

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE TRUJILLO
“BENEDICTO XVI”
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
PROGRAMA DE ESTUDIOS DE INGENIERÍA CIVIL



FIBRA DE YUTE Y HOJA DE PIÑA EN EL ÍNDICE DE RIGIDEZ
DE UN PAVIMENTO FLEXIBLE ELABORADO EN
LABORATORIO EN HUANCAYO, 2025

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO CIVIL

AUTORA

Br. Arrieta Estrada, Angela Fiorella

<https://orcid.org/0000-0002-8276-2038>

ASESOR

Ms. Cárdenas Saldaña, Bryan Emanuel

<https://orcid.org/0000-0001-7882-5916>

LINEA DE INVESTIGACIÓN

Infraestructura vial y transportes

TRUJILLO – PERÚ

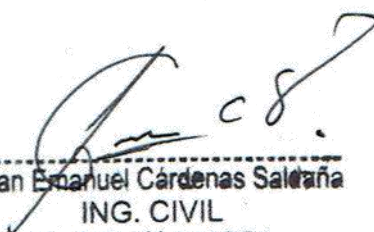
2026

DECLARATORIA DE ORIGINALIDAD

Señor Decano de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura:

Mg. Ing. Henry Alexander Chipana Saldaña

Yo, Ms. Bryan Emanuel, Cárdenas Saldaña con DNI N° 71475477, como asesor del trabajo de investigación titulado “FIBRA DE YUTE Y HOJA DE PIÑA EN EL ÍNDICE DE RIGIDEZ DE UN PAVIMENTO FLEXIBLE ELABORADO EN LABORATORIO EN HUANCAYO, 2025”, desarrollado por la egresada Br. Angela Fiorella, Arrieta Estrada con DNI N° 70259731 del Programa de estudios de Ingeniería Civil; considero que dicho trabajo reúne las condiciones técnicas y científicas, las cuales están alineadas a las normas establecidas en el Reglamento de Estudiantes y de Grados y Títulos de la Universidad Católica de Trujillo “Benedicto XVI” y en la normativa para la presentación de trabajos de titulación de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura. Por tanto, autorizo la presentación de este ante el organismo pertinente para que sea sometido a evaluación por los jurados designados por la mencionada facultad.



Bryan Emanuel Cárdenas Saldaña
ING. CIVIL
R. CIP. N° 211074

Ms. Bryan Emanuel, Cárdenas Saldaña
DNI: 71475477
Asesor

AUTORIDADES UNIVERSITARIAS

EXCMO. MONS. GILBERTO ALFREDO VIZCARRA MORI, S.J.

Arzobispo Metropolitano de Trujillo

Gran Canciller

Universidad Católica de Trujillo “Benedicto XVI”

DR. MARCOANTONIO PACHERRES TORREJÓN

Rector de la Universidad Católica de Trujillo “Benedicto XVI”

DRA. SILVIA ANA VALVERDE ZAVALA

Vicerrectora Académica

DRA. GINA GENARA ZAVALA ESPEJO

Vicerrectora de Investigación

MG. HENRY ALEXANDER CHIPANA SALDAÑA

Decano de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura

DRA. TERESA SOFÍA REATEGUI MARÍN

Secretaria General

DEDICATORIA

Este sencillo y muy significativo trabajo dedico a Dios que ha sido mi fortaleza acompañándome, iluminándome y bendiciéndome día tras día cada momento de mi vida, permitiendo finalizar con éxito este trabajo.

A MI FAMILIA. A mis padres por el apoyo constante dándome el ejemplo a seguir, demostrándome que en esta vida nada es imposible ya que con todo el esfuerzo de ellos nada hubiera sido posible.

A mi Asesor, por sus sugerencias, recomendaciones, apreciaciones y por brindarme la información necesaria para culminar con este trabajo de investigación.

AGRADECIMIENTO

A las personas que hicieron posible la culminación y desarrollo de este trabajo, así como a los formadores de nuestra casa de estudios que nos encaminaron hacia el objetivo propuesto con esta investigación.

Asimismo, agradecer a los pobladores de la zona por su colaboración, su apoyo y permitir desarrollar todo el proceso del trabajo de investigación.

DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD

Yo, Arrieta Estrada Angela Fiorella, con **DNI N° 70259731**, egresada del **Programa de estudios de Ingeniería Civil** de la **Universidad Católica de Trujillo “Benedicto XVI”**, doy fe de que he seguido rigurosamente los procedimientos académicos y administrativos establecidos por la **Facultad de Ingeniería y Arquitectura** para la elaboración y sustentación del informe de tesis titulado: **“FIBRA DE YUTE Y HOJA DE PIÑA EN EL ÍNDICE DE RIGIDEZ DE UN PAVIMENTO FLEXIBLE ELABORADO EN LABORATORIO EN HUANCAYO, 2025”**, el cual consta de un total de **108 páginas**, incluyendo 14 tablas, 21 figuras y **58 páginas de anexos**.

Dejo constancia de la **originalidad y autenticidad** de la mencionada investigación y declaro, bajo juramento y en cumplimiento de los principios éticos, que el contenido del documento es **de mi exclusiva autoría** en cuanto a redacción, organización, metodología y diagramación. Asimismo, garantizo que los fundamentos teóricos están debidamente sustentados en fuentes bibliográficas, asumiendo la responsabilidad de cualquier omisión involuntaria en la citación de autores.

En este sentido, declaro que el uso de herramientas de inteligencia artificial en el presente trabajo se ha limitado exclusivamente a la mejora de la redacción y corrección de errores gramaticales y sintácticos, sin que ello haya influido en la generación del contenido, análisis o interpretación de los resultados de la investigación.

Del mismo modo, reconozco que cualquier vulneración a los derechos de autor derivada del presente trabajo será de mi exclusiva responsabilidad, asumiendo las consecuencias académicas y legales que pudieran derivarse conforme a la normativa vigente.

La autora



Angela Fiorella Arrieta Estrada

70259731

ÍNDICE

DECLARATORIA DE ORIGINALIDAD	2
AUTORIDADES UNIVERSITARIAS	3
DEDICATORIA	4
AGRADECIMIENTO	5
DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD	6
ÍNDICE.....	7
ÍNDICE DE TABLAS	8
ÍNDICE DE FIGURAS	9
RESUMEN	10
ABSTRACT	11
I. INTRODUCCIÓN.....	12
II. METODOLOGÍA.....	27
2.1. Enfoque, tipo	27
2.2. Diseño de investigación.....	27
2.3. Población y muestra	27
2.4. Técnicas e instrumentos de recojo de datos.....	28
2.5. Técnicas de procesamiento y análisis de la información.....	29
2.6. Aspectos éticos de la investigación	30
III. RESULTADOS.....	31
IV. DISCUSIÓN	40
V. CONCLUSIONES.....	43
VI. RECOMENDACIONES	44
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	45
ANEXOS.....	51

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Requisitos de mezcla asfáltica	26
Tabla 2 Cantidad de briquetas para ensayo de Marshall	28
Tabla 3 Resultados de índice de rigidez para el tratamiento 1 por cada muestra (M1, M2, M3)	31
Tabla 4 Prueba de normalidad (Shapiro - Wilk) para índice de rigidez con datos de muestra patrón y tratamiento 1 (0.5% FY).....	32
Tabla 5 Prueba de homogeneidad de varianzas para índice de rigidez con datos de muestra patrón y tratamiento 1 (0.5% FY).....	33
Tabla 6 Resultado de prueba de Anova de un factor para variable de índice de rigidez con datos de muestra patrón y tratamiento 1 (0.5% FY).....	33
Tabla 7 Resultados de índice de rigidez para el tratamiento 2 por cada muestra (M1, M2, M3)	34
Tabla 8 Prueba de normalidad (Shapiro - Wilk) para índice de rigidez con datos de muestra patrón y tratamiento 2 (2% HP).....	35
Tabla 9 Prueba de homogeneidad de varianzas para índice de rigidez con datos de muestra patrón y tratamiento 2 (2% HP).....	35
Tabla 10 Resultado de prueba de Anova de un factor para variable de índice de rigidez con datos de muestra patrón y tratamiento 2 (2% HP).....	36
Tabla 11 Resultados de índice de rigidez para el tratamiento 3 por cada muestra (M1, M2, M3)	37
Tabla 12 Prueba de normalidad (Shapiro - Wilk) para índice de rigidez con datos de muestra patrón y tratamiento 3 (0.5%FY+2% HP)	38
Tabla 13 Prueba de homogeneidad de varianzas para índice de rigidez con datos de muestra patrón y tratamiento 3 (0.5%FY+2%HP)	38
Tabla 14 Resultado de prueba de Anova de dos factores para variable de índice de rigidez con datos de muestra patrón y tratamiento 3 (0.5%FY+2%HP)	39

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1	Fibras de yute	22
Figura 2	Hojas de piña	23
Figura 3	Mezcla asfáltica en caliente	24
Figura 4	Ensayo Marshall	25
Figura 5	Diseño de investigación.....	27
Figura 6	Gráfico del índice de rigidez para el tratamiento 1 por cada muestra	31
Figura 7	Gráfico del índice de rigidez para el tratamiento 2 por cada muestra	34
Figura 8	Gráfico del índice de rigidez para el tratamiento 3 por cada muestra	37
Figura 9	Ensayo de granulometría agregados finos	80
Figura 10	Ensayo de granulometría agregados gruesos.....	80
Figura 11	Ensayo de gravedad del agregado fino	81
Figura 12	Ensayo de absorción del agregado fino	81
Figura 13	Ensayo de peso específico del agregado fino	82
Figura 14	Ensayo de abrasión Los Ángeles	82
Figura 15	Preparación para el diseño Marshall.....	83
Figura 16	Diseño Marshall.....	83
Figura 17	Ensayo Marshall con el anillo de carga	84
Figura 18	Elaboración de briquetas	84
Figura 19	Lottman modificado	85
Figura 20	Densidad Bulk	85
Figura 21	Ensayo de Cantabro	86

RESUMEN

La investigación tuvo como objetivo general determinar la influencia de la fibra de yute y la hoja de piña en el índice de rigidez de un pavimento flexible elaborado en laboratorio en Huancayo, 2025. La metodología fue de tipo aplicada, el alcance fue explicativo, el enfoque fue cuantitativo, el diseño fue experimental, a su vez la población y muestra de aplicación fueron 12 briquetas. Los resultados obtenidos revelaron que, tras la evaluación de tres tratamientos con fibras naturales sobre el índice de rigidez del pavimento, para el tratamiento 1 (0,5% fibra de yute) los valores de rigidez oscilaron entre 3.957,634 y 3.975,223 kg/cm, evidenciando un comportamiento relativamente uniforme entre las tres muestras; por su parte, para el tratamiento 2 (2% hoja de piña) se observó un incremento más notable en el índice de rigidez, con valores comprendidos entre 4.754,416 y 4.825,852 kg/cm, superando claramente al tratamiento 1; finalmente, el tratamiento 3 (0,5% fibra de yute + 2% hoja de piña) presentó valores intermedios, entre 3.912,234 y 4.413,464 kg/cm, siendo en general superiores al tratamiento con solo yute en algunos casos, pero inferiores al tratamiento con hoja de piña. En conclusión, el tratamiento con 2% de hoja de piña fue el que presentó el mayor incremento en el índice de rigidez del pavimento, evidenciando ser el aditivo más eficiente entre los evaluados desde un punto de vista descriptivo; mientras que la fibra de yute mostró un aporte moderado y su combinación con hoja de piña generó resultados intermedios. No obstante, es importante señalar que estas diferencias no son estadísticamente significativas, por lo que los resultados deben interpretarse como tendencias de mejora en el comportamiento mecánico de la mezcla asfáltica.

Palabras clave: Fibra de yute, hoja de piña, mezcla asfáltica, índice de rigidez, estabilidad, flujo.

ABSTRACT

The general objective of this research was to determine the influence of jute fiber and pineapple leaf on the stiffness index of a flexible pavement produced in the laboratory in Huancayo, 2025. The methodology was applied in nature, with an explanatory scope, a quantitative approach, and an experimental design; the population and sample consisted of 12 briquettes. The results obtained revealed that, after evaluating three treatments with natural fibers on the pavement stiffness index, Treatment 1 (0.5% jute fiber) showed stiffness values ranging from 3,957.634 to 3,975.223 kg/cm, indicating relatively uniform behavior among the three samples. In contrast, Treatment 2 (2% pineapple leaf) showed a more notable increase in the stiffness index, with values ranging from 4,754.416 to 4,825.852 kg/cm, clearly outperforming Treatment 1. Finally, Treatment 3 (0.5% jute fiber + 2% pineapple leaf) presented intermediate values, ranging from 3,912.234 to 4,413.464 kg/cm, generally higher than those of the jute-only treatment in some cases, but lower than those obtained with pineapple leaf alone. In conclusion, the treatment with 2% pineapple leaf showed the highest increase in the pavement stiffness index, proving to be the most efficient additive among those evaluated from a descriptive standpoint; meanwhile, jute fiber showed a moderate contribution, and its combination with pineapple leaf produced intermediate results. However, it is important to note that these differences are not statistically significant, and therefore the results should be interpreted as trends indicating improvement in the mechanical behavior of the asphalt mixture.

Keywords: Jute fiber, pineapple leaves, asphalt mix, stiffness index, stability, flow.

I. INTRODUCCIÓN

A nivel internacional, el sistema de transporte es de gran importancia para el avance y desarrollo económico de cualquier país, teniendo a dos razones centrales para ello; en primer lugar, en muchos países, la producción de pavimento es el principal material para la construcción de vías, lo cual representa al menos el 5% de su Producto Bruto Interno (PBI) (Magar et al., 2022) y finalmente un sistema de transporte eficiente facilita actividades como el comercio, interconexión de centros poblados, actividades educativas, turismo, atención sanitaria, etc., reduciendo los costos logísticos significativamente; no obstante, la industria de la construcción de infraestructura se enfrenta a importantes retos: elevado impacto ambiental, altos costos de producción y reducción de la vida útil del pavimento (Cantero et al., 2023).

Es así como se aprecia que, en la mayoría de los países en desarrollo, más del 75% de las carreteras y vías que se construyen con un tiempo de vida de 25-45 años y que involucra importantes inversiones en mantenimiento y rehabilitación solo logran alcanzar 15 años de operatividad (Liu et al., 2020), lo cual de acuerdo con la Organización para las Naciones Unidas (ONU) incide en la prevalencia de accidentes de tráfico, los cuales representan la décima causa de muertes a nivel mundial en la población de entre 5 y 29 años y casi el 95% se presenta en los países con ingresos más bajos (ONU, 2021).

Las razones del escaso tiempo de prevalencia de las carreteras y vías son diversas y van desde el enorme incremento del volumen de tráfico en las últimas dos décadas, la penetración resultante de agua que es causada por cambios en las temperaturas y las precipitaciones intensas que provocan fatiga o agrietamiento de coque y deterioros por surcos que conducen a fallas parciales o completas del pavimento o la presencia de climas cálidos extremos, que reducen la densidad del betón (Gkyrtis et al., 2022)

Así, el agrietamiento por fatiga se produce porque las mezclas asfálticas son débiles frente a cargas de tracción, por lo que el uso de fibras para su refuerzo es una opción que se ha venido posicionando como una alternativa para mejorar y extender la vida útil y la resistencia del pavimento. Además, las fibras, clasificadas entre sintéticas y naturales, pueden aumentar otras propiedades de las mezclas asfálticas como el cumplimiento de la fluencia, el módulo dinámico y la susceptibilidad a la humedad (Pirmohammad y Hojjati, 2020).

En particular, el uso de las fibras naturales en mezclas asfálticas en caliente en los últimos años ha resultado como una excelente opción, por ser un recurso renovable, de

bajo costo, poca densidad, no ser abrasivo y tener buenas propiedades térmicas frente a los materiales de refuerzo tradicionales (Li et al., 2020).

Estas fibras que por su origen son naturales son lignocelulósicas, no solo han tenido un impacto tan positivo en otras propiedades como la resistencia a la tracción indirecta, sino que se recomienda combinarla con otros materiales de origen vegetal para mejorar su influencia (Gallo et al., 2021). Es así como, una probable opción es el uso de ceniza de hoja de piña (*Ananas comosus*) que es un desecho agrícola que se deriva de su consumo y que, por su alta proporción de fibra, tiene una resistencia flexible que alcanza los 42.33 kg/mm², siendo útil en la reducción de la degradación y proporciona mejoras significativas en la estabilización de mezclas asfálticas, reduciendo el flujo y mejorando la también mejora la resistencia a la tracción (Hasbullah y Abdullah, 2022).

A nivel nacional, el uso de yute en la profesión de ingeniería civil constituye una excelente opción, visto que el Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego (Midagri) ha propuesto su expansión productiva en las regiones agrarias del país, para suplir no solo las necesidades en el sector textil, sino para incentivar su uso en otras actividades productivas (León, 2022). En el caso de las cascara de piña, su producción se ha expandido por una superficie de siembra de 15,901 hectáreas y su consumo ha visto excelentes propiedades nutritivas, lo que genera muchos residuos (como hoja y cáscara) que deben ser aprovechados para la reducción de su impacto ambiental (Bello et al., 2022).

Asimismo se estima que en el Perú y del total de vías nacionales que disponen de una longitud de 173,611 km, apenas el 17.4% se encuentran pavimentadas, representando retraso en el país, colapsos en las vías pavimentadas y accidentes, lo cual se une a que, en las ciudades más importantes, como Lima, se aprecia que más de dos tercios de las vías pavimentadas se encuentran en mal estado, presentando baches y grietas, lo cual involucra mejorar las propiedades de las mezclas asfálticas (Ministerio de Transporte y Comunicaciones, 2023).

A nivel local y en relación con las situaciones que involucran la variabilidad del clima en Ayacucho, el incremento del volumen y la carga vehicular, esto ha generado problemas en las vías que conforman el departamento Ayacucho, razón por lo cual se requirió investigar sobre opciones que contribuyan con la mejora de las propiedades físicas y mecánicas de mezclas asfálticas en caliente para pavimentos y que a su vez permita soportar las condiciones extremas evitando fallas que comprometan la vida útil del pavimento en la región, lo cual también permitirá reducir la cantidad de accidentes y

congestionamiento vehicular que trae consecuencias a las personas, conductores, entre otros.

De esta manera, el problema general para la investigación se planteó en ¿Cuál es la influencia de la fibra de yute y la hoja de piña en el índice de rigidez de un pavimento flexible elaborado en laboratorio en Huancayo, 2025?

De manera consecutiva los problemas específicos que se plantearon fueron:

¿Cuál es la influencia de la fibra de yute al 0.5% de adición en el índice de rigidez de un pavimento flexible elaborado en laboratorio en Huancayo, 2025?

¿Cuál es la influencia de la hoja de piña al 2.5% de adición en el índice de rigidez de un pavimento flexible elaborado en laboratorio en Huancayo, 2025?

¿Cuál es la influencia de la fibra de yute al 0.5% de adición y la hoja de piña al 2% de adición en el índice de rigidez de un pavimento flexible elaborado en laboratorio en Huancayo, 2025?

La investigación tuvo una justificación de carácter teórico debido a que resultó necesario incurrir en la indagación sobre las ventajas del uso de la fibra de yute y de la ceniza de hojas de piña en mezclas asfálticas en caliente; dado que, por separado y/o de forma independiente sus efectos han sido reducidos y focalizados en solo algunas propiedades; por lo cual, debe seguirse comprobando cuáles son las dosificaciones que permitieron optimizar las propiedades físicas y mecánicas del pavimento en las condiciones cambiantes climáticas y el ritmo acelerado de tráfico vehicular en el departamento de Ayacucho, Perú.

Asimismo, también la investigación tuvo una justificación por carácter metodológico, ya que esta investigación utilizó de técnicas junto con instrumentos validados que contribuirán con el desarrollo de próximos estudios enfocados en tecnología de materiales para pavimentación, además, los hallazgos obtenidos constituirán como un antecedente consistente para ser comparado con los resultados similares de otros autores.

Por otro lado, desde una justificación por carácter técnico, el estudio permitió identificar la combinación óptima en la adición de fibra de yute y ceniza de hojas de piña que permitiera optimizar las propiedades físicas y mecánicas del pavimento a través de reducir los agrietamientos y la presencia de fallas que limiten y reduzcan su período de vida útil, debido con que el mayor porcentaje de una fibra y/o aditivo no siempre resulta ser la más beneficiosa para el material en estudio.

Finalmente, la investigación tuvo una justificación de carácter social, ya que al comprobar que el uso de productos de origen natural, agropecuario, vegetal y/o agrícola contribuye con la mejora de las propiedades físicas y mecánicas para los materiales que involucra la construcción de un pavimento, esto permitirá que uso sea más factible porque su disposición estará al alcance de las regiones del país y de manera general en recursos que no hayan sido aprovechados de la mejor manera evitando el origen desperdicios que impacten en el medioambiente. Asimismo, con la comprobación de este estudio se busca evitar los altos costos de mantenimiento, rehabilitación y reposición que genera un pavimento deficiente en el departamento de Ayacucho, además de que un pavimento con propiedades optimas permitirá la reducción de la cantidad de accidentes y/o congestionamiento vehicular que ocasionan daños y lesiones en los transeúntes, conductores, etc.

Basado en lo anterior, el objetivo general de la investigación fue determinar la influencia de la fibra de yute y la hoja de piña en el índice de rigidez de un pavimento flexible elaborado en laboratorio en Huancayo, 2025.

Asimismo, los objetivos específicos que se plantearon fueron:

Determinar la influencia de la fibra de yute al 0.5% de adición en el índice de rigidez de un pavimento flexible elaborado en laboratorio en Huancayo, 2025.

Determinar la influencia de la hoja de piña al 2% de adición en el índice de rigidez de un pavimento flexible elaborado en laboratorio en Huancayo, 2025.

Determinar la influencia de la fibra de yute al 0.5% de adición y la hoja de piña al 2% de adición en el índice de rigidez de un pavimento flexible elaborado en laboratorio en Huancayo, 2025.

En referencia a los antecedentes de origen internacional, la investigación consideró a (Rashid et al., 2021), quienes evaluaron el efecto de añadir fibra de yute en las propiedades de mezclas asfálticas en caliente en la ciudad de Pakistán. La metodología del estudio se clasificó como enfoque cuantitativo, tipo aplicado, el uso de las técnicas de observación y instrumento de investigación como la ficha de registro, es así como se aplicaron las proporciones de 0.5% y 1% de la fibra de yute en 75 muestras. Los resultados demostraron que la muestra convencional tuvo una estabilidad de 1,003.29 kg y flujo de 7.55 mm, mientras que la adición de 0.5% y 1% de esta fibra tuvieron pares de valores 1,295.42 kg con 7.06 mm y 1,104.48 kg con 7.79 mm. Se concluyó con que la adición óptima de fibra de yute fue al 0.5%, ya que después de ese porcentaje de uso, los valores

para la propiedad de estabilidad disminuyeron y los valores para la propiedad de flujo aumentaron.

En la misma línea estuvo (Gallo et al., 2021), los cuales examinaron el efecto de añadir fibra de yute en propiedades de mezclas asfálticas en caliente en el país de República Checa. La metodología del estudio se clasificó como enfoque cuantitativo, tipo aplicado y se hizo uso de la observación y la ficha de registro como técnica y instrumento de investigación respectivamente, es así como se aplicaron las proporciones de 0.1%, 0.2% y 0.3% de la fibra de yute en una muestra para 60 especímenes. Los resultados demostraron que la adición de esta misma fibra aumentó el contenido de vacíos de 4.3% (muestra patrón) a 8.7% (0.3% de adición) y una reducción de la resistencia a la fatiga de 36.2 N/mm a 34.1 N/mm. Se concluyó con que la adición de la fibra de yute no mejoró las propiedades del contenido de vacíos y estabilidad para las mezclas asfálticas porque los valores aumentaron y disminuyeron respectivamente.

Por otra parte, se consideró a (Pirmohammad y Hojjati, 2020), donde analizaron el efecto de añadir fibras naturales (kenaf y basalto) en la resistencia a la fractura de mezclas asfálticas en caliente en la ciudad de Irán. La metodología del estudio se clasificó como enfoque cuantitativo, tipo aplicado y se hizo uso de la observación y la ficha de registro como técnica y instrumento de investigación respectivamente, es así como se aplicaron las proporciones de 0.1%, 0.3% y 0.5% de las fibras de kenaf y basalto en una muestra de 32 muestras semicirculares endurecidas. Los resultados demostraron que las mezclas asfálticas reforzadas con un 0.3% de fibras de kenaf y de basalto demostraron los mejores resultados, con $k = 4.79$ y $k = 4.65$, respectivamente. Se concluyó con que las fibras de kenaf y basalto mejoraron la resistencia en las mezclas analizadas.

Asimismo, se consideró a (Villegas et al., 2025), quienes evaluaron el impacto técnico, ambiental y social de la incorporación de fibras naturales obtenidas de los rastrojos de piña en mezclas asfálticas en caliente (HMA). La metodología del estudio se clasificó como enfoque cuantitativo, tipo aplicado. Los resultados indicaron que la incorporación de fibra de rastrojo de piña en los porcentajes de 0.125%, 0.25% y 0.50% mejoró de manera significativa la estabilidad de las mezclas asfálticas sustentando que la mezcla con 0.125% de rastrojos de piña mostró una estabilidad de 13.41 kN, un incremento del 13.41% respecto a la mezcla de control sin rastrojos de fibra de piña, por otro lado la mezcla con 0.25% de rastrojos de piña obtuvo una estabilidad de 15.31 kN, lo que representó una mejora del 18.53% respecto a la mezcla de control sin porcentaje de rastrojos de piña y finalmente la mezcla con 0.50% de fibra obtuvo una estabilidad de

20.31 kN, lo que representó una mejora significativa del 51.35% respecto a la mezcla de control sin porcentaje de rastrojos de piña. Se concluyó con que los rastrojos de piña fueron una alternativa viable y sostenible para mejorar la estabilidad de las mezclas asfálticas, medida en la unidad de kN, por lo que se recomendó utilizar los porcentajes de 0.25% y 0.50% de rastrojos de piña ya que demostraron ser los más efectivos.

Seguido se consideró a (Karahancer et al., 2019), los cuales estudiaron el efecto de añadir fibra de sisal en propiedades de mezclas asfálticas en caliente en el país de Turquía. La metodología del estudio se clasificó como enfoque cuantitativo, tipo aplicado y se hizo uso de la observación y la ficha de registro como técnica y instrumento de investigación respectivamente, es así como se aplicaron las proporciones de 1%, 2% y 3% de la fibra de sisal en dos longitudes para una muestra de 48 especímenes. Los resultados demostraron que la adición de 1% de esta fibra de longitud corta generó los mejores resultados, con una resistencia a la tensión de 780 kPa, superior a 715 kPa de la muestra patrón. Se concluyó con que la fibra de sisal mejoró la resistencia a la tensión en las mezclas analizadas.

Luego estuvieron los autores (Ahmed y Mohammed, 2025), quienes evaluaron el efecto de la fibra de yute de desecho en mezclas de Stone Matrix Asphalt (SMA) con respecto a su susceptibilidad al daño por humedad especialmente conocido como TSR. Para la metodología del estudio en los ensayos se utilizaron fibras de yute de diferentes longitudes (5 mm, 10 mm, 15 mm) y contenidos que variaban entre el 0.1% y el 0.7% en el peso de la mezcla. Los resultados mostraron que la adición de fibra de yute tuvo un impacto positivo en la resistencia a la humedad, ya que la relación de resistencia indirecta a la tracción (TSR) aumentó significativamente tras el uso de la fibra de yute, pudiendo deducir que la combinación óptima para obtener mejores resultados en términos de TSR fue de 0.5% de fibra de yute y una longitud de fibra de 10 mm, ya que los porcentajes pasaron de 14.12% para las mezclas con un 0.1% de fibra de yute a un 19.39% para las mezclas con 0.5% de fibra de yute y un 16.69% para las mezclas con 0.7% de fibra de yute. Se concluyó con que la incorporación de fibra de yute mejoró la adherencia del ligante asfáltico a los agregados, reduciendo los efectos negativos del daño por humedad en las mezclas SMA.

Finalmente se consideraron a (Pirmohammad et al., 2020), quienes investigaron el efecto de añadir fibras naturales (kenaf y lana de cabra) en la resistencia a la fractura de mezclas asfálticas en caliente en el país de Irán. La metodología del estudio se clasificó como enfoque cuantitativo, tipo aplicado y se hizo uso de la observación y la ficha de

registro como técnica y instrumento de investigación respectivamente, es así como se aplicaron las proporciones de 0.1%, 0.2% y 0.3% de estas fibras que se cortaron con longitudes de 4, 8 y 12 mm en una muestra de 48 muestras semicirculares. Los resultados demostraron que las mezclas asfálticas reforzadas con un 0.3% de fibras de kenaf de 8 mm de longitud y un 0.3% de fibras de lana de cabra con 4 mm de longitud presentaron los mejores resultados con $k = 0.99$ y $k = 0.94$, respectivamente. Se concluyó con que las fibras de kenaf y lana de cabra mejoran la resistencia en las mezclas estudiadas.

Asimismo, para la elección de los antecedentes a nivel nacional, la investigación considero a (Delgado, 2022), el cual estudió el efecto de añadir fibra de bambú en propiedades de mezclas asfálticas en caliente en una avenida del Callao en la ciudad de Lima. La metodología del estudio se clasificó como enfoque cuantitativo, tipo aplicado y se hizo uso de la observación y la ficha de registro como técnica y instrumento de investigación respectivamente, es así como se aplicaron las proporciones de 0% (patrón), 0.25%, 0.50%, 0.75%, 1.00% y 1.25% de la fibra de bambú que se cortaron con longitudes de 4, 8 y 12 mm en una muestra para 81 especímenes (63 briquetas cilíndricas y 18 vigas prismáticas). Los resultados demostraron que la mejor estabilidad, resistencia a la compresión y a la flexión se obtuvieron al 0.75% de adición con valores de 2,550 Lb, 7.04 MPa y 0.9 MPa, respectivamente y el porcentaje de vacío de aire óptimo se alcanzó con 1.00% de adición de fibra de bambú. Se concluyó con que la adición de 0.75% de la fibra de bambú optimizó la estabilidad, la resistencia a la compresión y a la resistencia a la flexión de estas muestras.

Asimismo, se consideró a (Yalico, 2022), quien examinó el efecto de fibra de bagazo de caña en el comportamiento mecánico de mezclas asfálticas en caliente en la ciudad de Chiclayo. La metodología del estudio se clasificó como enfoque cuantitativo, tipo aplicado y se hizo uso de la observación y la ficha de registro como técnica y instrumento de investigación respectivamente, es así como se aplicaron las proporciones de 0.25%, 0.50% y 1% de fibra de bagazo de caña para una muestra de 180 briquetas. Los resultados demostraron que la adición de 0.5% fue la más eficiente con valores de estabilidad de 8.04%, rigidez de 7.35% y flujo de 13.8 mm (tránsito tipo A), estabilidad de 5.37 %, rigidez de 12.58% y flujo de 14.8 mm (tránsito tipo B) y estabilidad de 1.92%, rigidez de 12.18% y flujo de 17.5 mm (tránsito tipo C). Se concluyó con que la adición de esta fibra de bagazo de caña optimizó el desempeño de la muestra asfáltica.

De forma similar se consideró a (Pomari, 2022), quien examinó el efecto de ceniza de tronco de eucalipto en propiedades de mezclas asfálticas en caliente en la región de

Puno. La metodología del estudio se clasificó como enfoque cuantitativo, tipo aplicado y se hizo uso de la observación y la ficha de registro como técnica y instrumento de investigación respectivamente, es así como se aplicaron las proporciones de 1%, 2% y 3% de esta ceniza para una muestra de 36 especímenes. Los resultados demostraron que la adición de 2% de ceniza de eucalipto fue la más eficiente con valores para un porcentaje de vacíos de 3.23%, flujo de 3.88 mm y estabilidad de 1,179 kg ya que al comparar estos mismos con los valores de la muestra patrón de 3.47% para contenido de vacíos, 3.94 mm para flujo y 1,134 kg para estabilidad, los valores con 2% de fibra de ceniza de eucalipto. Se concluyó con que la adición de la ceniza de eucalipto optimizó el desempeño de las propiedades de estabilidad, flujo y contenido de vacío para las muestras asfálticas.

Seguido estuvo (Gelí, 2021), quien analizó el efecto tras añadir ceniza de bagazo de caña de azúcar en mezclas asfálticas en caliente en la ciudad de Lima. La metodología del estudio se clasificó como enfoque cuantitativo, tipo aplicado y se hizo uso de la observación y la ficha de registro como técnica y instrumento de investigación respectivamente, es así como el estudio comparó la adición de 0.30% y 6% de ceniza de bagazo de caña de azúcar con la muestra convencional sin adición de esta fibra para una muestra de 54 briquetas. Los resultados demostraron que la adición de esta misma fibra redujo la resistencia a la tracción en 30.38% (al reducirse el escurrimiento de 0.25% a 0.22%), aumentó el flujo de 20.77% al pasar de 12.1 mm a 13.6 mm y disminuyó la estabilidad de 1,437 kg a 1,189 kg (42.15%). Se concluyó con que la adición de estos porcentajes de fibra de ceniza de bagazo de caña de azúcar no fue óptima, ya que los valores para la propiedad de resistencia a la tracción y estabilidad disminuyeron en vez de aumentar, por el contrario, la propiedad de flujo en vez de disminuir aumentó, lo cual resultó ser negativo.

Por otro lado, también se consideró a (Saucedo y Ynfante, 2024), quienes realizaron un análisis económico de las mezclas asfálticas, tanto convencionales como modificadas con aditivos innovadores que fueron destinados para la construcción de pavimentos flexibles en la ciudad de Lima. La metodología del estudio fue de tipo aplicado, diseño experimental y enfoque cuantitativo. Los resultados obtenidos se enfocaron en obtener que el precio para la mezcla convencional producida a altas temperaturas fue de 489.49 soles por metro cúbico, sin embargo, al incorporar un 5% de pavimento recuperado junto con un 0.5% de polímero reciclado (PET), el precio disminuyó a 485.39 soles por metro cúbico, además al incorporar un 7.5% de pavimento recuperado junto con el mismo 0.5% de polímero reciclado (PET) el precio volvió a

disminuir a 484.49 soles por metro cúbico, finalmente al incorporar un 10% de pavimento recuperado junto con el mismo 0.5% de polímero reciclado (PET), el precio también disminuyó a 480.78 soles por metro cúbico. Se concluyó con que tras la incorporación de diferentes porcentajes de pavimento recuperado (RAP) y 0.5% de polímero reciclado (PET) los precios fueron disminuyendo, por lo cual no se aplicó el principio de que a mayor porcentaje de aditivo el precio también aumenta.

La investigación también consideró a (Montalvo y Julca, 2025), quienes evaluaron las propiedades físicas y mecánicas de mezclas asfálticas en caliente incorporando fibra de coco y fibra de yute para su aplicación en pavimentos flexibles. La metodología del estudio fue de enfoque cuantitativo, tipo aplicado y diseño experimental, empleándose ensayos de laboratorio como técnica de investigación y fichas de registro para la recopilación de datos. Para el desarrollo experimental se elaboraron mezclas asfálticas con diferentes porcentajes de fibra de coco y yute en comparación con una mezcla patrón sin adición, analizándose parámetros como relación estabilidad/flujo mediante el ensayo Marshall. Los resultados evidenciaron variación significativa para la propiedad mecánica respecto a la estabilidad ya que de obtener un valor de 2.10 kg/cm para la mezcla convencional, se pasó a obtener un valor de 3.26 kg/cm tras la incorporación de la fibra de 5.70% de cáscara de coco + 0.20% de fibra de yute lo cual resultó en 55.24% de aumento. Se concluyó que la adición de fibras naturales como fibra de yute y cáscara de coco en porcentajes adecuados contribuyó a optimizar el comportamiento mecánico de la mezcla asfáltica, demostrando su viabilidad técnica para su uso en pavimentos flexibles.

Finalmente se consideró a (Castro et al., 2020) quienes estudiaron el efecto de añadir cáscara (CC) y fibra de coco (FC) en propiedades de mezclas asfálticas en caliente en la ciudad de Lima. La metodología del estudio se clasificó como enfoque cuantitativo, tipo aplicado y se hizo uso de la observación y la ficha de registro como técnica y instrumento de investigación respectivamente es así como se aplicaron las proporciones de 0.50% FC + 2.50% CC, 0.80% FC + 2.20% CC, 1.00% FC + 2.00% CC, 1.50% FC + 1.50% CC, 2.00% FC + 1.00% CC y 2.50% FC + 2.50% CC para una muestra de 180 briquetas. Los resultados demostraron que la adición 0.50% FC + 2.50% CC fue la más eficiente con óptimo de asfalto de 6.40% (superior en 0.70% a la muestra patrón), peso específico de 2.37 g/cm³, vacíos de aire de 4.00%, flujo de 5.46 mm, estabilidad de 2,653 Lb y relación/estabilidad 2,199 kg/cm. Se concluyó con que la fibra de coco optimizó el desempeño de la mezcla asfáltica.

Para terminar la elección de los antecedentes a nivel local, considero los aportes de (Carrasco, 2022), quien estudió el efecto de añadir arena natural en propiedades de mezclas asfálticas en caliente para los pavimentos en el departamento de Ayacucho. La metodología del estudio se clasificó como enfoque cuantitativo, tipo aplicado y se hizo uso de la observación y la ficha de registro como técnica y instrumento de investigación respectivamente, es así como se aplicaron las proporciones de 2%, 7% y 12% de arena natural para una muestra de 70 briquetas. Los resultados demostraron que la adición de 7% de arena natural fue el único porcentaje que cumplió con lo exigido para las propiedades de contenido de vacíos, estabilidad y flujo. Se concluyó con que usar 7% como porcentaje de arena natural mejoró las propiedades de estabilidad, flujo y contenido de vacíos.

También se consideró a (Gómez, 2020) quien estudió el efecto de añadir polímeros en propiedades de mezclas asfálticas en caliente para el pavimento del aeropuerto en el departamento de Ayacucho. La metodología del estudio se clasificó como enfoque cuantitativo, tipo aplicado y se hizo uso de la observación y la ficha de registro como técnica y instrumento de investigación respectivamente, es así como se aplicaron porcentajes de polímero SBS BETUTEC IC para una muestra de 40 briquetas. Los resultados demostraron que la adición de este polímero reduce la deformación permanente en 85% en comparación con la muestra patrón. Se concluyó con que usar polímero SBS BETUTEC IC mejoró la propiedad para la deformación.

En cuanto a las bases teóricas, se ha considerado que el yute se clasificó dentro de la familia Tiliacea, hallándose entre 30 y 40 especies, recayendo la mayor producción en dos especies *Corchorus Capsularis* (yute blanco) y *Corchorus Olitorius* (yute tossa) (Chandekar et al., 2020). Su cultivo tiene un ciclo de crecimiento corto y alta dureza y es un tipo de fibra natural conocida como “fibra dorada”, ya que es una de las fibras de mayor valor económico del mundo (Zhang et al., 2020).

Estas plantas anuales y abundantes presentan una forma de cruz pentagonal o hexagonal y posee altos niveles de insonorización, protección ultravioleta y cualidades antibacterianas (Ahmad et al., 2022). Se destaca que su producción se ubica en las 1.8 millones de toneladas al año cultivadas a orillas de ríos en espacios altamente húmedos, siendo India, Bangladesh y Brasil los mayores exportadores (Burrola et al., 2019).

Así, el yute es una fibra vegetal larga, lustrosa y suave que puede hilarse para formar hilos fuertes y gruesos, siendo una de las fibras naturales más eficaces, solo superada por el algodón en términos de producción y número de aplicaciones; además es

el tejido natural más asequible y es completamente biodegradable y reciclable, lo que lo hace respetuoso con el medio ambiente. Su fibra está compuesta por lignina (12-14%), pentosano (14-16%), celulosa (50-64%) y otros materiales como humedad, cenizas, proteínas y grasas (Wang et al., 2019). Como el yute es biodegradable, es susceptible a la degradación natural y su uso puede fallar con el desgaste y el tiempo; sin embargo, se ha encontrado en distintos estudios que después de seis meses de tratamiento húmedo, aún existe fuerte unión interfacial entre asfalto y yute, que puede proporcionar cierta protección para la fibra de yute (Li et al., 2023).

Figura 1

Fibras de yute



Nota. Fibras naturales recolectadas principalmente en las zonas altoandinas del Perú. Por “Usos de las fibras de Yute” Agrícola, 2020.

Por su parte, la piña o *Ananas comosus* fue una especie de monocotiledónea herbácea perenne, dentro del grupo familiar de “bromelias” que se cultiva principalmente en países tropicales, principalmente por sus frutas. Además, tiene un tallo corto que primero produce alrededor de 25 a 30 rosetas de hojas que son alargadas y presentan abundantes hojas fibrosas dispuestas en espiral (Rajeshkumar et al., 2020).

De esta manera, la morfología de la planta de piña se distribuye en cuatro secciones importantes: hojas, collares, brotes del tallo y corona. Específicamente, las hojas se ubican en espiral alrededor del tocón permitiendo que la fruta reciba mayores cantidades de luz solar para su proceso fotosintético y logre mayor retención de agua durante las lluvias, restringiendo la reducción de humedad (Che et al., 2022). Esta hoja mide entre 5 y 8 cm de ancho, 90 cm de largo y es de color verde oscuro, debiendo destacarse que una hoja fresca produce de 2% a 3% de fibra (Rajeshkumar et al., 2020). La fibra de hoja de piña se obtiene directamente de las hojas exteriores, dada su fortaleza

y sus notables propiedades mecánicas en comparación con las internas. El proceso de elaboración de esta consiste en batir, raspar y pelar la hoja, previo a su remojo en agua, por un lapso de un día; para luego, lavarse, secarse al sol y calcinarse hasta obtener su ceniza (Saha et al., 2021).

Figura 2

Hojas de piña



Nota. Hojas que se utilizan en reemplazo al plástico en utensilios de cocina. Por “¿Cómo reemplazar el plástico?” diario El País, 2022.

Esta misma fibra natural tuvo el potencial de mejorar las propiedades de la mezcla asfáltica, especialmente de mejorar la resistencia específica y la rigidez debido a su alto contenido de celulosa, de 67% a 82%, que proviene de su naturaleza hidrófila. Como resultado, es una excelente materia prima alternativa en la industria de la construcción de carreteras para minimizar los daños del pavimento asfáltico, como el agrietamiento por fatiga y prolongar la vida útil de la mezcla asfáltica (Yusof y Abdullah, 2022). Además, contiene 6-12% de hemicelulosa y 5-12% de lignina, que contribuyen relativamente a la rigidez estructural y mecánica de la fibra (Gaba et al., 2021).

Además, se conoce que las mezclas asfálticas representaron un material trifásico que se constituye de una etapa de refuerzo (agregado), una etapa de matriz (asfalto) y una etapa interfacial ubicada entre las anteriores, denominada vacío; destacándose que el agregado se reconoce como el elemento central asociado a la fricción del pavimento, con una representación, dentro de la mezcla de 95% de su peso y de 90% de su volumen (Deb y Lakshman, 2022).

Los áridos y los ligantes asfálticos conformaron los componentes de mayor incidencia en la muestra, por lo que su desempeño físico y mecánico afecta de manera directa a las fallas originadas por la humedad o cambios en su comportamiento ante distintas cargas de tráfico. Generalmente, el comportamiento de estas mezclas se

diferencia entre viscoso, elástico o viscoelástico y es, precisamente, el ligante asfáltico lo que otorga ese comportamiento, mayor elasticidad y rigidez ante temperaturas menores y mayor viscosidad cuando se elevan (Sharma et al., 2022).

Figura 3

Mezcla asfáltica en caliente



Nota. La mezcla asfáltica en caliente (MAC) corresponde a la combinación de agregados pétreos y ligante asfáltico elaborada a temperaturas elevadas. Por “Laboratorio de pavimentos” Ingeocontrol, 2023.

El ensayo Marshall es generalmente aplicado en varias propiedades físicas y mecánicas, este ensayo nos permite garantizar las proporciones importantes para los volúmenes con los elementos que son necesarios y que se encuentran en el rango para asegurar que esta mezcla cumpla con lo establecido y tenga una duración acorde con las especificaciones técnicas que se desean (Chavez y Pezo, 2020).

Así, se considera que las propiedades físicas de las mezclas asfálticas se refieren a las características que pueden percibirse a simple vista en un material, estando en función del ordenamiento que exhibe y permitiendo establecer una aproximación de su apariencia y forma (Asghar y Khattak, 2022).

Las propiedades físicas consideradas en esta investigación fueron la densidad que indica la proporción entre el peso y el volumen, sin que se haya aplicado alguna energía de compactación y se observa que mientras más densa es la mezcla, mayor es su dureza. La densidad está estrechamente relacionada con el contenido de vacíos (%V), que identifica el volumen de todas las bolsas de aires de tamaño prácticamente imperceptible, que quedan atrapadas entre las partículas cubiertas por el agregado sólido dentro de una mezcla y se expresa matemáticamente como una proporción del volumen neto de ella, tal

como se describe en la ecuación $\%V = 100 * ((V_1 - V_2) / V_1)$, donde V_1 = mayor gravedad específica y V_2 = gravedad específica neta (Xia et al., 2021).

Figura 4

Ensayo Marshall



Nota. Se empleó para determinar las propiedades mecánicas de las mezclas asfálticas, evaluando parámetros como estabilidad, flujo e índice de rigidez. Por “Máquina para pruebas de estabilidad Marshall con Anillo de Carga” Utest, 2022.

La otra propiedad física fue el contenido de humedad que se encarga de prevenir los deterioros prematuros asegurando la estabilidad del revestimiento asfálticos, este parámetro influye de manera directa en la cohesión de los materiales y en la resistencia final del pavimento frente a las solicitaciones del tráfico y los factores ambientales (Saucedo y Ynfante, 2024).

Por su parte, las propiedades mecánicas de los materiales comprendieron las condiciones establecidas entre la fuerza o carga que se aplica sobre ellos, actuando como un estímulo y la respuesta que se recibe ante este esfuerzo; así, describe sencillamente una relación entre el esfuerzo y la deformación del material (Luan et al., 2022).

La resistencia a la fatiga indica la relación directa entre la capacidad de soporte de una mezcla en el largo plazo, lo cual induce a la forma de diseño de la estructura de un pavimento o indica una forma de resiliencia de la estructura, esta resistencia se mide de manera progresiva, aplicando al material distintas cantidades de ciclos de carga (Asghar y Khattak, 2022).

La estabilidad es una propiedad mecánica donde la destreza de un terreno se encarga de enfrentar las fuerzas y variaciones del entorno sin que sucedan daños severos, es por lo que esta propiedad se debe de gestionar de manera efectiva este elemento para garantizar la construcción (Saucedo y Ynfante, 2024).

El flujo Marshall es una prueba que mide los valores de cohesión y fricción de la mezcla asfáltica por medio de aplicar una carga a deformación controlada de 50.8 mm/min, es así como esta prueba solo se aplica para probetas fabricadas con el martillo Marshall sumergidas a una temperatura de 60°C de 30 a 40 minutos (Garnica et al., 2004).

En el país, el diseño de las mezclas asfálticas se reglamenta según lo estipulado en MTC E 504, que señala el uso del método Marshall en la estimación de su comportamiento y las especificaciones se describen en la tabla 1 (López y Rojas, 2018).

Tabla 1

Requisitos de mezcla asfáltica

Propiedades a evaluar	Clase de mezcla		
	A	B	C
Golpes de martillo	75	50	35
Porcentaje de vacíos en la mezcla compactada	3-5	3-8	3-8
Estabilidad (mínimo)	8.15 kN	5.44 kN	4.53 kN
Flujo	2-4	2-4	2-4
Relación estabilidad/flujo (kg/cm)	1,700 – 4,000		
Prueba de tracción indirecta	80 Mín.		

Nota: Se establecen los límites establecidos para cada propiedad. Adaptado de López y Rojas (2018).

Por último, la hipótesis general del estudio se expresó en que Existe influencia significativa de la fibra de yute y la hoja de piña en el índice de rigidez de un pavimento flexible elaborado en laboratorio en Huancayo, 2025.

Además, las hipótesis específicas fueron:

Existe influencia significativa de la fibra de yute al 0.5% de adición en el índice de rigidez de un pavimento flexible elaborado en laboratorio en Huancayo, 2025.

Existe influencia significativa de la hoja de piña al 2.5% de adición en el índice de rigidez de un pavimento flexible elaborado en laboratorio en Huancayo, 2025.

Existe influencia significativa de la fibra de yute al 0.5% de adición y la hoja de piña al 2% de adición en el índice de rigidez de un pavimento flexible elaborado en laboratorio en Huancayo, 2025.

II. METODOLOGÍA

2.1. Enfoque, tipo

El enfoque de la investigación fue cuantitativo, lo cual permitió ceñirse a los procedimientos sistemáticos del método científico para la resolución de una problemática detectada, por medio de la comprobación de hipótesis y la experimentación; con apoyo de la analítica numérica en los diferentes estadígrafos (Hernández y Mendoza, 2018).

El tipo de investigación fue aplicada, ya que permitió transformar un hecho o fenómeno de la realidad, por medio de acciones inmediatamente prácticas; a saber, obtener la mejora de las propiedades físicas y mecánicas de las mezclas asfálticas (Arias y Covinos, 2021).

Con respecto al alcance de la investigación fue explicativo, porque su propósito consistió en puntualizar la causa y efecto de una variable sobre otra dentro de una realidad problemática; en este caso, examinar como la adición de fibra de yute y ceniza de hoja de piña (Sánchez et al., 2018).

2.2. Diseño de investigación

El diseño de la investigación fue experimental, ya que el proceso investigativo, enmarcado en virtud con el investigador usó una variable deliberadamente (causa) para medir los resultados en otra (efecto); en presencia de un grupo testigo (control o muestra patrón) y grupos experimentales (Hernández y Mendoza, 2018).

En este sentido, el diseño se ciñe al esquema en la figura 1.

Figura 5

Diseño de investigación

GE: O1 X O2
GC: O3 - O4

Nota. GE: grupo experimental, O1: observación inicial del grupo experimental, X: adición de fibra de yute y ceniza de hoja de piña; O2: observación del grupo experimental posterior a la adición; O3: observación inicial del grupo de control; - ausencia de tratamiento; O4: observación final del grupo de control. Tomado de (Hernández y Mendoza, 2018).

2.3. Población y muestra

La población se define como la totalidad agrupada de factores que tiene particularidades similares que favorecen ser examinadas (Lakens, 2022).

Al respecto, la población de esta investigación estuvo conformada por 12 briquetas, siendo 3 muestras representativas para cada tratamiento, siendo en total 4 tratamientos para medir en el ensayo de Marshall y dos de sus propiedades como (flujo y estabilidad), las cuales son importantes para encontrar el índice de rigidez, es así como el detalle de la cantidad de briquetas se encuentra en la tabla 2.

Tabla 2

Cantidad de briquetas para ensayo de Marshall

Tratamiento/ Nº muestra	T1			T2			T3			T4		
	M1	M2	M3	M1	M2	M3	M1	M2	M3	M1	M2	M3
Ensayo de Marshall	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

Nota: Se identifica las repeticiones por cada tratamiento.

En relación con la muestra, corresponde a una porción poblacional representativa de la población que permite realizar las mediciones (Lakens, 2022). En este particular, estuvo también integrada por las 12 briquetas. Es importante resaltar que el contenido de asfalto se mantuvo constante en todos los tratamientos, empleando una mezcla patrón previamente definida, dado que la investigación no tuvo como finalidad realizar un diseño completo de la mezcla asfáltica por medio de variación del contenido de ligante, sino evaluar la influencia de las adiciones sobre el índice de rigidez, calculado a partir de la relación entre estabilidad y flujo.

2.4. Técnicas e instrumentos de recojo de datos

Técnica de recojo de datos

La técnica que se empleó fue la observación directa, esta es una acción sistemática a través de los sentidos que favoreció la obtención de los datos directamente de la realidad, en este caso, durante los ensayos en el laboratorio y por medio de la revisión documental que brindó la interpretación de los registros durante el ensayo (Arias y Covinos, 2021).

Instrumentos de recojo de datos

La ficha de recojo de datos que se utilizó fue una ficha de registro que se encargó de observar e identificar las propiedades del objeto que es evaluado, pudiendo ser utilizado en investigaciones de carácter experimental como no experimental, por ello este

instrumento se elabora en base con las necesidades planteadas por los objetivos o indicadores específicos de una investigación (Arias y Covinos, 2021).

2.5. Técnicas de procesamiento y análisis de la información

Técnicas de análisis de información

La segunda técnica que se empleó fue el análisis documental, la cual es una estrategia que se caracterizó por buscar, seleccionar, organizar y analizar entre uno a más documentos, los cuales provinieron de fuentes de tipo principal, secundario y se orientaron hacia el cumplimiento de los objetivos en esta propuesta, por lo que la información extraída debe de ser filtrada con características de acuerdo con lo que se pretende desarrollar (Campos et al., 2021, p.5).

Procesamiento de información

El procesamiento de la información para la investigación estuvo compuesto por cuatro fases:

1 era fase: Fase de gabinete 1, esta fase tuvo en desarrollo las siguientes actividades:

Exploración de referencias bibliográficas en búsqueda de autores con resultados semejantes a los que se proyectaron obtener.

Delimitación y elección de la zona de estudio, siendo la ciudad de Huancayo.

Delimitación y elección del área donde se hará la extracción de las fibras vegetales.

Tipificación y reconocimiento de los ensayos.

Elección del laboratorio a conveniencia para desarrollo de los ensayos luego del proceso de campo.

2 da fase: Fase de campo, esta fase tuvo en desarrollo las siguientes actividades:

Visita para la recolección y extracción de las fibras vegetales que se usaron en la fase de laboratorio.

Obtención, recolección y procesamiento de la fibra de yute

Procedimiento controlado de quema, superior a 400 °C para obtención y recolección de la ceniza de hoja de piña.

Pesar, calcular, empaquetar las dosis de cada una de las fibras naturales para añadir a la mezcla de asfalto.

3 era fase: Fase de laboratorio (ensayos), esta fase tuvo en desarrollo las siguientes actividades:

Ensayo para prueba estándar de análisis de tamiz de agregados finos y gruesos (ASTM C136/C136M-19).

Ensayo para determinar cantidad de material fino que pasa por tamiz N°200 por lavado (NTP 400.018-ASTM C117-MTC-E-202).

Ensayo para límite líquido, plástico e índice de plasticidad de suelos (ASTM D4318-17e1).

Ensayo para resistencia de mezclas bituminosas empleando el aparato Marshall (MTC E504).

4 ta fase: Fase de gabinete 2, esta fase tuvo en desarrollo las siguientes actividades:

Apuntar, recolectar, resumir los datos derivados de los ensayos en el instrumento de la investigación (ficha de registro).

Elaboración de gráficos de barras, traducción en interpretación de valores, cantidades extraídas en el instrumento de investigación.

Análisis estadístico descriptivo, con uso del software IBM SPSS V.28; del cual se obtendrá tablas y gráficos para su interpretación (Sánchez et al., 2018).

2.6. Aspectos éticos de la investigación

Para el estudio, el investigador se ciñó a los siguientes criterios: (a) respeto por la integridad de las muestras vegetales, realizando un análisis oportuno de las muestras; (b) confidencialidad, los datos fueron tratados con privacidad, exponiendo aquellos que sean autorizados y de utilidad investigativa; (c) objetividad, las derivaciones de los ensayos fueron expuestas tal como ocurrieron sin alterarlas, a través de instrumentos fiables; (d) respeto al derecho de autor de terceros, mediante el uso de las normas APA, versión séptima edición para las citas de las fuentes incluidas en el extenso del trabajo; (e) acatar el Código de Ética de la Universidad Católica de Trujillo.

III. RESULTADOS

OE1: Determinar la influencia de la fibra de yute al 0.5% de adición en el índice de rigidez de un pavimento flexible elaborado en laboratorio en Huancayo, 2025.

Este análisis se enfocó en tres muestras representativas en función a un tratamiento que involucró un 0.5% de fibra de yute (FY) para mezclas asfálticas en caliente e identificar cuál de estas combinaciones fue la idónea.

Tabla 3

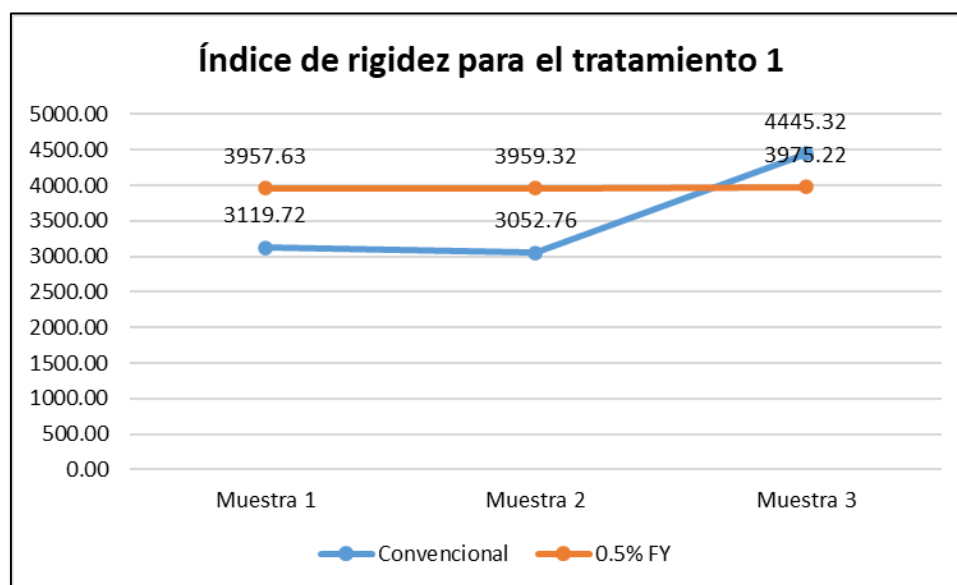
Resultados de índice de rigidez para el tratamiento 1 por cada muestra (M1, M2, M3)

TRATAMIENTO / N° DE MUESTRA	T0 PATRÓN			T1 0.5% FIBRAS DE YUTE		
	Estabilidad (kg)	Flujo (mm)	Rigidez (kg/cm)	Estabilidad (kg)	Flujo (mm)	Rigidez (kg/cm)
MUESTRA 1	1,126.530	3.611	3,119.718	1,197.580	3.026	3,957.634
MUESTRA 2	1,110.290	3.637	3,052.763	1,202.840	3.038	3,959.315
MUESTRA 3	1,311.370	2.950	4,445.322	1,201.710	3.023	3,975.223

Nota: T0 (tratamiento 0), T1 (tratamiento 1), FY = fibra de yute.

Figura 6

Gráfico del índice de rigidez para el tratamiento 1 por cada muestra



Nota: Gráfico elaborado de manera propia en base a resultados para la estabilidad y flujo del T0 (tratamiento 0), T1 (tratamiento 1), donde FY = fibra de yute.

Los resultados evidencian que la incorporación de 0.5% de fibras de yute (T1) mejora el comportamiento mecánico de la mezcla en comparación con el tratamiento

patrón (T0). En términos de estabilidad, las muestras con yute presentan valores ligeramente superiores y más uniformes: en la Muestra 1 aumenta de 1126.530 kg a 1197.580 kg, en la Muestra 2 de 1110.290 kg a 1202.840 kg, mientras que en la Muestra 3 disminuye de 1311.370 kg a 1201.710 kg, aunque se mantiene en un rango adecuado. Respecto al flujo, se observa una reducción en todas las muestras, pasando de 3.611 mm a 3.026 mm en la Muestra 1, de 3.637 mm a 3.038 mm en la Muestra 2 y de 2.950 mm a 3.023 mm en la Muestra 3, donde el valor permanece cercano al patrón. Como consecuencia, la rigidez se incrementa en las dos primeras muestras, pasando de 3119.718 a 3957.634 kg/cm en la Muestra 1 y de 3052.763 a 3959.315 kg/cm en la Muestra 2; en la Muestra 3, en cambio, se observa una ligera disminución de 4445.322 a 3975.223 kg/cm, aunque el valor sigue siendo elevado.

De lo anterior se consideró conveniente realizar la prueba de ANOVA, por lo cual se hizo previamente una prueba de distribución de datos por Shapiro Wilk junto con la prueba de homogeneidad, las cuales nos obligaron a plantear y comprobar dos hipótesis, siendo H_0 : hipótesis nula y la H_a : hipótesis alterna.

H_0 : La distribución de datos es normal. H_a : La distribución de datos no es normal.

Tabla 4

Prueba de normalidad (Shapiro - Wilk) para índice de rigidez con datos de muestra patrón y tratamiento 1 (0.5% FY)

Variable	Porcentajes	Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.
Índice de rigidez	Patrón	0.78597	3	0.08143
	0.5%FY	0.82096	3	0.16558

Nota: Prueba de normalidad de Shapiro-Wilk en IBM SPSS, Sig: Significancia, gl: grados de libertad.

En el caso de la muestra patrón, se obtuvo un valor de significancia de 0.08143, el cual es mayor al nivel de significancia de 0.05, por lo que no se rechaza la hipótesis nula y se considera que los datos presentan una distribución normal. De igual manera, el tratamiento con 0.5% de fibra de yute muestra un valor de significancia de 0.16558, también superior a 0.05, lo que indica que no se rechaza la hipótesis nula y se concluye que los datos siguen una distribución normal.

En lo que respecta a la prueba de HOMOGENEIDAD se hizo el planteamiento de dos hipótesis, siendo:

Ho: Las varianzas son iguales (Hay homogeneidad)

Ha: Las varianzas no son iguales (No hay homogeneidad).

Tabla 5

Prueba de homogeneidad de varianzas para índice de rigidez con datos de muestra patrón y tratamiento 1 (0.5% FY)

Variable	Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
Índice de rigidez	2.118	1	4	0.217

Nota: Prueba de homogeneidad de Levene en IBM SPSS, Sig: Significancia, gl: grados de libertad.

El valor de significancia es 0.217, el cual es mayor al nivel de significancia de 0.05, por lo que no se rechaza la hipótesis nula. En consecuencia, se concluye que las varianzas del índice de rigidez entre la muestra patrón y el tratamiento con 0.5% de fibra de yute son homogéneas, es decir, presentan una dispersión similar.

Se realizó la prueba ANOVA de una vía, por lo cual se realizó el planteamiento de dos hipótesis, siendo: Ho: No existen diferencias estadísticamente significativas. Ha: Si existen diferencias estadísticamente significativas.

Tabla 6

Resultado de prueba de Anova de un factor para variable de índice de rigidez con datos de muestra patrón y tratamiento 1 (0.5% FY)

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	270,669.662	1	270,669.662	0.877	0.4019
Dentro de grupos	1'233,831.792	4	308,457.948		
Total	1'504,501.454	5			

Nota: Prueba de Anova en IBM SPSS, Sig: Significancia = 5%, gl: grados libertad.

El valor de significancia es 0.4019, el cual es mayor al nivel de significancia de 0.05, por lo que no se rechaza la hipótesis nula. Asimismo, el estadístico $F = 0,877$ indica que la variabilidad entre los grupos no es considerablemente mayor que la variabilidad dentro de los grupos, lo que no evidencia diferencias relevantes entre los tratamientos. En consecuencia, se concluye que no existen diferencias significativas en el índice de rigidez entre la muestra patrón y el tratamiento con 0.5% de fibra de yute, lo que sugiere que la incorporación de esta fibra no influye de manera significativa en el comportamiento mecánico de la mezcla bajo las condiciones evaluadas.

OE2: Determinar la influencia de la hoja de piña al 2% de adición en el índice de rigidez de un pavimento flexible elaborado en laboratorio en Huancayo, 2025.

Este análisis se enfocó en tres muestras representativas en función a un tratamiento que involucró un 2% de hoja de piña (HP) para mezclas asfálticas en caliente e identificar cuál de estas combinaciones fue la idónea.

Tabla 7

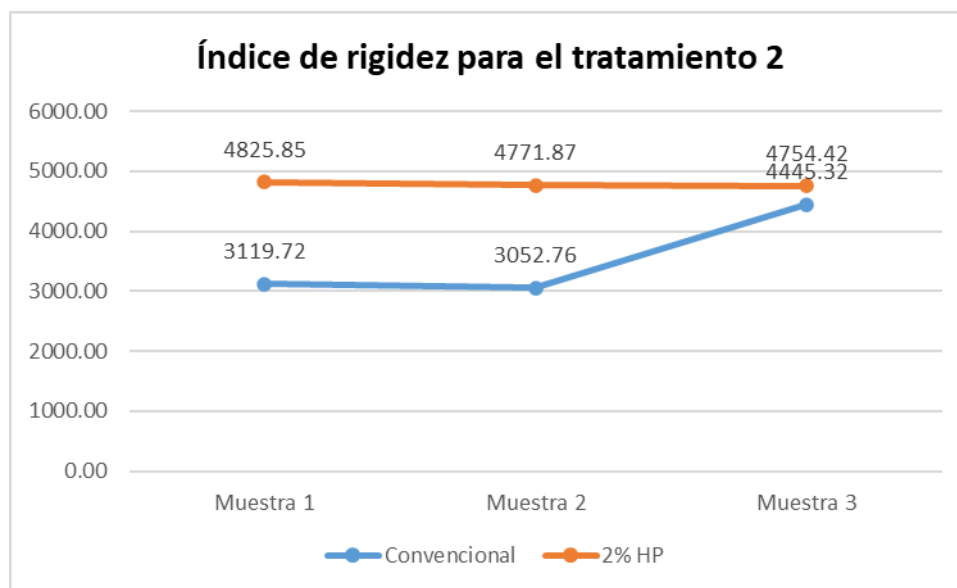
Resultados de índice de rigidez para el tratamiento 2 por cada muestra (M1, M2, M3)

TRATAMIENTO / N° DE MUESTRA	T0 PATRÓN			T2 2% HOJAS DE PIÑA		
	Estabilidad (kg)	Flujo (mm)	Rigidez (kg/cm)	Estabilidad (kg)	Flujo (mm)	Rigidez (kg/cm)
MUESTRA 1	1,126.530	3.611	3,119.718	1,330.970	2.758	4,825.852
MUESTRA 2	1,110.290	3.637	3,052.763	1,309.400	2.744	4,771.866
MUESTRA 3	1,311.370	2.950	4,445.322	1,302.710	2.740	4,754.416

Nota: T0 (tratamiento 0), T2 (tratamiento 2), HP = hoja de piña.

Figura 7

Gráfico del índice de rigidez para el tratamiento 2 por cada muestra



Nota: Gráfico elaborado de manera propia en base a resultados para la estabilidad y flujo del T0 (tratamiento 0), T2 (tratamiento 2), donde HP = hoja de piña.

En la Muestra 1, la estabilidad aumenta de 1126.530 kg a 1330.970 kg, mientras que el flujo disminuye de 3.611 mm a 2.758 mm, lo que se traduce en un incremento de la rigidez de 3119.718 kg/cm a 4825.852 kg/cm. De manera similar, en la Muestra 2 la estabilidad se incrementa de 1110.290 kg a 1309.400 kg, el flujo se reduce de 3.637 mm

a 2.744 mm, y la rigidez aumenta de 3052.763 kg/cm a 4771.866 kg/cm. En la Muestra 3, la estabilidad disminuye ligeramente de 1311.370 kg a 1302.710 kg, el flujo también disminuye de 2.950 mm a 2.740 mm, y la rigidez se incrementa de 4445.322 kg/cm a 4754.416 kg/cm.

De lo anterior se consideró conveniente realizar la prueba de ANOVA, por lo cual se hizo previamente una prueba de distribución de datos por Shapiro Wilk junto con la prueba de homogeneidad, las cuales nos obligaron a plantear y comprobar dos hipótesis, siendo H_0 : La distribución de datos es normal. H_a : La distribución de datos no es normal.

Tabla 8

Prueba de normalidad (Shapiro - Wilk) para índice de rigidez con datos de muestra patrón y tratamiento 2 (2% HP)

Variable	Porcentajes	Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.
Índice de rigidez	Patrón	0.78597	3	0.08143
	2%HP	0.91980	3	0.45162

Nota: Prueba de normalidad de Shapiro-Wilk en IBM SPSS, Sig: Significancia, gl: grados de libertad.

De la tabla 8, la prueba de normalidad de Shapiro-Wilk indica que tanto la muestra patrón (T0) como el tratamiento con 2% de HP (T2) cumplen con el supuesto de normalidad. En el caso del patrón, el valor de significancia es 0.08143 (> 0.05), mientras que para el tratamiento 2 es 0.45162 (> 0.05); en ambos casos, no se rechaza la hipótesis nula, por lo que se concluye que los datos presentan una distribución normal.

En lo que respecta a la prueba de HOMOGENEIDAD se hizo el planteamiento de dos hipótesis, siendo:

H_0 : Las varianzas son iguales (Hay homogeneidad)

H_a : Las varianzas no son iguales (No hay homogeneidad).

Tabla 9

Prueba de homogeneidad de varianzas para índice de rigidez con datos de muestra patrón y tratamiento 2 (2% HP)

Variable	Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
Índice de rigidez	1.764	1	4	0.255

Nota: Prueba de homogeneidad de Levene en IBM SPSS, Sig: Significancia, gl: grados de libertad.

De los resultados obtenidos, el valor de significancia es 0.255, el cual es mayor al nivel de significancia de 0.05, por lo que no se rechaza la hipótesis nula. En consecuencia, se concluye que las varianzas del índice de rigidez entre la muestra patrón y el tratamiento con 2% de HP son homogéneas, es decir, presentan una variabilidad similar.

Para completar las pruebas estadísticas se realizó la prueba ANOVA de una vía, por lo cual se realizó el planteamiento de dos hipótesis, siendo: Ho: No existen diferencias estadísticamente significativas. Ha: Si existen diferencias estadísticamente significativas.

Tabla 10

Resultado de prueba de Anova de un factor para variable de índice de rigidez con datos de muestra patrón y tratamiento 2 (2% HP)

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	2'324,204.899	1	2'324,204.899	7.519	0.051
Dentro de grupos	1'263,417.401	4	309,104.350		
Total	3'560,622.300				

Nota: Prueba de Anova en IBM SPSS, Sig: Significancia = 5%, gl: grados de libertad.

De acuerdo con los resultados obtenidos, el valor de significancia es 0.051, el cual es ligeramente mayor al nivel de significancia de 0.05, por lo que no se rechaza la hipótesis nula. Asimismo, el estadístico $F = 7.519$ indica que la variabilidad entre los grupos es mayor que la variabilidad dentro de los grupos; sin embargo, esta diferencia no es estadísticamente significativa al nivel del 5%. En consecuencia, se concluye que no existen diferencias significativas en el índice de rigidez entre la muestra patrón y el tratamiento con 2% de HP, aunque se observa una tendencia cercana a la significancia, lo que sugiere un posible efecto del tratamiento que podría confirmarse con un mayor tamaño de muestra.

OE3: Determinar la influencia de la fibra de yute al 0.5% de adición y la hoja de piña al 2% de adición en el índice de rigidez de un pavimento flexible elaborado en laboratorio en Huancayo, 2025.

Este análisis se enfocó en tres muestras representativas en función a un tratamiento que involucró un 0.5% de fibra de yute (FY) y 2% de hoja de piña (HP) para mezclas asfálticas en caliente e identificar cuál de estas combinaciones fue la idónea.

Tabla 11

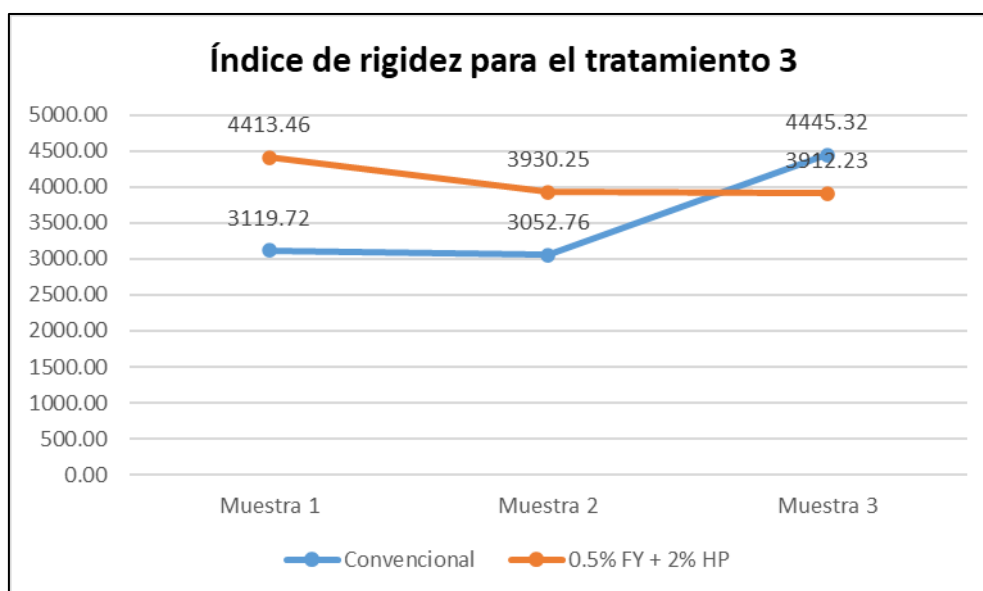
Resultados de índice de rigidez para el tratamiento 3 por cada muestra (M1, M2, M3)

TRATAMIENTO / N° DE MUESTRA	T0 PATRÓN			T3 0.5% FIBRAS DE YUTE + 2% HOJAS DE PIÑA		
	Estabilidad (kg)	Flujo (mm)	Rigidez (kg/cm)	Estabilidad (kg)	Flujo (mm)	Rigidez (kg/cm)
MUESTRA 1	1,126.530	3.611	3,119.718	1,189.870	2.696	4,413.464
MUESTRA 2	1,110.290	3.637	3,052.763	1,160.210	2.952	3,930.251
MUESTRA 3	1,311.370	2.950	4,445.322	1,138.460	2.910	3,912.234

Nota: T0 (tratamiento 0), T3 (tratamiento 3), FY = fibra de yute, HP = hoja de piña.

Figura 8

Gráfico del índice de rigidez para el tratamiento 3 por cada muestra



Nota: Nota: Gráfico elaborado de manera propia en base a resultados para la estabilidad y flujo del T0 (tratamiento 0), T3 (tratamiento 3), donde FY = fibra de yute, HP = hoja de piña.

En la Muestra 1, la estabilidad aumenta de 1126.530 kg a 1189.870 kg, mientras que el flujo disminuye de 3.611 mm a 2.696 mm, lo que incrementa la rigidez de 3119.718 kg/cm a 4413.464 kg/cm. En la Muestra 2, la estabilidad pasa de 1110.290 kg a 1160.210 kg, con una reducción del flujo de 3.637 mm a 2.952 mm, elevando la rigidez de 3052.763 kg/cm a 3930.251 kg/cm. En la Muestra 3, la estabilidad disminuye de 1311.370 kg a 1138.460 kg, el flujo también disminuye de 2.950 mm a 2.910 mm, y la rigidez se reduce de 4445.322 kg/cm a 3912.234 kg/cm.

De lo anterior se consideró conveniente realizar la prueba de ANOVA, por lo cual se hizo previamente una prueba de distribución de datos por Shapiro Wilk junto con la prueba de homogeneidad, las cuales nos obligaron a plantear y comprobar dos hipótesis, siendo Ho: hipótesis nula y la Ha: hipótesis alterna.

Ho: La distribución de datos es normal. Ha: La distribución de datos no es normal.

Tabla 12

Prueba de normalidad (Shapiro - Wilk) para índice de rigidez con datos de muestra patrón y tratamiento 3 (0.5%FY+2%HP)

Variable	Porcentajes	Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.
Índice de rigidez	Patrón	0.78597	3	0.08143
	0.5%FY+2%HP	0.77692	3	0.06052

Nota: Prueba de normalidad de Shapiro-Wilk en IBM SPSS, Sig: Significancia, gl: grados de libertad.

La prueba de normalidad Shapiro-Wilk muestra que tanto la muestra patrón (T0) como el tratamiento 0.5% FY + 2% HP (T3) cumplen con el supuesto de normalidad. El patrón presenta un valor de significancia de 0.115 (> 0.05) y el tratamiento combinado un valor de 0.411 (> 0.05), por lo que en ambos casos no se rechaza la hipótesis de normalidad.

En lo que respecta a la prueba de HOMOGENEIDAD se hizo el planteamiento de dos hipótesis, siendo:

Ho: Las varianzas son iguales (Hay homogeneidad)

Ha: Las varianzas no son iguales (No hay homogeneidad).

Tabla 13

Prueba de homogeneidad de varianzas para índice de rigidez con datos de muestra patrón y tratamiento 3 (0.5%FY+2%HP)

Variable	Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
Índice de rigidez	0.982	1	4	0.377

Nota: Prueba de homogeneidad de Levene en IBM SPSS, Sig: Significancia, gl: grados de libertad.

De acuerdo con los resultados obtenidos, el valor de significancia es 0.377, el cual es mayor al nivel de significancia de 0.05, por lo que no se rechaza la hipótesis nula. En consecuencia, se concluye que las varianzas del índice de rigidez entre la muestra patrón y el tratamiento 0.5% FY + 2% HP son homogéneas, es decir, presentan una dispersión similar.

Para completar las pruebas estadísticas se realizó la prueba ANOVA de dos vías, por lo cual se realizó el planteamiento de dos hipótesis, siendo:

Ho: No existen diferencias estadísticamente significativas.

Ha: Si existen diferencias estadísticamente significativas.

Tabla 14

Resultado de prueba de Anova de dos factores para variable de índice de rigidez con datos de muestra patrón y tratamiento 3 (0.5%FY+2%HP)

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	447,253.673	1	447,253.673	1.282	0.32077
Dentro de grupos	1'395,327.477	4	348,831.869		
Total	1'842,581.151	5			

Nota: Prueba de Anova en IBM SPSS, Sig: Significancia = 5%, gl: grados de libertad.

De acuerdo con los resultados obtenidos, el valor de significancia es 0.32077, el cual es mayor al nivel de significancia de 0.05, por lo que no se rechaza la hipótesis nula. Asimismo, el estadístico $F = 1.282$ indica que la variabilidad entre los grupos no es considerablemente mayor que la variabilidad dentro de los grupos, por lo que no se evidencia la existencia de diferencias significativas entre el tratamiento y el patrón. En consecuencia, se concluye que no existen diferencias significativas en el índice de rigidez entre ambos tratamientos bajo las condiciones evaluadas.

IV. DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos en la presente investigación demuestran que la incorporación de fibra de yute al 0.5% y hoja de piña al 2% influye en el índice de rigidez de las mezclas asfálticas, aunque sin evidenciar diferencias estadísticamente significativas. En términos generales, la mezcla patrón presentó valores de rigidez entre 3052.763 y 4445.322 kg/cm, mientras que con la adición de fibra de yute estos valores se situaron en un rango de 3957.634 a 3975.223 kg/cm, mostrando una ligera mejora y mayor uniformidad. Por su parte, la incorporación de hoja de piña evidenció los mayores incrementos, alcanzando valores entre 4754.416 y 4825.852 kg/cm, lo que indica un mejor desempeño mecánico. Finalmente, la combinación de ambos aditivos presentó valores entre 3912.234 y 4413.464 kg/cm, superando en general al patrón, aunque sin alcanzar los valores obtenidos con la adición individual de hoja de piña.

Al comparar estos resultados con antecedentes internacionales, se observa concordancia parcial con lo reportado por Rashid et al., quienes obtuvieron un incremento en la estabilidad de 1003.29 kg (patrón) a 1295.42 kg con 0.5% de fibra de yute, lo que representa una mejora aproximada del 29%. Este comportamiento es similar al observado en la presente investigación, donde la estabilidad mostró incrementos en algunas muestras con la misma proporción de fibra, aunque de manera no uniforme. Asimismo, Ahmed y Mohammed reportaron mejoras en la resistencia indirecta a la tracción (TSR), pasando de 14.12% a 19.39% con 0.5% de fibra de yute, lo cual respalda el efecto positivo de esta fibra sobre el comportamiento mecánico, en concordancia con el incremento observado en el índice de rigidez.

En relación con la hoja de piña, los resultados obtenidos guardan relación con lo señalado por Villegas et al., quienes reportaron incrementos en la estabilidad hasta 20.31 kN con 0.50% de fibra de piña, evidenciando mejoras importantes respecto a la mezcla patrón. De manera similar, en la presente investigación se observó un incremento en la estabilidad en la mayoría de las muestras y una reducción del flujo, lo que se tradujo en mayores valores de rigidez, alcanzando los valores más altos entre los tratamientos evaluados.

Por otro lado, estudios como los de Pirmohammad y Hojjati evidenciaron que la adición de fibras naturales como kenaf y basalto permitió alcanzar valores elevados de resistencia, comparables con los valores de rigidez obtenidos en esta investigación (hasta aproximadamente 4825.852 kg/cm), lo que confirma la efectividad de las fibras naturales como refuerzo en mezclas asfálticas. Asimismo, Karahancer et al. reportaron incrementos

en la resistencia a la tracción ($\approx 9\%$ de mejora), lo cual coincide con la tendencia general de mejora mecánica observada en el presente estudio.

A nivel nacional, los resultados también muestran coherencia con investigaciones como la de Yalico, quien reportó incrementos en la rigidez de hasta 12.58% con 0.5% de fibra de bagazo de caña. En la presente investigación, los incrementos observados en algunos tratamientos superan ese valor, especialmente en el caso de la hoja de piña, aunque estadísticamente no se evidencian diferencias significativas. Asimismo, Montalvo y Julca evidenciaron un incremento de la relación estabilidad/flujo, lo cual guarda relación con el aumento del índice de rigidez observado.

Del objetivo específico 1, los resultados obtenidos evidencian que la adición de 0.5% de fibra de yute tiende a incrementar el índice de rigidez de la mezcla asfáltica, pasando de valores comprendidos entre 3052.763 y 4445.322 kg/cm en la muestra patrón a un rango de 3957.634 a 3975.223 kg/cm, mostrando una mejora en la uniformidad y un incremento en dos de las tres muestras, acompañado de ligeras variaciones en la estabilidad y una reducción del flujo. Estos resultados guardan relación con lo reportado por Rashid et al., quienes obtuvieron un incremento en la estabilidad de 1003.29 kg a 1295.42 kg ($\approx 29\%$) con la adición de 0.5% de fibra de yute, identificando este porcentaje como el más eficiente. Asimismo, Ahmed y Mohammed evidenciaron mejoras en la resistencia al daño por humedad, incrementando el TSR de 14.12% a 19.39% ($\approx 37\%$), lo que refuerza el efecto positivo de esta fibra sobre las propiedades mecánicas. A nivel nacional, Yalico reportó incrementos en la rigidez de hasta 12.58% con 0.5% de fibra de bagazo de caña, siendo este valor inferior al observado en la presente investigación en algunas muestras, lo que sugiere un comportamiento favorable de la fibra de yute. No obstante, estos resultados difieren parcialmente de Gallo et al., quienes observaron una disminución en la resistencia a la fatiga y un aumento en el contenido de vacíos, lo cual puede atribuirse a diferencias en las condiciones experimentales y proporciones utilizadas. En consecuencia, se concluye que la fibra de yute al 0.5% muestra una tendencia de mejora en el índice de rigidez, aunque sin evidenciar diferencias estadísticamente significativas bajo las condiciones evaluadas.

Del objetivo específico 2, la incorporación de 2% de hoja de piña muestra una tendencia de incremento en el índice de rigidez, pasando de valores comprendidos entre 3052.763 y 4445.322 kg/cm en la mezcla patrón a un rango de 4754.416 a 4825.852 kg/cm, acompañado de una mejora en la estabilidad en la mayoría de las muestras y una reducción del flujo. Estos resultados coinciden con lo reportado por Villegas et al.,

quienes evidenciaron incrementos importantes en la estabilidad al incorporar fibras de piña, alcanzando valores superiores a la mezcla convencional. Asimismo, estudios como los de Pirmohammad y Hojjati demostraron que la adición de fibras naturales puede generar mejoras en la resistencia, comparables con los valores obtenidos en esta investigación, lo que respalda el efecto favorable de estos materiales. A nivel nacional, Pomari reportó incrementos moderados en la estabilidad con el uso de aditivos, inferiores a los observados en este estudio, lo que sugiere un mejor desempeño relativo de la hoja de piña. En ese sentido, se concluye que la hoja de piña al 2% presenta el mayor incremento en el índice de rigidez entre los tratamientos evaluados, aunque sin evidenciar diferencias estadísticamente significativas al nivel del 5%.

Del objetivo específico 3, la combinación de 0.5% de fibra de yute y 2% de hoja de piña muestra una tendencia de incremento en el índice de rigidez respecto a la muestra patrón, alcanzando valores entre 3912.234 y 4413.464 kg/cm, lo que representa una mejora en algunas muestras, aunque no de manera uniforme. Estos resultados coinciden parcialmente con lo reportado por Montalvo y Julca, quienes evidenciaron que la combinación de fibras naturales incrementa la relación estabilidad/flujo, demostrando mejoras en el comportamiento mecánico. De igual manera, Castro et al. señalaron que la combinación de fibras puede optimizar propiedades mecánicas, obteniendo incrementos en estabilidad y rigidez. Sin embargo, en la presente investigación se observa que la combinación de ambos aditivos no supera el desempeño obtenido con la hoja de piña de manera individual, lo que sugiere la ausencia de un efecto sinérgico significativo. Esta situación podría explicarse por la interacción entre las fibras dentro de la matriz asfáltica, generando una posible saturación o interferencia en la distribución del ligante. En consecuencia, se concluye que, si bien la combinación mejora el índice de rigidez respecto al patrón, no presenta diferencias estadísticamente significativas ni representa la alternativa más eficiente frente al uso individual de la hoja de piña.

V. CONCLUSIONES

En la presente investigación se determinó que no se acepta la hipótesis general, ya que no existe influencia estadísticamente significativa de la fibra de yute y la hoja de piña en el índice de rigidez del pavimento flexible elaborado en laboratorio en Huancayo, 2025. Esto se sustenta en los resultados obtenidos mediante la prueba ANOVA, donde en todos los tratamientos evaluados se obtuvieron valores de significancia mayores a 0.05. Sin embargo, desde el punto de vista descriptivo, todos los tratamientos mostraron una tendencia de incremento en el índice de rigidez respecto a la muestra patrón (3052.763 – 4445.322 kg/cm), alcanzando valores superiores con la fibra de yute (hasta 3975.223 kg/cm), con la hoja de piña (hasta 4825.852 kg/cm) y con la combinación de ambos (hasta 4413.464 kg/cm).

Respecto al primer objetivo específico, se concluye que no se acepta la hipótesis específica 1, dado que la adición de 0.5% de fibra de yute no influye de manera significativa en el índice de rigidez ($p = 0.4019 > 0.05$). No obstante, se observa una tendencia de mejora en dos de las tres muestras, acompañada de ligeras variaciones en la estabilidad y una reducción del flujo, lo que sugiere un comportamiento mecánico favorable, aunque sin respaldo estadístico.

En relación con el segundo objetivo específico, se concluye que no se acepta la hipótesis específica 2, ya que la incorporación de 2% de hoja de piña no presenta una influencia estadísticamente significativa en el índice de rigidez ($p = 0.051 > 0.05$), aunque se encuentra cercana al nivel de significancia. A pesar de ello, este tratamiento mostró los mayores valores de rigidez entre los evaluados, lo que indica un mejor desempeño mecánico en términos descriptivos.

Finalmente, respecto al tercer objetivo específico, se concluye que no se acepta la hipótesis específica 3, dado que la combinación de 0.5% de fibra de yute y 2% de hoja de piña no influye de manera significativa en el índice de rigidez ($p = 0.32077 > 0.05$). Si bien esta combinación presenta una mejora respecto al patrón, no supera el desempeño obtenido con la hoja de piña de forma individual, lo cual sugiere la ausencia de un efecto sinérgico significativo entre ambos aditivos bajo las condiciones evaluadas.

VI. RECOMENDACIONES

Se recomienda a instituciones académicas, centros de investigación y entidades del sector transporte continuar con el desarrollo de investigaciones sobre el uso de fibras naturales como la fibra de yute y la hoja de piña en mezclas asfálticas, con el fin de generar mayor evidencia técnica que respalde su comportamiento mecánico y su posible futura incorporación en normativas. Se plantea en el mediano y largo plazo, considerando la necesidad de validar los resultados en diferentes contextos y condiciones.

Se recomienda a investigadores, tesistas y profesionales del área de pavimentos profundizar en el estudio de la fibra de yute al 0.5%, evaluando su comportamiento bajo distintas condiciones de carga, temperatura y envejecimiento, con el objetivo de confirmar su influencia en el índice de rigidez y otras propiedades mecánicas. Pudiendo desarrollarse en el corto y mediano plazo, mediante estudios experimentales complementarios.

Asimismo, se recomienda a la comunidad académica y centros especializados en materiales de construcción ampliar las investigaciones relacionadas con la hoja de piña al 2%, considerando que fue el tratamiento con mayor incremento en el índice de rigidez, a fin de analizar su desempeño en otras propiedades como la resistencia a la fatiga, deformación permanente y durabilidad. Proyectándose en el mediano plazo, priorizando estudios comparativos y de validación.

Por otro lado, se recomienda a universidades y grupos de investigación desarrollar estudios orientados a optimizar la combinación de fibra de yute y hoja de piña, evaluando diferentes proporciones, tamaños de fibra y métodos de incorporación, debido a que en la presente investigación no se evidenció un efecto sinérgico superior al uso individual de la hoja de piña. Correspondiendo al mediano y largo plazo, dada la necesidad de un análisis más profundo de la interacción entre materiales.

Finalmente, se recomienda a entidades académicas y organismos de investigación realizar estudios a escala piloto o en campo que permitan validar los resultados obtenidos en laboratorio, considerando variables reales como el tránsito, condiciones climáticas y procesos constructivos. Planteándose en el largo plazo, como paso previo a cualquier posible estandarización futura.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ahmad, J, Arbili, M, Majdi, A, Althoey, F, Farouk, A y Rahmawati, C. (2022). Performance of concrete reinforced with jute fibers (natural fibers): A review. *Journal of Engineered Fibers and Fabrics*, 17(15), 58-92. <https://doi.org/10.1177/15589250221121871>
- Ahmed, A y Mohammed, I. (2025). The Effect of Short- and Long-Term Aging on Moisture Susceptibility of SMA Mixtures Stabilized with Waste Jute Fibers. *Engineering, Technology & Applied Science Research*, 15(4), 25942-25950. <https://doi.org/10.48084/etasr.12392>
- Arias, J y Covinos, M. (2021). Diseño y metodología de la investigación. 1 era ed. pp. 12-13. Enfoques Consulting EIRL.: Enfoques Consulting EIRL. www.tesisconjosearias.com
- Asghar, M y Khattak, M. (2022). Evaluation of Mixture Design and Tensile Characteristics of Polyvinyl Alcohol (PVA)–Fiber Reinforced HMA Mixtures. *International Journal of Pavement Research and Technology*, 17(1), 258-279. <https://doi.org/10.1007/s42947-022-00233-3>
- Bello, S, Borjas, R, Alvarado, L, Bello, N, Rebaza, D, Castro, V y Julca, A. (2022). Modification of the flowering dynamics of pineapple (*Ananas comosus* L.) cv. ‘MD2’ using Avi glycine in the central jungle of Perú. *Peruvian Journal of Agronomy*, 6(1), 1-12. <https://doi.org/10.21704/pja.v6i1.1863>
- Bieliatynskyi, A, Yang, S, Pershakov, V, Shao, M y Ta, M. (2022). Investigation of the properties of cast asphalt concrete mixture with the addition of fiber from the fly ash of thermal power plants. *Materials Science-Poland*, 40(4), 125–146. <https://doi.org/10.2478/msp-2022-0042>
- Burrola, H, Herrera, P, Soto, H, Rodríguez, D, Meléndrez, R., Cauich, J, Carrillo, H y Madera, T. (2019). Aprovechamiento de fibras tejidas de yute como material de refuerzo en biocompuestos de ácido poliláctico//Use of jute woven fibers as reinforcement material in polylactic acid biocomposites. *Biotecnia*, 22(1), 67–73. <https://doi.org/10.18633/biotecnia.v22i1.1126>
- Campos, A, Hernández, M y Aniceto, P. (2021). Análisis documental del concepto estrategias de aprendizaje aplicado en el contexto universitario. *Psicumex*, 11(1), 1-28. <http://dx.doi.org/10.36793/psicumex.v11i1.395>

Cantero, J, Polo, R, Martínez, G y Fuentes, L. (2023). Properties of hot mix asphalt (HMA) with several contents of recycled concrete aggregate (RCA). *Infrastructures*, 8(7), 109. <https://doi.org/10.3390/infrastructures8070109>

Carrasco, A. (2022). *Estudio del diseño de pavimento flexible, mediante el diseño asfáltico utilizando arena natural, San José – Rumichacca, Ayacucho, 2021*. [Tesis de Licenciatura, Universidad César Vallejo]. <https://hdl.handle.net/20.500.12692/89262>

Castro, H, Romero, B, Vásquez, C y Arriola, G. (2020). Influencia de la cáscara y fibra de coco en mezclas asfálticas en caliente. *Rev. Ingeniería: Ciencia, Tecnología e Innovación*, 7(2), 176–190. <https://doi.org/10.26495/icti.v7i2.1506>

Chandekar, H, Chaudhari, V y Waigaonkar, S. (2020). A review of jute fiber reinforced polymer composites. *Materials Today: Proceedings*, 26(2), 2079–2082. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2020.02.449>

Chavez, H y Pezo, A. (2020). Propuesta teórica de diseño de mezcla asfáltica en caliente producida a temperatura ambiente menor a seis grados centígrados en Perú. [Tesis de Licenciatura, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas]. <http://hdl.handle.net/10757/653121>

Che, S, Zamuddin, M, Misnon, N, Sojipto, S y Husen, H. (2022). Effect of pineapple leaf fibre as additional material in concrete mixture. *Proceedings of the 5th International Conference on Sustainable Civil Engineering Structures and Construction Materials*. 215, 525–537. https://doi.org/10.1007/978-981-16-7924-7_34

Deb, P y Lakshman, K. (2022). Mix design, durability and strength enhancement of cold mix asphalt: a state-of-the-art review. *Innovative Infrastructure Solutions*, 7(1), 61. <https://doi.org/10.1007/s41062-021-00600-2>

Delgado, J. (2022). *Influencia de la fibra de bambú en las propiedades de mezcla asfáltica en caliente para la Avenida Tumbes, 2022*. [Tesis de Licenciatura, Universidad César Vallejo]. <https://hdl.handle.net/20.500.12692/105635>

Gaba, E, Asimeng, B, Kaufmann, E, Katu, S, Foster, E y Tiburu, E. (2021). Mechanical and Structural Characterization of Pineapple Leaf Fiber. *Fibers*, 9(8), 51. <https://doi.org/10.3390/fib9080051>

Gallo, P, Valentin, J y Mondschein, P. (2021). Asphalt concrete for binder courses with different jute fibre content. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 1203(3), 032041. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/1203/3/032041>

Garnica, P, Delgado, H, Gómez, J y Gonzáles, A. (2004). Comportamiento de mezclas asfálticas modificadas con SBR. 1 era ed. pp. 25-36. Secretaría de

<https://www.imt.mx/archivos/publicaciones/publicaciontecnica/pt254.pdf>

Gelí, M. (2021). *Mezcla asfáltica SMA, fibra, ceniza del bagazo de caña de azúcar y su desempeño mecánico*. [Tesis de Maestría, Universidad Ricardo Palma]. <https://hdl.handle.net/20.500.14138/4116>

Gkyrtis, K, Plati, C y Loizos, A. (2022). Mechanistic analysis of asphalt pavements in support of pavement preservation decision-making. *Infrastructures*, 7(5), 61. <https://doi.org/10.3390/infrastructures7050061>

Gómez, E. (2020). *Mejoramiento de la carpeta asfáltica del pavimento del Aeropuerto de Ayacucho usando mezclas asfálticas en caliente modificada con polímeros – 2020*. [Tesis de Licenciatura, Universidad César Vallejo]. <https://hdl.handle.net/20.500.12692/66174>

Hasbullah, N y Abdullah, M. (2022). Overview of potential application of pineapple leaves fibre (PALF) in asphalt mixture focusing on rutting resistance. *Recent Trends in Civil Engineering and Built Environment*, 3(1), 853–860. <https://publisher.uthm.edu.my/periodicals/index.php/rtcebe/article/view/3148>

Hernández, R y Mendoza, C. (2018). Metodología de la Investigación. Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta. *Revista Universitaria Digital de Ciencias*, 1(1), 714. <https://doi.org/10.22201/fesc.20072236e.2019.10.18.6>

Heydari, S, Hajimohammadi, A, Haji, N y Khalili, N. (2021). The use of plastic waste in asphalt: A critical review on asphalt mix design and Marshall properties. *Construction and Building Materials*, 309(1), 125185. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2021.125185>

Karahancer, Ş, Eriskin, E, Saltan, M, Terzi, S, Sarioglu, O y Özdemir, D. (2019). Investigating the utility of sisal in hot mix asphalt as a fiber. *Mühendislik Bilimleri ve Tasarım Dergisi*, 7(4), 906–912. <https://doi.org/10.21923/jesd.553502>

Lakens, D. (2022). Sample size justification. *Collabra. Psychology*, 8(1), 1–28. <https://doi.org/10.1525/collabra.33267>

León, J. (20 de julio del 2022). *Congreso declara de interés nacional y necesidad pública el cultivo del yute para impulsar la economía local, regional y nacional*. <https://agraria.pe/noticias/congreso-declara-de-interes-nacional-y-necesidad-publica-el--28716>

Li, J, Yang, L, He, L, Guo, R, Li, X, Chen, Yo, Muhammad, Y Liu, Y. (2023). Research progresses of fibers in asphalt and cement materials: A review. *Journal of Road Engineering*, 3(1), 35–70. <https://doi.org/10.1016/j.jreng.2022.09.002>

Li, Zhang, X, Fa, C, Zhang, Y., Xiong, J y Chen, H. (2020). Investigation on characteristics and properties of bagasse fibers: Performances of asphalt mixtures with bagasse fibers. *Construction and Building Materials*, 248(6), 118648. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2020.118648>

Liu, Y, Su, P, Li, M, You, Z y Zhao, M. (2020). Review on evolution and evaluation of asphalt pavement structures and materials. *Journal of Traffic and Transportation Engineering (English Edition)*, 7(5), 573–599. <https://doi.org/10.1016/j.jtte.2020.05.003>

López, D y Rojas, A. (2018). Factores que influncian las propiedades mecánicas, físicas y termicas de materiales compuestos maderos plásticos. *Entre Ciencia e Ingeniería*, 12(23), 93–102. <https://doi.org/10.31908/19098367.3708>

Luan, Y, Zhang, W, Zhao, Y., Pan, Z, Niu, Z, Zeng, K, Chen, X y Mohammad, L. (2022). Mechanical property evaluation for steel slag in asphalt mixture with different skeleton structures using modified Marshall mix design methodology. *Journal of Materials in Civil Engineering*, 34(1), 102. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)MT.1943-5533.0004014](https://doi.org/10.1061/(ASCE)MT.1943-5533.0004014)

Magar, S, Xiao, F, Singh, D y Showkat, B. (2022). Applications of reclaimed asphalt pavement in India: A review. *Journal of Cleaner Production*, 335, 130221. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.130221>

Ministerio de Transporte y Comunicaciones. (24 de julio del 2023). *Política Nacional Multisectorial de Seguridad Vial 2023 – 2030*. <https://www.gob.pe/institucion/mtc/informes-publicaciones/4463063-politica-nacional-multisectorial-de-seguridad-vial-2023-2030>

Mivehchi, M, Wen, H y Cantrell, L. (2022). Systematic evaluation of effects of recycled materials and mix design parameters on the rutting and cracking performance of asphalt mixes. *Journal of Cleaner Production*, 330, 129693. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.129693>

Montalvo, D y Julca, J. (2025). *Evaluación de las propiedades físicas y mecánicas en mezclas asfálticas en caliente incorporando fibra de coco y yute para pavimento flexible*. [Tesis de Licenciatura, Universidad Tecnológica del Perú]. <https://hdl.handle.net/20.500.12867/13060>

Organización de las Naciones Unidas. (19 de mayo del 2021). *El papel del sistema de las Naciones Unidas en la mejora de la seguridad vial para salvar vidas y la promoción del desarrollo sostenible*. <https://www.un.org/es/cr/C3/B3nica-onu/el-papel-del-sistema-de-las-naciones-unidas-en-la-mejora-de-la-seguridad-vial-para>

Pirmohammad, S., & Hojjati, M. (2020). Influence of natural fibers on fracture strength of WMA (warm mix asphalt) concretes using a new fracture test specimen. *Construction and Building Materials*, 251, 118927. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2020.118927>

Pirmohammad, S, Majd, Y Amani, B. (2020). Influence of natural fibers (kenaf and goat wool) on mixed mode I/II fracture strength of asphalt mixtures. *Construction and Building Materials*, 239, 117850. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2019.117850>

Pomari, C. (2022). *Influencia de la ceniza del tronco de eucalipto en las propiedades de la mezcla asfáltica en caliente*, Puno 2022. [Tesis de Licenciatura, Universidad César Vallejo]. <https://hdl.handle.net/20.500.12692/87404>

Rajeshkumar, G, Ramakrishnan, S, Pugalenth, T y Ravikumar, P. (2020). Performance of Surface Modified Pineapple Leaf Fiber and Its Applications. *Green Energy and Technology*, 1, 309–321. https://doi.org/10.1007/978-981-15-1416-6_16

Rashid, M, Hassan, M, Danish, A y Ahmed, A. (2021). The effect of using jute fiber on deformation resistance of asphalt concrete. *Conference on Sustainability in Civil Engineering*, 1(6), 21-512. https://www.researchgate.net/publication/353654177_THE_EFFECT_OF_USING_JUTE_FIBER_ON_DEFORMATION_RESISTANCE_OF ASPHALT CONCRETE

Saha, A, Kumar, S y Kumar, A. (2021). Influence of pineapple leaf particulate on mechanical, thermal and biodegradation characteristics of pineapple leaf fiber reinforced polymer composite. *Journal of Polymer Research*, 28(2), 66. <https://doi.org/10.1007/s10965-021-02435-y>

Sánchez, H, Reyes, C y Mejía, K. (2018). *Manual de términos en investigación científica, tecnológica y humanística*. (5 ta ed), (pp. 59-94). Universidad Ricardo Palma. <https://repositorio.urp.edu.pe/entities/publication/fe7f4b74-3863-47e4-b3dc-bd7d52c33bee>

Saucedo, L y Ynfante, C. (2024). *Análisis comparativo técnico - económico de una mezcla convencional y modificada con incorporación de asfalto reciclado y polietileno para un pavimento flexible*, Lima, 2023. [Tesis de Licenciatura, Universidad Privada del Norte]. <https://hdl.handle.net/11537/45636>

Sharma, A., Rongmei, G., Kumar, P., & Rai, P. (2022). Mix design, development, production and policies of recycled hot mix asphalt: A review. *Journal of Traffic and Transportation Engineering (English Edition)*, 9(5), 765–794. <https://doi.org/10.1016/j.jtte.2022.06.004>

Villegas, R., Moya, J., Montero, S., Alfaro, M., Vega, J., Camacho, M y Vargas, R. (2025). Impacto de las biofibras procedentes de los rastrojos de piña en el rendimiento del asfalto en caliente y la bioeconomía circular. *Revista electrónica de tecnología sostenible*, 10(1), 39. <https://dx.doi.org/10.2139/ssrn.5263528>

Wang, H, Memon, H, Hassan, E, Miah, S y Ali, A. (2019). Effect of jute fiber modification on mechanical properties of jute fiber composite. *Materials*, 12(8), 1226. <https://doi.org/10.3390/ma12081226>

Yalico, G. (2022). *Influencia de la fibra de bagazo de caña en las propiedades mecánicas de una mezcla asfáltica Chiclayo – Lambayeque*. [Tesis de Licenciatura, Universidad Señor de Sipán]. <https://hdl.handle.net/20.500.12802/9586>

Yaringaño, J. (2024). *Efecto del ajuste de la temperatura para la determinación de la estabilidad y fluencia de una mezcla asfáltica evaluada con el ensayo Marshall*. [Tesis de Licenciatura, Universidad Nacional del Centro del Perú]. <http://hdl.handle.net/20.500.12894/10231>

Yusof, N y Abdullah, M. (2022). Overview of Potential Application of Pineapple Leaves Fibre (PALF) in Asphalt Mixture Focusing on Fatigue Resistance. *Recent Trends in Civil Engineering and Built Environment*, 3(1), 833–843. <https://publisher.uthm.edu.my/periodicals/index.php/rtcebe/article/view/3139>

Zhang, T, Yin, Y, Gong, Y Wang, L. (2020). Mechanical properties of jute fiber-reinforced high-strength concrete. *Structural Concrete*, 21(2), 703–712. <https://doi.org/10.1002/suco.201900012>

ANEXOS

Anexo 1: Matriz de consistencia.

Formulación del problema	Hipótesis	Objetivos	Variables	Dimensiones
Problema General	Hipótesis General	Objetivo General		
¿Cuál es la influencia de la fibra de yute y la hoja de piña en el índice de rigidez de un pavimento flexible elaborado en laboratorio en Huancayo, 2025?	Existe influencia significativa de la fibra de yute y la hoja de piña en el índice de rigidez de un pavimento flexible elaborado en laboratorio en Huancayo, 2025.	Determinar la influencia de la fibra de yute y la hoja de piña en el índice de rigidez de un pavimento flexible elaborado en laboratorio en Huancayo, 2025.	Fibra de yute Hoja de piña	0.5% de adición de FY 2% de adición de HP 0.5% de adición de FY x 2% de adición de HP
Problemas Específicos	Hipótesis Específicas	Objetivos Específicos		
¿Cuál es la influencia de la fibra de yute al 0.5% de adición en el índice de rigidez de un pavimento flexible elaborado en laboratorio en Huancayo, 2025?	Existe influencia significativa de la fibra de yute al 0.5% de adición en el índice de rigidez de un pavimento flexible elaborado en laboratorio en Huancayo, 2025.	Determinar la influencia de la fibra de yute al 0.5% de adición en el índice de rigidez de un pavimento flexible elaborado en laboratorio en Huancayo, 2025.	Índice de rigidez	Índice de rigidez
¿Cuál es la influencia de la hoja de piña al 2% de adición en el índice de rigidez de un pavimento flexible elaborado en laboratorio en Huancayo, 2025?	Existe influencia significativa de la hoja de piña al 2% de adición en el índice de rigidez de un pavimento flexible elaborado en laboratorio en Huancayo, 2025.	Determinar la influencia de la hoja de piña al 2% de adición en el índice de rigidez de un pavimento flexible elaborado en laboratorio en Huancayo, 2025.		
¿Cuál es la influencia de la fibra de yute al 0.5% de adición y la hoja de piña al 2% de adición en el índice de rigidez de un pavimento flexible elaborado en laboratorio en Huancayo, 2025?	Existe influencia significativa de la fibra de yute al 0.5% de adición y la hoja de piña al 2% de adición en el índice de rigidez de un pavimento flexible elaborado en laboratorio en Huancayo, 2025.	Determinar la influencia de la fibra de yute al 0.5% de adición y la hoja de piña al 2% de adición en el índice de rigidez de un pavimento flexible elaborado en laboratorio en Huancayo, 2025.		

Nota. Elaboración propia.

Anexo 2: Matriz de operacionalización de variables.

Variables	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones
Fibra de yute Hoja de piña	El yute es una fibra natural resistente, económica y biodegradable, compuesta principalmente por lignina (12-14%), pentosano (14-16%), celulosa (50-64%) y otros materiales como humedad, cenizas, proteínas y grasas (Wang et al., 2019). La fibra de hoja de piña se extrae de hojas externas mediante un proceso de remojo y raspado, destacando por su resistencia (Saha et al., 2021).	Se incorporará la fibra de yute y la hoja de piña de manera individual y combinada en la mezcla asfáltica en caliente.	0.5% de adición de FY 2% de adición de HP 0.5% de adición de FY x 2% de adición de HP
Índice de rigidez	Parámetro mecánico obtenido del ensayo Marshall que expresa la relación entre la estabilidad y el flujo de la mezcla asfáltica en kg/cm, reflejando la capacidad de la mezcla para resistir deformaciones permanentes bajo cargas de tráfico (Cherre, 2025).	Se determinará mediante el ensayo Marshall donde se encontrará la Estabilidad y flujo	Índice de rigidez

Nota. Elaboración propia.

Anexo 3: Ensayos de laboratorio.



**GRUPO
INGEOCONT
PERÚ**

PETICIONARIO:

BACH. ARRIETA ESTRADA ANGELA FIORELLA

PROYECTO:

"INFLUENCIA DE FIBRA DE YUTE CON HOJA DE
PIÑA EN PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DE
MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE, HUANCAYO
2025"

991 375 093 

idecontrapruebas@gmail.com 

Pje. San Andrés N° 235, Chilca- Huancayo
(Referencia frente al Grifo Mazechi) 

2025

**LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA**

PROYECTO : TESIS: "INFLUENCIA DE FIBRA DE YUTE CON HOJA DE PIÑA EN PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DE MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE, HUANCAYO 2025"
Expediente N° : EXP-107-IDC-2024
Código de formato : CT-02_REV.01/2023-06-14
Peticionario : Bach. ARRIETA ESTRADA ANGELA FIORELLA
Ubicación : HUANCAYO
Centra : MUKIYAUYS - RIO SECO
N° de muestra : AG. FINO
Fecha de recepción : Diciembre - 2024
Fecha de emisión : Enero - 2025

ASTM C136/C136M-19, METODO DE PRUEBA ESTANDAR PARA ANALISIS DE TAMIZ DE AGREGADOS FINOS Y GRUESOS

MUESTRA: AGREGADO FINO

FORMA DE PARTICULA: SUB REDONDEADA

ABERTURAS CUADRADAS		MASA RETENIDA	% PARCIAL RETENIDO	% ACUMULADO	
TAMIZ	"mm"			% ACUMULADO	% QUE PASA
5 in.	125,00	0	0,00	0,00	100,00
4 in.	100,00	0	0,00	0,00	100,00
3 ½ in.	90,00	0	0,00	0,00	100,00
3 in.	75,00	0	0,00	0,00	100,00
2 ½ in.	63,00	0	0,00	0,00	100,00
2 in.	50,000	0	0,00	0,00	100,00
1 ½ in.	37,500	0	0,00	0,00	100,00
1 in.	25,000	0	0,00	0,00	100,00
¾ in.	19,000	0	0,00	0,00	100,00
½ in.	12,500	0	0,00	0,00	100,00
3/8 in.	9,500	0	0,00	0,00	100,00
No. 4	4,750	0	0,00	0,00	100,00
No. 10	2,000	0,65	0,26	0,26	99,74
No. 40	0,425	94,4	37,13	37,39	62,61
No. 80	0,180	127,29	50,07	87,46	12,54
No. 200	0,075	28,76	10,53	97,99	2,01
FONDO		5,12	2,01	100,00	—



**LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA**

PROYECTO : TESIS: "INFLUENCIA DE FIBRA DE YUTE CON HOJA DE PIÑA EN PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DE MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE, HUANCAYO 2025"
Expediente N° : EXP-107-IDG-2024
Codigo de formato : CT-02_REV.01/2023-06-14
Peticionario : Bach. ARRIETA ESTRADA ANGELA FIORELLA
Ubicación : HUANCAYO
Cantera : MUKIYAUYS - RIO SECO
N° de muestra : AG. GRUESO
Fecha de recepción : Diciembre - 2024
Fecha de emisión : Enero - 2025

ASTM C136/C136M-19, METODO DE PRUEBA ESTANDAR PARA ANALISIS DE TAMIZ DE AGREGADOS FINOS Y GRUESOS

MUESTRA: AGREGADO GRUESO

FORMA DE PARTICULA: ANGULOSA

TMN : ½ in.

ABERTURAS CUADRADAS		MASA RETENIDA	% PARCIAL RETENIDO	% ACUMULADO	
TAMIZ	"mm"			% ACUMULADO	% QUE PASA
5 in.	125,00	0	0,00	0,00	100,00
4 in.	100,00	0	0,00	0,00	100,00
3 ½ in.	90,00	0	0,00	0,00	100,00
3 in.	75,00	0	0,00	0,00	100,00
2 ½ in.	63,00	0	0,00	0,00	100,00
2 in.	50,000	0	0,00	0,00	100,00
1 ½ in.	37,500	0	0,00	0,00	100,00
1 in.	25,000	0	0,00	0,00	100,00
¾ in.	19,000	0	0,00	0,00	100,00
½ in.	12,500	754,7	32,91	32,91	67,09
3/8 in.	9,500	888,7	30,03	62,95	37,05
No. 4	4,750	787,4	34,34	97,28	2,72
No. 10	2,000	62,3	2,72	100,00	0,00
No. 40	0,425	0	0,00	100,00	0,00
No. 80	0,180	0	0,00	100,00	0,00
No. 200	0,075	0	0,00	100,00	0,00
FONDO		0	0,00	100,00	—



LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA

PROYECTO : TESIS: "INFLUENCIA DE FIBRA DE YUTE CON HOJA DE PIÑA EN PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DE MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE, HUANCAYO 2025"

Expediente N° : EXP-107-IDC-2024

Código de formato : CT-02_REV.01/2023-06-14

Peticionario : Bach. ARRIETA ESTRADA ANGELA FIORELLA

Ubicación : HUANCAYO

Cantera : MUKIWAUYOS - RIO SECO

N° de muestra : GRAVILLA

Fecha de recepción : Diciembre - 2024

Fecha de emisión : Enero - 2025

ASTM C136/C136M-19, MÉTODO DE PRUEBA ESTANDAR PARA ANALISIS DE TAMIZ DE AGREGADOS FINOS Y GRUESOS

MUESTRA: AGREGADO GRUESO

FORMA DE PARTICULA: SUB ANGULOSA

TAMIZ	"mm"	MASA RETENIDA	% PARCIAL RETENIDO	% ACUMULADO	
				% ACUMULADO	% QUE PASA
5 in.	125,00	0	0,00	0,00	100,00
4 in.	100,00	0	0,00	0,00	100,00
3 1/2 in.	90,00	0	0,00	0,00	100,00
3 in.	75,00	0	0,00	0,00	100,00
2 1/2 in.	63,00	0	0,00	0,00	100,00
2 in.	50,000	0	0,00	0,00	100,00
1 1/2 in.	37,500	0	0,00	0,00	100,00
1 in.	25,000	0	0,00	0,00	100,00
3/4 in.	19,000	0	0,00	0,00	100,00
1/2 in.	12,500	0	0,00	0,00	100,00
3/8 in.	9,500	0	0,00	0,00	100,00
No. 4	4,750	1239,7	81,74	81,74	18,26
No. 10	2,000	765,1	37,66	99,40	0,60
No. 40	0,425	12,1	0,60	100,00	0,00
No. 60	0,250	0	0,00	100,00	0,00
No. 200	0,075	0	0,00	100,00	0,00
FONDO		0	0,00	100,00	—



INGENIERIA DE CONTRAPRUEBAS S.A.C.
JEFE DE LABORATORIO
Ing. Ingrid L. Llanco Ordoñez
INGENIERA CIVIL
CIP: N° 140000

Avenida Huancavelica N° 235 Esquina
con Pje. San Andrés - Referencia a
una cuadra de la Comisaría de Chica.
(FRENTE AL GRIFO MAZECHI)



965287894 / 964743431



grupoingecontperu@gmail.com

RUC: 20610623612

Para verificar la autenticidad
puede comunicarse a:
grupoingecontperu@gmail.com

**LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA**

PROYECTO : TESIS: "INFLUENCIA DE FIBRA DE YUTE CON HOJA DE PIÑA EN PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DE MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE, HUANCAYO 2025"

Expediente N° : EXP-107-IDC-2024

Código de formato : CT-02_REV.01/2023-05-14

Peticionario : Bach. ARRIETA ESTRADA ANGELA FIORELLA

Ubicación : HUANCAYO

Cantera : MUKYAUAYOS - RIO SECO

N° de muestra : COMBINACIÓN DE CANTERA - MAC-2

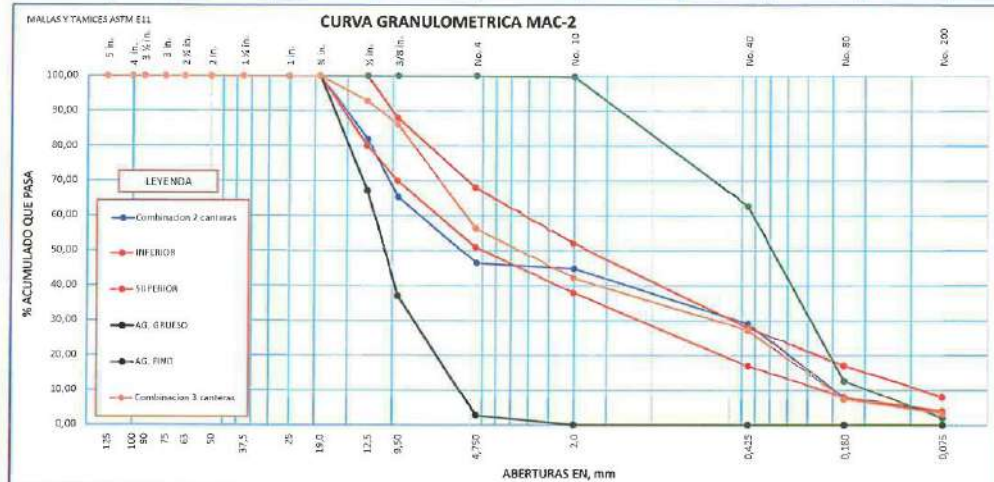
Fecha de recepción : Diciembre - 2024

Fecha de emisión : Enero - 2025

**ASTM C136/C136M-19, MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA ANÁLISIS DE TAMIZ
DE AGREGADOS FINOS Y GRUESOS**

MUESTRA: MAC-2

ABERTURAS CUADRADAS	AG. GRUESO	AG. FINO	Gravilla	FILLER	AG. GRUESO	GRAVILLA	AG. FINO	FILLER	COMBINACIONES
TAMIZ	"mm"	% QUE PASA	% QUE PASA	% QUE PASA	% QUE PASA	22%	36%	39,5%	2,6%
5 in.	125,00	100,00	100,00	100,00	100,00	22,00	36,00	39,50	2,50
4 in.	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	22,00	36,00	39,50	2,50
3 1/2 in.	90,00	100,00	100,00	100,00	100,00	22,00	36,00	39,50	2,50
3 in.	75,00	100,00	100,00	100,00	100,00	22,00	36,00	39,50	2,50
2 1/2 in.	63,00	100,00	100,00	100,00	100,00	22,00	36,00	39,50	2,50
2 in.	50,000	100,00	100,00	100,00	100,00	22,00	36,00	39,50	2,50
1 1/2 in.	37,500	100,00	100,00	100,00	100,00	22,00	36,00	39,50	2,50
1 in.	25,000	100,00	100,00	100,00	100,00	22,00	36,00	39,50	2,50
3/4 in.	19,000	100,00	100,00	100,00	100,00	22,00	36,00	39,50	2,50
3/8 in.	12,500	67,09	100,00	100,00	100,00	14,78	36,00	39,50	2,50
3/16 in.	9,500	37,05	100,00	100,00	100,00	8,15	36,00	39,50	2,50
No. 4	4,750	2,72	100,00	38,26	100,00	0,60	13,77	39,50	2,50
No. 10	2,000	0,00	99,74	0,60	100,00	0,00	0,22	39,40	2,50
No. 40	0,425	0,00	62,61	0,00	100,00	0,00	0,00	24,73	2,50
No. 80	0,180	0,00	12,54	0,00	100,00	0,00	0,00	4,05	2,50
No. 200	0,075	0,00	2,01	0,00	100,00	0,00	0,00	0,80	2,50



LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA

PROYECTO : TESIS: "INFLUENCIA DE FIBRA DE YUTE CON HOJA DE PIÑA EN PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DE MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE, HUANCAYO 2025"

Expediente N° : EXP-107-IDC-2024 Cantera : MUKIYAUYS - RIO SECO

Código de formato : CT-02_REV.01/2023-06-14 N° de muestra : AG. GRUESO Y FINO

Peticionario : Bach. ARRIETA ESTRADA ANGELA FIORELLA

Ubicación : HUANCAYO Ensayado por : Y.Z.L.Z

Fecha de recepción : Diciembre - 2024 Fecha de emisión : Enero - 2025

CANTIDAD DE MATERIAL FINO QUE PASA EL TAMIZ N°200 POR LAVADO
NTP 400.018-ASTM C 117-MTC E-202

A.- INFORMACION GENERAL

CONDICIONES AMBIENTALES	TEMPERATURA	17,6	PROCEDIMIENTO DE LAVADO	A
	HUMEDAD	38%		LAVADO CON AGUA

B.- ENSAYO

AGREGADO GRUESO

Muestra	M-01
Tamaño máximo nominal	1/2"
Masa seca de la muestra original	4456,73 g
Masa seca de la muestra después del lavado	4431,84 g
Porcentaje del material fino que pasa el tamiz N° 200	0,56 %

AGREGADO FINO

Muestra	M-02
Masa seca de la muestra original	747,32 g
Masa seca de la muestra después del lavado	742,81 g
Porcentaje del material fino que pasa el tamiz N° 200	0,60 %

OBSERVACIONES

- 1.- Muestras de agregados provistas e identificadas por el tesista.
- 2.- los datos fueron ensayados en el laboratorio a condiciones ambientales.
- 3.- El presente documento no deberá reproducirse sin autorización escrita del laboratorio, salvo en caso de reproducirse en su totalidad.

INGENIERIA DE CONTRAPRUEBAS S.A.C.
JEFE DE LABORATORIO
[Firma]
Ing. Ingrid L. Llanco Ordoñez
INGENIERA CIVIL
CIP. N° 109480

PROYECTO : TESIS: "INFLUENCIA DE FIBRA DE YUTE CON HOJA DE PIÑA EN PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DE MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE, HUANCAYO 2025"

Expediente N° : EXP-107-IDC-2024
Codigo de formato : CF-02_REV.01/2023-06-14
Peticionario : Bach. ARRIETA ESTRADA ANGELA FIORELLA
Ubicación : HUANCAYO
Cantera : RIO / MUKIYAUWOS
N° de muestra : Diseño Convencional
Fecha de recepción : Diciembre- 2024
Fecha de emisión : Enero - 2025

RESISTENCIA DE MEZCLAS BITUMINOSAS EMPLEANDO EL APARATO MARSHALL - MTC E 504

Página: 1 de 2

1.- INFORMACION PREVIA

1.1.- GRADACION DE LOS AGREGADOS

% de Grava en Peso total de la Mezcla 1 :	22,00%	% de Grava 1 en Peso total del Agregado :	22,6%
% de Grava en Peso total de la Mezcla 2 :	36,00%	% de Grava 2 en Peso total del Agregado :	36,9%
% de Arena en Peso total de la Mezcla :	39,50%	% de Arena en Peso total del Agregado :	40,5%
% de filler en la mezcla :	2,50%		

1.2.- GRADACION DE LOS AGREGADOS

Gravedad Especifica del Agregado Fino :	2,53	Gravedad Especifica del Cemento Asfáltico :	1,03
Gravedad Especifica del Agregado Grueso 1 :	2,61	Gravedad Especifica del Filler :	3,15
Gravedad Especifica del Agregado Grueso 2 :	2,61		

1.3.- ELABORACION DE BRIQUETAS

Clase de mezcla :	A	Tipo de martillo :	SOSTENIDO MANUALMENTE
Numero de golpes por lado :	75	% De Asfalto :	6,15%

2.- EJECUCION DEL ENSAYO

2.1.- PROPIEDADES DE LA BRIQUETA

% ASFALTO	CODIGO DE BRIQUETA	Diametro (mm)		ALTURAS (mm)			MASA DE BRIQUETA, g	MASA SUMERGIDO, g	SUPERFICIALE NTE, g	ESTABILIDAD, kN	FLUJO, mm
		D1	D2	H1	H2	H3					
6,15%	A	101,25	101,35	66,00	66,30	66,35	1184,7	654,4	1185,2	11,508	3,611
	B	102,20	101,70	66,40	66,70	66,75	1187,7	656,6	1188,7	11,708	3,637
	C	101,60	101,70	56,80	57,00	56,85	1025,8	566,6	1026,2	10,807	2,950

2.2.- Ensayo, ASTM D 2041; Gravedad Especifica Teorica Maxima de la Mezcla, G_{mm}

PROCEDIMIENTO	1	2	3	PROMEDIO
Masa de muestra seca en el aire, g	1187	1185	1187	2,335
Masa de tapa y recipiente con agua a 25°C, g	7772	7772	7772	
Masa de tapa, recipiente, muestra y agua a 25°C, g	8451	8450	8450	
Gravedad Especifica Teorica Maxima de la Mezcla, G_{mm}	2,337	2,337	2,332	

2.3.- Procesamiento, ASTM D 2726; Gravedad Especifica Bulk de la mezcla Compactada, G_{mb}

% de ASFALTO	CODIGO DE BRIQUETA	Masa del espécimen seco en el aire, g	Masa del espécimen saturado superficialmente seco en el aire, g	Masa de la muestra en agua, g	Masa del volumen de agua para el volumen de la muestra a 25°C	Gravedad Especifica Bulk de la mezcla Compactada, G_{mb}
6,15%	A	1184,70	1185,20	654,40	530,80	2,232
	B	1187,70	1188,70	656,50	532,20	2,232
	C	1025,80	1026,20	566,60	459,60	2,232

2.4.- Determinando la Estabilidad Corregida.

% de ASFALTO	CODIGO DE BRIQUETA	Diametro, mm	Espesor del Especimen, mm	Volumen, cm ³	Razon de la Correlacion	ESTABILIDAD, kN	ESTABILIDAD CORREGIDA, kN	ESTABILIDAD, kg
6,15%	A	101,30	66,217	533,67	0,96	11,51	11,05	1126,53
	B	101,95	66,617	543,81	0,93	11,71	10,89	1110,29
	C	101,65	56,883	461,63	1,19	10,81	12,86	1311,37

INGENIERIA DE CONTRAPRUEBAS S.A.C.
JEFE DE LABORATORIO
[Firma]
Ing. Ingrid L. Llano Ordoñez
INGENIERA CIVIL
CIP. N° 100489

Avenida Huancavelica N° 235 Esquina con Pje. San Andrés - Referencia a una cuadra de la Comisaría de Chilca. (FRENTE AL GRIFO MAZECHI)

965287894 / 964763437

grupeingeocontperu@gmail.com

RUC: 20610623612
Para verificar la autenticidad puede comunicarse a:
grupeingeocontperu@gmail.com

PROYECTO : TESIS: "INFLUENCIA DE FIBRA DE YUTE CON HOJA DE PIÑA EN PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DE MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE, HUANCAYO 2025"

Expediente N° : EXP-107-IDC-2024
 Código de formato : CT-02_REV.01/2023-06-14
 Peticionario : Bach. ARRIETA ESTRADA ANGELA FIORELLA
 Ubicación : HUANCAYO
 Cantera : RIO / MUKIYAUYS
 N° de muestra : Diseño Convencional
 Fecha de recepción : Diciembre- 2024
 Fecha de emisión : Enero - 2025

RESISTENCIA DE MEZCLAS BITUMINOSAS EMPLEANDO EL APARATO MARSHALL - MTC E 504

Página: 2 de 2

2.5.- RESULTADOS

% CEMENTO ASFALTICO	6,15%
% de Grava 1 en Peso total de la Mezcla	22,00%
% de Grava 2 en Peso total de la Mezcla	36,00%
% de Arena en Peso total de la Mezcla	39,50%
% de filler en la mezcla	2,50%
% de Grava 1 en Peso total del Agregado	22,6%
% de Grava 2 en Peso total del Agregado	36,9%
% de Arena en Peso total del Agregado	40,5%
Peso Especifica bulk de la combinacion de agregados, G_{sb}	2,573
Gravedad Especifica Bulk de la mezcla Compactada (ASTM D2726), G_{mb}	2,232
Gravedad Especifica teorica maxima (ASTM D2041), G_{mm}	2,335
Gravedad Especifica Efectiva del Agregado, G_{se}	2,547
Porcentaje de Asfalto Absorbido, P_{ba}	-0,41%
Porcentaje de Asfalto Efectivo, P_{be}	6,15%
%, Vacios en el Agregado Mineral en la Mezcla Compactada "VMA"	18,59%
%, Vacios de Aire en la Mezcla Compactada "VTM"	4,43%
%, Vacios llenos con Asfalto "VFA"	76,17%
Promedio de Estabilidad Corregida, kg	1182,73
Promedio de FLUJO, mm	3,399
ESTABILIDAD/FLUJO, kg/cm	3479,30

INGENIERIA DE CONTRAPRUEBAS S.A.C.
 JEFE DE LABORATORIO
 Ing. *[Firma]*
 Ing. *[Firma]* L. Llanco Ordóñez
 INGENIERA CIVIL
 CIP. N° 189480

PROYECTO : TESIS: "INFLUENCIA DE FIBRA DE YUTE CON HOJA DE PIÑA EN PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DE MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE, HUANCAYO 2025"

Expediente N° : EXP-107-IDC-2024
Codigo de formato : CT-02_REV.01/2023-06-14
Peticionario : Bach. ARRIETA ESTRADA ANGELA FIORELLA
Ubicación : HUANCAYO
Cantera : RIO / MUKIYAUYS
N° de muestra : CV + 0,5% FIBRA DE YUTE
Fecha de recepción : Diciembre- 2024
Fecha de emisión : Enero - 2025

RESISTENCIA DE MEZCLAS BITUMINOSAS EMPLEANDO EL APARATO MARSHALL - MTC E 504

Página: 1 de 2

1.- INFORMACION PREVIA

1.1.- GRADACION DE LOS AGREGADOS

% de Grava en Peso total de la Mezcla 1 : **22,00%** % de Grava 1 en Peso total del Agregado : **22,6%**
% de Grava en Peso total de la Mezcla 2 : **36,00%** % de Grava 2 en Peso total del Agregado : **36,9%**
% de Arena en Peso total de la Mezcla : **39,50%** % de Arena en Peso total del Agregado : **40,5%**
% de filler en la mezcla : **2,50%**

1.2.- GRADACION DE LOS AGREGADOS

Gravedad Especifica del Agregado Fino : **2,53** Gravedad Especifica del Cemento Asfáltico : **1,03**
Gravedad Especifica del Agregado Grueso 1 : **2,61** Gravedad Especifica del Filler : **3,15**
Gravedad Especifica del Agregado Grueso 2 : **2,61**

1.3.- ELABORACION DE BRIQUETAS

Clase de mezcla : **A** Tipo de martillo : **SOSTENIDO MANUALMENTE**
Numero de golpes por lado : **75** % De Asfalto : **6,15%**

2.- EJECUCION DEL ENSAYO

2.1.- PROPIEDADES DE LA BRIQUETA

% ASFALTO	CODIGO DE BRIQUETA	Diametro (mm)		ALTURAS (mm)			MASA DE BRIQUETA, g	MASA SUMERGIDA, g	SUPERFICIE, m ²	ESTABILIDAD, kN	FLUJO, mm
		D1	D2	H1	H2	H3					
6,15%	A	101,70	101,80	67,00	67,00	67,50	1202,0	646,5	1203,3	13,196	3,026
	B	101,50	101,80	67,70	67,60	67,60	1179,8	666,5	1181,7	13,254	3,038
	C	101,55	101,55	65,00	64,60	64,80	1172,2	656,3	1174,4	12,276	3,023

2.2.- Ensayo, ASTM D 2041; Gravedad Especifica Teorica Maxima de la Mezcla, G_{mm}

PROCEDIMIENTO	1	2	3	PROMEDIO
Masa de muestra seca en el aire, g	1212	1204	1196	2,345
Masa de tapa y recipiente con agua a 25°C, g	7772	7772	7772	
Masa de tapa, recipiente, muestra y agua a 25°C, g	8468	8462	8458	
Gravedad Especifica Teorica Maxima de la Mezcla, G _{mm}	2,349	2,342	2,345	

2.3.- Procesamiento, ASTM D 2726; Gravedad Especifica Bulk de la mezcla Compactada, G_{mb}

% de ASFALTO	CODIGO DE BRIQUETA	Masa del espécimen seco en el aire, g	Masa del espécimen saturado superficialmente seco en el aire, g	Masa de la muestra en agua, g	Masa del volumen de agua para el volumen de la muestra a 25°C	Gravedad Especifica Bulk de la mezcla Compactada, G _{mb}
6,15%	A	1202,00	1203,30	646,50	556,80	2,159
	B	1179,80	1181,70	666,50	515,20	2,290
	C	1172,20	1174,40	656,30	518,10	2,262

2.4.- Determinando la Estabilidad Corregida.

% de ASFALTO	CODIGO DE BRIQUETA	Diametro, mm	Espesor del Especimen, mm	Volumen, cm ³	Razon de la Correlacion	ESTABILIDAD, kN	ESTABILIDAD CORREGIDA, kN	ESTABILIDAD, k ₂
6,15%	A	101,75	67,167	546,15	0,89	13,20	11,74	1197,58
	B	101,55	67,700	548,33	0,89	13,25	11,80	1202,84
	C	101,55	64,800	524,84	0,96	12,28	11,78	1201,71

PROYECTO : TESIS: "INFLUENCIA DE FIBRA DE YUTE CON HOJA DE PIÑA EN PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DE MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE, HUANCAYO 2025"

Expediente N° : EXP-107-IDC-2024

Código de formato : CT-02_REV.01/2023-06-14

Peticionario : Bach. ARRIETA ESTRADA ANGELA FIORELLA

Ubicación : HUANCAYO

Cantera : RIO / MUKIYAUYOS

N° de muestra : CV + 0,5% FIBRA DE YUTE

Fecha de recepción : Diciembre- 2024

Fecha de emisión : Enero - 2025

RESISTENCIA DE MEZCLAS BITUMINOSAS EMPLEANDO EL APARATO MARSHALL - MTC E 504

Página: 2 de 2

2.5.- RESULTADOS

% CEMENTO ASFALTICO	6,15%
% de Grava 1 en Peso total de la Mezcla	22,00%
% de Grava 2 en Peso total de la Mezcla	36,00%
% de Arena en Peso total de la Mezcla	39,50%
% de filler en la mezcla	2,50%
% de Grava 1 en Peso total del Agregado	22,6%
% de Grava 2 en Peso total del Agregado	36,9%
% de Arena en Peso total del Agregado	40,5%
Peso Especifica bulk de la combinacion de agregados, G_{sb}	2,573
Gravedad Especifica Bulk de la mezcla Compactada (ASTM D2726), G_{mb}	2,237
Gravedad Especifica teorica maxima (ASTM D2041), G_{mm}	2,345
Gravedad Especifica Efectiva del Agregado, G_{se}	2,560
Porcentaje de Asfalto Absorbido, P_{ba}	-0,21%
Porcentaje de Asfalto Efectivo, P_{be}	6,15%
% Vacios en el Agregado Mineral en la Mezcla Compactada "VMA"	18,40%
% Vacios de Aire en la Mezcla Compactada "VTM"	4,62%
% Vacios llenos con Asfalto "VFA"	74,89%
Promedio de Estabilidad Corregida, kg	1200,71
Promedio de FLUJO, mm	3,029
ESTABILIDAD/FLUJO, kg/cm	3964,06

INGENIERIA DE CONTRAPRUEBAS S.A.C.
JEFE DE LABORATORIO
Ingrid L. Llano Ordoñez
Ing. Ingrid L. Llano Ordoñez
INGENIERIA CIVIL
CIP. N°-109480

PROYECTO : TESIS: "INFLUENCIA DE FIBRA DE YUTE CON HOJA DE PIÑA EN PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DE MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE, HUANCAYO 2025"

Expediente N° : EXP-107-IDC-2024
Codigo de formato : CT-02_REV.01/2023-06-14
Peticionario : Bach. ARRIETA ESTRADA ANGELA FIORELLA
Ubicación : HUANCAYO
Cantera : RIO / MUKIYAUROS
N° de muestra : CV + 2% CENIZA DE HOJA DE PIÑA
Fecha de recepción : Diciembre- 2024
Fecha de emisión : Enero - 2025

RESISTENCIA DE MEZCLAS BITUMINOSAS EMPLEANDO EL APARATO MARSHALL - MTC E 504

Página: 1 de 2

1.- INFORMACION PREVIA

1.1.- GRADACION DE LOS AGREGADOS

% de Grava en Peso total de la Mezcla 1:	22,00%	% de Grava 1 en Peso total del Agregado:	22,6%
% de Grava en Peso total de la Mezcla 2:	36,00%	% de Grava 2 en Peso total del Agregado:	36,9%
% de Arena en Peso total de la Mezcla:	39,50%	% de Arena en Peso total del Agregado:	40,5%
% de filler en la mezcla:	2,50%		

1.2.- GRADACION DE LOS AGREGADOS

Gravedad Especifica del Agregado Fino:	2,53	Gravedad Especifica del Cemento Asfáltico:	1,03
Gravedad Especifica del Agregado Grueso 1:	2,61	Gravedad Especifica del Filler:	3,15
Gravedad Especifica del Agregado Grueso 2:	2,61		

1.3.- ELABORACION DE BRIQUETAS

Clase de mezcla:	A	Tipo de martillo:	SOSTENIDO MANUALMENTE
Numero de golpes por lado:	75	% De Asfalto:	6,15%

2.- EJECUCION DEL ENSAYO

2.1.- PROPIEDADES DE LA BRIQUETA

% ASPHALTO	CODIGO DE BRIQUETA	Diametro (mm)		ALTURAS (mm)			MASA DE BRIQUETA, g	MASA SUMERGIDO, g	SUPERFICIE ALME NTE, g	ESTABILIDAD, kN	FLUJO, mm
		D1	D2	H1	H2	H3					
6,15%	A	101,70	101,80	65,70	66,00	66,00	1177,5	655,3	1178,1	14,035	2,758
	B	101,80	101,70	63,00	62,80	62,90	1141,8	637,4	1142,4	12,841	2,744
	C	101,60	101,60	65,50	66,80	65,30	1170,6	651,4	1172,1	13,737	2,740

2.2.- Ensayo, ASTM D 2041; Gravedad Especifica Teorica Maxima de la Mezcla, G_{mm}

PROCEDIMIENTO	1	2	3	PROMEDIO
Masa de muestra seca en el aire, g	1111	1112	1116	2,301
Masa de tapa y recipiente con agua a 25°C, g	7772	7772	7772	
Masa de tapa, recipiente, muestra y agua a 25°C, g	8401	8400	8403	
Gravedad Especifica Teorica Maxima de la Mezcla, G_{mm}	2,305	2,298	2,301	

2.3.- Procesamiento, ASTM D 2726; Gravedad Especifica Bulk de la mezcla Compactada, G_{mb}

% de ASPHALTO	CODIGO DE BRIQUETA	Masa del espécimen seco en el aire, g	Masa del espécimen saturado superficialmente seco en el aire, g	Masa de la muestra en agua, g	Masa del volumen de agua para el volumen de la muestra a 25°C	Gravedad Especifica Bulk de la mezcla Compactada, G_{mb}
6,15%	A	1177,50	1178,10	655,30	522,80	2,252
	B	1141,80	1142,40	637,40	505,00	2,261
	C	1170,60	1172,10	651,40	520,70	2,248

2.4.- Determinando la Estabilidad Corregida.

% de ASPHALTO	CODIGO DE BRIQUETA	Diametro, mm	Espesor del Especimen, mm	Volumen, cm ³	Razon de la Correlacion	ESTABILIDAD, kN	ESTABILIDAD CORREGIDA, kN	ESTABILIDAD, kg
6,15%	A	101,75	65,900	535,85	0,93	14,04	13,05	1330,97
	B	101,75	62,900	511,46	1,00	12,84	12,84	1309,40
	C	101,60	65,867	534,00	0,93	13,74	12,78	1302,71

INGENIERIA DE CONTRAPRUEBAS S.A.C.
JEFE DE LABORATORIO
[Firma]
Ing. Ingrid L. Llanco Ordoñez
INGENIERA CIVIL
-GRUPO INGECONT-

Avenida Huancavelica N° 235 Esquina con Pje. San Andrés - Referencia a una cuadra de la Comisaría de Chilca. (FRENTE AL GRIFO MAJECH)

965287894 / 964743431

grupeginecontperu@gmail.com

RUC: 20610623612
Para verificar la autenticidad puede comunicarse a:
grupeginecontperu@gmail.com

PROYECTO : TESIS: "INFLUENCIA DE FIBRA DE YUTE CON HOJA DE PIÑA EN PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DE MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE, HUANCAYO 2025"

Expediente N° : EXP-107-IDC-2024

Código de formato : CT-02_REV.01/2023-05-14

Peticionario : Bach. ARRIETA ESTRADA ANGELA FIORELLA

Ubicación : HUANCAYO

Cantera : RIO / MUKIYAYUOS

N° de muestra : CV + 2% CENIZA DE HOJA DE PIÑA

Fecha de recepción : Diciembre- 2024

Fecha de emisión : Enero - 2025

RESISTENCIA DE MEZCLAS BITUMINOSAS EMPLEANDO EL APARATO MARSHALL - MTC E 504

Página: 2 de 2

2.5.- RESULTADOS

% CEMENTO ASFALTICO	6,15%
% de Grava 1 en Peso total de la Mezcla	22,00%
% de Grava 2 en Peso total de la Mezcla	36,00%
% de Arena en Peso total de la Mezcla	39,50%
% de filler en la mezcla	2,50%
% de Grava 1 en Peso total del Agregado	22,6%
% de Grava 2 en Peso total del Agregado	36,9%
% de Arena en Peso total del Agregado	40,5%
Peso Especifica bulk de la combinacion de agregados, G_{sb}	2,573
Gravedad Especifica Bulk de la mezcla Compactada (ASTM D2726), G_{mb}	2,254
Gravedad Especifica teorica maxima (ASTM D2041), G_{mm}	2,301
Gravedad Especifica Efectiva del Agregado, G_{se}	2,504
Porcentaje de Asfalto Absorbido, P_{ba}	-1,11%
Porcentaje de Asfalto Efectivo, P_{be}	6,16%
%, Vacios en el Agregado Mineral en la Mezcla Compactada "VMA"	17,79%
%, Vacios de Aire en la Mezcla Compactada "VTM"	2,06%
%, Vacios llenos con Asfalto "VFA"	88,43%
Promedio de Estabilidad Corregida, kg	1314,36
Promedio de FLUJO, mm	2,747
ESTABILIDAD/FLUJO, kg/cm	4784,12

INGENIERIA DE CONTRAPRUEBAS S.A.C.
JEFE DE LABORATORIO
[Firma]
Ing. Miguel L. Llanco Ordoñez
INGENIERIA CIVIL
CIP. N° 160480

PROYECTO : TESIS: "INFLUENCIA DE FIBRA DE YUTE CON HOJA DE PIÑA EN PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DE MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE, HUANCAYO 2025"

Expediente N° : EXP-107-IDC-2024

Código de formato : CT-02_REV.01/2023-06-14

Peticionario : Bach. ARRIETA ESTRADA ANGELA FIORELLA

Ubicación : HUANCAYO

Cantera : RIO / MUKIYAUYS

N° de muestra : CV + 2% CENIZA DE HOJA DE PIÑA + 0,5%

FIBRA DE YUTE

Fecha de emisión : ENERO - 2025

RESISTENCIA DE MEZCLAS BITUMINOSAS EMPLEANDO EL APARATO MARSHALL - MTC E 504

Página: 1 de 2

1.- INFORMACION PREVIA

1.1.- GRADACION DE LOS AGREGADOS

% de Grava en Peso total de la Mezcla 1 :	22,00%	% de Grava 1 en Peso total del Agregado :	22,6%
% de Grava en Peso total de la Mezcla 2 :	36,00%	% de Grava 2 en Peso total del Agregado :	36,9%
% de Arena en Peso total de la Mezcla :	39,50%	% de Arena en Peso total del Agregado :	40,5%
% de filler en la mezcla :	2,50%		

1.2.- GRADACION DE LOS AGREGADOS

Gravedad Especifica del Agregado Fino :	2,53	Gravedad Especifica del Cemento Asfáltico :	1,03
Gravedad Especifica del Agregado Grueso 1 :	2,61	Gravedad Especifica del Filler :	3,15
Gravedad Especifica del Agregado Grueso 2 :	2,61		

1.3.- ELABORACION DE BRIQUETAS

Clase de mezcla :	A	Tipo de martillo :	SOSTENIDO MANUALMENTE
Numero de golpes por lado :	75	% De Asfalto :	6,15%

2.- EJECUCION DEL ENSAYO

2.1.- PROPIEDADES DE LA BRIQUETA

% ASFALTO	CODIGO DE BRIQUETA	Diametro (mm)		ALTURAS (mm)			MASA DE BRIQUETA, g	MASA SUMERGIDO, g	SUPERFICIALE NTE, g	ESTABILIDAD, kN	FLUJO, mm
		D1	D2	H1	H2	H3					
6,15%	A	101,10	101,40	65,60	65,25	65,20	1184,6	680,4	1185,2	12,156	2,896
	B	100,90	101,10	66,40	66,20	66,00	1178,2	652,6	1180,7	11,852	2,952
	C	101,10	101,10	67,40	67,20	68,10	1202,5	682,2	1203,8	12,005	2,910

2.2.- Ensayo, ASTM D 2041; Gravedad Especifica Teorica Maxima de la Mezcla, G_{mm}

PROCEDIMIENTO	1	2	3	PROMEDIO
Masa de muestra seca en el aire, g	1187	1112	1116	2,253
Masa de tapa y recipiente con agua a 25°C, g	7772	7772	7772	
Masa de tapa, recipiente, muestra y agua a 25°C, g	8432	8391	8392	
Gravedad Especifica Teorica Maxima de la Mezcla, G_{mm}	2,252	2,256	2,250	

2.3.- Procesamiento, ASTM D 2726; Gravedad Especifica Bulk de la mezcla Compactada, G_{mb}

% de ASFALTO	CODIGO DE BRIQUETA	Masa del espécimen seco en el aire, g	Masa del espécimen saturado superficialmente seco en el aire, g	Masa de la muestra en agua, g	Masa del volumen de agua para el volumen de la muestra a 25°C	Gravedad Especifica Bulk de la mezcla Compactada, G_{mb}
6,15%	A	1184,60	1185,20	660,40	524,80	2,257
	B	1178,20	1180,70	652,60	528,10	2,231
	C	1202,50	1203,80	662,20	541,60	2,220

2.4.- Determinando la Estabilidad Corregida.

% de ASFALTO	CODIGO DE BRIQUETA	Diametro, mm	Espesor del Especimen, mm	Volumen, cm ³	Razon de la Correlacion	ESTABILIDAD, kN	ESTABILIDAD CORREGIDA, kN	ESTABILIDAD, kg
6,15%	A	101,25	65,350	526,17	0,96	12,16	11,67	1189,87
	B	101,00	66,200	530,38	0,96	11,85	11,38	1160,21
	C	101,10	67,567	542,41	0,93	12,01	11,16	1138,46



INGENIERIA DE CONTRAPRUEBAS S.A.C.
JEFE DE LABORATORIO
[Firma]
Ing. Gerardo L. Llanco Ordoñez
Ingeniero Civil
CIP: N° 189480

Avenida Huancavelica N° 235 Esquina con Pje. San Andrés - Referencia a una cuadra de la Comisaría de Chica. (FRENTE AL GRIFO MAZECHI)



965287894 / 964743431



grupoingecontperu@gmail.com

RUC: 20610623612

Para verificar la autenticidad puede comunicarse a:
grupoingecontperu@gmail.com

PROYECTO : TESIS: "INFLUENCIA DE FIBRA DE YUTE CON HOJA DE PIÑA EN PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DE MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE, HUANCAYO 2025"

Expediente N° : EXP-107-IDC-2024

Código de formato : CT-02_REV.01/2023-05-14

Peticionario : Bach. ARRIETA ESTRADA ANGELA FIORELLA

Ubicación : HUANCAYO

Cantera : RIO / MUKIYAUYOS

N° de muestra : CV + 2% CENIZA DE HOJA DE PIÑA + 0,5%

FIBRA DE YUTE

Fecha de emisión : ENERO - 2025

RESISTENCIA DE MEZCLAS BITUMINOSAS EMPLEANDO EL APARATO MARSHALL - MTC E 504

Página: 2 de 2

2.5.- RESULTADOS

% CEMENTO ASFALTICO	6,15%
% de Grava 1 en Peso total de la Mezcla	22,00%
% de Grava 2 en Peso total de la Mezcla	36,00%
% de Arena en Peso total de la Mezcla	39,50%
% de filler en la mezcla	2,50%
% de Grava 1 en Peso total del Agregado	22,6%
% de Grava 2 en Peso total del Agregado	36,9%
% de Arena en Peso total del Agregado	40,5%
Peso Especifica bulk de la combinacion de agregados, G_{sb}	2,573
Gravedad Especifica Bulk de la mezcla Compactada (ASTM D2726), G_{mb}	2,236
Gravedad Especifica teorica maxima (ASTM D2041), G_{mm}	2,253
Gravedad Especifica Efectiva del Agregado, G_{se}	2,443
Porcentaje de Asfalto Absorbido, P_{ba}	-2,13%
Porcentaje de Asfalto Efectivo, P_{be}	6,17%
% Vacios en el Agregado Mineral en la Mezcla Compactada "VMA"	18,43%
% Vacios de Aire en la Mezcla Compactada "VTM"	0,73%
% Vacios llenos con Asfalto "VFA"	96,03%
Promedio de Estabilidad Corregida, kg	1162,84
Promedio de FLUJO, mm	2,853
ESTABILIDAD/FLUJO, kg/cm	4076,34

INGENIERIA DE CONTRAPRUEBAS S.A.C.
JEFE DE LABORATORIO
[Firma]
Ing. Ingrid L. Llanco Ordóñez
INGENIERA CIVIL
CIP N° 180480

**LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA**

PROYECTO : TESIS: "INFLUENCIA DE FIBRA DE YUTE CON HOJA DE PIÑA EN PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DE MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE, HUANCAYO 2025"
Expediente N° : EXP-107-IDC-2024
Codigo de formato : CT-02_REV.01/2023-06-14
Peticionario : Bach. ARRIETA ESTRADA ANGELA FIORELLA
Ubicación : HUANCAYO
Cantera : MUKIYAUYS - RIO SECO
N° de muestra : AG. FINO
Fecha de recepción : Diciembre - 2024
Fecha de emisión : Enero - 2025

**CENIZA DE HOJA DE PIÑA + FIBRA DE YUTE
FORMULA DE TRABAJO DE DISEÑO MARSHALL EN CALIENTE**

1.- GRADACION DEL MATERIAL

Pag. : 1 de 1

% de Grava en Peso total de la Mezcla 1	22,0%
% de Grava en Peso total de la Mezcla 2	36,0%
% de Arena en Peso total de la Mezcla	39,5%
% de Filler en la mezcla	2,5%

% de Grava 1 en Peso total del Agregado	22,56%
% de Grava 2 en Peso total del Agregado	36,92%
% de Arena en Peso total del Agregado	40,51%

2.- PROPORCIONES PARA LA ELABORACIÓN DE BRIQUETAS

CLASE DE MEZCLA: A
TIPO DE MARTILLO: SOSTENIDO MANUALMENTE
NUMERO DE GOLPES POR LADO: 75
DIAMETRO DE MOLDE, cm : 10
ALTURA, cm : 6,35

	M-1	M-2	M-3	M-4
CENIZA DE HOJA DE PIÑA	0,0%	0,0%	2,0%	2,0%
FIBRA DE YUTE	0,0%	0,5%	0,0%	0,5%
T _C , Fabricación	140	140	140	140
T _C , Compactación	125	125	125	125
Numero de Golpes por Cara	75	75	75	75
Masa de Mezcla, g	1200	1200	1200	1200
% de Asfalto s/m	6,15%	6,15%	6,15%	6,15%
Masa Total de Ag, g	1126,2	1126,2	1126,2	1126,2
Grava 1	247,764	247,764	247,764	247,764
Grava 2	405,432	405,432	405,432	405,432
Arena	444,849	444,849	444,849	444,849
Filler + Cal	28,155	28,155	28,155	28,155
Masa de Asfalto, g	73,8	73,8	73,8	73,8
CENIZA DE HOJA DE PIÑA, g	0,00	0,000	1,476	1,476
FIBRA DE YUTE, g	0,00	0,369	0,000	0,369

Observaciones:

- * Los datos extraídos se realizaron en las instalaciones del laboratorio, en condiciones ambientales controlados.
- * El presente documento no deberá reproducirse sin autorización escrita del laboratorio, salvo en caso de reproducirse en su totalidad.
- * Los resultados fueron obtenidos en base a las muestras extraídas y entregadas por el cliente al laboratorio.

INGENIERIA DE CONTRAPRUEBAS S.A.C.
JEFE DE LABORATORIO
Ing. Ingrid L. Llancó Ordóñez
INGENIERA CIVIL
CIP N° 109480

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA

PROYECTO : TESIS: "INFLUENCIA DE FIBRA DE YUTE CON HOJA DE PIÑA EN PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DE MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE, HUANCAYO 2025"
Expediente N° : EXP-107-IDC-2024 Muestra : Convencional Optimo
Codigo de formato : CT-02_REV.01/2023-06-14 Fecha de emisión : ENERO - 2025
Peticionario : Bach. ARRIETA ESTRADA ANGELA FIORELLA
Ubicación : HUANCAYO

RESISTENCIA DE MEZCLAS ASFÁLTICAS COMPACTADAS AL DAÑO INDUCIDO POR HUMEDAD - MTC E 522

1.- EVALUACION Y AGRUPAMIENTO DE ESPECIMENES.

Hoja 01 de 02

1.1.- Gravedad Especifica Teorica Maxima de la Mezcla, G_{mm} : 2,335

1.2.- Obtencion de Medidas de los Especimenes en seco

DESCRIPCION	CODIGO DE BRIQUETA	Diametro (mm)			ALTURAS (mm)			
		D1	D2	Promedio	H1	H2	H3	Promedio
CONVENCION AL	cv-01	101,60	101,70	101,65	65,50	65,30	65,20	65,33
	cv-02	101,65	101,80	101,73	67,50	66,95	67,35	67,27
	cv-03	102,00	101,75	101,88	61,60	61,60	61,50	61,57

1.3.- Obtencion de Medidas de los Especimenes en Humedo*

DESCRIPCION	CODIGO DE BRIQUETA	Diametro (mm)			ALTURAS (mm)			
		D1	D2	Promedio	H1	H2	H3	Promedio
CONVENCION AL	cv-04	102,10	102,00	102,05	64,70	65,00	64,80	64,83
	cv-05	101,80	101,80	101,80	64,40	64,10	64,40	64,30
	cv-06	101,30	101,40	101,35	64,50	66,60	65,40	65,50

1.4.- Determinacion de la Gravedad Especifica Bulk, G_{mb} (Especimenes en seco)

DESCRIPCION	CODIGO DE BRIQUETA	MASA DE BRIQUETA, g	MASA SUMERGIDO, g	SUPERFICIALME NTE, g	Masa del volumen de agua para el volumen de la muestra a 25°C	Gravedad Especifica Bulk de la mezcla Compactada, G_{mb}
CONVENCION AL	cv-01	1189,2	654,2	1190,0	535,8	2,219
	cv-02	1187,7	667,7	1189,0	521,3	2,278
	cv-03	1172,0	654,0	1174,0	520,0	2,254

1.5.- Determinacion de la Gravedad Especifica Bulk, G_{mb} (Especimenes humedo*)

DESCRIPCION	CODIGO DE BRIQUETA	MASA DE BRIQUETA, g	MASA SUMERGIDO, g	SUPERFICIALME NTE, g	Masa del volumen de agua para el volumen de la muestra a 25°C	Gravedad Especifica Bulk de la mezcla Compactada, G_{mb}
CONVENCION AL	cv-04	1187,5	667,4	1188,7	521,3	2,278
	cv-05	1168,8	652,2	1170,3	518,1	2,256
	cv-06	1184,8	655,6	1186,8	531,2	2,230

1.6.- Calculo de Porcentaje de vacios de aire, P_a

1.6.1.- Especimenes seco

DESCRIPCION	CODIGO DE BRIQUETA	Porcentaje de vacios de aire, P_a
CONVENCION AL	cv-01	4,95
	cv-02	2,43
	cv-03	3,48

1.6.1.- Especimenes Humedos*

DESCRIPCION	CODIGO DE BRIQUETA	Porcentaje de vacios de aire, P_a
CONVENCION AL	cv-04	2,44
	cv-05	3,39
	cv-06	4,48

1.7.- Volumen de vacios de aire, V_a (Solo para los especimenes sometidos a humedad*).

DESCRIPCION	CODIGO DE BRIQUETA	"E" Volumen del Especimen, cm^3	Porcentaje de vacios de aire, P_a	vacios de aire, V_a (cm^3)
CONVENCION AL	cv-04	535,8	2,44	13,09
	cv-05	521,3	3,39	17,65
	cv-06	520,0	4,48	23,29

* Los especimenes humedos son aquellos que estan sometidos a una saturacion parcial y acondicionamiento humedo con un ciclo de congelamiento.



Avenida Huancavelica N° 235 Esquina con Pje. San Andrés - Referencia a una cuadra de la Comisaría de Chilca. (FRENTE AL GRIFO MAZECHI)



965287894 / 964743431



grupeingeocontperu@gmail.com

RUC: 20610623612

Para verificar la autenticidad puede comunicarse a:
grupeingeocontperu@gmail.com

INGENIERIA DE CONTRAPRUEBAS S.A.C.
JEFE DE LABORATORIO
[Firma]
Ing. Ingrid L. Llanco Ochoa
INGENIERA CIVIL
CIP: N° 189460

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA

PROYECTO : TESIS: "INFLUENCIA DE FIBRA DE YUTE CON HOJA DE PIÑA EN PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DE MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE, HUANCAYO 2025"

Expediente N° : EXP-107-IDC-2024 Muestra : Convencional Optimo

Código de formato : CT-02_REV.01/2023-06-14

Peticionario : Bach. ARRIETA ESTRADA ANGELA FIORELLA Fecha de emisión : ENERO - 2025

Ubicación : HUANCAYO

RESISTENCIA DE MEZCLAS ASFÁLTICAS COMPACTADAS AL DAÑO INDUCIDO POR HUMEDAD - MTC E 522

2.- EVALUACION DE LOS ESPESIMENES DESPUES DEL ACONDICIONAMIENTO HUMEDO

Hoja 02 de 02

2.1.- Volumen de Agua Absorbida, J'

DESCRIPCION	CODIGO DE BRIQUETA	J', volumen de agua absorbida (cm ³)
CONVENCIONAL	cv-04	0,8
	cv-05	1,3
	cv-06	2,0

3.- DETERMINACION EL ESFUERZO DE TENSION INDIRECTA

3.1.- Esfuerzo a tension (Especimenes en seco)

DESCRIPCION	CODIGO DE BRIQUETA	Carga Maxima		Espesor, mm	Diametro, mm	Esfuerzo a la tension	
		kN	N			kPa	kg/cm ²
CONVENCIONAL	cv-01	10,006	10006	65,33	101,65	95,92	0,978
	cv-02	9,638	9638	67,27	101,73	89,67	0,914
	cv-03	9,074	9074	61,57	101,88	92,10	0,939

3.2.- Esfuerzo a tension (Especimenes en acondicionamiento húmedo y de congelamiento-deshielo)

DESCRIPCION	CODIGO DE BRIQUETA	Carga Maxima		Espesor, mm	Diametro, mm	Esfuerzo a la tension	
		kN	N			kPa	kg/cm ²
CONVENCIONAL	cv-04	8,499	8499	64,83	102,05	81,78	0,834
	cv-05	8,785	8785	64,30	101,80	85,44	0,871
	cv-06	8,195	8195	65,50	101,35	78,59	0,801

4.- DETERMINACION DE LA RAZÓN DEL ESFUERZO A TENSION (TSR)

4.1.- RESUMEN

DESCRIPCION	CODIGO DE BRIQUETA	Porcentaje de vacios de aire		Esfuerzo a la tension, kg/cm ²		Evaluación Visual*
		Individual	Promedio	Individual	Promedio	
SECO	cv-01	4,95	3,62	0,978	0,94	1
	cv-02	2,43		0,914		1
	cv-03	3,48		0,939		1
ACONDICIONADO	cv-04	2,44	3,44	0,834	0,84	1
	cv-05	3,39		0,871		1
	cv-06	4,48		0,801		1

* La Inspeccion visual se realiza para evidenciar si hay agregados fisurados o fracturados, de escala de 0 a 5 (con 5 como el mayor desprendimiento).

4.2.- Razón del Esfuerzo a tension (TSR)

DESCRIPCION	Esfuerzo a la tension, kPa		Razón del Esfuerzo a tension (TSR)	Promedio
	Seco	Acondicionado		
CONVENCIONAL	95,92	81,78	85,26%	88,62%
	89,67	85,44	95,28%	
	92,10	78,59	85,33%	

INGENIERIA DE CONTRAPRUEBAS S.A.C.
JEFE DE LABORATORIO
[Firma]
Ing. Ingrid L. Llanco Ordoñez
INGENIERIA CIVIL
CIP. N° 109480

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA

PROYECTO : TESIS: "INFLUENCIA DE FIBRA DE YUTE CON HOJA DE PIÑA EN PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DE MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE, HUANCAYO 2025"
Expediente N° : EXP-107-IDC-2024 Muestra : CV + 0,5% FIBRA DE YUTE
Codigo de formato : CT-02_REV.01/2023-06-14
Peticionario : Bach. ARRIETA ESTRADA ANGELA FIORELLA Fecha de emisión : ENERO - 2025
Ubicación : HUANCAYO

RESISTENCIA DE MEZCLAS ASFÁLTICAS COMPACTADAS AL DAÑO INDUCIDO POR HUMEDAD - MTC E 522

1.- EVALUACION Y AGRUPAMIENTO DE ESPECIMENES.

Hoja 01 de 02

1.1.- Gravedad Especifica Teorica Maxima de la Mezcla, G_{mm} : 2,345

1.2.- Obtencion de Medidas de los Especimenes en seco

DESCRIPCION	CODIGO DE BRIQUETA	Diametro (mm)			ALTURAS (mm)			
		D1	D2	Promedio	H1	H2	H3	Promedio
: CV + 0,5% FIBRA DE YUTE	M-04	101,60	101,85	101,73	65,50	65,75	65,55	65,60
	M-05	101,70	101,70	101,70	68,10	68,10	68,00	68,07
	M-06	101,40	101,60	101,50	65,20	61,80	61,00	62,67

1.3.- Obtencion de Medidas de los Especimenes en Humedo*

DESCRIPCION	CODIGO DE BRIQUETA	Diametro (mm)			ALTURAS (mm)			
		D1	D2	Promedio	H1	H2	H3	Promedio
: CV + 0,5% FIBRA DE YUTE	M-07	101,70	101,70	101,70	65,30	67,00	65,60	65,97
	M-08	101,70	101,80	101,75	65,40	65,80	65,30	65,50
	M-09	101,70	101,50	101,60	66,00	67,00	66,90	66,63

1.4.- Determinacion de la Gravedad Especifica Bulk, G_{mb} (Especimenes en seco)

DESCRIPCION	CODIGO DE BRIQUETA	MASA DE BRIQUETA, g	MASA SUMERGIDO, g	SUPERFICIAL ME NTE, g	Masa del volumen de agua para el volumen de la muestra a 25°C	Gravedad Especifica Bulk de la mezcla Compactada, G_{mb}
: CV + 0,5% FIBRA DE YUTE	M-04	1190,2	666,5	1190,8	524,3	2,270
	M-05	1186,9	665,6	1188,5	522,9	2,270
	M-06	1181,0	662,0	1182,0	520,0	2,271

1.5.- Determinacion de la Gravedad Especifica Bulk, G_{mb} (Especimenes humedo*)

DESCRIPCION	CODIGO DE BRIQUETA	MASA DE BRIQUETA, g	MASA SUMERGIDO, g	SUPERFICIAL ME NTE, g	Masa del volumen de agua para el volumen de la muestra a 25°C	Gravedad Especifica Bulk de la mezcla Compactada, G_{mb}
: CV + 0,5% FIBRA DE YUTE	M-07	1182,7	652,6	1184,7	532,1	2,223
	M-08	1181,3	659,0	1182,2	523,2	2,258
	M-09	1186,1	659,4	1189,1	529,7	2,239

1.6.- Calculo de Porcentaje de vacios de aire, P_a

1.6.1.- Especimenes seco

DESCRIPCION	CODIGO DE BRIQUETA	Porcentaje de vacios de aire, P_a
: CV + 0,5% FIBRA DE YUTE	M-04	3,20
	M-05	3,21
	M-06	3,15

1.6.1.- Especimenes Humedos*

DESCRIPCION	CODIGO DE BRIQUETA	Porcentaje de vacios de aire, P_a
: CV + 0,5% FIBRA DE YUTE	M-07	5,22
	M-08	3,72
	M-09	4,51

1.7.- Volumen de vacios de aire, V_a (Solo para los especimenes sometidos a humedad*).

DESCRIPCION	CODIGO DE BRIQUETA	"E" Volumen del Especimen, cm^3	Porcentaje de vacios de aire, P_a	vacios de aire, V_a (cm^3)
: CV + 0,5% FIBRA DE YUTE	M-07	524,3	5,22	27,34
	M-08	522,9	3,72	19,44
	M-09	520,0	4,51	23,46

* Los especimenes humedos son aquellos que estan sometidos a una saturacion parcial y acondicionamiento humedo con un ciclo de congelamiento.



Avenida Huancavelica N° 235 Esquina con Pje. San Andrés - Referencia a una cuadra de la Comisaría de Chitca. (FRENTE AL GRIFO MAZECHI)



965287894 / 964743421



gruopingconperu@gmail.com

RUC: 20610623612

Para verificar la autenticidad puede comunicarse a:
gruopingconperu@gmail.com

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA

PROYECTO : TESIS: "INFLUENCIA DE FIBRA DE YUTE CON HOJA DE PIÑA EN PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DE MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE, HUANCAYO 2025"

Expediente N° : EXP-107-IDC-2024 Muestra : CV + 0,5% FIBRA DE YUTE

Código de formato : CT-02_REV.01/2023-06-14

Peticionario : Bach. ARRIETA ESTRADA ANGELA FIORELLA Fecha de emisión : ENERO - 2025

Ubicación : HUANCAYO

RESISTENCIA DE MEZCLAS ASFÁLTICAS COMPACTADAS AL DAÑO INDUCIDO POR HUMEDAD - MTC E 522

2.- EVALUACION DE LOS ESPECIMENES DESPUES DEL ACONDICIONAMIENTO HUMEDO

Hoja 02 de 02

2.1.- Volumen de Agua Absorbida, J'

DESCRIPCION	CODIGO DE BRIQUETA	J' volumen de agua absorbida (cm ³)
: CV + 0,5% FIBRA DE YUTE	M-07	0,6
	M-08	1,6
	M-09	1,0

3.- DETERMINACION EL ESFUERZO DE TENSION INDIRECTA

3.1.- Esfuerzo a tensión (Especímenes en seco)

DESCRIPCION	CODIGO DE BRIQUETA	Carga Maxima		Espesor, mm	Diametro, mm	Esfuerzo a la tensión	
		kN	N			kPa	kg/cm ²
: CV + 0,5% FIBRA DE YUTE	M-04	10,542	10542	65,60	101,73	100,57	1,026
	M-05	10,496	10496	68,07	101,70	96,53	0,984
	M-06	10,106	10106	62,67	101,50	101,15	1,031

3.2.- Esfuerzo a tensión (Especímenes en acondicionamiento húmedo y de congelamiento-deshielo)

DESCRIPCION	CODIGO DE BRIQUETA	Carga Maxima		Espesor, mm	Diametro, mm	Esfuerzo a la tensión	
		kN	N			kPa	kg/cm ²
: CV + 0,5% FIBRA DE YUTE	M-07	8,956	8956	65,97	101,70	84,99	0,867
	M-08	8,680	8680	65,50	101,75	82,91	0,845
	M-09	8,751	8751	66,63	101,60	82,29	0,839

4.- DETERMINACION DE LA RAZÓN DEL ESFUERZO A TENSION (TSR)

4.1.- RESUMEN

DESCRIPCION	CODIGO DE BRIQUETA	Porcentaje de vacíos de aire		Esfuerzo a la tensión, kg/cm ²		Evaluación Visual*
		Individual	Promedio	Individual	Promedio	
SECO	M-04	3,20	3,18	1,026	1,01	1
	M-05	3,21		0,984		1
	M-06	3,15		1,031		1
ACONDICIONADO	M-07	5,22	4,48	0,867	0,85	1
	M-08	3,72		0,845		1
	M-09	4,51		0,839		1

* La Inspección visual se realiza para evidenciar si hay agregados fisurados o fracturados, de escala de 0 a 5 (con 5 como el mayor desprendimiento).

4.2.- Razón del Esfuerzo a tensión (TSR)

DESCRIPCION	Esfuerzo a la tensión, kPa		Razón del Esfuerzo a tensión (TSR)	Promedio
	Seco	Acondicionado		
: CV + 0,5% FIBRA DE YUTE	100,57	84,99	84,50%	83,92%
	96,53	82,91	85,90%	
	101,15	82,29	81,36%	

INGENIERIA DE CONTRAPRUEBAS S.A.C.
JEFE DE LABORATORIO
[Firma]
Ing.-Ing. L. Llancos Ordoñez
INGENIERA CIVIL
CIP. N° 150400

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA

PROYECTO : TESIS: "INFLUENCIA DE FIBRA DE YUTE CON HOJA DE PIÑA EN PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DE MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE, HUANCAYO 2025"

Expediente N° : EXP-107-IDC-2024

Muestra : CV + 2% CENIZA DE HOJA DE PIÑA

Código de formato : CT-02_REV.01/2023-06-14

Peticionario : Bach. ARRIETA ESTRADA ANGELA FIORELLA

Fecha de emisión : ENERO - 2025

Ubicación : HUANCAYO

RESISTENCIA DE MEZCLAS ASFÁLTICAS COMPACTADAS AL DAÑO INDUCIDO POR HUMEDAD - MTC E 522

1.- EVALUACION Y AGRUPAMIENTO DE ESPECIMENES.

Hoja 01 de 02

1.1.- Gravedad Especifica Teorica Maxima de la Mezcla, G_{mm} : 2,301

1.2.- Obtención de Medidas de los Especímenes en seco

DESCRIPCION	CODIGO DE BRIQUETA	Diametro (mm)			ALTURAS (mm)			
		D1	D2	Promedio	H1	H2	H3	Promedio
: CV + 2% CENIZA DE HOJA DE PIÑA	AC-04	101,50	101,45	101,48	65,30	65,60	65,20	65,37
	AC-05	101,40	101,50	101,45	66,25	66,35	66,10	66,23
	AC-06	101,60	101,10	101,35	66,10	66,15	66,00	66,08

1.3.- Obtención de Medidas de los Especímenes en Humedo*

DESCRIPCION	CODIGO DE BRIQUETA	Diametro (mm)			ALTURAS (mm)			
		D1	D2	Promedio	H1	H2	H3	Promedio
: CV + 2% CENIZA DE HOJA DE PIÑA	AC-07	102,10	102,10	102,10	64,90	65,00	64,70	64,87
	AC-08	101,30	101,50	101,40	66,00	65,70	65,00	65,57
	AC-09	101,70	101,80	101,75	65,10	67,00	65,70	65,93

1.4.- Determinación de la Gravedad Especifica Bulk, G_{mb} (Especímenes en seco)

DESCRIPCION	CODIGO DE BRIQUETA	MASA DE BRIQUETA, g	MASA SUMERGIDO, g	SUPERFICIAL ME NTE, g	Masa del volumen de agua para el volumen de la muestra a 25°C	Gravedad Especifica Bulk de la mezcla Compactada, G_{mb}
: CV + 2% CENIZA DE HOJA DE PIÑA	AC-04	1185,7	666,0	1186,8	520,8	2,277
	AC-05	1181,6	658,9	1182,7	525,8	2,247
	AC-06	1173,0	658,0	1176,0	518,0	2,264

1.5.- Determinación de la Gravedad Especifica Bulk, G_{mb} (Especímenes humedo*)

DESCRIPCION	CODIGO DE BRIQUETA	MASA DE BRIQUETA, g	MASA SUMERGIDO, g	SUPERFICIAL ME NTE, g	Masa del volumen de agua para el volumen de la muestra a 25°C	Gravedad Especifica Bulk de la mezcla Compactada, G_{mb}
: CV + 2% CENIZA DE HOJA DE PIÑA	AC-07	1182,7	663,4	1184,2	520,8	2,271
	AC-08	1182,1	662,7	1183,6	520,9	2,269
	AC-09	1194,5	669,3	1195,1	525,8	2,272

1.6.- Cálculo de Porcentaje de vacíos de aire, P_a

1.6.1.- Especímenes seco

DESCRIPCION	CODIGO DE BRIQUETA	Porcentaje de vacíos de aire, P_a
: CV + 2% CENIZA DE HOJA DE PIÑA	AC-04	1,06
	AC-05	2,34
	AC-06	1,59

1.6.1.- Especímenes Humedos*

DESCRIPCION	CODIGO DE BRIQUETA	Porcentaje de vacíos de aire, P_a
: CV + 2% CENIZA DE HOJA DE PIÑA	AC-07	1,31
	AC-08	1,38
	AC-09	1,27

1.7.- Volumen de vacíos de aire, V_a (Solo para los especímenes sometidos a humedad*).

DESCRIPCION	CODIGO DE BRIQUETA	"E" Volumen del Especimen, cm^3	Porcentaje de vacíos de aire, P_a	vacíos de aire, V_a (cm^3)
: CV + 2% CENIZA DE HOJA DE PIÑA	AC-07	520,8	1,31	6,81
	AC-08	525,8	1,38	7,23
	AC-09	518,0	1,27	6,58

* Los especímenes humedos son aquellos que estan sometidos a una saturación parcial y acondicionamiento humedo con un ciclo de congelamiento.



Avenida Huancavelica N° 235 Esquina con Pje. San Andrés - Referencia a una cuadra de la Comisaría de Chilca. (FRENTE AL GRIFO MAZECHI)



965287894 / 964743421



grupoingecontperu@gmail.com

RUC: 20610623612

Para verificar la autenticidad puede comunicarse a: grupoingecontperu@gmail.com

INGENIERIA DE CONTRAPRUEBAS S.A.C.
JEFE DEL LABORATORIO
[Firma]
Ing. Ingrid L. Llano Ordóñez
INGENIERA CIVIL
CIP N° 109480

INGENIERIA DE CONTRAPRUEBAS S.A.C.

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA

PROYECTO : TESIS: "INFLUENCIA DE FIBRA DE YUTE CON HOJA DE PIÑA EN PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DE MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE, HUANCAYO 2025"
Expediente N° : EXP-107-IDC-2024 **Muestra** : CV + 2% CENIZA DE HOJA DE PIÑA
Código de formato : CT-02_REV.01/2023-06-14
Peticionario : Bach. ARRIETA ESTRADA ANGELA FIORELLA **Fecha de emisión** : ENERO - 2025
Ubicación : HUANCAYO

RESISTENCIA DE MEZCLAS ASFÁLTICAS COMPACTADAS AL DAÑO INDUCIDO POR HUMEDAD - MTC E 522

2.- EVALUACION DE LOS ESPECIMENES DESPUES DEL ACONDICIONAMIENTO HUMEDO

Hoja 02 de 02

2.1.- Volumen de Agua Absorbida, J'

DESCRIPCION	CODIGO DE BRIQUETA	J', volumen de agua absorbida (cm ³)
CV + 2% CENIZA DE HOJA DE PIÑA	AC-07	1,1
	AC-08	1,1
	AC-09	3,0

3.- DETERMINACION EL ESFUERZO DE TENSION INDIRECTA

3.1.- Esfuerzo a tension (Especimenes en seco)

DESCRIPCION	CODIGO DE BRIQUETA	Carga Maxima		Espesor, mm	Diametro, mm	Esfuerzo a la tension	
		kN	N			kPa	kg/cm ²
CV + 2% CENIZA DE HOJA DE PIÑA	AC-04	10,886	10886	65,37	101,48	104,48	1,065
	AC-05	10,878	10878	66,23	101,45	103,06	1,051
	AC-06	10,745	10745	66,08	101,35	102,13	1,041

3.2.- Esfuerzo a tension (Especimenes en acondicionamiento húmedo y de congelamiento-deshielo)

DESCRIPCION	CODIGO DE BRIQUETA	Carga Maxima		Espesor, mm	Diametro, mm	Esfuerzo a la tension	
		kN	N			kPa	kg/cm ²
CV + 2% CENIZA DE HOJA DE PIÑA	AC-07	8,951	8951	64,87	102,10	86,04	0,877
	AC-08	8,926	8926	65,57	101,40	85,47	0,872
	AC-09	9,005	9005	65,93	101,75	85,45	0,871

4.- DETERMINACION DE LA RAZÓN DEL ESFUERZO A TENSION (TSR)

4.1.- RESUMEN

DESCRIPCION	CODIGO DE BRIQUETA	Porcentaje de vacios de aire		Esfuerzo a la tension, kg/cm ²		Evaluación Visual*
		Individual	Promedio	Individual	Promedio	
SECO	AC-04	1,06	1,66	1,065	1,05	1
	AC-05	2,34		1,051		1
	AC-06	1,59		1,041		1
ACONDICIONADO	AC-07	1,31	1,32	0,877	0,87	1
	AC-08	1,38		0,872		1
	AC-09	1,27		0,871		1

* La Inspeccion visual se realiza para evidenciar si hay agregados fisurados o fracturados, de escala de 0 a 5 (con 5 como el mayor desprendimiento).

4.2.- Razón del Esfuerzo a tension (TSR)

DESCRIPCION	Esfuerzo a la tension, kPa		Razon del Esfuerzo a tension (TSR)	Promedio
	Seco	Acondicionado		
CV + 2% CENIZA DE HOJA DE PIÑA	104,48	86,04	82,35%	82,98%
	103,06	85,47	82,93%	
	102,13	85,45	83,67%	

INGENIERIA DE CONTRAPRUEBAS S.A.C.
JEFE DE LABORATORIO
Ing. Ingrid L. Llanco Ordoñez
INGENIERA CIVIL
CIP. N° 489480



Avenida Huancavelica N° 235 Esquina
con Pja. San Andrés - Referencia a
una cuadra de la Comisaría de Chilca.
(FRENTE AL GRIFO MAZECHI)



965287894 / 964763431



grupoingecontperu@gmail.com

RUC: 20610623612

Para verificar la autenticidad
puede comunicarse a:
grupoingecontperu@gmail.com

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA

PROYECTO : TESIS: "INFLUENCIA DE FIBRA DE YUTE CON HOJA DE PIÑA EN PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DE MEZCLAS

ASFÁLTICAS EN CALIENTE, HUANCAYO 2025"

Expediente N° : EXP-107-IDC-2024

Muestra : CV + 2% CENIZA DE HOJA DE PIÑA +

Código de formato : CT-02_REV.01/2023-06-14

0,5% FIBRA DE YUTE

Peticionario : Bach. ARRIETA ESTRADA ANGELA FIORELLA

Fecha de emisión : ENERO - 2025

Ubicación : HUANCAYO

RESISTENCIA DE MEZCLAS ASFÁLTICAS COMPACTADAS AL DAÑO INDUCIDO POR HUMEDAD - MTC E 522

1.- EVALUACION Y AGRUPAMIENTO DE ESPECIMENES.

Hoja 01 de 02

1.1.- Gravedad Especifica Teorica Maxima de la Mezcla, G_{mm} : 2,353

1.2.- Obtención de Medidas de los Especímenes en seco

DESCRIPCION	CODIGO DE BRIQUETA	Diámetro (mm)			ALTURAS (mm)			
		D1	D2	Promedio	H1	H2	H3	Promedio
: CV + 2% CENIZA DE HOJA DE PIÑA + 0,5% FIBRA	AC-04	101,60	101,65	101,63	67,80	67,70	67,50	67,67
	AC-05	101,20	101,25	101,23	66,60	65,30	64,70	65,53
	AC-06	101,40	101,30	101,35	66,10	66,15	66,00	66,08

1.3.- Obtención de Medidas de los Especímenes en Humedo*

DESCRIPCION	CODIGO DE BRIQUETA	Diámetro (mm)			ALTURAS (mm)			
		D1	D2	Promedio	H1	H2	H3	Promedio
: CV + 2% CENIZA DE HOJA DE PIÑA + 0,5% FIBRA	AC-07	101,60	101,70	101,65	65,10	65,10	65,30	65,17
	AC-08	101,90	102,00	101,95	64,70	65,00	64,90	64,87
	AC-09	101,30	101,20	101,25	66,10	66,50	65,50	66,03

1.4.- Determinación de la Gravedad Especifica Bulk, G_{mb} (Especímenes en seco)

DESCRIPCION	CODIGO DE BRIQUETA	MASA DE BRIQUETA, g	MASA SUMERGIDO, g	SUPERFICIAL ME NTE, g	Masa del volumen de agua para el volumen de la muestra a 25°C	Gravedad Especifica Bulk de la mezcla Compactada, G_{mb}
: CV + 2% CENIZA DE HOJA DE PIÑA	AC-04	1189,4	665,2	1191,4	526,2	2,260
	AC-05	1166,1	653,2	1167,5	514,3	2,267
	AC-06	1173,0	658,0	1176,0	518,0	2,264

1.5.- Determinación de la Gravedad Especifica Bulk, G_{mb} (Especímenes humedo*)

DESCRIPCION	CODIGO DE BRIQUETA	MASA DE BRIQUETA, g	MASA SUMERGIDO, g	SUPERFICIAL ME NTE, g	Masa del volumen de agua para el volumen de la muestra a 25°C	Gravedad Especifica Bulk de la mezcla Compactada, G_{mb}
: CV + 2% CENIZA DE HOJA DE PIÑA	AC-07	1198,6	663,6	1189,9	526,3	2,277
	AC-08	1175,5	658,5	1176,3	517,8	2,270
	AC-09	1193,7	668,0	1194,7	526,7	2,266

1.6.- Cálculo de Porcentaje de vacíos de aire, P_a

1.6.1.- Especímenes seco

DESCRIPCION	CODIGO DE BRIQUETA	Porcentaje de vacíos de aire, P_a
: CV + 2% CENIZA DE HOJA DE PIÑA	AC-04	3,94
	AC-05	3,64
	AC-06	3,76

1.6.1.- Especímenes Humedos*

DESCRIPCION	CODIGO DE BRIQUETA	Porcentaje de vacíos de aire, P_a
: CV + 2% CENIZA DE HOJA DE PIÑA + 0,5% FIBRA	AC-07	3,21
	AC-08	3,52
	AC-09	3,68

1.7.- Volumen de vacíos de aire, V_a (Solo para los especímenes sometidos a humedad*).

DESCRIPCION	CODIGO DE BRIQUETA	"E" Volumen del Especimen, cm^3	Porcentaje de vacíos de aire, P_a	vacíos de aire, V_a (cm^3)
: CV + 2% CENIZA DE HOJA DE PIÑA	AC-07	526,2	3,21	16,90
	AC-08	514,3	3,52	18,10
	AC-09	518,0	3,68	19,07

* Los especímenes humedos son aquellos que están sometidos a una saturación parcial y acondicionamiento humedo con un ciclo de congelamiento.

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA

PROYECTO : TESIS: "INFLUENCIA DE FIBRA DE YUTE CON HOJA DE PIÑA EN PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DE MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE, HUANCAYO 2025"

Expediente N° : EXP-107-IDC-2024

Muestra : CV + 2% CENIZA DE HOJA DE PIÑA +

Código de formato : CT-02_REV.01/2023-06-14

0,5% FIBRA DE YUTE

Peticionario : Bach. ARRIETA ESTRADA ANGELA FIORELLA

Fecha de emisión : ENERO - 2025

Ubicación : HUANCAYO

RESISTENCIA DE MEZCLAS ASFÁLTICAS COMPACTADAS AL DAÑO INDUCIDO POR HUMEDAD - MTC E 522

2.- EVALUACION DE LOS ESPECIMENES DESPUES DEL ACONDICIONAMIENTO HUMEDO

Hoja 02 de 02

2.1.- Volumen de Agua Absorbida, J'

DESCRIPCION	CODIGO DE BRIQUETA	J', volumen de agua absorbida (cm ³)
CV + 2%	AC-07	2,0
CENIZA DE	AC-08	1,4
HOJA DE PIÑA	AC-09	3,0

3.- DETERMINACION EL ESFUERZO DE TENSION INDIRECTA

3.1.- Esfuerzo a tension (Especimenes en seco)

DESCRIPCION	CODIGO DE BRIQUETA	Carga Maxima		Espesor, mm	Diametro, mm	Esfuerzo a la tension	
		kN	N			kPa	kg/cm ²
CV + 2%	AC-04	10,977	10977	67,67	101,63	101,62	1,036
CENIZA DE	AC-05	10,621	10621	65,53	101,23	101,93	1,039
HOJA DE PIÑA	AC-06	10,745	10745	66,08	101,35	102,13	1,041

3.2.- Esfuerzo a tension (Especimenes en acondicionamiento húmedo y de congelamiento-deshielo)

DESCRIPCION	CODIGO DE BRIQUETA	Carga Maxima		Espesor, mm	Diametro, mm	Esfuerzo a la tension	
		kN	N			kPa	kg/cm ²
CV + 2%	AC-07	7,534	7534	65,17	101,65	72,41	0,738
CENIZA DE	AC-08	8,902	8902	64,87	101,95	85,70	0,874
HOJA DE PIÑA	AC-09	7,967	7967	66,03	101,25	75,86	0,774

4.- DETERMINACION DE LA RAZÓN DEL ESFUERZO A TENSION (TSR)

4.1.- RESUMEN

DESCRIPCION	CODIGO DE BRIQUETA	Porcentaje de vacios de aire		Esfuerzo a la tension, kg/cm ²		Evaluacion Visual*
		Individual	Promedio	Individual	Promedio	
SECO	AC-04	3,94	3,78	1,036	1,04	1
	AC-05	3,64		1,039		1
	AC-06	3,76		1,041		1
ACONDICIONADO	AC-07	3,21	3,47	0,738	0,80	1
	AC-08	3,52		0,874		1
	AC-09	3,68		0,774		1

* La Inspeccion visual se realiza para evidenciar si hay agregados fisurados o fracturados, de escala de 0 a 5 (con 5 como el mayor desprendimiento).

4.2.- Razón del Esfuerzo a tension (TSR)

DESCRIPCION	Esfuerzo a la tension, kPa		Razon del Esfuerzo a tension (TSR)	Promedio
	Seco	Acondicionado		
CV + 2%	101,62	72,41	71,25%	76,53%
CENIZA DE	101,93	85,70	84,07%	
HOJA DE PIÑA	102,13	75,86	74,28%	

INGENIERIA DE CONTRAPRUEBAS S.A.C.
JEFE DE LABORATORIO
[Firma]
Ing. Byron L. Llancas Ordoñez
INGENIERIA CIVIL
CIP. N° 169489



Avenida Huancavelica N° 235 Esquina
con Pje. San Andrés - Referencia a
una cuadra de la Comisaría de Chilca.
(FRENTE AL GRIFO MAZECHI)



965287894 / 964743431



grupoingecontperu@gmail.com

RUC: 20610623612

Para verificar la autenticidad
puede comunicarse a:
grupoingecontperu@gmail.com

**LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA**

PROYECTO : TESIS: "INFLUENCIA DE FIBRA DE YUTE CON HOJA DE PIÑA EN PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DE MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE, HUANCAYO 2025"

Expediente N° : EXP-107-IDC-2024

Código de formato : CT-02_REV.01/2023-06-14

Peticionario : Bach. ARRIETA ESTRADA ANGELA FIORELLA

Ubicación : HUANCAYO

Fecha de recepción : Diciembre- 2024

N° de muestra : Convencional Optimo

Ensayado por : YZLZ

Fecha de emisión : Enero - 2025

**CARACTERIZACION DE LAS MEZCLAS BITUMINOSAS ABIERTAS POR MEDIO DEL ENSAYO
CANTABRO DE PÉRDIDA POR DESGASTE - MTC E 515**

A.- EQUIPO Y CONDICIONES AMBIENTALES

Metodo: SECO

VELOCIDAD DE TAMBOR :	30 a 33 rpm	CONDICION	TEMPERATURA	18,2
NUMERO DE VUELTAS :	300	AMBIENTAL	HUMEDAD RELATIVA	36%

B.- ENSAYO

DESCRIPCION	N° DE MUESTRA	MASA INICIAL, g	MASA FINAL, g	VALOR DE LA PERDIDA POR DESGASTE, %	PROMEDIO*, %
Convencional Optimo	CV-1	1170,5	1042,4	10,94%	10,54%
	CV-2	1174,2	1059,4	9,78%	
	CV-3	1189,6	1064,2	10,54%	
	CV-4	1192,3	1062,2	10,91%	

* El promedio de un mínimo de 4 especímenes según el metodo de ensayo.

OBSERVACIONES:

- 1.- los Especímenes ensayados se realizaron en el laboratorio a condiciones controladas.
- 2.- El presente documento no deberá reproducirse sin autorización escrita del laboratorio, salvo en caso de reproducirse en su totalidad.

INGENIERIA DE CONTRAPRUEBAS S.A.C.
JEFE DE LABORATORIO
[Firma]
Ing. Ingrid L. Llanco Ordoñez
INGENIERA CIVIL
CIP. N° 189480

**LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA**

PROYECTO : TESIS: "INFLUENCIA DE FIBRA DE YUTE CON HOJA DE PIÑA EN PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DE MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE, HUANCAYO 2025"

Expediente N° : EXP-107-IDC-2024

Código de formato : CT-02_REV.01/2023-06-14

N° de muestra : CV + 0,5% FIBRA DE YUTE

Peticionario : Bach. ARRIETA ESTRADA ANGELA FIORELLA

Ubicación : HUANCAYO

Ensayado por : YZLZ

Fecha de recepción : Diciembre- 2024

Fecha de emisión : Enero - 2025

**CARACTERIZACION DE LAS MEZCLAS BITUMINOSAS ABIERTAS POR MEDIO DEL ENSAYO
CANTABRO DE PÉRDIDA POR DESGASTE - MTC E 515**

A.- EQUIPO Y CONDICIONES AMBIENTALES

Metodo: HUMEDO

VELOCIDAD DE TAMBOR :	30 a 33 rpm	CONDICION	TEMPERATURA	16,4 °C
NUMERO DE VUELTAS :	300	AMBIENTAL	HUMEDAD RELATIVA	39%

B.- ENSAYO

DESCRIPCION	N° DE MUESTRA	MASA INICIAL, g	MASA FINAL, g	VALOR DE LA PERDIDA POR DESGASTE, %	PROMEDIO*, %
CV + 0,5% FIBRA DE YUTE	M-10	1192,7	1093,8	8,29%	9,11%
	M-11	1187,8	1074,5	9,54%	
	M-12	1176,3	1065,2	9,44%	
	M-13	1187,6	1078,8	9,16%	

* El promedio de un mínimo de 4 especímenes según el método de ensayo.

OBSERVACIONES:

- 1.- los Especímenes ensayados se realizaron en el laboratorio a condiciones controladas.
- 2.- El presente documento no deberá reproducirse sin autorización escrita del laboratorio, salvo en caso de reproducirse en su totalidad.

INGENIERIA DE CONTRAPRUEBAS S.A.C.
JEFE DE LABORATORIO
[Firma]
Ing. Ingrid L. Llancas Ordóñez
INGENIERA CIVIL
CIP. N° 109480



Avenida Huancavelica N° 235 Esquina
con Pje. San Andrés - Referencia a
una cuadra de la Comisaría de Chilca.
(FRENTE AL GRIFO MAZECHI)



965287896 / 964763431



grupingeocontperu@gmail.com

RUC: 20610623612

Para verificar la autenticidad
puede comunicarse a:
grupingeocontperu@gmail.com

**LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA**

PROYECTO : TESIS: "INFLUENCIA DE FIBRA DE YUTE CON HOJA DE PIÑA EN PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DE MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE, HUANCAYO 2025"

Expediente N° : EXP-107-IDC-2024

Código de formato : CT-02_REV.01/2023-06-14

Peticionario : Bach. ARRIETA ESTRADA ANGELA FIORELLA

Ubicación : HUANCAYO

Fecha de recepción : Diciembre- 2024

N° de muestra : CV + 2% CENIZA DE HOJA DE PIÑA

Ensayado por : YZLZ

Fecha de emisión : Enero - 2025

**CARACTERIZACION DE LAS MEZCLAS BITUMINOSAS ABIERTAS POR MEDIO DEL ENSAYO
CANTABRO DE PÉRDIDA POR DESGASTE - MTC E 515**

A.- EQUIPO Y CONDICIONES AMBIENTALES

Metodo: HUMEDO

VELOCIDAD DE TAMBOR :	30 a 33 rpm	CONDICION	TEMPERATURA	18,3
NUMERO DE VUELTAS :	300	AMBIENTAL	HUMEDAD RELATIVA	39%

B.- ENSAYO

DESCRIPCION	N° DE MUESTRA	MASA INICIAL, g	MASA FINAL, g	VALOR DE LA PERDIDA POR DESGASTE, %	PROMEDIO*, %
CV + 2% CENIZA DE HOJA DE PIÑA	AC-10	1192,2	1093,8	8,25%	8,48%
	AC-11	1196,2	1093,5	8,59%	
	AC-12	1192,6	1092,3	8,41%	
	AC-13	1186,7	1083,7	8,68%	

* El promedio de un mínimo de 4 especímenes según el método de ensayo.

OBSERVACIONES:

- 1.- los Especímenes ensayados se realizaron en el laboratorio a condiciones controladas.
- 2.- El presente documento no deberá reproducirse sin autorización escrita del laboratorio, salvo en caso de reproducirse en su totalidad.

INGENIERIA DE CONTRAPRUEBAS S.A.C.
JEFE DE LABORATORIO
[Firma]
Ing. Miguel L. Llancos Ordoñez
INGENIERIA CIVIL
CIP. N° 180480

**LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA**

PROYECTO : TESIS: "INFLUENCIA DE FIBRA DE YUTE CON HOJA DE PIÑA EN PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DE MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE, HUANCAYO 2025"

Expediente N° : EXP-107-IDC-2024 N° de muestra : CV + 2% CENIZA DE HOJA DE PIÑA + 0,5% FIBRA DE YUTE

Código de formato : CT-02_REV.01/2023-06-14 Ensayado por : YZLZ

Peticionario : Bach. ARRIETA ESTRADA ANGELA FIORELLA Fecha de emisión : Enero - 2025

Ubicación : HUANCAYO

Fecha de recepción : Diciembre- 2024

**CARACTERIZACIÓN DE LAS MEZCLAS BITUMINOSAS ABIERTAS POR MEDIO DEL ENSAYO
CANTABRO DE PÉRDIDA POR DESGASTE - MTC E 515**

A.- EQUIPO Y CONDICIONES AMBIENTALES

Metodo: HUMEDO

VELOCIDAD DE TAMBOR :	30 a 33 rpm	CONDICION AMBIENTAL	TEMPERATURA	18,2
NUMERO DE VUELTAS :	300		HUMEDAD RELATIVA	39%

B.- ENSAYO

DESCRIPCION	N° DE MUESTRA	MASA INICIAL, g	MASA FINAL, g	VALOR DE LA PERDIDA POR DESGASTE, %	PROMEDIO*, %
CV + 2% CENIZA DE HOJA DE PIÑA + 0,5% FIBRA DE YUTE	AC-10	1179,8	1059,8	10,17%	10,01%
	AC-11	1184,8	1068,3	9,83%	
	AC-12	1181,2	1062,3	10,07%	
	AC-13	1186,7	1068,4	9,97%	

* El promedio de un mínimo de 4 especímenes según el metodo de ensayo.

OBSERVACIONES:

- 1.- los Especímenes ensayados se realizaron en el laboratorio a condiciones controladas.
- 2.- El presente documento no deberá reproducirse sin autorización escrita del laboratorio, salvo en caso de reproducirse en su totalidad.

INGENIERIA DE CONTRAPRUEBAS S.A.C.
JEFE DE LABORATORIO
[Firma]
Ing. David L. Llanco Ordoñez
INGENIERIA CIVIL
CIP. N° 189480

Anexo 4: Panel fotográfico.

Figura 9

Ensayo de granulometría agregados finos



Nota: Se estudió el tamaño de partículas del agregado fino con tamices de varios tamaños.

Figura 10

Ensayo de granulometría agregados gruesos



Nota: Se estudió el tamaño de partículas del agregado grueso con tamices de varios tamaños.

Figura 11

Ensayo de gravedad del agregado fino



Nota: Se calculó la relación entre el peso en el aire de una unidad de volumen de agregado, incluido el peso del agua dentro de los huecos llenados.

Figura 12

Ensayo de absorción del agregado fino



Nota: Se determinó el porcentaje de absorción de una muestra de agregado fino, para obtener la relación agua-cemento en una mezcla de concreto.

Figura 13

Ensayo de peso específico del agregado fino



Nota: Se procedió a determinar el peso de una muestra de agregado en estado seco y saturado del agregado.

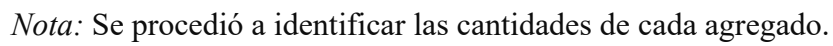
Figura 14

Ensayo de abrasión Los Ángeles



Nota: Se aplicó para determinar la resistencia al desgaste superficial de los granos de agregado cuando son sometidos a fricción.

Preparación para el diseño Marshall



Diseño Marshall

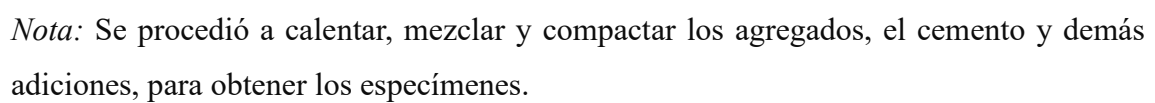


Figura 17

Ensayo Marshall con el anillo de carga



Nota: Diseño Marshall, se obtuvieron los especímenes requeridos.

Figura 18

Elaboración de briquetas



Nota: Se procedió a elaborar para luego desmoldar.

Figura 19

Lottman modificado



Nota: Se utilizó para determinar la susceptibilidad al daño por humedad de las mezclas asfálticas obtenidas.

Figura 20

Densidad Bulk



Nota: Aplicado con una balanza se obtuvo el volumen unitario de un agregado, incluyendo el volumen de las partículas y los vacíos entre ellas.

Figura 21

Ensayo de Cantabro



Nota: Resistencia a la fatiga para observar el comportamiento de deformación y de fallo de materiales bajo una carga cíclica.

Anexo 5: Certificados de calibración.

 METROLOGÍA & CALIBRACIÓN S.A.C CALIBRACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN INDUSTRIALES, DE LABORATORIO E INGENIERÍA CIVIL		CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN MC013 - TF - 2023	
Metrología & calibración <i>Laboratorio de Tiempo y Frecuencia</i>		Página 1 de 3	
1. Expediente	230249	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 válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente. METROLOGÍA & CALIBRACIÓN S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados. Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite. El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.	
2. Solicitante	INGENIERIA DE CONTRAPRUEBAS S.A.C.		
3. Dirección	Av. Huancavelica N°235 - Chilca - Huancayo - Junín		
4. Instrumento de medición	MÁQUINA PARA PRUEBAS DE ABRASIÓN TIPO LOS ÁNGELES		
Fabricante	UTEST		
Número de Serie	19/002540		
Modelo	UTA-0600K		
Alcance de indicación	0 a 9999 Vueltas		
Div. de escala / Resolución	1 Vuelta		
Identificación	IDC-59 (*)		
Procedencia	TURQUIA		
Tipo de indicación	DIGITAL		
5. Fecha de Calibración	2023-12-01		
6. Fecha de Emisión	2023-12-04		
7. Lugar de calibración	AREA DE SUELOS		
Av. Huancavelica N°235 - Chilca - Huancayo - Junín		Sello	
JEFE DE LABORATORIO  ANGEL JESUS PEREZ B.			
METROLOGÍA & CALIBRACIÓN S.A.C AV. PALMERAS 5535 - LOS OLIVOS - LIMA TEL.: 955 730 951; 913 190 274		EMAIL: VENTAS@METCAL.PE ADMINISTRACION@METCAL.PE WEB: WWW.METCAL.PE	



RUC: 20607978892

METROLOGÍA & CALIBRACIÓN S.A.CCALIBRACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN INDUSTRIALES
DE LABORATORIO E INGENIERÍA CIVIL**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
MC013 - TF - 2023****Metrología & calibración**

Laboratorio de Tiempo y Frecuencia

Página 2 de 3

8. Método de Calibración

La calibración se realizó por el método de comparación directa utilizando patrones trazables al DM / INACAL tomado como referencia la norma internacional ASTM C131 "Resistance to Degradation of Small Size Coarse Aggregate by Abrasion and Impact in the Los Angeles Machine".

9. Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	18 °C	18 °C
Presión Atmosférica	54 %	54 %

10. Patrones de referencia

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
Tacómetro LTF-C-006-2022	TACÓMETRO ÓPTICO Incertidumbre del orden de 0,8 rpm	1AFR-0007-2023
Bloque patrón (Grado 0) LLA-206-2021 / INACAL-DM	PIE DE REY 300 mm con incertidumbre de medición de 18 µm	1AD-0139-2023
Bloque patrón (Grado 0) LLA-280-2021 / INACAL-DM		
Varilla patrón (incertidumbre de 0,3 µm) LLA-125-2022 / INACAL-DM		
Regla patrón clase I LLA-348-2022	REGLA PATRÓN de 1000 mm con incertidumbre de medición de 0,2 mm.	1AD-0140-2023
Amplificador Óptico LLA-029-2022 INACAL DM		

11. Resultados

Características de las esferas

Nº	MEDICIÓN DE LAS ESFERAS	
	Diámetro (mm)	Peso (g)
1	46,84	418,0
2	46,85	417,7
3	46,84	418,0
4	46,86	417,9
5	46,85	418,0
6	46,83	417,9

Nº	MEDICIÓN DE LAS ESFERAS	
	Diámetro (mm)	Peso (g)
7	46,83	417,9
8	46,86	418,0
9	46,84	417,9
10	46,85	418,0
11	46,84	418,0
12	46,86	418,0

**METROLOGÍA & CALIBRACIÓN S.A.C**AV. PALMERAS 5535 • LOS OLIVOS • LIMA
CEL.: 955 730 951; 913 190 274EMAIL: VENTAS@METCAL.PE
ADMINISTRACION@METCAL.PE

WEB: WWW.METCAL.PE



RUC: 20607978B93

METROLOGÍA & CALIBRACIÓN S.A.C

CALIBRACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN INDUSTRIALES,
DE LABORATORIO E INGENIERÍA CIVIL

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

MC013 - TF - 2023

Metrología & calibración

Laboratorio de Tiempo y Frecuencia

Página 3 de 3

Determinación del vuelta/tiempo

Tiempo (seg)	INDICACIÓN DEL PATRÓN			Giro de la Máquina (rpm)
	NÚMERO DE VUELTAS	NÚMERO DE VUELTAS	NÚMERO DE VUELTAS	
60	32	32	32	32,0
120	64	64	64	32,0
180	96	96	96	32,0
240	128	128	128	32,0
300	160	160	160	32,0
360	192	192	192	32,0
420	224	224	224	32,0
480	256	256	256	32,0
540	288	288	288	32,0
600	320	320	320	32,0
660	352	352	352	32,0
720	384	384	384	32,0
780	416	416	416	32,0
840	448	448	448	32,0
900	480	480	480	32,0

Nota 1.- El peso adecuado para las esferas debe ser de entre 390 g y 445 g, el diámetro debe estar entre 46,38 mm y 47,63 mm.

Nota 2.- El cilindro del equipo debe girar a una velocidad comprendida entre 30 y 33 rpm.

Nota 3.- El rango admisible para el diámetro interior del tambor del equipo es de 711 ± 5 mm.

Nota 4.- El rango admisible para la longitud interior del tambor del equipo es de 508 ± 5 mm.

12. Observaciones

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación **CALIBRADO**.
- (*) Código de identificación indicado en una etiqueta adherido en el instrumento



Fin del documento

METROLOGÍA & CALIBRACIÓN S.A.C

AV. PALMERAS 5535 - LOS OLIVOS - LIMA
CEL.: 955 730 951; 913 190 274

EMAIL: VENTAS@METCAL.PE
ADMINISTRACION@METCAL.PE
WEB: WWW.METCAL.PE



RUC: 20607978892

METROLOGÍA & CALIBRACIÓN S.A.C

CALIBRACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN INDUSTRIALES,
DE LABORATORIO E INGENIERÍA CIVIL

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN MC104 - F - 2023

Metrología & calibración
Laboratorio de Fuerza

Página 1 de 3

1. Expediente	230249
2. Solicitante	INGENIERIA DE CONTRAPRUEBAS S.A.C.
3. Dirección	Av. Huancavelica N°235 - Chilca - Huancayo - Junín
4. Equipo	PRENSA MARSHALL
Capacidad	50 kN
Marca	UTEST
Modelo	UTAS-0045
Número de Serie	17/002240
Procedencia	TURQUIA
Identificación	IDC-56 (*)
Indicación	DIGITAL
Marca	UTEST
Modelo	UTAS-0045
Número de Serie	17-002240
Resolución	0,001 kN
Ubicación	AREA DE PAVIMENTOS
5. Fecha de Calibración	2023-12-01
6. Fecha de Emisión	2023-12-04

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 válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.

METROLOGÍA & CALIBRACIÓN S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

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

El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.

Sello

JEFE DE LABORATORIO

ANGEL JESUS PEREZ B.



METROLOGÍA & CALIBRACIÓN S.A.C
AV. PALMERAS 5535 - LOS OLIVOS - LIMA
CEL.: 955 730 951; 913 190 274

EMAIL: VENTAS@METCAL.PE
ADMINISTRACION@METCAL.PE
WEB: WWW.METCAL.PE



RUC: 20607978892

METROLOGÍA & CALIBRACIÓN S.A.C

CALIBRACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN INDUSTRIALES,
DE LABORATORIO E INGENIERÍA CIVIL

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN MC104 - F - 2023

Metrología & calibración
Laboratorio de Fuerza

Página 2 de 3

7. Método de Calibración

La calibración se realizó por el método de comparación directa utilizando patrones trazables al SI calibrados en las instalaciones del LEDI-PUCP tomado como referencia el método descrito en la norma UNE-EN ISO 7500-1 "Verificación de Máquinas de Ensayo Uniaxiales Estáticos. Parte 1: Máquinas de ensayo de tracción/compresión. Verificación y calibración del sistema de medida de fuerza." - Julio 2006.

8. Lugar de calibración

AREA DE PAVIMENTOS
Av. Huancavelica N°235 - Chilca - Huancayo - Junin

9. Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	18,5 °C	18,5 °C
Humedad Relativa	58 % HR	58 % HR

10. Patrones de referencia

Trazabilidad	Patrón utilizado	Informe/Certificado de calibración
Celdas patrones calibradas en HOTTINGER BALDWIN MESSTECHNIK GmbH - Alemania	Celda de carga calibrado a 20 tnf con incertidumbre del orden de 0,2 %	LEDI-PUCP INF-LE 014-23 B

11. Observaciones

- (*) Código de identificación indicado en una etiqueta adherido en el equipo.
- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación CALIBRADO.
- El equipo trabaja con una celda de carga, Marca: KELI, Modelo: LFSC-A y Serie: 5W30576



METROLOGÍA & CALIBRACIÓN S.A.C
AV. PALMERAS 5535 - LOS OLIVOS - LIMA
CEL.: 955 730 951; 913 190 274

EMAIL: VENTAS@METCAL.PE
ADMINISTRACION@METCAL.PE
WEB: WWW.METCAL.PE



RUC: 20607978892

METROLOGÍA & CALIBRACIÓN S.A.C

CALIBRACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN INDUSTRIALES,
DE LABORATORIO E INGENIERÍA CIVILCERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
MC104 - F - 2023Metrología & calibración
Laboratorio de Fuerza

Página 3 de 3

12. Resultados de Medición

Indicación del Equipo		Indicación de Fuerza (Ascenso)			
		Patrón de Referencia			
%	F_t (kN)	F_1 (kN)	F_2 (kN)	F_3 (kN)	$F_{promedio}$ (kN)
10	5	5,0	5,0	5,0	5,0
20	10	10,0	10,0	10,0	10,0
30	15	15,0	15,0	15,0	15,0
40	20	20,0	20,0	20,1	20,0
50	25	25,0	25,0	25,1	25,0
60	30	30,0	30,0	30,1	30,1
70	35	35,1	35,1	35,1	35,1
80	40	40,1	40,1	40,1	40,1
90	45	45,1	45,1	45,1	45,1
100	50	50,1	50,1	50,1	50,1
Retorno a Cero		0,0	0,0	0,0	

Indicación del Equipo F (kN)	Errores Encontrados en el Sistema de Medición				Incertidumbre U (k=2) (%)
	Exactitud a (%)	Repetibilidad b (%)	Reversibilidad v (%)	Resol. Relativa α (%)	
5	-0,51	0,04	---	0,02	0,30
10	-0,30	0,10	---	0,01	0,30
15	-0,23	0,07	---	0,01	0,30
20	-0,21	0,06	---	0,01	0,30
25	-0,19	0,04	---	0,00	0,30
30	-0,18	0,03	---	0,00	0,30
35	-0,17	0,02	---	0,00	0,30
40	-0,16	0,02	---	0,00	0,30
45	-0,15	0,02	---	0,00	0,30
50	-0,15	0,01	---	0,00	0,30

MÁXIMO ERROR RELATIVO DE CERO (f_0)

0,00 %

13. Incertidumbre

La incertidumbre expandida de medición se ha obtenido multiplicando la incertidumbre estándar de la medición por el factor de cobertura $k=2$, el cual corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente 95%. La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de incertidumbre de los factores de influencia en la calibración. La incertidumbre indicada no incluye una estimación de variaciones a largo plazo.

METROLOGÍA & CALIBRACIÓN S.A.C
AV. PALMERAS 5535 - LOS OLIVOS - LIMA
CEL.: 955 730 951; 913 190 274EMAIL: VENTAS@METCAL.PE
ADMINISTRACION@METCAL.PE
WEB: WWW.METCAL.PE



RUC: 20607978892

METROLOGÍA & CALIBRACIÓN S.A.C

CALIBRACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN INDUSTRIALES,
DE LABORATORIO E INGENIERÍA CIVIL

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN MC134 - M - 2023

Metrología & calibración
Laboratorio de Masas

Página 1 de 4

1. Expediente	230249
2. Solicitante	INGENIERIA DE CONTRAPRUEBAS S.A.C.
3. Dirección	Av. Huancavelica N°235 - Chilca - Huancayo - Junín
4. Equipo de medición	BALANZA ELECTRÓNICA
Capacidad Máxima	620 g
División de escala (d)	0,01 g
Div. de verificación (e)	0,01 g
Clase de exactitud	II
Marca	OHUAS
Modelo	NV622ZH
Número de Serie	834768566
Capacidad mínima	0,2 g
Procedencia	U.S.A.
Identificación	IDC-62 (*)
Ubicación	AREA DE CONCRETO Y SUELOS
5. Fecha de Calibración	2023-12-01
6. Fecha de Emisión	2023-12-04

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 válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.

METROLOGÍA & CALIBRACIÓN S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

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

El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.

Sello

JEFE DE LABORATORIO

ANGEL JESÚS PÉREZ B.



METROLOGÍA & CALIBRACIÓN S.A.C
AV. PALMERAS 5535 - LOS OLIVOS - LIMA
CEL.: 955 730 951; 913 190 274

EMAIL: VENTAS@METCAL.PE
ADMINISTRACION@METCAL.PE
WEB: WWW.METCAL.PE



RUC: 20607978092

METROLOGÍA & CALIBRACIÓN S.A.C

CALIBRACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN INDUSTRIALES,
DE LABORATORIO E INGENIERÍA CIVIL

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN MC134 - M - 2023

Metrología & calibración
Laboratorio de Masas

Página 2 de 4

7. Método de Calibración

La calibración se realizó según el método descrito en el PC-011: "Procedimiento de Calibración de Balanzas de Funcionamiento No Automático Clase I y Clase II" del SNM-INDECOPI. Cuarta Edición.

8. Lugar de calibración

AREA DE CONCRETO Y SUELOS
Av. Huancavelica N°235 - Chilca - Huancayo - Junín

9. Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	20,2 °C	20,2 °C
Humedad Relativa	62 %	62 %

10. Patrones de referencia

Los resultados de la calibración son trazables a la Unidad de Medida de los Patrones Nacionales de Masa de la Dirección de Metrología - INACAL en concordancia con el Sistema Internacional de Unidades de Medidas (SI) y el Sistema Legal de Unidades del Perú (SLUMP).

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
PESAS (Clase de exactitud F1) DM-INACAL: LM-C-313-2022	PESAS (Clase de Exactitud M1)	0158-MPES-2023

11. Observaciones

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación de CALIBRADO.
- (*) Código indicada en una etiqueta adherido al equipo.



METROLOGÍA & CALIBRACIÓN S.A.C

AV. PALMERAS 5535 - LOS OLIVOS - LIMA
CEL.: 955 730 951; 913 190 274

EMAIL: VENTAS@METCAL.PE
ADMINISTRACION@METCAL.PE
WEB: WWW.METCAL.PE



RUC: 20607978892

METROLOGÍA & CALIBRACIÓN S.A.C

CALIBRACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN INDUSTRIALES,
DE LABORATORIO E INGENIERÍA CIVILCERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
MC134 - M - 2023Metrología & calibración
Laboratorio de Masas

Página 3 de 4

12. Resultados de Medición

INSPECCIÓN VISUAL

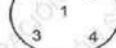
AJUSTE DE CERO	TIENE	PLATAFORMA	TIENE	ESCALA	NO TIENE
OSCILACIÓN LIBRE	TIENE	SISTEMA DE TRABA	NO TIENE	CURSOR	NO TIENE
		NIVELACIÓN	NO TIENE		

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

		Initial		Final			
Temperatura		20,2 °C		20,2 °C			
Medición N°	Carga L1 = 300,00 g			Carga L2 = 600,00 g			
	I (g)	ΔL (mg)	E (mg)	I (g)	ΔL (mg)	E (mg)	
1	300,00	6,0	-1,0	600,00	6,0	-1,0	
2	300,00	6,0	-1,0	600,00	5,0	0,0	
3	300,00	5,0	0,0	600,00	6,0	-1,0	
4	300,00	5,0	0,0	600,00	5,0	0,0	
5	300,00	5,0	0,0	600,00	6,0	-1,0	
6	300,00	6,0	-1,0	600,00	5,0	0,0	
7	300,00	5,0	0,0	600,00	6,0	-1,0	
8	300,00	5,0	0,0	600,00	5,0	0,0	
9	300,00	5,0	0,0	600,00	6,0	-1,0	
10	300,00	5,0	0,0	600,00	5,0	0,0	
Diferencia Máxima			1,0	Diferencia Máxima			1,0
Error Máximo Permissible			± 30,0	Error Máximo Permissible			± 30,0

ENSAYO DE EXCENRICIDAD

Posición
de las
cargas



Posición de las cargas

Temperatura

Inicial

20,2 °C

Final

20,2 °C

Posición de la Carga	Determinación del Error en Cero Eo				Determinación del Error Corregido Ec					
	Carga Mínima*	I (g)	ΔL (mg)	Eo (mg)	Carga L (g)	I (g)	ΔL (mg)	E (mg)	Ec (mg)	
1	0,10 g	0,10	5,0	0,0	200,00	200,00	5,0	0,0	0,0	
2		0,10	5,0	0,0		199,99	4,0	-9,0	-9,0	
3		0,10	5,0	0,0		200,00	5,0	0,0	0,0	
4		0,10	5,0	0,0		200,01	7,0	8,0	8,0	
5		0,10	5,0	0,0		200,00	5,0	0,0	0,0	
* Valor entre 0 y 10e						Error máximo permisible				± 20,0

* Valor entre 0 y 10e

METROLOGÍA & CALIBRACIÓN S.A.C
AV. PALMERAS 5535 • LOS OLIVOS • LIMA
TEL.: 955 730 951; 913 190 274EMAIL: VENTAS@METCAL.PE
ADMINISTRACION@METCAL.PE
WEB: WWW.METCAL.PE



RUC: 20607978892

METROLOGÍA & CALIBRACIÓN S.A.C

CALIBRACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN INDUSTRIALES,
DE LABORATORIO E INGENIERÍA CIVILCERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
MC134 - M - 2023Metrología & calibración
Laboratorio de Masas

Página 4 de 4

ENSAYO DE PESAJE

Temperatura	Inicial	Final
	20,2 °C	20,2 °C

Carga L (g)	CRECIENTES				DECRECIENTES				e.m.p ** (± mg)
	I (g)	ΔL (mg)	E (mg)	E _c (mg)	I (g)	ΔL (mg)	E (mg)	E _c (mg)	
0,10	0,10	5,0	0,0	0,0	0,20	5,0	0,0	0,0	10,0
0,20	0,20	5,0	0,0	0,0	1,00	6,0	-1,0	-1,0	10,0
1,00	1,00	5,0	0,0	0,0	10,00	6,0	-1,0	-1,0	10,0
10,00	10,00	5,0	0,0	0,0	50,00	5,0	0,0	0,0	10,0
50,00	50,00	6,0	-1,0	-1,0	100,00	5,0	0,0	0,0	20,0
100,00	100,00	5,0	0,0	0,0	200,00	5,0	0,0	0,0	20,0
200,00	200,00	5,0	0,0	0,0	300,00	6,0	-1,0	-1,0	30,0
300,00	300,00	5,0	0,0	0,0	400,00	6,0	-1,0	-1,0	30,0
400,00	400,00	6,0	-1,0	-1,0	500,00	6,0	-1,0	-1,0	30,0
500,00	500,00	6,0	-1,0	-1,0	620,00	7,0	-2,0	-2,0	30,0
620,00	620,00	7,0	-2,0	-2,0					

** error máximo permisible

Leyenda: L: Carga aplicada a la balanza.
I: Indicación de la balanza.ΔL: Carga adicional.
E: Error encontradoE₀: Error en cero.
E_c: Error corregido.

Lectura corregida

$$R_{\text{CORREGIDA}} = R + 0,00000152 R$$

Incertidumbre expandida de medición

$$U = 2 \times \sqrt{0,00002^2 + 0,000000000242 R^2}$$

13. Incertidumbre

La incertidumbre U reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura k=2, el cual proporciona un nivel de confianza de aproximadamente 95%.

La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de incertidumbre de los factores de influencia en la calibración. La incertidumbre indicada no incluye una estimación de variaciones a largo plazo.

Fin del documento

METROLOGÍA & CALIBRACIÓN S.A.C
AV. PALMERAS 5535 • LOS OLIVOS • LIMA
CEL.: 955 730 951; 913 190 274EMAIL: VENTAS@METCAL.PE
ADMINISTRACION@METCAL.PE
WEB: WWW.METCAL.PE



METROLOGÍA & CALIBRACIÓN S.A.C

CALIBRACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN INDUSTRIALES,
DE LABORATORIO E INGENIERÍA CIVIL

RUC: 20607978892

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

MC096 - T - 2023

Metrología & calibración

Laboratorio de Temperatura

Página 3 de 6

12. Resultados de Medición

PARA LA TEMPERATURA DE 110 °C

PANEL DE TEMPERATURA DE 110 °C													
Tiempo (min)	Termómetro del equipo (°C)	TEMPERATURAS EN LAS POSICIONES DE MEDICIÓN (°C)										T _{prom} (°C)	máx-T _m
		NIVEL SUPERIOR					NIVEL INFERIOR						
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
00	110,0	110,3	108,3	110,9	109,6	109,8	112,9	110,9	110,0	110,5	111,9	110,5	4,6
02	110,0	110,3	108,3	110,8	109,6	109,8	112,7	110,9	110,0	110,8	111,7	110,5	4,4
04	110,0	110,3	108,4	110,9	109,6	109,9	112,6	110,9	110,0	110,8	111,7	110,5	4,2
06	110,0	110,3	108,3	110,8	109,8	109,4	112,7	110,8	110,0	110,9	111,8	110,5	4,4
08	110,0	110,3	108,3	110,8	109,8	109,4	112,6	110,9	110,0	110,8	111,9	110,5	4,3
10	110,0	110,4	108,6	110,8	109,8	109,3	112,6	110,9	110,2	110,8	111,8	110,5	4,0
12	110,0	110,4	108,6	110,6	109,8	109,5	112,6	110,8	110,2	110,8	111,9	110,5	4,0
14	110,0	110,4	108,8	110,9	109,8	109,4	112,6	110,8	110,2	110,8	111,8	110,5	3,8
16	110,0	110,4	108,8	110,9	109,7	109,4	112,6	110,9	110,2	110,9	111,8	110,5	3,8
18	110,0	110,4	108,7	110,9	109,8	109,4	112,7	110,8	110,2	110,9	111,9	110,6	4,0
20	110,0	110,4	108,7	111,0	109,7	109,4	112,7	110,8	110,2	110,9	111,9	110,6	4,0
22	110,0	110,5	108,6	110,6	109,8	109,3	112,7	110,8	110,2	110,9	111,9	110,5	4,1
24	110,0	110,6	108,7	110,5	109,7	109,4	112,7	110,8	110,1	110,8	111,8	110,5	4,0
26	110,0	110,6	108,9	110,7	109,8	109,5	112,8	110,8	110,1	110,9	111,8	110,6	3,9
28	110,0	110,5	108,7	110,6	109,7	109,4	112,8	110,9	110,1	110,9	111,8	110,5	4,1
30	110,0	110,5	108,7	110,7	109,7	109,6	112,8	110,8	110,0	110,9	111,9	110,5	4,1
32	110,0	110,5	108,7	110,6	109,7	109,6	112,7	110,9	110,0	110,9	111,9	110,5	4,0
34	110,0	110,4	108,8	110,7	109,8	109,6	112,7	110,8	110,0	110,8	111,8	110,5	3,9
36	110,0	110,4	108,8	110,9	109,9	109,6	112,8	110,8	110,0	110,9	112,0	110,6	4,0
38	110,0	110,3	108,8	110,8	109,7	109,5	112,9	110,8	110,0	110,9	111,9	110,5	4,1
40	110,0	110,4	108,8	110,8	109,8	109,5	112,9	110,9	110,0	110,9	111,9	110,6	4,1
42	110,0	110,3	108,6	110,9	109,8	109,6	112,9	111,1	110,2	110,9	111,9	110,6	4,3
44	110,0	110,3	108,6	110,8	109,8	109,7	112,7	111,1	110,2	110,8	111,9	110,6	4,1
46	110,0	110,4	108,7	110,8	109,8	109,6	112,7	111,1	110,2	110,8	111,7	110,6	4,0
48	110,0	110,4	108,7	110,8	109,8	109,6	112,9	110,8	110,2	110,8	111,8	110,6	4,2
50	110,0	110,3	108,8	110,7	109,7	109,5	112,9	111,0	110,1	110,8	111,9	110,6	4,1
52	110,0	110,6	108,8	110,7	109,8	109,5	112,9	111,0	110,1	110,8	111,9	110,6	4,1
54	110,0	110,3	108,6	110,6	109,8	109,5	112,9	110,8	110,1	110,8	111,9	110,5	4,3
56	110,0	110,3	108,6	110,7	109,8	109,5	112,9	110,9	110,0	110,8	111,9	110,5	4,3
58	110,0	110,4	108,8	110,9	109,6	109,4	112,8	111,1	110,1	110,9	111,9	110,6	4,0
60	110,0	110,3	108,8	110,7	109,7	109,5	112,8	111,2	110,1	110,9	112,0	110,6	4,0
T.PROM	110,0	110,4	108,6	110,7	109,7	109,5	112,8	110,9	110,1	110,8	111,8	110,5	
T.MAX	110,0	110,6	108,9	111,0	109,9	109,9	112,9	111,2	110,2	110,9	112,0		
T.MIN	110,0	110,3	108,3	110,5	109,6	109,3	112,6	110,8	110,0	110,5	111,7		
DTT	0,0	0,3	0,6	0,5	0,3	0,6	0,3	0,4	0,2	0,4	0,3		



METROLOGÍA & CALIBRACIÓN S.A.C

AV. PALMERAS 5535 - LOS OLIVOS - LIMA

CEL.: 955 730 951; 913 190 274

EMAIL: VENTAS@METCAL.PE

ADMINISTRACION@METCAL.PE

WEB: WWW.METCAL.PE



RUC: 20607978892

METROLOGÍA & CALIBRACIÓN S.A.C

CALIBRACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN INDUSTRIALES,
DE LABORATORIO E INGENIERÍA CIVIL

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

MC096 - T - 2023

Metrología & calibración
Laboratorio de Temperatura

Página 4 de 6

PARÁMETRO	VALOR (°C)	INCERTIDUMBRE EXPANDIDA (°C)
Máxima Temperatura Medida	112,9	0,3
Mínima Temperatura Medida	108,3	0,2
Desviación de Temperatura en el Tiempo	0,6	0,2
Desviación de Temperatura en el Espacio	4,1	0,2
Estabilidad Medida ($\pm$)	0,3	0,04
Uniformidad Medida	4,6	0,2

T.PROM : Promedio de la temperatura en una posición de medición durante el tiempo de calibración.
T.prom : Promedio de las temperaturas en la diez posiciones de medición para un instante dado.
T.MAX : Temperatura máxima.
T.MIN : Temperatura mínima.
DTT : Desviación de Temperatura en el Tiempo.

Para cada posición de medición su "desviación de temperatura en el tiempo" DTT está dada por la diferencia entre la máxima y la mínima temperatura en dicha posición.

Entre dos posiciones de medición su "desviación de temperatura en el espacio" está dada por la diferencia entre los promedios de temperaturas registradas en ambas posiciones.

Incertidumbre expandida de las indicaciones del termómetro propio del Medio Isotermo : 0,06 °C

La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de incertidumbre de los factores de influencia en la calibración. La incertidumbre indicada no incluye una estimación de variaciones a largo plazo.

La uniformidad es la máxima diferencia medida de temperatura entre las diferentes posiciones espaciales para un mismo instante de tiempo.

La estabilidad es considerada igual a $\pm 1/2$ DTT.



METROLOGÍA & CALIBRACIÓN S.A.C

AV. PALMERAS 5535 - LOS OLIVOS - LIMA
CEL.: 955 730 951; 913 190 274

EMAIL: VENTAS@METCAL.PE
ADMINISTRACION@METCAL.PE
WEB: WWW.METCAL.PE



RUC: 20607978892

METROLOGÍA & CALIBRACIÓN S.A.C

CALIBRACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN INDUSTRIALES,
DE LABORATORIO E INGENIERÍA CIVIL

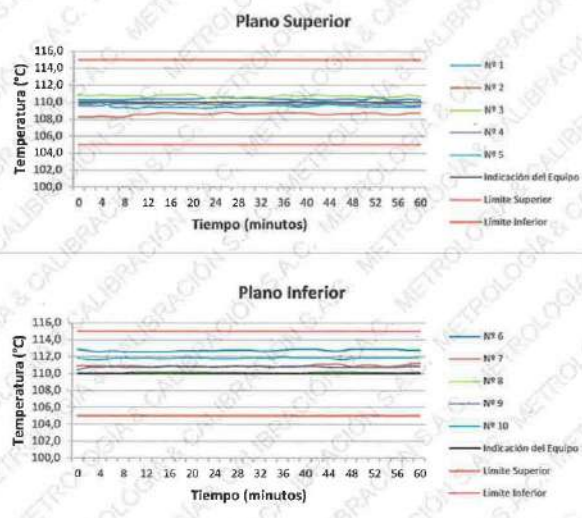
CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

MC096 - T - 2023

Metrología & calibración
Laboratorio de Temperatura

Página 5 de 6

DISTRIBUCIÓN DE TEMPERATURAS EN EL EQUIPO TEMPERATURA DE TRABAJO: $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$



METROLOGÍA & CALIBRACIÓN S.A.C

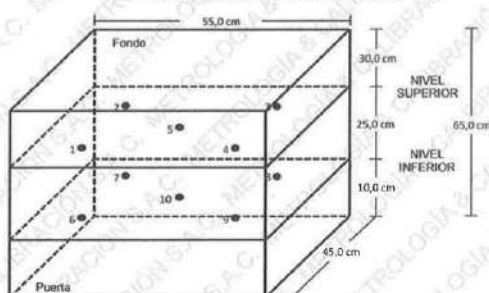
AV. PALMERAS 5535 - LOS OLIVOS - LIMA
CEL.: 955 730 951; 913 190 274

EMAIL: VENTAS@METCAL.PE
ADMINISTRACION@METCAL.PE

WEB: WWW.METCAL.PE

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
MC096 - T - 2023
Metrología & calibración
Laboratorio de Temperatura

Página 6 de 6

DISTRIBUCIÓN DE LOS TERMOPARES


Los sensores 5 y 10 están ubicados en el centro de sus respectivos niveles.

Los sensores del 1 al 4 y del 6 al 9 se colocaron a 9 cm de las paredes laterales y a 8 cm del fondo y frente del equipo a calibrar.

13. Incertidumbre

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura $k=2$, el cual proporciona un nivel de confianza de aproximadamente 95%.

Fin del documento



RUC: 20607978892

METROLOGÍA & CALIBRACIÓN S.A.C

CALIBRACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN INDUSTRIALES,
DE LABORATORIO E INGENIERÍA CIVIL

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

MC096 - T - 2023

Metrología & calibración
Laboratorio de Temperatura

Página 1 de 6

1. Expediente 230249
2. Solicitante INGENIERIA DE CONTRAPRUEBAS S.A.C.
3. Dirección Av. Huancavelica N°235 - Chilca - Huancayo - Junín
4. Equipo HORNO
- Alcance Máximo De 0 °C a 300 °C
- Marca A&A INSTRUMENTS
- Modelo STHX-3A
- Número de Serie 190944
- Procedencia CHINA
- Identificación IDC-63 (*)
- Ubicación AREA DE CONCRETO Y SUELOS

Descripción	Controlador / Selector	Instrumento de medición
Alcance	0 °C a 300 °C	0 °C a 300 °C
División de escala / Resolución	0,1 °C	0,1 °C
Tipo	CONTROLADOR DIGITAL	TERMÓMETRO DIGITAL

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 válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.

METROLOGÍA & CALIBRACIÓN S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

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

El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.

5. Fecha de Calibración 2023-12-01
6. Fecha de Emisión 2023-12-04

Sello

JEFE DE LABORATORIO

ANGEL JESUS PEREZ B.



METROLOGÍA & CALIBRACIÓN S.A.C
AV. PALMERAS 5535 - LOS OLIVOS - LIMA
CEL.: 955 730 951; 913 190 274

EMAIL: VENTAS@METCAL.PE
ADMINISTRACION@METCAL.PE
WEB: WWW.METCAL.PE



RUC: 20607978892

METROLOGÍA & CALIBRACIÓN S.A.C

CALIBRACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN INDUSTRIALES,
DE LABORATORIO E INGENIERÍA CIVIL

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

MC096 - T - 2023

Metrología & calibración

Laboratorio de Temperatura

Página 2 de 6

7. Método de Calibración

La calibración se efectuó por comparación directa de acuerdo al PC-018 "Procedimiento para la Calibración de Medios Isotérmicos con Aire como Medio Termostático", 2da edición, publicado por el SNM-INDECOPI, 2009.

8. Lugar de calibración

AREA DE CONCRETO Y SUELOS

Av. Huancavelica N°235 - Chilca - Huancayo - Junín

9. Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	18,5 °C	18,5 °C
Humedad Relativa	58 %	58 %

El tiempo de calentamiento y estabilización del equipo fue de 120 min minutos.

El controlador se seteo en 110 °C

10. Patrones de referencia

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado y/o Informe de calibración
LABORATORIO ACREDITADO PESATEC LT-249-2022	TERMÓMETRO DE INDICACIÓN DIGITAL CON 12 CANALES	0006-TPES-C-2023

11. Observaciones

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación de **CALIBRADO**.
- La periodicidad de la calibración depende del uso, mantenimiento y conservación del instrumento de medición.
- (*) Código indicado en una etiqueta adherido al equipo.



METROLOGÍA & CALIBRACIÓN S.A.C

AV. PALMERAS 5535 - LOS OLIVOS - LIMA

CEL.: 955 730 951; 913 190 274

EMAIL: VENTAS@METCAL.PE

ADMINISTRACION@METCAL.PE

WEB: WWW.METCAL.PE



RUC: 20607978892

METROLOGÍA & CALIBRACIÓN S.A.C

CALIBRACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN INDUSTRIALES,
DE LABORATORIO E INGENIERÍA CIVIL

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

MC078 - L - 2023

Metrología & calibración
Laboratorio de Longitud

Página 1 de 3

1. Expediente	240249
2. Solicitante	INGENIERIA DE CONTRAPRUEBAS S.A.C.
3. Dirección	Av. Huancavelica N°235 - Chilca - Huancayo - Junin
4. Instrumento de Medición	VERNIER (PIE DE REY)
Alcance de indicación	0 mm a 300 mm
División de Escala / Resolución	0,05 mm
Marca	INSIZE
Modelo	1205-300
Número de Serie	01828129
Procedencia	NO INDICA
Identificación	IDC-66 (*)
Tipo de indicación	ANALÓGICO
Ubicación	AREA DE CONCRETO Y SUELOS
5. Fecha de Calibración	2023-12-01
6. Fecha de Emisión	2023-12-04

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 válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.

METROLOGÍA & CALIBRACIÓN S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

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

El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.

Sello

JEFE DE LABORATORIO

ÁNGEL JESÚS PÉREZ B.METROLOGÍA & CALIBRACIÓN S.A.C
AV. PALMERAS 5535 - LOS OLIVOS - LIMA
CEL.: 955 730 951; 913 190 274EMAIL: VENTAS@METCAL.PE
ADMINISTRACION@METCAL.PE
WEB: WWW.METCAL.PE



RUC: 20607978892

METROLOGÍA & CALIBRACIÓN S.A.C

CALIBRACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN INDUSTRIALES,
DE LABORATORIO E INGENIERÍA CIVIL

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN MC078 - L - 2023

Página 2 de 3

Metrología & calibración
Laboratorio de Longitud

7. Método de Calibración

La calibración se realizó por comparación entre bloques patrones calibrados y la indicación del instrumento a calibrar tomando como referencia el método descrito en el PC-012: "Procedimiento de Calibración de Pie de Rey" del SNM-INDECOPI. Quinta Edición.

8. Lugar de calibración

AREA DE CONCRETO Y SUELOS
Av. Huancavelica N°235 - Chilca - Huancayo - Junín

9. Condiciones Ambientales

	mínima	máxima
Temperatura	20,3 °C	20,3 °C
Humedad Relativa	60 %	60 %

10. Patrones de Referencia

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
BLOQUES PATRÓN (Grado K) 170439001	BLOQUES PATRÓN (Grado 0)	DM / INACAL LLA-005-2023
DM/LLA-303-2022 COMPARADOR DE BLOQUES PATRÓN		

11. Observaciones

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación **CALIBRADO**.
- (*) Código indicado en una etiqueta adherido en el instrumento.



METROLOGÍA & CALIBRACIÓN S.A.C
AV. PALMERAS 5535 - LOS OLIVOS - LIMA
CEL.: 955 730 951; 913 190 274

EMAIL: VENTAS@METCAL.PE
ADMINISTRACION@METCAL.PE
WEB: WWW.METCAL.PE



RUC: 20607978892

METROLOGÍA & CALIBRACIÓN S.A.C

CALIBRACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN INDUSTRIALES,
DE LABORATORIO E INGENIERÍA CIVIL

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN MC078 - L - 2023

Metrología & calibración
Laboratorio de Longitud

Página 3 de 3

12. Resultados de Medición

VALOR PATRÓN (mm)	INDICACIÓN PROMEDIO DEL PIE DE REY		MAXIMO ERROR ENCONTRADO ($\pm \mu\text{m}$)	ERRORES MAXIMOS PERMITIDOS ($\pm \mu\text{m}$)
	EXTERIOR (mm)	INTERIOR (mm)		
10,00	10,00	9,99	10	50
20,00	20,00	20,00	0	50
50,00	50,01	50,00	10	50
100,00	100,00	100,00	0	50
150,00	150,01	150,00	10	50
200,00	200,02	200,00	20	50
300,00	300,02	300,01	20	50

INCERTIDUMBRE DE MEDICION : $32,2 \mu\text{m}$; para $k=2$

13. Incertidumbre

La incertidumbre expandida de medición se ha obtenido multiplicando la incertidumbre estándar de la medición por el factor de cobertura $k=2$, el cual corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente 95%.

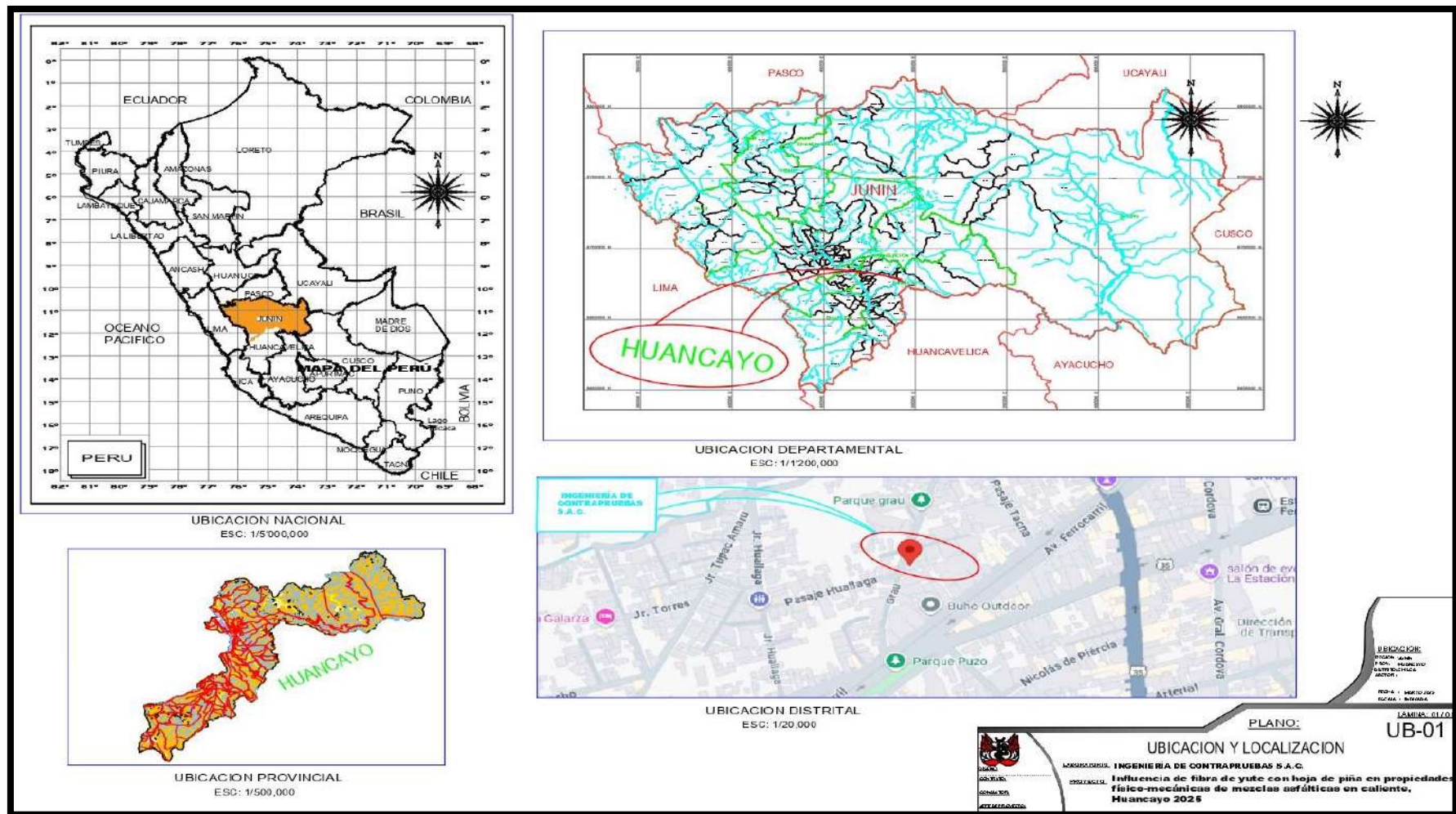
La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de incertidumbre de los factores de influencia en la calibración. La incertidumbre indicada no incluye una estimación de variaciones a largo plazo.



METROLOGÍA & CALIBRACIÓN S.A.C
AV. PALMERAS 5535 - LOS OLIVOS - LIMA
CEL.: 955 730 951; 913 190 274

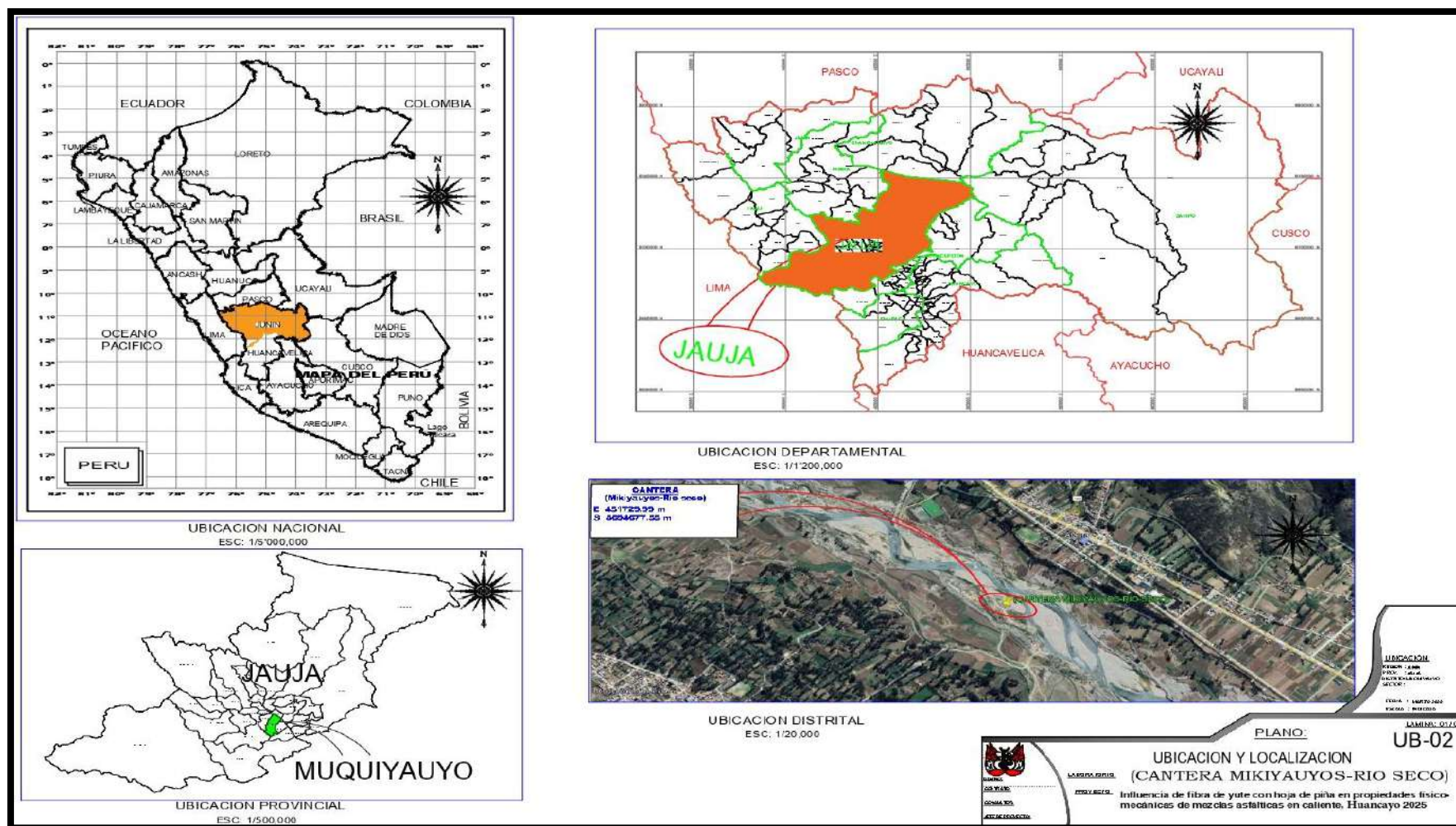
EMAIL: VENTAS@METCAL.PE
ADMINISTRACION@METCAL.PE
WEB: WWW.METCAL.PE

Anexo 6: Plano de ubicación del laboratorio y planos de ubicación Junín-Huancayo.



Nota. Elaboración propia.

Anexo 7: Plano de ubicación de cantera Mikiyauyos-Río Seco- Junín- Huancayo.



Nota. Elaboración propia.

Anexo 8: Reporte de Turnitin

ANGELA FIORELLA ARRIETA ESTRADA

ANGELA FIORELLA ARRIETA ESTRADA

 TESIS

Detalles del documento

Identificador de la entrega

trn:oid:::3117:574515485

Fecha de entrega

3 abr 2026, 11:13 GMT-5

Fecha de descarga

3 abr 2026, 11:16 GMT-5

Nombre del archivo

VERSIÓN TURNITIN - ARRIETA ESTRADA, ANGELA FIORELLA.docx

Tamaño del archivo

1.1 MB

35 páginas

12.219 palabras

63.022 caracteres

18% Similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para ca...

Filtrado desde el informe

- Coincidencias menores (menos de 10 palabras)

Fuentes principales

- 13%  Fuentes de Internet
- 1%  Publicaciones
- 12%  Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

Marcas de integridad

N.º de alertas de integridad para revisión

Los algoritmos de nuestro sistema analizan un documento en profundidad para buscar inconsistencias que permitirían distinguirlo de una entrega normal. Si advertimos algo extraño, lo marcamos como una alerta para que pueda revisarlo.

Una marca de alerta no es necesariamente un indicador de problemas. Sin embargo, recomendamos que preste atención y la revise.

Fuentes principales

- 13% Fuentes de Internet
- 1% Publicaciones
- 12% Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

Fuentes principales

Las fuentes con el mayor número de coincidencias dentro de la entrega. Las fuentes superpuestas no se mostrarán.

1	Internet	repositorio.uct.edu.pe	4%
2	Internet	hdl.handle.net	2%
3	Trabajos del estudiante	Universidad Cesar Vallejo on 2026-01-08	2%
4	Internet	repositorio.unsch.edu.pe	1%
5	Trabajos del estudiante	Universidad Cesar Vallejo on 2025-11-28	<1%
6	Internet	repositorio.ucv.edu.pe	<1%
7	Internet	www.coursehero.com	<1%
8	Trabajos del estudiante	Universidad Cesar Vallejo on 2025-12-22	<1%
9	Trabajos del estudiante	Universitat Oberta de Catalunya on 2026-03-07	<1%
10	Trabajos del estudiante	Universidad Inca Garcilaso de la Vega on 2019-06-25	<1%
11	Internet	bibliotecavirtual.unl.edu.ar	<1%

12	Trabajos del estudiante	Universidad Cesar Vallejo on 2023-12-08	<1%
13	Trabajos del estudiante	Universidad Cesar Vallejo on 2025-12-22	<1%
14	Trabajos del estudiante	Universidad Cesar Vallejo on 2023-01-26	<1%
15	Internet	repositorio.upn.edu.pe	<1%
16	Trabajos del estudiante	Universidad Internacional de la Rioja on 2024-02-02	<1%
17	Internet	repositorio.continental.edu.pe	<1%
18	Internet	dspace.espol.edu.ec	<1%
19	Trabajos del estudiante	uncedu on 2024-10-15	<1%
20	Trabajos del estudiante	Universidad Cesar Vallejo on 2026-03-20	<1%
21	Trabajos del estudiante	Universidad Nacional de Trujillo on 2026-03-10	<1%
22	Trabajos del estudiante	Universidad Cesar Vallejo on 2022-12-16	<1%
23	Trabajos del estudiante	Universidad Cesar Vallejo on 2025-07-13	<1%
24	Trabajos del estudiante	Universidad Tecnologica de los Andes on 2026-01-14	<1%
25	Internet	renati.sunedu.gob.pe	<1%

26	Internet	repositorio.unc.edu.pe	<1%
27	Internet	rstudio-pubs-static.s3.amazonaws.com	<1%
28	Internet	1library.co	<1%
29	Trabajos del estudiante	Pontificia Universidad Catolica del Peru on 2009-03-25	<1%
30	Trabajos del estudiante	Universidad Andina Nestor Caceres Velasquez on 2018-12-13	<1%
31	Trabajos del estudiante	Universidad Andina del Cusco on 2024-12-27	<1%
32	Trabajos del estudiante	Universidad Católica Boliviana "San Pablo" on 2024-11-04	<1%
33	Trabajos del estudiante	Universidad Cesar Vallejo on 2017-06-27	<1%
34	Trabajos del estudiante	Universidad Cesar Vallejo on 2025-07-08	<1%
35	Trabajos del estudiante	Universidad Cesar Vallejo on 2025-12-15	<1%
36	Trabajos del estudiante	Universidad Nacional del Centro del Peru on 2024-05-30	<1%
37	Internet	alicia.concytec.gob.pe	<1%
38	Internet	cinu.org.mx	<1%
39	Internet	repositorio.unprg.edu.pe	<1%

40	Trabajos del estudiante	Universidad Cesar Vallejo on 2026-02-13	<1%
41	Trabajos del estudiante	Universidad Privada del Norte on 2023-05-10	<1%
42	Trabajos del estudiante	Universidad Privada del Norte on 2023-07-05	<1%
43	Internet	educas.com.pe	<1%
44	Internet	theses.hal.science	<1%
45	Trabajos del estudiante	Universidad Católica de Santa María on 2024-03-13	<1%
46	Trabajos del estudiante	Universidad Cesar Vallejo on 2023-12-22	<1%
47	Trabajos del estudiante	Universidad Cesar Vallejo on 2023-12-26	<1%
48	Trabajos del estudiante	Universidad Cesar Vallejo on 2024-12-10	<1%
49	Trabajos del estudiante	Universidad Cesar Vallejo on 2025-07-13	<1%
50	Trabajos del estudiante	Universidad Continental on 2019-05-16	<1%
51	Trabajos del estudiante	Universidad Nacional del Centro del Peru on 2019-12-31	<1%
52	Trabajos del estudiante	Universidad Ricardo Palma on 2024-12-12	<1%
53	Trabajos del estudiante	Universitat Politècnica de València on 2025-07-08	<1%

54	Internet	cuhsu.uct.cl	<1%
55	Internet	repositorio.upla.edu.pe	<1%
56	Internet	repositorio.uss.edu.pe	<1%
57	Internet	tesis.ucsm.edu.pe	<1%
58	Internet	www.researchgate.net	<1%
59	Internet	www.scribd.com	<1%

ANGELA FIORELLA ARRIETA ESTRADA

ANGELA FIORELLA ARRIETA ESTRADA

 TESIS

Detalles del documento

Identificador de la entrega

trn:oid:::3117:574515485

Fecha de entrega

3 abr 2026, 11:13 GMT-5

Fecha de descarga

3 abr 2026, 11:17 GMT-5

Nombre del archivo

VERSIÓN TURNITIN - ARRIETA ESTRADA, ANGELA FIORELLA.docx

Tamaño del archivo

1.1 MB

35 páginas

12.219 palabras

63.022 caracteres

0 % detectado como IA

El porcentaje indica la cantidad de texto calificado en la entrega que probablemente se generó usando IA.

Precaución: Se necesita revisión.

Es esencial comprender los límites de la detección de IA antes de tomar decisiones acerca del trabajo del estudiante. Te alentamos a obtener más información acerca de las funciones de detección de IA de Turnitin antes de usar la herramienta.

Aviso legal

Nuestra evaluación de escritura con IA está diseñada para ayudar a los académicos a identificar texto que podrían haberse preparado mediante una herramienta de IA generativa. Es posible que nuestra evaluación de escritura con IA no siempre sea precisa (existe la posibilidad de que identifique erróneamente redacciones probablemente generadas por humanos como generadas por IA, y redacciones probablemente generadas por IA como generadas por humanos), por lo que no debe usarse como único fundamento para aplicar sanciones a un estudiante. Para determinar si es un caso de deshonestidad académica, se necesita de un escrutinio mayor y el juicio humano, junto con la aplicación de las políticas académicas específicas de la organización.

Preguntas frecuentes

¿Cómo debería interpretar los falsos positivos y el porcentaje de escritura con IA de Turnitin?

El porcentaje que se muestra en el reporte de escritura con IA es la cantidad del texto calificado en la entrega que el modelo de detección de escritura con IA de Turnitin determina se generó probablemente con IA desde un modelo de lenguaje de gran tamaño.

Los falsos positivos (que marcan incorrectamente alertas de texto escrito por humanos como generado con IA) son una posibilidad en los modelos de IA.

Los puntajes de detección de IA inferiores al 20 %, que no aparecen en reportes nuevos, tienen una mayor probabilidad de ser falsos positivos. Para reducir la probabilidad de malinterpretación, no se atribuye ningún puntaje o resaltado y se indican con un asterisco en el reporte (*%).

El porcentaje de escritura con IA no debe ser el único fundamento para determinar si ha ocurrido una mala conducta. El revisor/instructor debería usar el porcentaje como un medio para iniciar una conversación formativa con sus estudiantes o usarlo para examinar el ejercicio entregado según las políticas de la escuela.

¿Qué significa 'texto calificado'?

Nuestro modelo sólo procesa texto calificado en la forma de escritura de formato largo. La escritura de formato largo se refiere a los enunciados individuales en párrafos que constituyen una parte más grande del trabajo escrito, como un ensayo, una disertación, un artículo, etc. El texto calificado que se ha determinado que se generó probablemente con IA se resaltará en color cian en la entrega.

El texto no calificado, como viñetas, bibliografías comentadas, etc., no se procesará y puede crear disparidad entre los puntos destacados de la entrega y el porcentaje mostrado.

