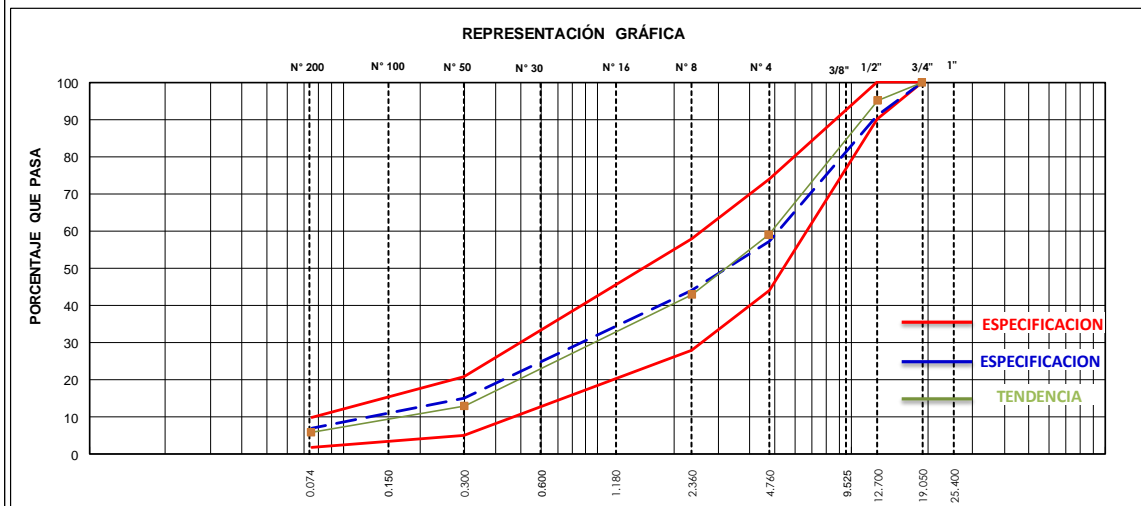
ING RESPONSABLE: Ing. Tafur Hidalgo, Giulfo

FECHA DE MUESTREO: 07/08/2023


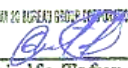
UBICACIÓN : Laboratorio de Asfalto

FECHA DE ENSAYO: 07/08/2023

TAMIZ ASTM	Abertura (mm)	PESO (g)	PORCENTAJE			HUSO N.CMT. 4.02.003/21		CUMPLIMIENTO	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	
			Retenido	Acumulado	Que pasa					
1 1/2"	38.10								Tamaño Máximo : 3/4" Pulg.	
1"	25.40								Peso Arena: 6500.0 g	
3/4"	19.05				100.0	100 100	CUMPLE		Peso Inicial: 11309.0 g	
1/2"	12.70	1004.0	8.9	8.9	91.1	90 100	CUMPLE		Peso Fracción: 691.1 g	
3/8"	9.50	1454.0	12.9	21.8	78.2			DOSIFICACION (MEZCLA ARIDOS)	DOSIFICACION (ARIDOS/PEN)	
N°4	4.75	2351.0	20.8	42.6	57.4	44 74	CUMPLE	Piedra chancada 3/4"	42.6% Piedra chancada 3/4"	
N°8	2.36	160.3	13.3	55.9	44.1	28 58	CUMPLE	Arena chancada 1/4"	23.2% Arena chancada 1/4"	
N° 16	1.19	101.0	8.4	64.3	35.7			Arena Zarandeada 1/4"	32.2% Arena Zarandeada 1/4"	
N° 30	0.59	148.0	12.3	76.6	23.4			Filler cenizas de cáscara	2.0% Filler cenizas de cáscara	
N° 50	0.30	99.0	8.2	84.8	15.2	5 21	CUMPLE	TOTAL	100.0% PEN	
N° 100	0.15	60.0	5.0	89.8	10.2				TOTAL	
N° 200	0.075	39.0	3.2	93.0	7.0	2 10	CUMPLE		100.0%	
< 200	-	83.8	7.0	100.0	0.0					



OBSERVACIONES:

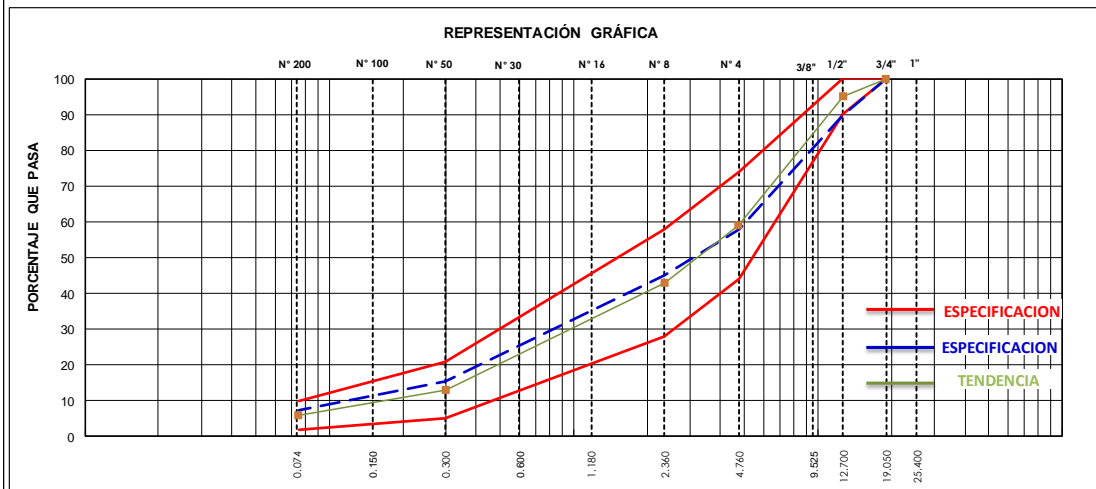

 CENTRO NACIONAL DE INVESTIGACIONES Y DESARROLLO TECNOLÓGICO Y EDUCACIONAL DEL PISO

Ing. Giulfo Tafur Hidalgo
 CIP 75569
 Especialista en Suelos y Pavimentos

LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS



MTC E 204

ASUNTO	: Informe de Resultados para tesis	TESISTA	: Chiclote Rupay, José Andres
MATERIAL	: Mezcla Asfáltica - N.CMT.4.02.003/21	CERTIFICADO:	COMFIS - 002
CANTERA	: Piedra chancada 3/4" pichipampa, Arena zarandeada 1/4" pichipampa y Arena chancada 1/4" pichipampa	ING RESPONSABLE:	: Ing. Tafur Hidalgo, Giulfo
UBICACIÓN	: Laboratorio de Asfalto	FECHA DE MUESTREO	07/08/2023
		FECHA DE ENSAYO:	07/08/2023

TAMIZ ASTM	Abertura (mm)	PESO (g)	PORCENTAJE			HUSO N.CMT. 4.02.003/21	CUMPLIMIENTO	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA				
			Retenido	Acumulado	Que pasa							
1 1/2"	38.10							Tamaño Máximo:	3/4" Pulg.			
1"	25.40							Peso Arena:	6733.0 g			
3/4"	19.05				100.0	100	100	CUMPLE	Peso Inicial:	11623.0 g		
1/2"	12.70	1202.0	10.3	10.3	89.7	90	100	CUMPLE	Peso Fracción:	701.0 g		
3/8"	9.50	1399.0	12.0	22.3	77.7				DOSIFICACIÓN (MEZCLA ARIDOS)	DOSIFICACIÓN (ARIDOS/PEN)		
N°4	4.75	2289.0	19.7	42.0	58.0	44	74	CUMPLE	Piedra chancada 3/4"	42.6%	Piedra chancada 3/4"	40.1%
N°8	2.36	154.4	12.8	54.8	45.2	28	58	CUMPLE	Arena chancada 1/4"	31.7%	Arena chancada 1/4"	29.9%
N° 16	1.19	110.0	9.1	63.9	36.1				Arena Zarandeada 1/4"	21.7%	Arena Zarandeada 1/4"	20.4%
N° 30	0.59	152.0	12.6	76.5	23.5				Filler cenizas de cáscara	4.0%	Filler cenizas de cáscara	3.8%
N° 50	0.30	98.0	8.1	84.6	15.4	5	21	CUMPLE	TOTAL	100.0%	PEN	5.8%
N° 100	0.15	58.3	4.8	89.4	10.6						TOTAL	100.0%
N° 200	0.075	39.9	3.3	92.7	7.3	2	10	CUMPLE				
< 200	-	88.4	7.3	100.0	0.0							



OBSERVACIONES:

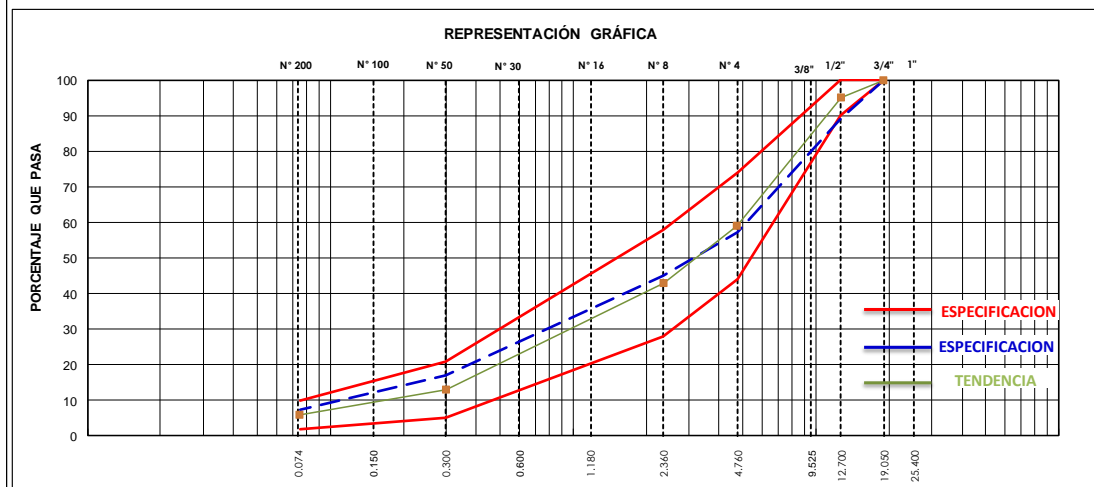

 OFICINA GENERAL DE ASESORIA TÉCNICA DEL PCEP

Ing. Giulfo Tafur Hidalgo
 CIP 75568
 Especialista en Suelos y Pavimentos

LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS



MTC E 204

ASUNTO	: Informe de Resultados para tesis	TESISTA	: Chiclote Rupay, José Andres
MATERIAL	: Mezcla Asfáltica - N.CMT.4.02.003/21	CERTIFICADO:	COM FIS. - 003
CANTERA	: Piedra chancada 3/4" pichipampa, Arena zarandeada 1/4" pichipampa y Arena chancada 1/4" pichipampa	ING RESPONSABLE:	: Ing. Tafur Hidalgo, Giulfo
UBICACIÓN	: Laboratorio de Asfalto	FECHA DE MUESTREO	: 07/08/2023
		FECHA DE ENSAYO:	: 07/08/2023

TAMIZ ASTM	Abertura (mm)	PESO (g)	PORCENTAJE			HUSO N.CMT. 4.02.003/21	CUMPLIMIENTO	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA			
			Retenido	Acumulado	Que pasa						
1 1/2"	38.10							Tamaño Máximo :	3/4" Pulg.		
1"	25.40							Peso Arena:	6660.0 g		
3/4"	19.05				100.0	100 100	CUMPLE	Peso Inicial:	11622.0 g		
1/2"	12.70	1255.0	10.8	10.8	89.2	90 100	CUMPLE	Peso Fracción:	751.0 g		
3/8"	9.50	1406.0	12.1	22.9	77.1			DOSIFICACIÓN (MEZCLA ARIDOS)	DOSIFICACIÓN (ARIDOS/PEN)		
N°4	4.75	2301.0	19.8	42.7	57.3	44 74	CUMPLE	Piedra chancada 3/4"	42.6%	Piedra chancada 3/4"	40.1%
N°8	2.36	159.0	12.1	54.8	45.2	28 58	CUMPLE	Arena chancada 1/4"	18.7%	Arena chancada 1/4"	17.6%
N° 16	1.19	100.5	7.7	62.5	37.5			Arena Zarandeada 1/4"	32.7%	Arena Zarandeada 1/4"	30.8%
N° 30	0.59	147.7	11.3	73.8	26.2			Filler cal hidratada	6.0%	Filler cal hidratada	5.7%
N° 50	0.30	122.2	9.3	83.1	16.9	5 21	CUMPLE	TOTAL	100.0%	PEN	5.8%
N° 100	0.15	70.4	5.4	88.5	11.5					TOTAL	100.0%
N° 200	0.075	53.0	4.0	92.5	7.5	2 10	CUMPLE				
< 200	-	98.2	7.5	100.0	0.0						



OBSERVACIONES:

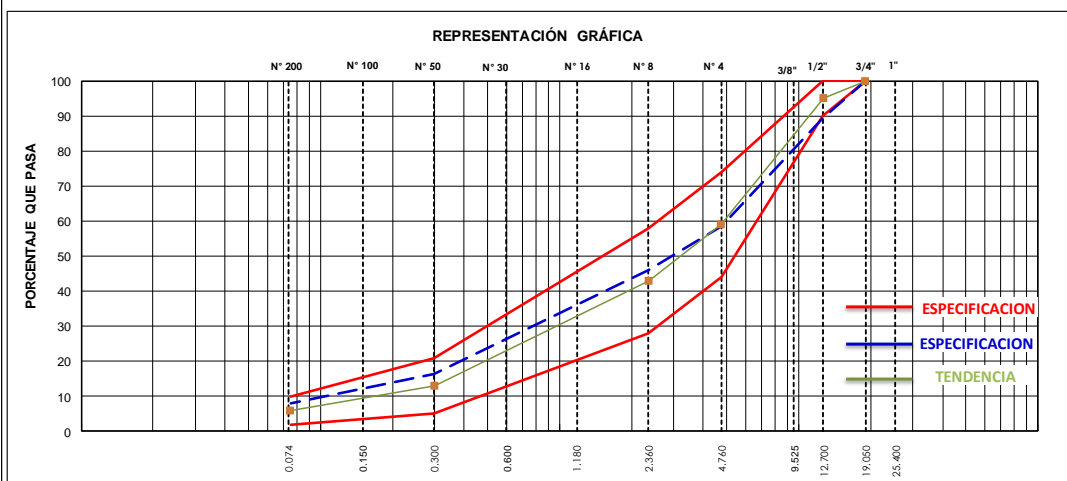

 Oficina Regional de Gestión de la Información del Perú

Ing. Giulfo Tafur Hidalgo
 CIP 75669
 Especialista en Suelos y Pavimentos

LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS



MTC E 204

ASUNTO	: Informe de Resultados para tesis	TESISTA	: Chiclote Rupay, José Andres
MATERIAL	: Mezcla Asfáltica - N.CMT.4.02.003/21	CERTIFICADO:	COM FIS. - 004
CANTERA	: Piedra chancada 3/4" pichipampa, Arena zarandeada 1/4" pichipampa y Arena chancada 1/4" pichipampa	ING RESPONSABLE:	: Ing. Tafur Hidalgo, Giulfo
UBICACIÓN	: Laboratorio de Asfalto	FECHA DE MUESTREO	07/08/2023
		FECHA DE ENSAYO:	07/08/2023

TAMIZ ASTM	Abertura (mm)	PESO (g)	PORCENTAJE			HUSO ASTM D3515 (D5) 4.02.003/21		CUMPLIMIENTO	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA			
			Retenido	Acumulado	Que pasa							
1 1/2"	38.10								Tamaño Máximo : 3/4" Pulg.			
1"	25.40								Peso Arena: 7118.0 g			
3/4"	19.05				100.0	100	100	CUMPLE	Peso Inicial: 12133.0 g			
1/2"	12.70	1290.0	10.6	10.6	89.4	90	100	CUMPLE	Peso Fracción: 774.0 g			
3/8"	9.50	1517.0	12.5	23.1	76.9				DOSIFICACIÓN (MEZCLA ARIDOS) DOSIFICACIÓN (ARIDOS/PEN)			
Nº 4	4.75	2208.0	18.2	41.3	58.7	44	74	CUMPLE	Piedra chancada 3/4"	42.6%	Piedra chancada 3/4"	40.1%
Nº 8	2.36	166.0	12.6	53.9	46.1	28	58	CUMPLE	Arena chancada 1/4"	16.7%	Arena chancada 1/4"	15.7%
Nº 16	1.19	99.9	7.6	61.5	38.5				Arena Zarandeada 1/4"	32.7%	Arena Zarandeada 1/4"	30.8%
Nº 30	0.59	150.8	11.4	72.9	27.1				Filler cal hidratada	8.0%	Filler cal hidratada	7.5%
Nº 50	0.30	141.4	10.7	83.6	16.4	5	21	CUMPLE	TOTAL	100.0%	PEN	5.8%
Nº 100	0.15	59.6	4.5	88.1	11.9						TOTAL	100.0%
Nº 200	0.075	50.1	3.8	91.9	8.1	2	10	CUMPLE				
< 200	-	106.2	8.1	100.0	0.0							



OBSERVACIONES:


 CHINA RAULNIAN 20 INGENIERO GEOTÉCNICO Y PAVIMENTACIÓN DEL PCSD

Ing. Giulfo Tafur Hidalgo
 CIR 75669
 Especialista en Suelos y Pavimentos

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS
ENSAYO MARSHALL MTC E 504 / ASTM D 6926

ASUNTO : Informe de Resultados para tesis
MATERIAL : Mezcla Asfáltica ASTM D 3515 (D5)
CANTERA : Piedra chancada 3/4" pichipampa, Arena zarandeada 1/4" pichipampa y Arena chancada 1/4" higueras
UBICACIÓN : Laboratorio Asfalto km.12+900 LI - Carretera Hunuco-La Union

TESISTA : Chicote Rupay, José Andres
CERTIFICADO : MARSH-ASF-006
ING RESPONSABLE : Ing. Tafur Hidalgo, Guilfo
FECHA DE MUESTREO : 21/08/23
FECHA DE ENSAYO : 21/08/23

DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA 5.80 % CA

MATERIAL	% Mezcla		POR CIENTO QUE PASA EL TAMIZ										
	Mezcla	Diseño	1/2"	3/8"	#4	#8	-	#50	-	-	-	#200	
A GRAVA TRITURADA	42.6	42.6											
B ARENA	55.4	55.4											
C FILLER	2.0	2.0											

MEZCLA	-	100.0	85.0	-	54.7	39.8	-	12.0	-	-	-	5.8
LIMITES DE ESPECIFIC.	100.0	90-100	-	44-74	28-58	-	5-21	-	-	-	-	2-10

1 Numero de Probeta	N	1	2	3	Promedio	Especif.
2 C.A. en Peso de la Mezcla	%	5.80	5.80	5.80		
3 % de Grava Triturada en Peso de la Mezcla	%	40.13	40.13	40.13		
4 % de Arena Combinada en Peso de la Mezcla	%	52.19	52.19	52.19		
5 % de Filler en Peso de Mezcla	%	1.88	1.88	1.88		
6 Peso Especifico Aparente de Cemento Asfaltico	g/cm ³	1.018	1.018	1.018		
7 Peso Especifico Bulk de la Grava Triturada	g/cm ³	2.679	2.679	2.679		
8 Peso Especifico Aparente de la Grava Triturada	g/cm ³	2.758	2.758	2.758	2.719	
9 Peso Especifico Bulk de la Arena Combinada	g/cm ³	2.650	2.650	2.650		
10 Peso Especifico Aparente de la Arena Combinada	g/cm ³	2.732	2.732	2.732	2.691	
11 Peso Especifico Aparente del Filler	g/cm ³	2.211	2.211	2.211		
12 Altura Promedio de la Probeta	cm	6.20	6.20	6.20		
13 Peso de la Probeta en el Aire	g	1202.0	1203.0	1211.8		
14 Peso de la Probeta Saturada	g	1204.5	1204.1	1213.2		
15 Peso de la Probeta en el Agua	g	699.8	699.7	704.3		
16 Volumen de la Probeta	cm ³	504.7	504.4	508.9		
17 Peso Especifico Bulk de la Probeta	g/cm ³	2.382	2.385	2.381	2.383	
18 Peso Especifico Maximo (RICE)	g/cm ³	2.463	2.463	2.463		
19 Maxima Densidad Teorica	g/cm ³	2.487	2.487	2.487		
20 % de Vacios	%	3.3	3.2	3.3	3.3	3 - 5
21 Peso Especifico Bulk del Agregado Total	g/cm ³	2.652	2.652	2.652		
22 Peso Especifico Aparente del Agregado Total	g/cm ³	2.730	2.730	2.730		
23 Peso Especifico Efectivo del Agregado Total	g/cm ³	2.699	2.699	2.699		
24 C.A. Absorvido por el Peso del Agregado Seco	%	0.67	0.67	0.67		
25 % del Vol. del Agregado / Volumen Bruto de la Probeta	%	84.61	84.73	84.59		
27 % Vacios del Agregado Mineral	%	15.39	15.27	15.41	15.4	14 Min.
28 C.A. Efectivo/Peso de la Mezcla	%	5.17	5.17	5.17		
30 Estabilidad sin Corregir	kg	1239	1208	1263		
31 Factor de Estabilidad		1.04	1.04	1.00		
32 Estabilidad Corregida	kg	1289	1256	1263	1269	815 Min.
33 Lectura del Fleximetro (0.01")	in	14	13	13		
34 Fluencia mm	mm	3.60	3.30	3.30	3.4	2 - 4
35 Relacion Estabilidad / Fluencia	kg/cm	3579	3807	3827	3738	1700 - 4000

OBSERVACIONES :

A la fecha se tienen tramados efectuados en el Perú que tienen el rango 2% a 4% (es deseable que tienda al menor 2%) con resultados satisfactorios en climas fríos por encima de 3.000 m.s.n.m. que se recomienda en estos casos.

FUENTE EG 2013

Piedra Chancada 3/4" pichipampa	42.6%
Arena Zarandeada 1/4" pichipampa	32.2%
Arena Chancada 1/4" higueras	23.2%
Ceniza de cáscara de papa	2.0%
Aditivo mejorador de adherencia Quimibond Advance	0.4%
Cemento asfaltico	PEN 85 - 100



INSTITUTO NACIONAL DE NORMAS TÉCNICAS Y ESTÁNDARES


Ing. Guilfo Tafur Hidalgo
 CIP 75669
 Especialista en Suelos y Pavimentos

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS
ENSAYO MARSHALL MTC E 504 / ASTM D 6926

ASUNTO	: Informe de Resultados para tesis	TESISTA:	Chiclote Rupay, José Andres
MATERIAL	: Mezcla Asfáltica ASTM D 3515 (D5)	CERTIFICADO:	MARSH-ASF-008
CANTERA	: Piedra chancada 3/4" pichipampa, Arena zarandeada 1/4" pichipampa y Arena chancada 1/4" higueras	ING RESPONSABLE:	Ing. Tafur Hidalgo, Giulfo
UBICACIÓN	: Laboratorio Asfalto km.12+900 LI - Carretera Hunuco-La Union	FECHA DE MUESTREO:	21/08/2023
		FECHA DE ENSAYO:	21/08/2023

DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA 5.80 % CA

MATERIAL	%	%	POR CIENTO QUE PASA EL TAMIZ												
			Mezcla	Diseño	1/2"	3/8"	#4	#8	-	#50	-	-	-	#200	
A GRAVA TRITURADA	41.6	41.6													
B ARENA	54.4	54.4													
C FILLER	4.0	4.0													
MEZCLA	-	100.0	85.0	-	54.7	39.8	-	12.0	-	-	-	-	-	-	5.8
LIMITES DE ESPECIFIC.		100.0	90-100	-	44-74	28-58	-	5-21	-	-	-	-	-	-	2-10

1	Numero de Probeta	N	1	2	3	Promedio	Especif.
2	C.A. en Peso de la Mezcla	%	5.80	5.80	5.80		
3	% de Grava Triturada en Peso de la Mezcla	%	39.19	39.19	39.19		
4	% de Arena Combinada en Peso de la Mezcla	%	51.24	51.24	51.24		
5	% de Filler en Peso de Mezcla	%	3.77	3.77	3.77		
6	Peso Especifico Aparente de Cemento Asfáltico	g/cm ³	1.018	1.018	1.018		
7	Peso Especifico Bulk de la Grava Triturada	g/cm ³	2.679	2.679	2.679		
8	Peso Especifico Aparente de la Grava Triturada	g/cm ³	2.758	2.758	2.758	2.719	
9	Peso Especifico Bulk de la Arena Combinada	g/cm ³	2.650	2.65	2.65		
10	Peso Especifico Aparente de la Arena Combinada	g/cm ³	2.732	2.732	2.732	2.691	
11	Peso Especifico Aparente del Filler	g/cm ³	2.211	2.211	2.211		
12	Altura Promedio de la Probeta	cm	6.20	6.20	6.20		
13	Peso de la Probeta en el Aire	g	1207.4	1204.4	1206.2		
14	Peso de la Probeta Saturada	g	1208.6	1205.5	1208.1		
15	Peso de la Probeta en el Agua	g	693.6	693.1	690.4		
16	Volumen de la Probeta	cm ³	515.0	512.4	517.7		
17	Peso Especifico Bulk de la Probeta	g/cm ³	2.344	2.351	2.330	2.342	
18	Peso Especifico Maximo (RICE)	g/cm ³	2.443	2.443	2.443		
19	Maxima Densidad Teorica	g/cm ³	2.477	2.477	2.477		
20	% de Vacios	%	4.0	3.8	4.6	4.1	3 - 5
21	Peso Especifico Bulk del Agregado Total	g/cm ³	2.641	2.641	2.641		
22	Peso Especifico Aparente del Agregado Total	g/cm ³	2.717	2.717	2.717		
23	Peso Especifico Efectivo del Agregado Total	g/cm ³	2.673	2.673	2.673		
24	C.A. Absorbido por el Peso del Agregado Seco	%	0.47	0.47	0.47		
25	% del Vol. del Agregado / Volumen Bruto de la Probeta	%	83.63	83.84	83.11		
27	% Vacios del Agregado Mineral	%	16.37	16.16	16.89	16.5	14 Min.
28	C.A. Efectivo/Peso de la Mezcla	%	5.36	5.36	5.36		
30	Estabilidad sin Corregir	kg	1356	1228	1233		
31	Factor de Estabilidad		1.00	1.00	1.00		
32	Estabilidad Corregida	kg	1356	1228	1233	1272	815 Min.
33	Lectura del Fleximetro (0.01")	in	13	13	13		
34	Fluencia mm	mm	3.30	3.30	3.30	3.3	2 - 4
35	Relacion Estabilidad / Fluencia	kg/cm	4109	3721	3736	3856	1700 - 4000

OBSERVACIONES :

A la fecha se tienen tramados efectuados en el Perú que tienen el rango 2% a 4% (es deseable que tienda al menor 2%) con resultados satisfactorios en climas fríos por encima de 3.000 m.s.n.m. que se recomienda en estos casos.

FUENTE EG 2013

Piedra Chancada 3/4" pichipampa	42.6%
Arena Zarandeada 1/4" pichipampa	31.7%
Arena Chancada 1/4" higueras	21.7%
Ceniza de cáscara de papa	4.0%
Aditivo mejorador de adherencia Quimibond Advance	0.4%
Cemento asfáltico	PEN 85 - 100



CHINA RAILWAY GROUP CORPORATION SUCURSAL DEL PERÚ

Ing. Giulfo Tafur Hidalgo
 CIP. 75669
 Especialista en Suelos y Pavimentos

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS
ENSAYO MARSHALL MTC E 504 / ASTM D 6926

ASUNTO:	Informe de Resultados para tesis	TESISTA:	Chicote Rupay, José Andres
MATERIAL:	Mezcla Asfáltica ASTM D 3515 (D5)	CERTIFICADO:	MARSH-ASF-009
CANTERA:	Piedra chancada 3/4" pichipampa, Arena zarandeada 1/4" pichipampa y Arena chancada 1/4" higueras	ING RESPONSABLE:	Ing. Tafur Hidalgo, Giulfo
UBICACIÓN:	Laboratorio Asfalto km.12+900 LI - Carretera Hunuco-La Union	FECHA DE MUESTREO:	21/08/2023
		FECHA DE ENSAYO:	21/08/2023

DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA 5.80 % CA

MATERIAL	% Mezcla		% Diseño									
	Mezcla	Diseño	1/2"	3/8"	#4	#8	-	#50	-	-	-	#200
A GRAVA TRITURADA	42.6	42.6										
B ARENA	51.4	51.4										
C FILLER	6.0	6.0										
POR CIENTO QUE PASA EL TAMIZ												
MEZCLA	-	100.0	85.0	-	54.7	39.8	-	12.0	-	-	-	5.8
LIMITES DE ESPECIFIC.		100.0	90-100	-	44-74	28-58	-	5-21	-	-	-	2-10

1	Numero de Probeta	N	1	2	3	Promedio	Especif.
2	C.A. en Peso de la Mezcla	%	5.80	5.80	5.80		
3	% de Grava Triturada en Peso de la Mezcla	%	40.13	40.13	40.13		
4	% de Arena Combinada en Peso de la Mezcla	%	48.42	48.42	48.42		
5	% de Filler en Peso de Mezcla	%	5.65	5.65	5.65		
6	Peso Especifico Aparente de Cemento Asfáltico	g/cm ³	1.018	1.018	1.018		
7	Peso Especifico Bulk de la Grava Triturada	g/cm ³	2.679	2.679	2.679		
8	Peso Especifico Aparente de la Grava Triturada	g/cm ³	2.758	2.758	2.758	2.719	
9	Peso Especifico Bulk de la Arena Combinada	g/cm ³	2.650	2.65	2.65		
10	Peso Especifico Aparente de la Arena Combinada	g/cm ³	2.732	2.732	2.732	2.691	
11	Peso Especifico Aparente del Filler	g/cm ³	2.211	2.211	2.211		
12	Altura Promedio de la Probeta	cm	6.20	6.20	6.20		
13	Peso de la Probeta en el Aire	g	1206.3	1208.8	1206.1		
14	Peso de la Probeta Saturada	g	1208.3	1210.2	1208.1		
15	Peso de la Probeta en el Agua	g	680.2	678.8	675.9		
16	Volumen de la Probeta	cm ³	528.1	531.4	532.2		
17	Peso Especifico Bulk de la Probeta	g/cm ³	2.284	2.275	2.266	2.275	
18	Peso Especifico Maximo (RICE)	g/cm ³	2.389	2.389	2.389		
19	Maxima Densidad Teorica	g/cm ³	2.468	2.468	2.468		
20	% de Vacios	%	4.4	4.8	5.1	4.8	3 - 5
21	Peso Especifico Bulk del Agregado Total	g/cm ³	2.631	2.631	2.631		
22	Peso Especifico Aparente del Agregado Total	g/cm ³	2.705	2.705	2.705		
23	Peso Especifico Efectivo del Agregado Total	g/cm ³	2.604	2.604	2.604		
24	C.A. Absorbido por el Peso del Agregado Seco	%	-0.39	-0.39	-0.39		
25	% del Vol. del Agregado / Volumen Bruto de la Probeta	%	81.79	81.45	81.15		
27	% Vacios del Agregado Mineral	%	18.21	18.55	18.85	18.5	14 Min.
28	C.A. Efectivo/Peso de la Mezcla	%	6.17	6.17	6.17		
30	Estabilidad sin Corregir	kg	1356	1228	1237		
31	Factor de Estabilidad		0.96	0.96	0.96		
32	Estabilidad Corregida	kg	1302	1179	1188	1223	815 Min.
33	Lectura del Fleximetro (0.01")	in	13	12	13		
34	Fluencia mm	mm	3.30	3.00	3.30	3.2	2 - 4
35	Relacion Estabilidad / Fluencia	kg/cm	3945	3930	3599	3824	1700 - 4000

OBSERVACIONES :

A la fecha se tienen tramos efectuados en el Perú que tienen el rango 2% a 4% (es deseable que tienda al menor 2%) con resultados satisfactorios en climas fríos por encima de 3.000 m.s.n.m. que se recomienda en estos casos.

FUENTE EG 2013

Piedra Chancada 3/4" pichipampa	42.6%
Arena Zarandeada 1/4" pichipampa	32.7%
Arena Chancada 1/4" higueras	18.7%
Ceniza de cáscara de papa	6.0%
Aditivo mejorador de adherencia Quimibond Advance	0.4%
Cemento asfáltico	PEN 85 - 100



CHINA RAJAMBA DE INGENIERIA CIVIL Y CONSTRUCCION SUCURSAL DEL PERU

Ing. Giulfo Tafur Hidalgo
 CIP 75869
 Especialista en Suelos y Pavimentos

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS
ENSAYO MARSHALL MTC E 504 / ASTM D 6926

ASUNTO:	Informe de Resultados para tesis	TESISTA:	Chiclote Rupay, José Andres
MATERIAL:	Mezcla Asfáltica ASTM D 3515 (D5)	CERTIFICADO:	MARSH-ASF-010
CANTERA:	Piedra chancada 3/4" pichipampa, Arena zarandeada 1/4" pichipampa y Arena chancada 1/4" higueras	ING RESPONSABLE:	Ing. Tafur Hidalgo, Giulfo
UBICACIÓN:	Laboratorio Asfalto km.12+900 LI - Carretera Hunuco-La Union	FECHA DE MUESTREO:	21/08/2023
		FECHA DE ENSAYO:	21/08/2023

DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA 5.80 % CA

MATERIAL		%		POR CIENTO QUE PASA EL TAMIZ											
		Mezcla	Diseño	1/2"	3/8"	#4	#8	-	#50	-	-	-	#200		
A	GRAVA TRITURADA	42.6	42.6												
B	ARENA	49.4	49.4												
C	FILLER	8.0	8.0												
MEZCLA		-	100.0	85.0	-	54.7	39.8	-	12.0	-	-	-	-	-	5.8
LIMITES DE ESPECIFIC.			100.0	90-100	-	44-74	28-58	-	5-21	-	-	-	-	-	2-10

1	Numero de Probeta	N	1	2	3	Promedio	Especif.
2	C.A. en Peso de la Mezcla	%	5.80	5.80	5.80		
3	% de Grava Triturada en Peso de la Mezcla	%	40.13	40.13	40.13		
4	% de Arena Combinada en Peso de la Mezcla	%	46.53	46.53	46.53		
5	% de Filler en Peso de Mezcla	%	7.54	7.54	7.54		
6	Peso Especifico Aparente de Cemento Asfáltico	g/cm ³	1.018	1.018	1.018		
7	Peso Especifico Bulk de la Grava Triturada	g/cm ³	2.679	2.679	2.679		
8	Peso Especifico Aparente de la Grava Triturada	g/cm ³	2.758	2.758	2.758	2.719	
9	Peso Especifico Bulk de la Arena Combinada	g/cm ³	2.650	2.65	2.65		
10	Peso Especifico Aparente de la Arena Combinada	g/cm ³	2.732	2.732	2.732	2.691	
11	Peso Especifico Aparente del Filler	g/cm ³	2.211	2.211	2.211		
12	Altura Promedio de la Probeta	cm	6.20	6.20	6.20		
13	Peso de la Probeta en el Aire	g	1196.9	1206.6	1201.2		
14	Peso de la Probeta Saturada	g	1199.3	1208.7	1203.1		
15	Peso de la Probeta en el Agua	g	667.8	677.2	668.3		
16	Volumen de la Probeta	cm ³	531.5	531.5	534.8		
17	Peso Especifico Bulk de la Probeta	g/cm ³	2.252	2.270	2.246	2.256	
18	Peso Especifico Maximo (RICE)	g/cm ³	2.392	2.392	2.392		
19	Maxima Densidad Teorica	g/cm ³	2.458	2.458	2.458		
20	% de Vacios	%	5.9	5.1	6.1	5.7	3 - 5
21	Peso Especifico Bulk del Agregado Total	g/cm ³	2.620	2.620	2.620		
22	Peso Especifico Aparente del Agregado Total	g/cm ³	2.692	2.692	2.692		
23	Peso Especifico Efectivo del Agregado Total	g/cm ³	2.609	2.609	2.609		
24	C.A. Absorbido por el Peso del Agregado Seco	%	-0.17	-0.17	-0.17		
25	% del Vol. del Agregado / Volumen Bruto de la Probeta	%	80.95	81.61	80.74		
27	% Vacios del Agregado Mineral	%	19.05	18.39	19.26	18.9	14 Min.
28	C.A. Efectivo/Peso de la Mezcla	%	5.96	5.96	5.96		
30	Estabilidad sin Corregir	kg	1356	1228	1233		
31	Factor de Estabilidad		0.96	0.96	0.96		
32	Estabilidad Corregida	kg	1302	1179	1184	1221	815 Min.
33	Lectura del Fleximetro (0.01")	in	13	12	13		
34	Fluencia mm	mm	3.30	3.00	3.30	3.2	2 - 4
35	Relacion Estabilidad / Fluencia	kg/cm	3945	3930	3587	3820	1700 - 4000

OBSERVACIONES :

A la fecha se tienen tramados efectuados en el Perú que tienen el rango 2% a 4% (es deseable que tienda al menor 2%) con resultados satisfactorios en climas fríos por encima de 3.000 m.s.n.m. que se recomienda en estos casos.

FUENTE EG 2013

Piedra Chancada 3/4" pichipampa	42.6%
Arena Zarandeada 1/4" pichipampa	32.7%
Arena Chancada 1/4" higueras	16.7%
Ceniza de cáscara de papa	8.0%
Aditivo mejorador de adherencia Quimibond Advance	0.4%
Cemento asfáltico	PEN 85 - 100



INSTITUTO NACIONAL DE NORMAS TÉCNICAS Y ESTÁNDARES DEL PERÚ


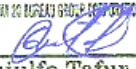
Ing. Giulfo Tafur Hidalgo
 CIP 75669
 Especialista en Suelos y Pavimentos

LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS
DENSIDAD MAXIMA TEORICA MTC E 508

ASUNTO	: Informe de Resultados para tesis	TESISTA:	: Chiclote Rupay, José Andres
MATERIAL	: Mezcla Asfáltica ASTM D 3515 (D5)	CERTIFICADO	: RICE-ASF-006
CANTERA	: Piedra chancada 3/4" pichipampa, Arena zarandeada 1/4" pichipampa y Arena chancada 1/4" higueras	ING RESPONSABLE	: Ing. Tafur Hidalgo, Giulfo
UBICACIÓN	: Laboratorio Asfalto km.12+900 LI - Carretera Hunuco-La Union	FECHA DE MUESTREO	: 21/08/2023
		FECHA DE ENSAYO	: 21/08/2023

DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA 5.80 % CA

VERIFICACIÓN DEL PICNOMETRO DE VACIOS	Nº	PESO Nº 01	PESO Nº 02	PESO Nº 03
PESO DEL PICNÓMETRO + TAPA DE VIDRIO	1	-	-	-
PESO DEL PICNÓMETRO + AGUA (25°C) ± 1°C + TAPA DE VIDRIO	2	8122.0	8122.0	8122.0
PROMEDIO PESO DEL PICNÓMETRO + AGUA (25°C) ± 1°C + TAPA DE VIDRIO	3	8122.0		
ENSAYO	Nº	1	2	3
PESO DE LA MUESTRA	g	1500.0		
PESO DEL PICNÓMETRO + AGUA + TAPA DE VIDRIO (25°C) ± 1°C	g	8122.0		
PESO DEL PICNÓMETRO + MUESTRA + AGUA + TAPA DE VIDRIO (25°C) ± 1°C	g	9013.0		
VOLUMEN DE LA MEZCLA ASFÁLTICA (25°C)	cm ³	609.0		
PESO ESPECÍFICO MÁXIMO	g/cm ³	2.463		
PESO ESPECÍFICO MÁXIMO CORREGIDO	g/cm ³	NA		
GRAVEDAD ESPECÍFICA DEL AGUA A 25° C		0.9970		
TIEMPO DE ENSAYO	min	15.0		
PICNÓMETRO + MUESTRA SUMERGIDA EN BAÑO MARÍA (25°C) ±1°C	min	10.0		
PRESIÓN DE SUCCIÓN o VACÍO	pulg Hg	21.0		



OBSERVACIONES:

 COLEGIO PROFESIONAL DE INGENIEROS CIVILES DEL PERÚ

Ing. Giulfo Tafur Hidalgo
 CIP 75669
 Especialista en Suelos y Pavimentos

LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS
DENSIDAD MAXIMA TEORICA MTC E 508

ASUNTO	: Informe de Resultados para tesis	TESISTA	: Chiclote Rupay, José Andres
MATERIAL	: Mezcla Asfáltica ASTM D 3515 (D5)	CERTIFICADO	: RICE-ASF-008
CANTERA	: Piedra chancada 3/4" pichipampa, Arena zarandeada 1/4" pichipampa y Arena chancada 1/4" higueras	ING RESPONSABLE	: Ing. Tafur Hidalgo, Giulfo
UBICACIÓN	: Laboratorio Asfalto km.12+900 LI - Carretera Hunuco-La Union	FECHA DE MUESTREO	: 21/08/2023
		FECHA DE ENSAYO	: 21/08/2023

DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA 5.80 % CA

VERIFICACIÓN DEL PICNOMETRO DE VACIOS		Nº	PESO Nº 01	PESO Nº 02	PESO Nº 03
PESO DEL PICNÓMETRO + TAPA DE VIDRIO		1	-	-	-
PESO DEL PICNÓMETRO + AGUA (25°C) ± 1°C + TAPA DE VIDRIO		2	8121.0	8121.0	8121.0
PROMEDIO PESO DEL PICNÓMETRO + AGUA (25°C) ± 1°C + TAPA DE VIDRIO		3	8121.0		
ENSAYO		Nº	1	2	3
PESO DE LA MUESTRA		g	1500.0		
PESO DEL PICNÓMETRO + AGUA + TAPA DE VIDRIO (25°C) ± 1°C		g	8121.0		
PESO DEL PICNÓMETRO + MUESTRA + AGUA + TAPA DE VIDRIO (25°C) ± 1°C		g	9007.0		
VOLUMEN DE LA MEZCLA ASFÁLTICA (25°C)		cm ³	614.0		
PESO ESPECÍFICO MÁXIMO		g/cm ³	2.443		
PESO ESPECÍFICO MÁXIMO CORREGIDO		g/cm ³	NA		
GRAVEDAD ESPECÍFICA DEL AGUA A 25° C			0.9970		
TIEMPO DE ENSAYO		min	15.0		
PICNÓMETRO + MUESTRA SUMERGIDA EN BAÑO MARÍA (25°C) ±1°C		min	10.0		
PRESIÓN DE SUCCIÓN o VACÍO		pulg Hg	21.0		

OBSERVACIONES:

 INSTITUTO NACIONAL DE NORMAS TÉCNICAS Y ESTÁNDARES DEL PERÚ

Ing. Giulfo Tafur Hidalgo
 CIP 75669
 Especialista en Suelos y Pavimentos



LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS
DENSIDAD MAXIMA TEORICA MTC E 508

ASUNTO	: Informe de Resultados para tesis	TESISTA	: Chiclote Rupay, José Andres
MATERIAL	: Mezcla Asfáltica ASTM D 3515 (D5)	CERTIFICADO:	: RICE-ASF-009
CANTERA	: Piedra chancada 3/4" pichipampa, Arena zarandeada 1/4" pichipampa y Arena chancada 1/4" higueras	ING RESPONSABLE:	: Ing. Tafur Hidalgo, Guiulfo
UBICACIÓN:	Laboratorio Asfalto km.12+900 LI - Carretera Hunuco-La Union	FECHA DE MUESTREO	: 21/08/2023
		FECHA DE ENSAYO:	: 21/08/2023

DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA 5.80 % CA

VERIFICACIÓN DEL PICNOMETRO DE VACIOS	Nº	PESO Nº 01	PESO Nº 02	PESO Nº 03
PESO DEL PICNÓMETRO + TAPA DE VIDRIO	1	-	-	-
PESO DEL PICNÓMETRO + AGUA (25°C) ± 1°C + TAPA DE VIDRIO	2	8121.0	8121.0	8121.0
PROMEDIO PESO DEL PICNÓMETRO + AGUA (25°C) ± 1°C + TAPA DE VIDRIO	3	8121.0		
ENSAYO	Nº	1	2	3
PESO DE LA MUESTRA	g	1500.0		
PESO DEL PICNÓMETRO + AGUA + TAPA DE VIDRIO (25°C) ± 1°C	g	8121.0		
PESO DEL PICNÓMETRO + MUESTRA + AGUA + TAPA DE VIDRIO (25°C) ± 1°C	g	8993.0		
VOLUMEN DE LA MEZCLA ASFÁLTICA (25°C)	cm ³	628.0		
PESO ESPECÍFICO MÁXIMO	g/cm ³	2.389		
PESO ESPECÍFICO MÁXIMO CORREGIDO	g/cm ³	NA		
GRAVEDAD ESPECÍFICA DEL AGUA A 25° C		0.9970		
TIEMPO DE ENSAYO	min	15.0		
PICNÓMETRO + MUESTRA SUMERGIDA EN BAÑO MARÍA (25°C) ±1°C	min	10.0		
PRESIÓN DE SUCCIÓN o VACÍO	pulg Hg	21.0		

OBSERVACIONES:



MINISTERIO DE ASESORIA GUBERNAMENTAL Y COORDINACIÓN NACIONAL DEL PISO



Ing. Guiulfo Tafur Hidalgo
CIP. 75669
Especialista en Suelos y Pavimentos

LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS
DENSIDAD MAXIMA TEORICA MTC E 508

ASUNTO	: Informe de Resultados para tesis	TESISTA:	: Chiclote Rupay, José Andres
MATERIAL	: Mezcla Asfáltica ASTM D 3515 (D5)	CERTIFICADO:	: RICE-ASF-010
CANTERA	: Piedra chancada 3/4" pichipampa, Arena zarandeada 1/4" pichipampa y Arena chancada 1/4" higueras	ING RESPONSABLE:	: Ing. Tafur Hidalgo, Giulfo
UBICACIÓN	: Laboratorio Asfalto	FECHA DE MUESTREO	: 21/08/2023
		FECHA DE ENSAYO:	: 21/08/2023

DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA 5.80 % CA

VERIFICACIÓN DEL PICNOMETRO DE VACIOS		Nº	PESO Nº 01	PESO Nº 02	PESO Nº 03
PESO DEL PICNÓMETRO + TAPA DE VIDRIO		1	-	-	-
PESO DEL PICNÓMETRO + AGUA (25°C) ± 1°C + TAPA DE VIDRIO		2	8121.0	8121.0	8121.0
PROMEDIO PESO DEL PICNÓMETRO + AGUA (25°C) ± 1°C + TAPA DE VIDRIO		3	8121.0		
ENSAYO		Nº	1	2	3
PESO DE LA MUESTRA		g	1500.0		
PESO DEL PICNÓMETRO + AGUA + TAPA DE VIDRIO (25°C) ± 1°C		g	8121.0		
PESO DEL PICNÓMETRO + MUESTRA + AGUA + TAPA DE VIDRIO (25°C) ± 1°C		g	8994.0		
VOLUMEN DE LA MEZCLA ASFÁLTICA (25°C)		cm ³	627.0		
PESO ESPECÍFICO MÁXIMO		g/cm ³	2.392		
PESO ESPECÍFICO MÁXIMO CORREGIDO		g/cm ³	NA		
GRAVEDAD ESPECÍFICA DEL AGUA A 25° C			0.9970		
TIEMPO DE ENSAYO		min	15.0		
PICNÓMETRO + MUESTRA SUMERGIDA EN BAÑO MARÍA (25°C) ±1°C		min	10.0		
PRESIÓN DE SUCCIÓN o VACÍO		pulg Hg	21.0		

OBSERVACIONES:

 INSTITUTO NACIONAL DE ESTÁNDARES Y NORMAS
 INSTITUTO NACIONAL DE ESTÁNDARES Y CALIDAD DEL PERÚ

Ing. Giulfo Tafur Hidalgo
 CIP. 75569
 Especialista en Suelos y Pavimentos



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

TÍTULO DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

Influencia de la cáscara de papa calcinada en las propiedades físicas y mecánicas de mezclas asfálticas en caliente, Huánuco 2023

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

ENSAYO DE ADHERENCIA AGREGADO GRUESO - BITUMEN
NORMA MTC E - 517

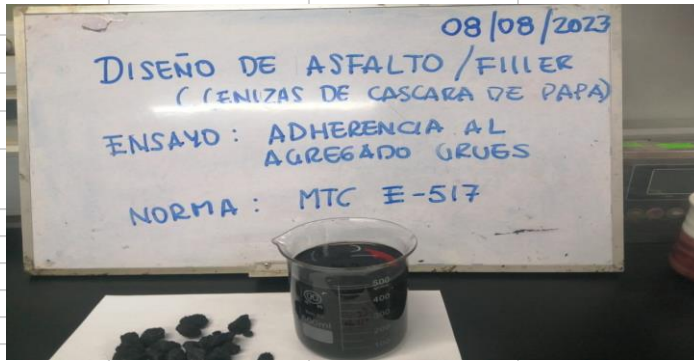
ASUNTO :	Informe de Resultados para tesis	TESISTA :	Chiclote Rupay, José Andres
MATERIAL :	Mezcla Asfáltica - ASTM D3515	CERTIFICADO :	Adher-001
CANTERA :	Piedra chancada 3/4" pichipampa, Arena zarandeada 1/4" pichipampa y Arena chancada 1/4" higueras	ING. RESPONSABLE :	Ing. Tafur Hidalgo, Giulfo
UBICACIÓN :	Laboratorio Asfalto km.12+900 LI - Carretera Hunuco-La Union	FECHA DE MUESTREO :	10/08/2023
		FECHA DE ENSAYO :	11/08/2023

Tipo de Asfalto	PEN 85/100
Grava Especificada	1.018 grs. / cc

MUESTRA STRIPING	1	2	PROMEDIO
Recubrimiento (%)	99%	99%	99%
Porcentaje Especificado	95%	95%	
Porcentaje de Recubrimiento estimado	98%	98%	

OBSERVACIONES

Revestimiento y desprendimiento despues de 24 horas = 99 %
Mejorador de adherencia Quimibond Advance 0.4 % al peso del CA



CHINA RAILWAY 20 BUREAU GROUP CORPORATION SUCURSAL DEL PERÚ

Ing. Giulfo Tafur Hidalgo
CIP 75669
Especialista en Suelos y Pavimentos



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

TÍTULO DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

Influencia de la cáscara de papa calcinada en las propiedades físicas y mecánicas de mezclas asfálticas en caliente, Huánuco 2023

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
EFECTO DEL AGUA SOBRE AGREGADOS CON RECUBRIMIENTOS USANDO AGUA EN EBULLICION
NORMA MTC E - 521

ASUNTO :	Informe de Resultados para tesis	TESISTA :	Chiclote Rupay, José Andres
MATERIAL :	Mezcla Asfáltica - ASTM D3515	CERTIFICADO :	Adher-002
CANTERA :	Piedra chancada 3/4" pichipampa, Arena zarandeada 1/4" pichipampa y Arena chancada 1/4" higueras	ING. RESPONSABLE :	Ing. Tafur Hidalgo, Giulfo
UBICACIÓN:	Laboratorio Asfalto km.12+900 LI - Carretera Hunuco-La Union	FECHA DE MUESTREO:	12/08/2023
		FECHA DE ENSAYO :	13/08/2023

Tipo de Asfalto	PEN 85/100
Grava Especificada	1.018 grs. / cc

MUESTRA STRIPING	1	2	PROMEDIO
Recubrimiento (%)	98%	98%	98%
Porcentaje Especificado	95%	95%	
Porcentaje de Recubrimiento estimado	98%	98%	98%

OBSERVACIONES

Mezcla Asfáltica 10 minutos en ebullición
Mejorador de adherencia Quimibond Advance 0.4 % al peso del CA



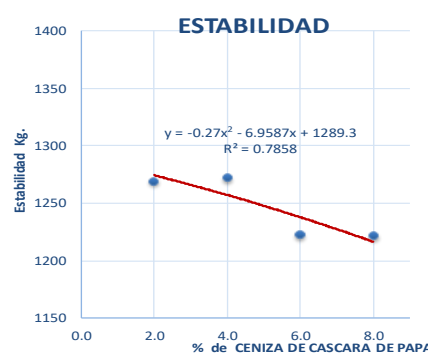
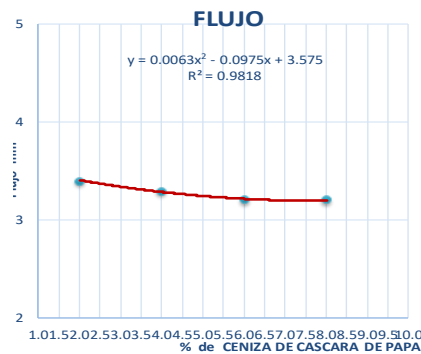
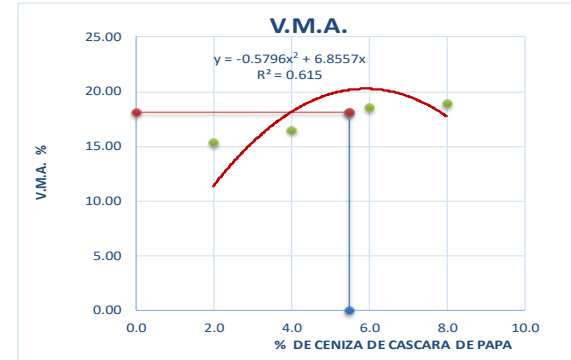
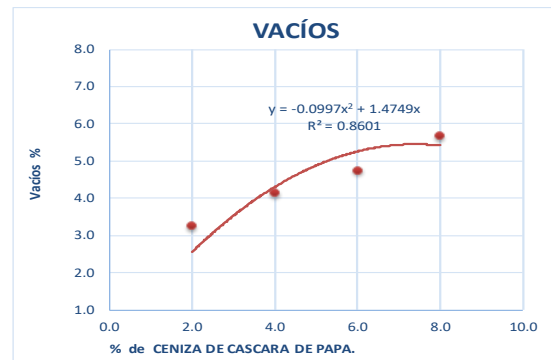
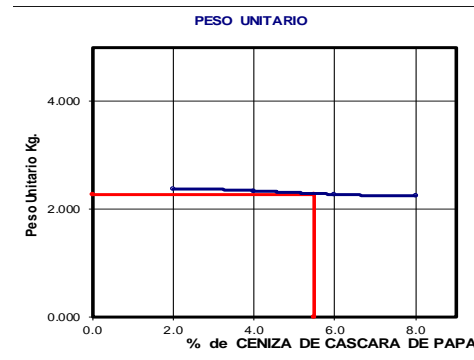
UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

Ing. Giulfo Tafur Hidalgo

CIP 75669
Especialista en Suelos y Pavimentos

DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE - ASTM D 6926

ASUNTO :	Informe de Resultados para tesis	TESISTA:	Chiclote Rupay, José Andres
TESISTA :	Chiclote Rupay, José Andres	CERTIFICADO:	Grafico 01
MATERIAL :	Mezcla Asfáltica ASTM D 3515 (D5)	ING RESPONSABLE:	Ing. Tafur Hidalgo, Giulfo
CANTERA :	Piedra chancada 3/4" pichipampa, Arena zarandeada 1/4" pichipampa y Arena chancada 1/4" higueras	FECHA DE MUESTREO:	04/08/2023
UBICACIÓN	Laboratorio Asfalto km.12+200 -Carretera Hunuco-La Union	FECHA DE ENSAYO:	04/08/2023



RESUMEN DE RESULTADOS

	- 0.3%	PTIMO %C.A.	+ 0.3%	ESPECIFIC.
GOLPES POR LADO	75	75	75	75
CEMENTO ASFÁLTICO	5.28	5.58	5.88	(+/- 0.3%)
PESO UNITARIO	2.375	2.275	2.395	
VACÍOS	3.6	4.6	2.3	3 - 5
V.M.A.	15.4	18.1	15.2	Min 14
VACÍOS LLENOS CON C.A.	76.7	82.2	85.0	
FLUJO	3.50	3.17	4.0	2 - 4
ESTABILIDAD	1211	1225	1090	Min. 815
ESTABILIDAD / FLUJO	3466.0	3864	2729	1700 - 4000
ÍNDICE DE COMPACTIBILIDAD	-	6.9	-	Min. 5
ESTABILIDAD RETENIDA	-	76.1	-	Min. 75
DOSIFICACIÓN				
Piedra Chancada 3/4" pichipampa	42.6%			
Arena Zarandeada 1/4" pichipampa	32.2%			
Arena Chancada 1/4" higueras	23.2%			
Cal hidratada	2.0%			
Aditivo mejorador de adherencia Quimibond Advance	0.4% (En peso del ligante)			
Cemento Asfáltico	PEN 85 - 100			

Anexo 6. Certificados de laboratorio.



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

LC-019-2023

Laboratorio de Longitud

Pág. 1 de 2

Expediente 20507

Solicitante CHINA RAILWAY 20 BUREAU GROUP
CORPORATION SUCURSAL DEL PERU

Dirección CAL. RICARDO ANGULO RAMIREZ NRO. 222 URB. CORPAC
(A LA ESPALDA DE LA CLINICA RICARDO PALMA) LIMA -
LIMA - SAN ISIDRO

Instrumento de medición EQUIVALENTE DE ARENA

Alcance de Indicación 15 "

Div. de escala (Resoluc.) 0,1"

Marca (o Fabricante) FORNEY

Modelo NO INDICA

Número de Serie NO INDICA

Procedencia NO INDICA

Identificación NO INDICA

Ubicación del equipo LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

Lugar de Calibración TRAMO 1 (HUANUCO – LA UNION) KM 12+900 LADO
IZQUIERDO

Fecha de Calibración 2023-04-13

Método de Calibración

La calibración se realizó por comparación directa y tomando como referencia lo descrito en la norma
ASTM D 2419

Trazabilidad

Se utilizaron patrones con trazabilidad al SI, calibrados en el INACAL – SNM con certificado de calibración
1AD-1488-2022; 1AT-0120-2023.

Condiciones Ambientales

Temperatura promedio: 26,75 °C ; Humedad relativa prom. 37,5 HR%

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

Los resultados son validos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración.

Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio emisor.

Los certificados de calibración sin firma y sello no son válidos.

Sello



Fecha de emisión

2023-04-17

Jefe del laboratorio de calibración

CEM INDUSTRIAL

Jesús Quinto C.
JESÚS QUINTO C.
JEFE DE LABORATORIO

CENTRO ESPECIALIZADO EN METROLOGÍA INDUSTRIAL.
AV. LOS ALISOS 1727 - SAN MARTÍN DE PORRES.

www.cemindustrial.pe jesus.quinto@cemind.com ventas1@cemindustrial.pe
Telef.: 958009776 / 958009777

Resultado de Medición

Cilindro Graduado de Plástico

Identificación : 1
Diámetro interior : 32,33 mm
Altura : 17,0 pulgadas
Base cuadrada : 101,7 mm
Graduación : 0,1 pulgada

Identificación : 2
Diámetro interior : 32,23 mm
Altura : 17,0 pulgadas
Base cuadrada : 102,0 mm
Graduación : 0,1 pulgada

Identificación : 3
Diámetro interior : 32,56 mm
Altura : 17,01 pulgadas
Base cuadrada : 101,9 mm
Graduación : 0,1 pulgada

Identificación : 4
Diámetro interior : 32,70 mm
Altura : 17,00 pulgadas
Base cuadrada : 101,9 mm
Graduación : 0.1 pulgada

Pizón de lectura:

Longitud : 491,61 mm
Masa : 1001,3 g

Tolerancias según norma

Diámetro interior : 31.369 mm a 32.131 mm
Altura : 431.8 mm
Base cuadrada : 101.6 x 101.6 x 12.7 mm
Graduación : 0,1 pulgada

Observaciones

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación de "CALIBRADO"
- La incertidumbre de medición se ha obtenido multiplicando la incertidumbre estándar de la medición por el factor de cobertura $k=2$ para una distribución normal de aproximadamente 95 %.
- Tubo 1 y 2 se encontró en km 2+700; Tubo 3 y 4 se encontró en km 12+900.

Fin del documento.



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

LC-023-2023

Laboratorio de Calibración

Pág. 1 de 2

Expediente 20507
Solicitante CHINA RAILWAY 20 BUREAU GROUP CORPORATION SUCURSAL DEL PERU
Dirección CAL. RICARDO ANGULO RAMIREZ NRO. 222 URB. CORPAC (A LA ESPALDA DE LA CLINICA RICARDO PALMA) LIMA - LIMA - SAN ISIDRO

Instrumento de medición CENTRÍFUGA PARA LAVADO ASFÁLTICO

Marca (o Fabricante) PERUTEST SAC
Modelo NO INDICA
Número de Serie 1003
Procedencia PERU
Código NO INDICA
Alcance de indicación 0 – 3600 RPM
Div. De Escala (resolución) 1 rpm

Ubicación del Equipo LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

Lugar de Calibración TRAMO 1 (HUANUCO – LA UNION) KM 12+900 LADO IZQUIERDO

Fecha de Calibración 2023-04-13

Método de Calibración

La calibración se realizó por comparación utilizando como referencia el método descrito en la NTC-98

Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura °C	26,1	26,1
Humedad % H.R.	38	38

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

Los resultados son validos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración.

Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio emisor.

Los certificados de calibración sin firma y sello no son válidos.

Sello



Fecha de emisión

2023-04-17

Jefe del laboratorio de calibración

CEM INDUSTRIAL

Jesús Quinto C.
JESÚS QUINTO C.
JEFE DE LABORATORIO

Trazabilidad

Los resultados de la calibración realizada tienen trazabilidad a los patrones nacionales del INACAL-DM, en concordancia con el Sistema Internacional de Unidades de Medida (SI).

Código / Serie	Instrumento patrón	Certificado de calibración
S802420	Tacómetro	Ts-0276-2021
PT-TE-05	Termohigrómetro	1AT-0120-2023

Resultado de Medición

Indicación del equipo	Promedio de revoluciones RPM	Incertidumbre de Medición RPM
3600	3593,9	1,6

Observaciones:

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación de "CALIBRADO"
- La incertidumbre de medición se ha obtenido multiplicando la incertidumbre estándar de la medición por el factor de cobertura $k=2$ para una distribución normal de aproximadamente 95 %.

Fin del documento.



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

LF-059-2023

Laboratorio de Fuerza

Pág. 1 de 2

Expediente 20507

Solicitante CHINA RAILWAY 20 BUREAU GROUP
CORPORATION SUCURSAL DEL PERU

Dirección CAL. RICARDO ANGULO RAMIREZ NRO. 222 URB.
CORPAC (A LA ESPALDA DE LA CLINICA RICARDO
PALMA) LIMA - LIMA - SAN ISIDRO

Instrumento de Medición Máquinas para Ensayos Uniaxiales Estáticos
Máquinas de Ensayo de Tensión / Compresión

Equipo Calibrado PRENSA MARSHALL

Alcance de Indicación	5000	Kgf
Marca (o Fabricante)	FORNEY	
Modelo	7690F	
Número de Serie	3047	
Identificación	NO INDICA	
Procedencia	USA	
Indicador de Lectura	INDICADOR DIGITAL	
Marca (o Fabricante)	NO INDICA	
Modelo	NO INDICA	
Número de Serie	NO INDICA	
Identificación	NO INDICA	
Procedencia	NO INDICA	
Alcance de Indicación	0 Kgf A 5000	Kgf
Resolución	0,1	Kgf
Transductor de Fuerza	TRANSDUCTOR	
Alcance de Indicación	5000 Kgf	
Marca (o Fabricante)	ZEMIC	
Modelo	H3-C3-5.0t-6B	
Número de Serie	VC146168	
Identificación	NO INDICA	
Procedencia	NO INDICA	
Fecha de Calibración	2023-04-12	
Ubic. Del Equipo	LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS	
Lugar de Calibración	TRAMO 1 (HUANUCO – LA UNION) KM 12+900 LADO IZQUIERDO	

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

Los resultados son validos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración.

Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio emisor.

Los certificados de calibración sin firma y sello no son válidos.

Sello



Fecha de emisión

2023-04-17

Jefe del laboratorio de calibración

CEM INDUSTRIAL

JESUS QUINTO C.
JEFE DE LABORATORIO

CENTRO ESPECIALIZADO EN METROLOGÍA INDUSTRIAL.
AV. LOS ALISOS 1727 - SAN MARTÍN DE PORRES.

www.cemindustrial.pe jesus.quinto@cemind.com ventas1@cemindustrial.pe
Telef.: 958009776 / 958009777

Método de Calibración

La calibración se realizó tomando como referencia el método descrito en la norma ISO 7500-1 / ISO 376, Verificación de Máquinas para Ensayos Uniaxiales Estáticos, Máquinas de Ensayo de Tensión / Compresión Verificación y Calibración del Sistema de Medición de Fuerza.

Trazabilidad

Se utilizaron patrones calibrados con trazabilidad al SI, calibrado en la universidad Católica del Perú Con Certificado N° INF-LE N° 064-23

Resultados de medición

Lectura de la máquina (Fi)		Lectura del patrón			Promedio	Cálculo de errores		Incertidumbre
		Primera	Segunda	Tercera		Exactitud	Repetibilidad	
%	kgf	kgf	kgf	kgf	kgf	q(%)	b(%)	U(%)
10	500	501,6	501,5	501,4	501,5	-0,3	0,0	0,38
20	1000	1001,3	1001,2	1001,1	1001,2	-0,1	0,0	0,28
30	1500	1501,4	1501,1	1500,0	1500,8	-0,1	0,1	0,26
40	2000	2000,6	2000,4	2000,1	2000,4	0,0	0,0	0,25
50	2500	2500,1	2500,0	2499,9	2500,0	0,0	0,0	0,25
60	3000	3000,0	3000,1	2999,8	3000,0	0,0	0,0	0,24
70	3500	3499,8	3499,9	3499,7	3499,8	0,0	0,0	0,24
80	4000	3998,8	3998,9	3998,6	3998,8	0,0	0,0	0,24
90	4500	4498,6	4498,4	4497,3	4498,1	0,0	0,0	0,24
Lectura máquina en cero		0	0	0	-----	0	0	Error máx. de cero(0)=0,00

Temperatura promedio durante los ensayos 21,9 °C ; Variación de temperatura en cada ensayo < 2 °C

Evaluación de los resultados

Los errores encontrados entre el 20 % y el 90 % del rango nominal considerado no superan los valores máximos permitidos establecidos en la norma ISO 7500-1.

Observaciones

Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación de CALIBRADO.

La incertidumbre de medición se ha obtenido multiplicando la incertidumbre estándar de la medición por el factor de cobertura k=2 para una distribución normal de aproximadamente 95 %.

Fin del documento.



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

LL-045-2023

Laboratorio de Longitud

Pág. 1 de 2

Expediente	20507
Solicitante	CHINA RAILWAY 20 BUREAU GROUP CORPORATION SUCURSAL DEL PERU
Dirección	CAL. RICARDO ANGULO RAMIREZ NRO. 222 URB. CORPAC (A LA ESPALDA DE LA CLINICA RICARDO PALMA) LIMA - LIMA - SAN ISIDRO
Instrumento de medición	EQUIPO PARA ENSAYOS DE CHATAS Y ALARGADAS
Marca (o Fabricante)	PERUTEST
Modelo	NO INDICA
Número de Serie	105
Procedencia	NO INDICA
Identificación	NO INDICA
Tipo	ANALÓGICO
Alcance	2,3,4,5
Ubicación del equipo	LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
Lugar de Calibración	TRAMO 1 (HUANUCO – LA UNION) KM 12+900 LADO IZQUIERDO
Fecha de Calibración	2023-04-12
Método de Calibración	

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

Los resultados son validos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración.

Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio emisor.

Los certificados de calibración sin firma y sello no son válidos.

La calibración se realizó por comparación directa usando patrones calibrados.

Trazabilidad

Los resultados de la calibración realizada tienen trazabilidad a los patrones nacionales del INACAL-DM, en concordancia con el Sistema Internacional de Unidades de Medida (SI).

Sello



Fecha de emisión

2023-04-18

Jefe del laboratorio de calibración

CEM INDUSTRIAL

JESUS QUINTO C.
JEFE DE LABORATORIO

CENTRO ESPECIALIZADO EN METROLOGÍA INDUSTRIAL.

AV. LOS ALISOS 1727 - SAN MARTÍN DE PORRES.

www.cemindustrial.pe jesus.quinto@cemind.com ventas1@cemindustrial.pe
Telef.: 958009776 / 958009777

Patrones utilizados:

Código / Serie	Instrumento patrón	Certificado de calibración
2604131681	PIE DE REY	1AD-1488-2022

Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura °C	25,6	25,6
Humedad %H.R.	39	39

Resultado de Medición

Lado largo mm	Lado corto mm	Relación Promedio mm	Relación Teórica	Incertidumbre mm
50,6	24,7	2,1	2,0	0,02
56,0	18,0	3,1	3,0	0,02
70,9	17,1	4,1	4,0	0,02
80,2	15,5	5,2	5,0	0,02

Observaciones

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación de "CALIBRADO"
- La incertidumbre de medición se ha obtenido multiplicando la incertidumbre estándar de la medición por el factor de cobertura $k=2$ para una distribución normal de aproximadamente 95 %.

Fin del documento.

Método de Calibración:

La calibración de balanzas se basa en la comparación de las indicaciones de la balanza contra cargas aplicadas de valor conocido (pesas patrón) utilizando como referencia el PC-001 "Procedimiento de calibración de balanzas de funcionamiento no automático clase III y IIII" – Primera edición, mayo 2019.

Condiciones de calibración:

	INICIAL	FINAL
TEMPERATURA	23,9 °C	23,8 °C
HUMEDAD RELATIVA	47 %	45 %

Patrones utilizados:

TRAZABILIDAD	PESAS PATRÓN USADAS	CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
INACAL	Juego de Pesas patrón Clase E2 (1mg – 1 kg)	LM-C-156-2022

Observaciones:

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación de "CALIBRADO"
- La incertidumbre de medición se ha obtenido multiplicando la incertidumbre estándar de la medición por el factor de cobertura $k=2$, para una distribución normal de aproximadamente 95%.
- El equipo tenía una diferencia de 4 gramos con los patrones por lo que se ajustó.
- La balanza pertenece al humidometro speedy con serie 1039.

Resultados de Calibración:

El resultado de la incertidumbre expandida es:

$$U(R) = 2 \sqrt{1,97E-04 + 3,34E-07 R^2}$$
$$U(200) = 0,233 \text{ g}$$

El resultado del Error corregido es:

$$R_{\text{corregido}} = R - (2,88E-05)R$$
$$R_{\text{corregido}} = 199,98 \text{ g}$$

INSPECCIÓN VISUAL

SISTEMA DE TRABA	NO TIENE	PLATAFORMA	TIENE	ESCALA	NO TIENE
OSCILACIÓN LIBE	TIENE	AJUSTE DE CERO	TIENE	CURSOS	NO TIENE
NIVELACIÓN	TIENE				

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

Medición N.º	TEMPERATURA			HUMEDAD RELATIVA		
	Inicial		Final	Inicial		Final
	23,9 °C	24,1 °C		47 %	45 %	
	Carga L1 = 100,00 g			Carga L2 = 200,00 g		
	I (g)	ΔL (g)	E (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)
1	99,99	0,009	-0,014	200,04	0,009	0,036
2	100,02	0,008	0,017	200,03	0,008	0,027
3	100,02	0,008	0,017	200,02	0,008	0,017
4	100,00	0,008	-0,003	200,03	0,007	0,028
5	100,01	0,007	0,008	200,01	0,006	0,009
6	100,00	0,006	-0,001	200,02	0,007	0,018
7	100,00	0,007	-0,002	200,02	0,008	0,017
8	100,00	0,007	-0,002	200,02	0,009	0,016
9	100,00	0,007	-0,002	200,03	0,007	0,028
10	100,01	0,007	0,008	200,02	0,006	0,019
	EMP = 0,2 g			EMP = 0,2 g		

ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

posición de cargas

3	4								
	1								
2		5							

Posición	Carga Mínima*	Determinación de Eo			Carga L (g)	Determinación de Ec			
		I (g)	ΔL (g)	E0 (g)		I (g)	ΔL (g)	E0 (g)	Ec (g)
		TEMPERATURA	24,1 °C			-0,4 °C	HUMEDAD RELATIVA		45 %
1	0,10 g	0,10	0,004	0,001	60,00	59,99	0,003	-0,008	-0,01
2		0,10	0,003	0,002		60,00	0,002	0,003	0,00
3		0,09	0,004	-0,009		60,10	0,003	0,102	0,11
4		0,10	0,005	0,000		60,03	0,004	0,031	0,03
5		0,10	0,006	-0,001		59,97	0,002	-0,027	-0,03
		EMP = 0,2 g							

* valor entre 0 y 10e

ENSAYO DE PESAJE

Carga L (g)	TEMPERATURA			HUMEDAD RELATIVA			EMP (g)
	Inicial		Final	Inicial		Final	
	23,9 °C	23,8 °C		45 %	45 %		
	CRECIENTES			DECRECIENTES			
	I (g)	ΔL (g)	E (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)	
0,10	0,11	0,009	0,006				
0,20	0,22	0,008	0,017	0,21	0,007	0,008	0,002
4,00	4,02	0,008	0,017	4,03	0,005	0,030	0,024
10,00	10,02	0,008	0,017	10,01	0,006	0,009	0,003
20,00	20,03	0,007	0,028	20,03	0,007	0,028	0,022
40,00	39,99	0,006	-0,011	40,02	0,008	0,017	0,011
60,00	60,00	0,007	-0,002	60,03	0,005	0,030	0,024
100,00	100,02	0,007	0,018	100,04	0,006	0,039	0,033
120,00	120,03	0,007	0,028	120,03	0,004	0,031	0,025
150,00	150,02	0,007	0,018	150,01	0,008	0,007	0,001
200,00	200,02	0,006	0,019	200,02	0,006	0,019	0,013

*Valor de la carga mínima

FIN DEL DOCUMENTO



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

LM-058-2023

Expediente: 20507

Página 1 de 3

Solicitante CHINA RAILWAY 20 BUREAU GROUP CORPORATION SUCURSAL DEL PERU
Dirección CAL. RICARDO ANGULO RAMIREZ NRO. 222 URB. CORPAC LIMA – LIMA – SAN ISIDRO

Laboratorio de Masa

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI)

Los resultados del presente certificado son válidos sólo para el instrumento calibrado y se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones.

Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración.

Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito de Cem Industrial.

Certificados sin firma y sello carecen de validez.

Cem Industrial no se responsabiliza de los perjuicios del uso inadecuado de este instrumento, ni de la incorrecta interpretación de los resultados aquí presentados.

Instrumento de Medición	BALANZA ELECTRÓNICA	
Marca / Fabricante	PERUTEST	
Modelo	MH-200	
Serie	1037(K21-003)	
Identificación	K21-003	
Alcance de indicación	200	g
División de escala / resolución (d)	0,01	g
División de verificación de escala (e)	0,1	g
Procedencia	NO INDICA	
Tipo	ELECTRÓNICA	
Clasificación	NO AUTOMÁTICA	
Capacidad mínima	0,2	g
Clase de exactitud	III	

Ubicación del equipo LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
Lugar de calibración TRAMO 1 (HUANUCO – LA UNION) KM 12+900 LADO IZQUIERDO
Fecha de calibración 2023-04-12

Sello



Fecha de emisión

2023-04-17

Jefe del laboratorio de calibración

CEM INDUSTRIAL

JESUS QUINTO C.
JEFE DE LABORATORIO

Método de Calibración:

La calibración de balanzas se basa en la comparación de las indicaciones de la balanza contra cargas aplicadas de valor conocido (pesas patrón) utilizando como referencia el PC-001 "Procedimiento de calibración de balanzas de funcionamiento no automático clase III y IIII" – Primera edición, mayo 2019.

Condiciones de calibración:

	INICIAL	FINAL
TEMPERATURA	24,5 °C	24,4 °C
HUMEDAD RELATIVA	44 %	44 %

Patrones utilizados:

TRAZABILIDAD	PESAS PATRÓN USADAS	CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
INACAL	Juego de Pesas patrón Clase E2 (1mg – 1 kg)	LM-C-156-2022

Observaciones:

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación de "CALIBRADO"
- La incertidumbre de medición se ha obtenido multiplicando la incertidumbre estándar de la medición por el factor de cobertura $k=2$, para una distribución normal de aproximadamente 95%.
- El equipo tenía una diferencia de 4 gramos con los patrones por lo que se ajustó.

Resultados de Calibración:

El resultado de la incertidumbre expandida es:

$$U(R) = 2 \sqrt{4,37E-04 + 1,29E-07 R^2}$$
$$U(200) = 0,150 \text{ g}$$

El resultado del Error corregido es:

$$R_{\text{corregido}} = R - (4,75E-05)R$$
$$R_{\text{corregido}} = 200,00 \text{ g}$$



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

LM-059-2023

Expediente: 20507

Página 1 de 3

Solicitante CHINA RAILWAY 20 BUREAU GROUP CORPORATION SUCURSAL DEL PERU
Dirección CAL. RICARDO ANGULO RAMIREZ NRO. 222 URB. CORPAC LIMA – LIMA – SAN ISIDRO

Laboratorio de Masa

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI)

Los resultados del presente certificado son válidos sólo para el instrumento calibrado y se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones.

Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración.

Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito de Cem Industrial.

Certificados sin firma y sello carecen de validez.

Cem Industrial no se responsabiliza de los perjuicios del uso inadecuado de este instrumento, ni de la incorrecta interpretación de los resultados aquí presentados.

Instrumento de Medición	BALANZA ELECTRÓNICA	
Marca / Fabricante	NO INDICA	
Modelo	QHW-6+	
Serie	104329114019	
Identificación	NO INDICA	
Alcance de indicación	6000	g
División de escala / resolución (d)	0,1	g
División de verificación de escala (e)	1	g
Procedencia	NO INDICA	
Tipo	ELECTRÓNICA	
Clasificación	NO AUTOMÁTICA	
Capacidad mínima	2	g
Clase de exactitud	III	

Ubicación del equipo LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
Lugar de calibración TRAMO 1 (HUANUCO – LA UNION) KM 12+900 LADO IZQUIERDO
Fecha de calibración 2023-04-12

Sello



Fecha de emisión

2023-04-17

Jefe del laboratorio de calibración

CEM INDUSTRIAL

JESUS QUINTO C.
JEFE DE LABORATORIO



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

LM-059-2023

Expediente: 20507

Página 2 de 3

Método de Calibración:

La calibración de balanzas se basa en la comparación de las indicaciones de la balanza contra cargas aplicadas de valor conocido (pesas patrón) utilizando como referencia el PC-001 "Procedimiento de calibración de balanzas de funcionamiento no automático clase III y IIII" – Primera edición, mayo 2019.

Condiciones de calibración:

	INICIAL	FINAL
TEMPERATURA	26,0 °C	25,8 °C
HUMEDAD RELATIVA	36 %	36 %

Patrones utilizados:

TRAZABILIDAD	PESAS PATRÓN USADAS	CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
INACAL	Juego de Pesas patrón Clase E2 (1mg – 1 kg)	LM-C-156-2022
CEM	Juego de Pesas patrón Clase M2 (1g – 1kg)	LM-051-2023
METROIL	Pesa patrón Clase M1 (5kg)	1AM-0467-2022

Observaciones:

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación de "CALIBRADO"
- La incertidumbre de medición se ha obtenido multiplicando la incertidumbre estándar de la medición por el factor de cobertura $k=2$, para una distribución normal de aproximadamente 95%.
- El equipo tenía una diferencia de 1,8 gramos con los patrones por lo que se ajustó.

Resultados de Calibración:

El resultado de la incertidumbre expandida es:

$$U(R) = 2 \sqrt{4,39E-03 + 1,07E-10 R^2}$$
$$U(6000) = 0,18 \text{ g}$$

El resultado del Error corregido es:

$$R_{\text{corregido}} = R - (9,96E-06)R$$
$$R_{\text{corregido}} = 6000,2 \text{ g}$$



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

LM-060-2023

Expediente: 20507

Página 2 de 3

Método de Calibración:

La calibración de balanzas se basa en la comparación de las indicaciones de la balanza contra cargas aplicadas de valor conocido (pesas patrón) utilizando como referencia el PC-001 "Procedimiento de calibración de balanzas de funcionamiento no automático clase III y IIII" – Primera edición, mayo 2019.

Condiciones de calibración:

	INICIAL	FINAL
TEMPERATURA	25,4 °C	25,4 °C
HUMEDAD RELATIVA	37 %	37 %

Patrones utilizados:

TRAZABILIDAD	PESAS PATRÓN USADAS	CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
INACAL	Juego de Pesas patrón Clase E2 (1mg – 1 kg)	LM-C-156-2022
CEM	Juego de Pesas patrón Clase M2 (1g – 1kg)	LM-051-2023
METROIL	Pesa patrón Clase M1 (5kg)	1AM-0467-2022

Observaciones:

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación de "CALIBRADO"
- La incertidumbre de medición se ha obtenido multiplicando la incertidumbre estándar de la medición por el factor de cobertura $k=2$, para una distribución normal de aproximadamente 95%.
- El equipo tenía una diferencia de 2,1 gramos con los patrones por lo que se ajustó.

Resultados de Calibración:

El resultado de la incertidumbre expandida es:

$$U(R) = 2 \sqrt{4,45E-03 + 7,45E-10 R^2}$$
$$U(6000) = 0,35 \text{ g}$$

El resultado del Error corregido es:

$$R_{\text{corregido}} = R - (8,38E-06)R$$
$$R_{\text{corregido}} = 6000,1 \text{ g}$$



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

LM-061-2023

Expediente: 20507

Página 1 de 3

Solicitante CHINA RAILWAY 20 BUREAU GROUP CORPORATION SUCURSAL DEL PERU
Dirección CAL. RICARDO ANGULO RAMIREZ NRO. 222 URB. CORPAC LIMA – LIMA – SAN ISIDRO

Laboratorio de Masa

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI)

Los resultados del presente certificado son válidos sólo para el instrumento calibrado y se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones.

Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración.

Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito de Cem Industrial.

Certificados sin firma y sello carecen de validez.

Cem Industrial no se responsabiliza de los perjuicios del uso inadecuado de este instrumento, ni de la incorrecta interpretación de los resultados aquí presentados.

Instrumento de Medición	BALANZA ELECTRÓNICA	
Marca / Fabricante	JADEVER	
Modelo	JTS-30LW	
Serie	G112121S1758	
Identificación	NO INDICA	
Alcance de indicación	30	kg
División de escala / resolución (d)	0,001	kg
División de verificación de escala (e)	0,01	kg
Procedencia	NO INDICA	
Tipo	ELECTRÓNICA	
Clasificación	NO AUTOMÁTICA	
Capacidad mínima	0,05	kg
Clase de exactitud	II	

Ubicación del equipo LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

Lugar de calibración TRAMO 1 (HUANUCO – LA UNION) KM 12+900 LADO IZQUIERDO

Fecha de calibración 2023-04-12

Sello



Fecha de emisión

2023-04-17

Jefe del laboratorio de calibración

CEM INDUSTRIAL

Jesús Quinto C.
JESÚS QUINTO C.
JEFE DE LABORATORIO

CENTRO ESPECIALIZADO EN METROLOGÍA INDUSTRIAL.
AV. LOS ALISOS 1727 - SAN MARTÍN DE PORRES.

www.cemindustrial.pe jesus.quinto@cemind.com ventas1@cemindustrial.pe
Telef.: 958009776 / 958009777

Método de Calibración:

La calibración de balanzas se basa en la comparación de las indicaciones de la balanza contra cargas aplicadas de valor conocido (pesas patrón) utilizando como referencia el PC-011 "Procedimiento de calibración de balanzas de funcionamiento no automático clase I y II" – Cuarta edición, abril 2010.

Condiciones de calibración:

	INICIAL	FINAL
TEMPERATURA	25,3 °C	25,4 °C
HUMEDAD RELATIVA	37 %	37 %

Patrones utilizados:

TRAZABILIDAD	PESAS PATRÓN USADAS	CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
INACAL	Juego de Pesas patrón Clase E2 (1mg – 1 kg)	LM-C-156-2022
CEM	Juego de Pesas patrón Clase M2 (1g – 1kg)	LM-051-2023
METROIL	Pesa patrón Clase M1 (5kg)	1AM-0467-2022
METROIL	Pesa patrón Clase M1 (10kg)	1AM-0468-2022
METROIL	Pesa patrón Clase M1 (20kg)	1AM-0469-2022

Observaciones:

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación de "CALIBRADO"
- La incertidumbre de medición se ha obtenido multiplicando la incertidumbre estándar de la medición por el factor de cobertura $k=2$, para una distribución normal de aproximadamente 95%.
- El equipo tenía una diferencia de 9 gramos con los patrones por lo que se ajustó.

Resultados de Calibración:

El resultado de la incertidumbre expandida es:

$$U(R) = 2 \sqrt{2,37E-07 + 1,30E-08 R^2}$$
$$U(30) = 0,0069 \text{ kg}$$

El resultado del Error corregido es:

$$R_{\text{corregido}} = R - (1,89E-05) R$$
$$R_{\text{corregido}} = 30,002 \text{ kg}$$



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

LM-062-2023

Expediente: 20507

Página 1 de 3

Solicitante CHINA RAILWAY 20 BUREAU GROUP CORPORATION SUCURSAL DEL PERU
Dirección CAL. RICARDO ANGULO RAMIREZ NRO. 222 URB. CORPAC LIMA – LIMA – SAN ISIDRO

Laboratorio de Masa

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI)

Los resultados del presente certificado son válidos sólo para el instrumento calibrado y se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones.

Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración.

Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito de Cem Industrial.

Certificados sin firma y sello carecen de validez.

Cem Industrial no se responsabiliza de los perjuicios del uso inadecuado de este instrumento, ni de la incorrecta interpretación de los resultados aquí presentados.

Instrumento de Medición	BALANZA ELECTRÓNICA	
Marca / Fabricante	NO INDICA	
Modelo	YP20002	
Serie	040486	
Identificación	NO INDICA	
Alcance de indicación	2000	g
División de escala / resolución (d)	0,01	g
División de verificación de escala (e)	0,01	g
Procedencia	NO INDICA	
Tipo	ELECTRÓNICA	
Clasificación	NO AUTOMÁTICA	
Capacidad mínima	0,2	g
Clase de exactitud	II	

Ubicación del equipo LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
Lugar de calibración TRAMO 1 (HUANUCO – LA UNION) KM 12+900 LADO IZQUIERDO
Fecha de calibración 2023-04-12

Sello  **Fecha de emisión** 2023-04-17 **Jefe del laboratorio de calibración**
CEM INDUSTRIAL
Jesús Quinto C.
JESÚS QUINTO C.
JEFE DE LABORATORIO



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

LM-062-2023

Expediente: 20507

Página 2 de 3

Método de Calibración:

La calibración de balanzas se basa en la comparación de las indicaciones de la balanza contra cargas aplicadas de valor conocido (pesas patrón) utilizando como referencia el PC-011 "Procedimiento de calibración de balanzas de funcionamiento no automático clase I y II" – Cuarta edición, abril 2010.

Condiciones de calibración:

	INICIAL	FINAL
TEMPERATURA	25,4 °C	25,5 °C
HUMEDAD RELATIVA	37 %	37 %

Patrones utilizados:

TRAZABILIDAD	PESAS PATRÓN USADAS	CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
INACAL	Juego de Pesas patrón Clase E2 (1mg – 1 kg)	LM-C-156-2022
CEM	Juego de Pesas patrón Clase M2 (1g – 1kg)	LM-051-2023

Observaciones:

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación de "CALIBRADO"
- La incertidumbre de medición se ha obtenido multiplicando la incertidumbre estándar de la medición por el factor de cobertura $k=2$, para una distribución normal de aproximadamente 95%.
- El equipo tenía una diferencia de 0,14 gramos con los patrones por lo que se ajustó.

Resultados de Calibración:

El resultado de la incertidumbre expandida es:

$$U(R) = 2 \sqrt{4,28E-05 + 4,21E-12 R^2}$$
$$U(2000) = 0,015 \text{ g}$$

El resultado del Error corregido es:

$$R_{\text{corregido}} = R - (2,05E-06) R$$
$$R_{\text{corregido}} = 2000,02 \text{ g}$$



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

LM-063-2023

Expediente: 20507

Página 1 de 3

Solicitante CHINA RAILWAY 20 BUREAU GROUP CORPORATION SUCURSAL DEL PERU
Dirección CAL. RICARDO ANGULO RAMIREZ NRO. 222 URB. CORPAC LIMA – LIMA – SAN ISIDRO

Laboratorio de Masa

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI)

Los resultados del presente certificado son válidos sólo para el instrumento calibrado y se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones.

Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración.

Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito de Cem Industrial.

Certificados sin firma y sello carecen de validez.

Cem Industrial no se responsabiliza de los perjuicios del uso inadecuado de este instrumento, ni de la incorrecta interpretación de los resultados aquí presentados.

Instrumento de Medición	BALANZA ELECTRÓNICA	
Marca / Fabricante	OHAUS	
Modelo	R21PE30ZH	
Serie	NO INDICA	
Identificación	N03	
Alcance de indicación	30000	g
División de escala / resolución (d)	1	g
División de verificación de escala (e)	10	g
Procedencia	NO INDICA	
Tipo	ELECTRÓNICA	
Clasificación	NO AUTOMÁTICA	
Capacidad mínima	20	g
Clase de exactitud	III	

Ubicación del equipo LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
Lugar de calibración TRAMO 1 (HUANUCO – LA UNION) KM 12+900 LADO IZQUIERDO
Fecha de calibración 2023-04-13

Sello



Fecha de emisión

2023-04-17

Jefe del laboratorio de calibración

CEM INDUSTRIAL

Jesús Quinto C.
JESÚS QUINTO C.
JEFE DE LABORATORIO



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

LM-063-2023

Expediente: 20507

Página 2 de 3

Método de Calibración:

La calibración de balanzas se basa en la comparación de las indicaciones de la balanza contra cargas aplicadas de valor conocido (pesas patrón) utilizando como referencia el PC-001 "Procedimiento de calibración de balanzas de funcionamiento no automático clase III y IIII" – Primera edición, mayo 2019.

Condiciones de calibración:

	INICIAL	FINAL
TEMPERATURA	16,7 °C	16,9 °C
HUMEDAD RELATIVA	57 %	57 %

Patrones utilizados:

TRAZABILIDAD	PESAS PATRÓN USADAS	CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
INACAL	Juego de Pesas patrón Clase E2 (1mg – 1 kg)	LM-C-156-2022
CEM	Juego de Pesas patrón Clase M2 (1g – 1kg)	LM-051-2023
METROIL	Pesa patrón Clase M1 (5kg)	1AM-0467-2022
METROIL	Pesa patrón Clase M1 (10kg)	1AM-0468-2022
METROIL	Pesa patrón Clase M1 (20kg)	1AM-0469-2022

Observaciones:

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación de "CALIBRADO"
- La incertidumbre de medición se ha obtenido multiplicando la incertidumbre estándar de la medición por el factor de cobertura $k=2$, para una distribución normal de aproximadamente 95%.
- El equipo tenía una diferencia de 12 gramos con los patrones por lo que se ajustó.

Resultados de Calibración:

El resultado de la incertidumbre expandida es:

$$U(R) = 2 \sqrt{5,74E-01 + 4,39E-09 R^2}$$
$$U(30000) = 4,3 \text{ g}$$

El resultado del Error corregido es:

$$R_{\text{corregido}} = R - (1,90E-05)R$$
$$R_{\text{corregido}} = 29998 \text{ g}$$

INSPECCIÓN VISUAL

SISTEMA DE TRABA	NO TIENE	PLATAFORMA	TIENE	ESCALA	NO TIENE
OSCILACIÓN LIBE	TIENE	AJUSTE DE CERO	TIENE	CURSOR	NO TIENE
NIVELACIÓN	TIENE				

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

Medición N.º	TEMPERATURA			HUMEDAD RELATIVA		
	Inicial	Final		Inicial	Final	
	16,7 °C	16,7 °C		57 %	57 %	
	Carga L1 = 15000 g			Carga L2 = 30000 g		
	I (g)	ΔL (g)	E (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)
1	14999	0,7	-1,2	30000	0,3	0,2
2	14999	0,8	-1,3	30000	0,4	0,1
3	14999	0,9	-1,4	30000	0,4	0,1
4	14999	0,8	-1,3	30000	0,3	0,2
5	14999	0,8	-1,3	30000	0,5	0,0
6	14999	0,7	-1,2	30000	0,3	0,2
7	14999	0,8	-1,3	30000	0,5	0,0
8	14999	0,7	-1,2	30000	0,4	0,1
9	14999	0,8	-1,3	30000	0,3	0,2
10	14999	0,8	-1,3	30000	0,4	0,1
	EMP = 20 g			EMP = 30 g		

ENSAYO DE EXCENRICIDAD

posición de cargas

3	1	4
2		5

Posición	Carga Mínima*	Determinación de Eo			Carga L (g)	Determinación de Ec			
		I (g)	ΔL (g)	E0 (g)		I (g)	ΔL (g)	E0 (g)	Ec (g)
1	10 g	10	0,8	-0,3	10000	9999	0,6	-1,1	-0,8
2		10	0,8	-0,3		10000	0,5	0,0	0,3
3		10	0,9	-0,4		10001	0,5	1,0	1,4
4		10	0,8	-0,3		9998	0,6	-2,1	-1,8
5		10	0,9	-0,4		9998	0,6	-2,1	-1,7
		EMP = 20 g							

* valor entre 0 y 10e

ENSAYO DE PESAJE

Carga L (g)	TEMPERATURA			HUMEDAD RELATIVA			EMP (g)
	Inicial	Final		Inicial	Final		
	16,7 °C	16,9 °C		58 %	57 %		
	CRECIENTES			DECRECIENTES			
	I (g)	ΔL (g)	E (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)	
10	10	0,7	-0,2				
20	20	0,7	-0,2	21	0,8	0,7	
600	600	0,2	0,3	601	0,5	1,0	
1500	1500	0,5	0,0	1501	0,7	0,8	
3000	3000	0,7	-0,2	3001	0,5	1,0	
5000	5000	0,2	0,3	5002	0,7	1,8	
10000	10000	0,7	-0,2	10002	0,5	2,0	
15000	15001	0,3	1,2	15003	0,3	3,2	
20000	20001	0,7	0,8	20003	0,7	2,8	
25000	25001	0,2	1,3	25002	0,8	1,7	
30000	30001	0,3	1,2	30001	0,3	1,2	

* Valor de la carga mínima

FIN DEL DOCUMENTO



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

LM-064-2023

Expediente: 20507

Página 1 de 3

Solicitante CHINA RAILWAY 20 BUREAU GROUP CORPORATION SUCURSAL DEL PERU
Dirección CAL. RICARDO ANGULO RAMIREZ NRO. 222 URB. CORPAC LIMA – LIMA – SAN ISIDRO

Laboratorio de Masa

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI)

Los resultados del presente certificado son válidos sólo para el instrumento calibrado y se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones.

Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración.

Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito de Cem Industrial.

Certificados sin firma y sello carecen de validez.

Cem Industrial no se responsabiliza de los perjuicios del uso inadecuado de este instrumento, ni de la incorrecta interpretación de los resultados aquí presentados.

Instrumento de Medición	BALANZA ELECTRÓNICA	
Marca / Fabricante	PERUTEST	
Modelo	MH-200	
Serie	1038(K21-002)	
Identificación	K21-002	
Alcance de indicación	200	g
División de escala / resolución (d)	0,01	g
División de verificación de escala (e)	0,1	g
Procedencia	NO INDICA	
Tipo	ELECTRÓNICA	
Clasificación	NO AUTOMÁTICA	
Capacidad mínima	0,2	g
Clase de exactitud	III	

Ubicación del equipo LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
Lugar de calibración TRAMO 1 (HUANUCO – LA UNION) KM 12+900 LADO IZQUIERDO
Fecha de calibración 2023-04-13

Sello



Fecha de emisión

2023-04-17

Jefe del laboratorio de calibración

CEM INDUSTRIAL

Jesús Quinto C.
JESÚS QUINTO C.
JEFE DE LABORATORIO

Método de Calibración:

La calibración de balanzas se basa en la comparación de las indicaciones de la balanza contra cargas aplicadas de valor conocido (pesas patrón) utilizando como referencia el PC-001 "Procedimiento de calibración de balanzas de funcionamiento no automático clase III y IIII" – Primera edición, mayo 2019.

Condiciones de calibración:

	INICIAL	FINAL
TEMPERATURA	17,8 °C	18,1 °C
HUMEDAD RELATIVA	65 %	65 %

Patrones utilizados:

TRAZABILIDAD	PESAS PATRÓN USADAS	CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
INACAL	Juego de Pesas patrón Clase E2 (1mg – 1 kg)	LM-C-156-2022

Observaciones:

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación de "CALIBRADO"
- La incertidumbre de medición se ha obtenido multiplicando la incertidumbre estándar de la medición por el factor de cobertura $k=2$, para una distribución normal de aproximadamente 95%.
- El equipo tenía una diferencia de 4 gramos con los patrones por lo que se ajustó.

Resultados de Calibración:

El resultado de la incertidumbre expandida es:

$$U(R) = 2 \sqrt{3,51E-04 + 2,42E-08 R^2}$$
$$U(200) = 0,073 \text{ g}$$

El resultado del Error corregido es:

$$R_{\text{corregido}} = R - (4,46E-05)R$$
$$R_{\text{corregido}} = 200,00 \text{ g}$$



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

LM-065-2023

Expediente: 20507

Página 1 de 3

Solicitante CHINA RAILWAY 20 BUREAU GROUP CORPORATION SUCURSAL DEL PERU
Dirección CAL. RICARDO ANGULO RAMIREZ NRO. 222 URB. CORPAC LIMA – LIMA – SAN ISIDRO

Laboratorio de Masa

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI)

Los resultados del presente certificado son válidos sólo para el instrumento calibrado y se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones.

Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración.

Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito de Cem Industrial.

Certificados sin firma y sello carecen de validez.

Cem Industrial no se responsabiliza de los perjuicios del uso inadecuado de este instrumento, ni de la incorrecta interpretación de los resultados aquí presentados.

Instrumento de Medición	BALANZA ELECTRÓNICA	
Marca / Fabricante	JADEVER	
Modelo	JTS-30LW	
Serie	G102121S0583	
Identificación	NO INDICA	
Alcance de indicación	30	kg
División de escala / resolución (d)	0,001	kg
División de verificación de escala (e)	0,01	kg
Procedencia	NO INDICA	
Tipo	ELECTRÓNICA	
Clasificación	NO AUTOMÁTICA	
Capacidad mínima	0,05	kg
Clase de exactitud	III	

Ubicación del equipo LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
Lugar de calibración TRAMO 1 (HUANUCO – LA UNION) KM 12+900 LADO IZQUIERDO
Fecha de calibración 2023-04-13

Sello



Fecha de emisión

2023-04-17

Jefe del laboratorio de calibración

CEM INDUSTRIAL

Jesús Quinto C.
JESÚS QUINTO C.
JEFE DE LABORATORIO



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

LM-065-2023

Expediente: 20507

Página 2 de 3

Método de Calibración:

La calibración de balanzas se basa en la comparación de las indicaciones de la balanza contra cargas aplicadas de valor conocido (pesas patrón) utilizando como referencia el PC-011 "Procedimiento de calibración de balanzas de funcionamiento no automático clase I y II" – Cuarta edición, abril 2010.

Condiciones de calibración:

	INICIAL	FINAL
TEMPERATURA	18,6 °C	18,7 °C
HUMEDAD RELATIVA	70 %	69 %

Patrones utilizados:

TRAZABILIDAD	PESAS PATRÓN USADAS	CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
INACAL	Juego de Pesas patrón Clase E2 (1mg – 1 kg)	LM-C-156-2022
CEM	Juego de Pesas patrón Clase M2 (1g – 1kg)	LM-051-2023
METROIL	Pesa patrón Clase M1 (5kg)	1AM-0467-2022
METROIL	Pesa patrón Clase M1 (10kg)	1AM-0468-2022
METROIL	Pesa patrón Clase M1 (20kg)	1AM-0469-2022

Observaciones:

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación de "CALIBRADO"
- La incertidumbre de medición se ha obtenido multiplicando la incertidumbre estándar de la medición por el factor de cobertura $k=2$, para una distribución normal de aproximadamente 95%.
- El equipo tenía una diferencia de 12 gramos con los patrones por lo que se ajustó.

Resultados de Calibración:

El resultado de la incertidumbre expandida es:

$$U(R) = 2 \sqrt{5,35E-07 + 6,15E-09 R^2}$$
$$U(30) = 0,0049 \text{ kg}$$

El resultado del Error corregido es:

$$R_{\text{corregido}} = R - (2,28E-05)R$$

$$R_{\text{corregido}} = 29,998 \text{ kg}$$



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

LM-066-2023

Expediente: 20507

Página 1 de 3

Solicitante CHINA RAILWAY 20 BUREAU GROUP CORPORATION SUCURSAL DEL PERU
Dirección CAL. RICARDO ANGULO RAMIREZ NRO. 222 URB. CORPAC LIMA – LIMA – SAN ISIDRO

Laboratorio de Masa

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI)

Los resultados del presente certificado son válidos sólo para el instrumento calibrado y se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones.

Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración.

Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito de Cem Industrial.

Certificados sin firma y sello carecen de validez.

Cem Industrial no se responsabiliza de los perjuicios del uso inadecuado de este instrumento, ni de la incorrecta interpretación de los resultados aquí presentados.

Instrumento de Medición	BALANZA ELECTRÓNICA	
Marca / Fabricante	JADEVER	
Modelo	JTS-30LW	
Serie	G082121S3831	
Identificación	NO INDICA	
Alcance de indicación	30	kg
División de escala / resolución (d)	0,001	kg
División de verificación de escala (e)	0,01	kg
Procedencia	NO INDICA	
Tipo	DIGITAL	
Clasificación	NO AUTOMÁTICA	
Capacidad mínima	0,05	kg
Clase de exactitud	III	

Ubicación del equipo LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
Lugar de calibración TRAMO 1 (HUANUCO – LA UNION) KM 12+900 LADO IZQUIERDO
Fecha de calibración 2023-04-13

Sello



Fecha de emisión

2023-04-17

Jefe del laboratorio de calibración

CEM INDUSTRIAL

JESUS QUINTO C.
JEFE DE LABORATORIO

Método de Calibración:

La calibración de balanzas se basa en la comparación de las indicaciones de la balanza contra cargas aplicadas de valor conocido (pesas patrón) utilizando como referencia el PC-011 "Procedimiento de calibración de balanzas de funcionamiento no automático clase I y II" – Cuarta edición, abril 2010.

Condiciones de calibración:

	INICIAL	FINAL
TEMPERATURA	24,4 °C	24,7 °C
HUMEDAD RELATIVA	35 %	36 %

Patrones utilizados:

TRAZABILIDAD	PESAS PATRÓN USADAS	CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
INACAL	Juego de Pesas patrón Clase E2 (1mg – 1 kg)	LM-C-156-2022
CEM	Juego de Pesas patrón Clase M2 (1g – 1kg)	LM-051-2023
METROIL	Pesa patrón Clase M1 (5kg)	1AM-0467-2022
METROIL	Pesa patrón Clase M1 (10kg)	1AM-0468-2022
METROIL	Pesa patrón Clase M1 (20kg)	1AM-0469-2022

Observaciones:

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación de "CALIBRADO"
- La incertidumbre de medición se ha obtenido multiplicando la incertidumbre estándar de la medición por el factor de cobertura k=2, para una distribución normal de aproximadamente 95%.
- El equipo tenía una diferencia de 12 gramos con los patrones por lo que se ajustó.

Resultados de Calibración:

El resultado de la incertidumbre expandida es:

$$U(R) = 2 \sqrt{4,55E-07 + 1,51E-09 R^2}$$

$$U(30) = 0,0027 \text{ kg}$$

El resultado del Error corregido es:

$$R_{\text{corregido}} = R - (2,23E-05)R$$

$$R_{\text{corregido}} = 30,000 \text{ kg}$$

INSPECCIÓN VISUAL

SISTEMA DE TRABA	NO TIENE	PLATAFORMA	TIENE	ESCALA	NO TIENE
OSCILACIÓN LIBE	TIENE	AJUSTE DE CERO	TIENE	CURSOR	NO TIENE
NIVELACIÓN	TIENE				

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

Medición N.º	TEMPERATURA			HUMEDAD RELATIVA		
	Inicial	Final		Inicial	Final	
	24,4 °C	24,4 °C		35 %	36 %	
	Carga L1 = 15,000 kg			Carga L2 = 30,000 kg		
	I (kg)	ΔL (kg)	E (kg)	I (kg)	ΔL (kg)	E (kg)
1	14,999	0,0004	-0,0009	30,000	0,0007	-0,0002
2	15,000	0,0006	-0,0001	30,001	0,0009	0,0006
3	15,000	0,0005	0,0000	30,000	0,0006	-0,0001
4	15,001	0,0006	0,0009	30,001	0,0005	0,0010
5	15,000	0,0004	0,0001	30,000	0,0004	0,0001
6	15,000	0,0007	-0,0002	30,000	0,0007	-0,0002
7	15,000	0,0005	0,0000	30,001	0,0005	0,0010
8	15,000	0,0007	-0,0002	30,001	0,0007	0,0008
9	15,000	0,0009	-0,0004	30,001	0,0005	0,0010
10	15,000	0,0004	0,0001	30,001	0,0007	0,0008
	EMP = 0,02 kg			EMP = 0,03 kg		

ENSAYO DE EXCENRICIDAD

posición de cargas

3	4								
	1								
2		5							

Posición	Carga Mínima*	Determinación de Eo			Carga L (kg)	Determinación de Ec			
		I (kg)	ΔL (kg)	E0 (kg)		I (kg)	ΔL (kg)	E0 (kg)	Ec (kg)
1	0,010 kg	0,010	0,0007	-0,0002	10,000	10,000	0,0005	0,0000	0,0002
2		0,010	0,0008	-0,0003		10,000	0,0006	-0,0001	0,0002
3		0,010	0,0008	-0,0003		9,999	0,0007	-0,0012	-0,0009
4		0,010	0,0007	-0,0002		9,999	0,0006	-0,0011	-0,0009
5		0,010	0,0007	-0,0002		10,000	0,0005	0,0000	0,0002
EMP = 0,02 kg									

* valor entre 0 y 10e

ENSAYO DE PESAJE

Carga L (kg)	TEMPERATURA			HUMEDAD RELATIVA			EMP (kg)	
	Inicial	Final		Inicial	Final			
	24,4 °C	24,7 °C		36 %	36 %			
	CRECIENTES			DECRECIENTES				
	I (kg)	ΔL (kg)	E (kg)	Ec (kg)	I (kg)	ΔL (kg)	E (kg)	Ec (kg)
0,010	0,010	0,0007	-0,0002					
0,050	0,050	0,0008	-0,0003	-0,0001	0,050	0,0004	0,0001	0,0003
0,600	0,600	0,0007	-0,0002	0,0000	0,600	0,0003	0,0002	0,0004
1,500	1,500	0,0005	0,0000	0,0002	1,500	0,0004	0,0001	0,0003
3,000	3,000	0,0005	0,0000	0,0002	2,999	0,0005	-0,0010	-0,0008
5,000	5,000	0,0007	-0,0002	0,0000	4,999	0,0006	-0,0011	-0,0009
10,000	10,000	0,0009	-0,0004	-0,0002	9,999	0,0007	-0,0012	-0,0010
15,000	15,000	0,0008	-0,0003	-0,0001	14,999	0,0008	-0,0013	-0,0011
20,000	20,000	0,0005	0,0000	0,0002	20,000	0,0006	-0,0001	0,0001
25,000	25,000	0,0008	-0,0003	-0,0001	25,000	0,0007	-0,0002	0,0000
30,000	30,000	0,0007	-0,0002	0,0000	30,000	0,0007	-0,0002	0,0000

*Valor de la carga mínima

FIN DEL DOCUMENTO



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

LM-067-2023

Expediente: 20507

Página 1 de 3

Solicitante CHINA RAILWAY 20 BUREAU GROUP CORPORATION SUCURSAL DEL PERU
Dirección CAL. RICARDO ANGULO RAMIREZ NRO. 222 URB. CORPAC LIMA – LIMA – SAN ISIDRO

Laboratorio de Masa

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI)

Los resultados del presente certificado son válidos sólo para el instrumento calibrado y se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones.

Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración.

Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito de Cem Industrial.

Certificados sin firma y sello carecen de validez.

Cem Industrial no se responsabiliza de los perjuicios del uso inadecuado de este instrumento, ni de la incorrecta interpretación de los resultados aquí presentados.

Instrumento de Medición	BALANZA ELECTRÓNICA	
Marca / Fabricante	OHAUS	
Modelo	R21PE30ZH	
Serie	B847537344	
Identificación	N°2	
Alcance de indicación	30	kg
División de escala / resolución (d)	1	g
División de verificación de escala (e)	10	g
Procedencia	NO INDICA	
Tipo	ELECTRÓNICA	
Clasificación	NO AUTOMÁTICA	
Capacidad mínima	20	g
Clase de exactitud	III	

Ubicación del equipo LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
Lugar de calibración TRAMO 1 (HUANUCO – LA UNION) KM 12+900 LADO IZQUIERDO
Fecha de calibración 2023-04-13

Sello



Fecha de emisión

2023-04-17

Jefe del laboratorio de calibración

CEM INDUSTRIAL

JESUS QUINTO C.
JEFE DE LABORATORIO



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

LP-023-2023

Laboratorio de Presión

Pág. 1 de 2

Expediente	20507
Solicitante	CHINA RAILWAY 20 BUREAU GROUP CORPORATION SUCURSAL DEL PERU
Dirección	CAL. RICARDO ANGULO RAMIREZ NRO. 222 URB. CORPAC (A LA ESPALDA DE LA CLINICA RICARDO PALMA) LIMA - LIMA - SAN ISIDRO
Instrumento de Medición	VACUÓMETRO DE BOMBA DE VACÍO
Alcance de Indicación	0 Bar a -1 Bar
División de escala	0,02 Bar
Clase de exactitud	NO INDICA
Diámetro de Rosca	1/4 "
Diámetro de Caja	62,45 mm
Posición de Trabajo	VERTICAL
Marca	WINTERS
Número de Serie	Z3267
Modelo	NO INDICA
Código de Identificación	NO INDICA
Procedencia	CANADA
Fecha de Calibración	2023-04-13
Ubicación del equipo	LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y ASFALTO
Lugar de Calibración	TRAMO 1 (HUANUCO – LA UNION) KM 12+900 LADO IZQUIERDO

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

Los resultados son validos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración.

Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio emisor.

Los certificados de calibración sin firma y sello no son válidos.

Método de Calibración

La calibración se realizó por comparación directa según el PC -004, 2da. Ed., "Procedimiento para la Calibración de Instrumentos de Medición de Presión relativa con clase de exactitud igual o mayor a 0,05% F.S.

Sello



Fecha de emisión

2023-04-17

Jefe del laboratorio de calibración

CEM INDUSTRIAL

Jesús Quinto C.
JESUS QUINTO C.
JEFE DE LABORATORIO

Trazabilidad

Los resultados de la calibración realizada tienen trazabilidad a los patrones nacionales del INACAL-DM, en concordancia con el Sistema Internacional de Unidades de Medida (SI).

Patrones utilizados: LFP-256-2022; 1AT-0120-2023.

Condiciones Ambientales

Temperatura ambiental : Inicial: 25,9 °C ; Final : 25,9 °C

Humedad Relativa ambiental: Inicial: 38 HR% Final : 38 HR%

Resultados de Medición

Indicación Manómetro a Calibrar	Indicación Manómetro Patrón		Error		
			de Indicación		de Histéresis
	Ascenso	Descenso	Ascenso	Descenso	
(Bar)	(Bar)	(Bar)	(Bar)	(Bar)	(Bar)
0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
-0,2	-0,19	-0,18	-0,01	-0,02	-0,01
-0,4	-0,39	-0,39	-0,01	-0,01	0,00
-0,6	-0,59	-0,60	-0,01	0,00	0,01
-0,8	-0,79	-0,79	-0,01	-0,01	0,00

Máximo Error Absoluto de Indicación	0,01	Bar
Máximo Error Absoluto de Histéresis	0,01	Bar
Incertidumbre de Medición	0,02	Bar

Observaciones

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación de "CALIBRADO"
- La incertidumbre de medición se ha obtenido multiplicando la incertidumbre estándar de la medición por el factor de cobertura $k=2$ para una distribución normal de aproximadamente 95 %.

Fin del documento.

Anexo 8. Evidencias fotográficas



Figura 1. Proceso de secado con una reducción del 30% a su peso inicial.



Figura 2. Molienda artesanal de la cascara de papa después de ser retirado del horno.



Figura 3. Extracción de agregados pétreos de la cantera Pichipampa e Higueras, para luego ser procesado.



Figura 4. Análisis granulométrico mediante el proceso de tamizado de los materiales pétreos y la ceniza de cascara de papa.



Figura 5. Características granulométricas de los agregados pétreos y el filler que ahora será remplazado por la ceniza de papa.



Figura 6. Peso y combinaciones teórica y física de los agregados.



Figura 7. Adición del C.A. (85-100), a los agregados.



Figura 8. Peso de las combinaciones de los materiales aportantes para el diseño de mezcla asfáltica.



Figura 9. Proceso del combinado de los agregados, hasta obtener una combinación homogénea, donde se trabaja a una temperatura de 40°.



Figura 10. Compactación de cada espécimen de la muestra de 75 golpes por lado – MTC E 504 .



Figura 11. Probetas expuestas en baño maría a una temperatura de 60°C.



Figura 12. Determinación de ensayo de estabilidad y flujo mediante la prensa Marshall – MTC E 508



Figura 13. Peso del picnómetro más mezcla asfáltica aforado.



Figura 14. Ensayo Rice, determinación máxima densidad teórica. – MTC E 508.



Figura 15. Especímenes con adiciones de ceniza de cascara de papa.



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
ACTA DE SUSTENTACION DE TESIS

CHICLAYO, 02 de Marzo del 2024

Siendo las 09:00 horas del 02/03/2024, el jurado evaluador se reunió para presenciar el acto de sustentación de Tesis titulada: "INFLUENCIA DE LA CASCARA DE PAPA CALCINADA EN LAS PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS DE MEZCLAS ASFALTICAS EN CALIENTE, HUANUCO 2023", presentado por el autor CHICLOTE RUPAY JOSE ANDRES egresado de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL.

Concluido el acto de exposición y defensa de Tesis, el jurado luego de la deliberación sobre la sustentación, dictaminó:

Autor	Dictamen
JOSE ANDRES CHICLOTE RUPAY	(15)Cum Laude

Se firma la presente para dejar constancia de lo mencionado

Firmado electrónicamente por:
OHIDALGOQU el 04 Mar 2024 12:03:43

OMAR AUGUSTO HIDALGO QUISPE
PRESIDENTE

Firmado electrónicamente por:
LCLEMENTECO el 04 Mar 2024 11:27:13

LUIS JIMMY CLEMENTE CONDORI
SECRETARIO

Firmado electrónicamente por: AMUNIZP02
el 04 Mar 2024 20:13:59

ABEL ALBERTO MUÑOZ PAUCARMAYTA
VOCAL(ASESOR)

Código documento Trilce: TRI - 0738847

* Para Pre y posgrado los rangos de dictamen se establecen en el Reglamento de trabajos conducentes a grados y títulos



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

Autorización de Publicación en Repositorio Institucional

Yo, CHICLOTE RUPAY JOSE ANDRES identificado con N° de Documen N° 41778357 (respectivamente), estudiante de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA y de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - CHICLAYO, autorizo (X), no autorizo () la divulgación y comunicación pública de mi Tesis: "INFLUENCIA DE LA CASCARA DE PAPA CALCINADA EN LAS PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS DE MEZCLAS ASFALTICAS EN CALIENTE, HUANUCO 2023".

En el Repositorio Institucional de la Universidad César Vallejo, según esta estipulado en el Decreto Legislativo 822, Ley sobre Derecho de Autor, Art. 23 y Art. 33.

Fundamentación en caso de NO autorización:

CHICLAYO, 26 de Febrero del 2024

Apellidos y Nombres del Autor	Firma
CHICLOTE RUPAY JOSE ANDRES DNI: 41778357 ORCID: 0000-0002-6438-9030	Firmado electrónicamente por: CHRUPAYJA el 26-02- 2024 14:11:24

Código documento Trilce: INV - 1518275