



**FACULTAD DE INGENIERÍA ARQUITECTURA Y
URBANISMO**

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

TESIS

**INFLUENCIA DE FIBRAS DE CERÁMICA Y DE
CARBONO SOBRE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y
MECÁNICAS DE LA MEZCLA ASFÁLTICA
MODIFICADA**

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

Autores:

Bach. Diaz Delgado Henry

<https://orcid.org/0000-0003-1888-0029>

Bach. Salazar Valderrama Exon Jimmy Yair

<https://orcid.org/0000-0003-2468-0015>

Asesor:

Dr. Muñoz Pérez, Sócrates Pedro

<https://orcid.org/0000-0003-3182-8735>

Línea de Investigación

**Tecnología e Innovación en el Desarrollo de la Construcción y la
Industria en un Contexto de Sostenibilidad**

Sublínea de Investigación

**Innovación y Tecnificación en Ciencia de los Materiales, Diseño e
Infraestructura**

Pimentel – Perú

2024



DECLARACIÓN JURADA DE ORIGINALIDAD

Quienes suscriben la DECLARACIÓN JURADA, somos egresados del Programa de Estudios de la Escuela Profesional de INGENIERÍA CIVIL de la Universidad Señor de Sipán S.A.C, declaramos bajo juramento que somos autores del trabajo titulado:

INFLUENCIA DE FIBRAS DE CERÁMICA Y DE CARBONO SOBRE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LA MEZCLA ASFÁLTICA MODIFICADA

El texto de nuestro trabajo de investigación responde y respeta lo indicado en el Código de Ética del Comité Institucional de Ética en Investigación de la Universidad Señor de Sipán, conforme a los principios y lineamientos detallados en dicho documento, en relación a las citas y referencias bibliográficas, respetando al derecho de propiedad intelectual, por lo cual informo que la investigación cumple con ser inédito, original y autentico.

En virtud de lo antes mencionado, firmamos:

| | | |
|--|---------------|---|
| Diaz Delgado Henry | DNI: 72705401 |  |
| Salazar Valderrama, Exon Jimmy Yair | DNI: 72646069 |  |

Pimentel, 19 de mayo del 2024

REPORTE DE SIMILITUD TURNITIN

Reporte de similitud

NOMBRE DEL TRABAJO

**DIAZ_HENRY - SALAZAR_EXON - Tesis C
orta -Influencia de fibras de cerámica y d
e carbono sobre las pro**

RECuento DE PALABRAS

10811 Words

RECuento DE CARACTERES

50351 Characters

RECuento DE PÁGINAS

50 Pages

TAMAÑO DEL ARCHIVO

1.3MB

FECHA DE ENTREGA

Jun 13, 2024 11:58 AM GMT-5

FECHA DEL INFORME

Jun 13, 2024 11:59 AM GMT-5

● 15% de similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para cada base de datos.

- 12% Base de datos de Internet
- Base de datos de Crossref
- 12% Base de datos de trabajos entregados
- 1% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de contenido publicado de Crossref

● Excluir del Reporte de Similitud

- Material bibliográfico
- Coincidencia baja (menos de 8 palabras)
- Material citado


**INFLUENCIA DE FIBRAS DE CERÁMICA Y DE CARBONO SOBRE LAS
PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LA MEZCLA ASFÁLTICA
MODIFICADA**

Aprobación de Jurado




MG. IDROGO PEREZ CESAR ANTONIO

Presidente de jurado de tesis



MG. SEGURA SAAVEDRA WISTON ENRIQUE

Secretario de jurado de tesis



MG. DELGADO PEREZ MILTHON JEINER

Vocal de jurado de tesis

Dedicatoria

Esta investigación se la dedico a mi familia, que durante todo este proceso de mi carrera me ha apoyado y me ha sido un pilar fundamental para mantenerme con la determinación de finalizar mi carrera y ser un profesional de éxito.

Diaz Delgado, Henry.

A mis padres por haberme forjado como la persona que soy hoy en día, y en consecuencia he logrado llegar hasta este punto de mi carrera para conseguir mi título profesional y por cumplir con mi sueño.

Salazar Valderrama, Exon Jimmy Yair

Agradecimientos

Agradezco a Dios por haberme brindado a mí y a mi familia salud y bienestar, que en todo este transcurso de mi vida he podido gozar de una familia con mucho amor y respeto hacia el prójimo, asimismo, agradezco a mis padres por brindarnos parte de su tiempo para poder concluir la tesis de la mejor forma posible.

Diaz Delgado, Henry.

Agradezco a Dios en primer lugar y a mis padres que debido a su esfuerzo por brindarme la mejor educación he podido salir adelante y es por eso que hoy me siento con muchas más ganas de triunfar en mi carrera, de igual forma, doy gracias a mis padres por contribuir con la mejora de mí mejora continua y así culminarla con éxito.

Salazar Valderrama, Exon Jimmy Yair

Índice

| | |
|---|------|
| Dedicatoria..... | v |
| Agradecimientos | vi |
| Índice de tablas..... | viii |
| Índice de figuras..... | ix |
| Resumen | x |
| Abstract..... | xi |
| I. INTRODUCCIÓN..... | 12 |
| 1.1. Realidad Problemática | 12 |
| 1.2. Formulación del Problema | 17 |
| 1.3. Hipótesis..... | 17 |
| 1.4. Objetivos..... | 18 |
| 1.5. Teorías relacionadas al tema | 19 |
| II. MATERIALES Y MÉTODOS | 28 |
| 2.1. Tipo y diseño de Investigación | 28 |
| 2.2. Variables y operacionalización..... | 29 |
| 2.3. Población de estudio, muestra, muestreo y criterios de selección..... | 32 |
| 2.4. Técnicas e Instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad | 33 |
| 2.5. Procedimiento de análisis de datos..... | 34 |
| 2.6. Criterios Éticos..... | 36 |
| III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN | 37 |
| 3.1. Resultados..... | 37 |
| 3.2. Discusiones | 55 |
| IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES..... | 60 |
| 4.1. Conclusiones | 60 |
| 4.2. Recomendaciones | 61 |
| REFERENCIAS | 62 |
| ANEXOS..... | 67 |

Índice de tablas

| | | |
|--------------------|--|----|
| Tabla I | Gradaciones (MAC) para la mezcla de asfalto en caliente | 19 |
| Tabla II | Requisitos de calidad para agregado fino | 20 |
| Tabla III | Requisitos de calidad para agregado grueso | 20 |
| Tabla IV | Exigencias para la mezcla de asfalto según tipo de trafico | 21 |
| Tabla V | Atributos de la fibra de cerámica | 26 |
| Tabla VI | Atributos de la fibra de carbono | 27 |
| Tabla VII | Operacionalización de variable independiente..... | 30 |
| Tabla VIII | Operacionalización de variable dependiente | 31 |
| Tabla IX | Distribución de muestras de estudio | 32 |
| Tabla X | Propiedades de las fibras de estudio | 37 |
| Tabla XI | Cantidad de agregado, filler y cemento asfáltico para la mezcla patrón..... | 37 |
| Tabla XII | Propiedades físico - mecánicas de la mezcla asfáltica patrón | 38 |
| Tabla XIII | Cantidad de agregado, filler y cemento asfáltico para la mezcla con fibra de cerámica | 39 |
| Tabla XIV | Variación de las propiedades de la mezcla asfáltica con fibra de cerámica..... | 43 |
| Tabla XV | Cantidad de agregado, filler y cemento asfáltico para la mezcla con fibra de cerámica | 44 |
| Tabla XVI | Variación de las propiedades de la mezcla asfáltica con fibra de carbono | 48 |
| Tabla XVII | Cantidad de agregado, filler y cemento asfáltico para la mezcla con fibra de cerámica y carbono..... | 49 |
| Tabla XVIII | Variación de las propiedades de la mezcla asfáltica con fibra de carbono + fibra de cerámica | 54 |
| Tabla XIX | Comparación de atributos de la fibra de cerámica..... | 55 |
| Tabla XX | Comparación de atributos de la fibra de carbono | 56 |
| Tabla XXI | Comparación de mezcla asfáltica patrón en diversas investigaciones..... | 57 |
| Tabla XXII | Comparación de resultados entre diferentes investigaciones de mezcla de asfalto con fibra de cerámica..... | 58 |
| Tabla XXIII | Comparación de resultados entre diferentes investigaciones de mezcla de asfalto con fibra de carbono | 59 |

Índice de figuras

| | |
|---|----|
| Fig 1. Vertimiento de asfalto en la mezcla | 22 |
| Fig 2. Medida de la Estabilidad Marshall en las briquetas..... | 24 |
| Fig 3. Medida del Flujo Marshall en las briquetas | 25 |
| Fig 4. Fibra de cerámica | 26 |
| Fig 5. Fibra de carbono..... | 27 |
| Fig 6. Diagrama de flujo..... | 34 |
| Fig 7. Peso unitario en la mezcla de asfalto con fibra de cerámica | 40 |
| Fig 8. Vacíos de aire en la mezcla de asfalto con fibra de cerámica | 40 |
| Fig 9. Vacíos en el agregado mineral en la mezcla de asfalto con fibra de cerámica..... | 41 |
| Fig 10. Vacíos llenos de asfalto en la mezcla de asfalto con fibra de cerámica | 41 |
| Fig 11. Estabilidad y contenido de asfalto óptimo en la mezcla de asfalto con fibra de cerámica. | 42 |
| Fig 12. Estabilidad y flujo en la mezcla de asfalto con fibra de cerámica | 42 |
| Fig 13. Índice de rigidez en la mezcla de asfalto con fibra de cerámica | 43 |
| Fig 14. Peso unitario en la mezcla de asfalto con fibra de carbono..... | 45 |
| Fig 15. Vacíos de aire de la mezcla asfáltica con fibra de carbono | 45 |
| Fig 16. Vacíos en el agregado mineral de la mezcla asfáltica con fibra de carbono..... | 46 |
| Fig 17. Vacíos llenos de asfalto en la mezcla de asfalto con fibra de carbono | 46 |
| Fig 18. Estabilidad y contenido de asfalto óptimo en la mezcla de asfalto con fibra de carbono | 47 |
| Fig 19. Estabilidad y flujo en la mezcla de asfalto con fibra de carbono..... | 47 |
| Fig 20. Índice de rigidez en la mezcla de asfalto con fibra de carbono | 48 |
| Fig 21. Peso unitario en las mezclas de asfalto con la combinación de fibra de cerámica y fibra de carbono..... | 50 |
| Fig 22. Vacíos de aire en las mezclas de asfalto con la combinación de fibra de cerámica y fibra de carbono..... | 51 |
| Fig 23. Vacíos en el agregado mineral en las mezclas de asfalto con la combinación de fibra de cerámica y fibra de carbono | 51 |
| Fig 24. Vacíos llenos de asfalto en las mezclas de asfalto con la combinación de fibra de cerámica y fibra de carbono | 52 |
| Fig 25. Flujo en las mezclas de asfalto con la combinación de fibra de cerámica y fibra de carbono..... | 52 |
| Fig 26. Estabilidad en las mezclas de asfalto con la combinación de fibra de cerámica y fibra de carbono..... | 53 |
| Fig 27. Índice de rigidez en las mezclas de asfalto con la combinación de fibra de cerámica y fibra de carbono..... | 53 |

Resumen

Generalmente las estructuras de pavimento, se encuentran hechos de mezclas asfálticas en caliente dado que es un material económico e idóneo para diversos climas, no obstante, necesitan de un mantenimiento y reparación constante a causa de los daños por excesivas cargas vehiculares, por lo que se han buscado diferentes formas de reforzar estas estructuras con materiales como las fibras. La investigación tuvo como objetivo determinar la influencia de las fibras de cerámica y carbono sobre las propiedades físico-mecánicas en la mezcla asfáltica, teniendo un diseño cuasi-experimental, el cual consistió en incorporar individualmente la fibra de cerámica y de carbono en 0.50%, 0.75%, 1.00% y 1.50% con respecto al peso total de la mezcla, luego se realizó mezclas asfálticas con la combinación con los porcentajes óptimos y se evaluaron sus prestaciones finales. Los resultados indicaron que la mezcla asfáltica modificada que mejor desempeño mostro fue de 1.00% fibra de cerámica + 0.75% de fibra de carbono, mostrando un incremento de sus vacíos de aire, VMA, polvo/asfalto del 9.96%, 3.49%, 4.66%, mientras que los V.LL.CA y peso unitario disminuyeron en 2.02% y 1.45%, por otro lado la estabilidad e índice de rigidez aumentaron en 31.53% y 35.43% y el flujo presento una disminución de 2.80%. Se concluyó que el reforzamiento de pavimentos elaborados a base de mezcla asfáltica incorporando fibras de cerámica y de carbono mejorarían considerablemente su resistencia a las cargas producidas por el tráfico.

Palabras clave: Mezcla asfáltica, fibra de cerámica, fibra de carbono, estabilidad, flujo.

Abstract

Pavement structures are generally made of hot mix asphalt since it is an economical material and suitable for various climates, however, they need constant maintenance and repair due to damage from excessive vehicular loads, which is why they are. They have looked for different ways to reinforce these structures with materials such as fibers. The objective of the research was to determine the influence of ceramic and carbon fibers on the physical-mechanical properties in the asphalt mix, having a quasi-experimental design, which consisted of individually incorporating the ceramic and carbon fiber in 0.50%, 0.75%, 1.00% and 1.50% with respect to the total weight of the mix, then asphalt mixes were made with the combination with the optimal percentages and their final performance was evaluated. The results indicated that the modified asphalt mix that showed the best performance was 1.00% ceramic fiber + 0.75% carbon fiber, showing an increase in its air voids, VMA, dust/asphalt of 9.96%, 3.49%, 4.66%, while the V.L.CA and unit weight decreased by 2.02% and 1.45%, on the other hand the stability and stiffness index increased by 31.53% and 35.43% and the flow presented a decrease of 2.80%. It was concluded that the reinforcement of asphalt mix-based pavements incorporating ceramic and carbon fibers would considerably improve their resistance to loads produced by traffic.

Keywords: Asphalt mix, ceramic fiber, carbon fiber, stability, flow.

I. INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad Problemática

En la región de Chiclayo, uno de los principales problemas radica en la deficiente calidad de sus calles y carreteras, lo cual afecta tanto a las áreas urbanas como a las zonas circundantes. Esta situación, que ha ido empeorando con el paso del tiempo y las diferentes administraciones municipales, se refleja especialmente en el estado alarmante de las vías en José Leonardo Ortiz. Un ejemplo claro es la avenida El Dorado y América, cuya proximidad al mercado Moshoqueque ha provocado un deterioro significativo debido al alto tráfico de vehículos, generando nubes de polvo.

En el contexto peruano, aproximadamente el 80% de las carreteras carecen de asfalto, siendo las áreas andinas y selváticas las más afectadas, lo que representa un obstáculo importante para la movilidad de los usuarios [1]; ahora bien, según Avila et al. [2], realizaron un análisis de las principales calles del centro de Lima, encontrándose grandes defectos. Factores como el clima, el transporte de cargas pesadas y la baja calidad de los materiales, así como la ubicación en zonas sísmicas, pueden contribuir al mal estado de la infraestructura vial [3].

En otros países se han enfrentado problemas similares; ahora bien, la formación de surcos en las carreteras asfaltadas es una preocupación constante para las agencias de transporte [4]; no obstante, se han llevado a cabo investigaciones para reducir la degradación de la capa de rodadura, causada por diversos factores como el tráfico y el clima [5], así como para mejorar las propiedades de los materiales utilizados en la pavimentación [6, 7, 8].

Para mejorar el rendimiento y prevenir la aparición de patologías en el pavimento, se han implementado diversos modificadores de ligante asfáltico. El contenido de este ligante es crucial, ya que su deficiencia puede provocar deformaciones y problemas de drenaje [9, 10]; además, la incorporación de fibras en las mezclas asfálticas ha demostrado ser efectiva para reforzar el pavimento y mejorar su durabilidad, especialmente frente a cambios climáticos y

tensiones mecánicas [11]. Las fibras de carbono y cerámica, en particular, han mostrado promesa como materiales de alta resistencia y durabilidad [12].

La adición de fibras en los pavimentos refuerza sus materiales, siendo común en mezclas bituminosas con estructura de piedra y granulometría abierta para evitar el drenaje del aglutinante [13]; al mismo tiempo, permite mejorar estabilidad y resistencia al agrietamiento [14]. Estudios realizados aseguran que las fibras han otorgado mayor durabilidad a las mezclas ante cambios climáticos; seguidamente ha permitido aumentar la resistencia a tensiones de rotura [15, 16, 17]. Sus longitudes varían de 4 a 9 mm y en dosis entre el rango de 0.1% a 4% [18].

Entre tanto, se han efectuado investigaciones acordes a la investigación planteada:

Internacionalmente, Zarei et al. [19], tuvieron como objetivo realizar un análisis exhaustivo del comportamiento de las mezclas asfálticas en caliente al incorporar fibras de carbono. La metodología fue aplicada, diseño experimental. Se realizaron muestras de asfalto convencional junto con diferentes porcentajes de carbono. Los resultados evidenciaron que la estabilidad de las mezclas aumentó significativamente con un 1.5% de fibra, registrando un incremento del 32%; además, la muestra con un 3% de fibra mostró un aumento máximo del flujo del 189%. Concluyendo que, la adición de fibras de carbono de alta resistencia puede mejorar considerablemente las propiedades de la mezcla asfáltica en caliente.

Mawat and Ismael [20], tuvieron como objetivo analizar el comportamiento de las mezclas asfálticas al incorporar fibra de carbono. La metodología fue de tipo aplicada, diseño experimental. Se realizaron diversas combinaciones de fibra y se efectuaron ensayos. Los resultados revelaron que la adición de fibras de carbono con una longitud de 2.0 cm y un contenido del 0.30% permitió un aumento del 11.23% en la resistencia a la tracción indirecta y un aumento del 12.52% en el índice de resistencia retenida. Concluyendo que, la modificación con fibras de carbono puede mejorar significativamente las propiedades mecánicas de las mezclas asfálticas.

Guo et al. [21], tuvieron como objetivo revisar los diversos usos de diferentes tipos de fibras en pavimentos asfálticos. La metodología fue de tipo exploratoria; y para ello se realiza una revisión exhaustiva donde evalúan el uso combinado de fibras y otros aditivos. Los resultados confirmaron la efectividad del uso de fibras en pavimentos asfálticos y la importancia de optimizar el método de mezcla, el tamaño y la dosificación de fibras que permitieron alcanzar un rendimiento adecuado. Concluyendo que, las fibras naturales y tradicionales, permiten maximizar los beneficios ambientales en pavimentos asfálticos.

Zarei et al. [22], tuvieron como objetivo determinar el porcentaje ideal de la mezcla asfáltica, enriquecida con polvo de caucho y fibras de carbono. La metodología fue de tipo aplicada con un diseño experimental. Se realizaron pruebas utilizando diferentes proporciones de ambos aditivos en la mezcla. Los resultados indicaron que los porcentajes óptimos del polvo de caucho y las fibras de carbono fueron del 15% y 0.5% respectivamente, aumentando en un 42% en la estabilidad de la mezcla asfáltica. Concluyendo que, la utilización conjunta de polvo de caucho y fibras de carbono permitió ofrecer una solución eficaz y económicamente viable para la construcción de pavimentos.

Ye et al. [23] tuvieron como objetivo investigar el potencial de las fibras de carbono para mejorar las mezclas asfálticas. La metodología fue de tipo aplicada, diseño experimental. Se prepararon 4 grupos de muestras de ligante asfáltico con diferentes contenidos de fibra. Los resultados revelaron que las fibras de cerámica aumentaron la viscosidad, pero un contenido excesivo dificultó la trabajabilidad de las mezclas. El contenido óptimo de cerámica fue del 1%, mejorando la resistencia mecánica e incluso la muestra con mayor daño todavía mostró una recuperación de energía de fractura de más del 30%. Concluyendo que, las fibras de cerámica mejoraron significativamente las mezclas asfálticas.

Albayati and Qadir [24], tuvieron como objetivo examinar las mezclas asfálticas calientes que contienen agregado de concreto reciclado (RCA) tratado y reforzado con fibras de carbono. La metodología fue de tipo aplicada, diseño experimental. Se añadieron RCA en 20, 40, 60, 80 y 100%; además, las fibras se agregaron en 0.15, 0.25 y 0.35%. Los resultados

evidencian que el 60%RCA+0.35%fibras mostró un aumento del 35.81% de estabilidad de Marshall; asimismo, el 40%RCA+0.35%fibras exhibió una profundidad mínima de surco del 41%; y finalmente, el 20%RCA+0.35% de fibras exhibió el nivel máximo de estabilidad dinámica, que fue 1.64 veces mayor, todo respecto a la mezcla de control.

Wang et al., [25] tuvieron como objetivo mejorar el rendimiento de las mezclas asfálticas a altas temperaturas mediante la incorporación de fibra cerámica. La metodología fue de tipo aplicada, diseño experimental. Se llevaron a cabo mezclas asfálticas con diferentes porcentajes de fibra cerámica y se realizaron diversas pruebas. Los resultados evidenciaron que la fibra cerámica mejoró las propiedades mecánicas, la susceptibilidad a la humedad y la resistencia al agrietamiento a baja temperatura, siendo el contenido óptimo del 0.4% de fibra. Concluyendo que, la fibra cerámica puede ser una estrategia efectiva para mejorar las propiedades de las mezclas asfálticas.

Sahar and Mohammed [26] tuvieron como objetivo mejorar las características del asfalto en caliente incorporando fibras de cerámica. La metodología fue de tipo aplicada, diseño experimental; asimismo, se incorporaron el 0.50, 1.0, 1.5 y 2.0% de fibras y se examinaron las propiedades de Marshall. Los resultados reflejaron que la máxima estabilidad de Marshall se logró con un contenido del 1% de fibra, sin embargo, se encontró que la aumentó de fibra condujo mayores huecos de aire y los huecos en el agregado mineral. Concluyendo que, la fibra puede mejorar ciertas propiedades de la mezcla, pero debe considerarse cuidadosamente su efecto en la densidad y la compactación de la mezcla.

Al-Saadi and Ismael [27] tuvieron como objetivo evaluar el efecto de la fibra cerámica en las propiedades de la mezcla asfáltica. La metodología fue de tipo aplicada, diseño experimental. Se añadieron fibras cerámicas en proporciones de 0.75%, 1.5% y 2.25% a la mezcla asfáltica. Se realizaron pruebas Marshall y de resistencia a la tracción (TSR). Los resultados demostraron que, en comparación con la mezcla asfáltica de control, la estabilidad Marshall aumentó en un 39,04% y la TSR aumentó en un 11,06% con un óptimo contenido

de 1.5% de fibra. Concluyendo que la fibra cerámica puede ser una estrategia efectiva para mejorar las propiedades de las mezclas asfálticas en caliente.

Pang et al. [28] tuvieron como objetivo evaluar el comportamiento de las mezclas asfálticas al incorporar lignina y cerámica. Se añadieron las fibras y se efectuaron ensayos a las mezclas. Los resultados reflejaron que ambas fibras mejoraron un 11% la estabilidad dinámica, 8.6% la tensión de flexión, 2.1% la susceptibilidad a la humedad y un 20% de vida a la fatiga; por otro lado, las mezclas con cerámica aumentaron un 11% y 8% la tensión y vida de fatiga respectivamente; igualmente, mejoraron ligeramente la estabilidad y susceptibilidad a la humedad. Concluyendo que, la óptima adición es 1:2 de lignina y cerámica, proporcionando una mejora más equilibrada y completa del rendimiento en carretera.

En tanto, en Huánuco, Apaza and Bravo [29] tuvieron como objetivo elaborar un pavimento flexible incorporando fibra de carbono en la mezcla asfáltica en caliente. La metodología fue aplicada y de diseño no experimental. Se elaboró un diseño de una capa de carpeta asfáltica de 0.10 m, base de 0.22 m y una sub-base granular de 0.25 m. Los resultados evidenciaron CBR de 15% para la subrasante; asimismo, el número de ejes equivalentes fue de 1.1×10^4 , y se obtuvo una estabilidad de 12.87 kN. Concluyendo que, la fibra de carbono en la mezcla asfáltica mejora sus propiedades.

Aguilar and Chauca [30] tuvieron como objetivo realizar un análisis de las mezclas asfálticas en caliente con la adición de grafito. La metodología fue aplicada, diseño experimental. Asimismo, se realizaron pruebas mecánicas y se añadieron proporciones de grafito del 5, 10, 15 y 20%. Los resultados reflejaron que, el porcentaje de desgaste fue del 4.53% para las mezclas sin grafito y del 4.68% para las mezclas con grafito, además, se encontró que el porcentaje de vacíos de aire fueron del 56.51% para las mezclas sin grafito y 56.21% para mezclas con grafito. Concluyendo que, a pesar de estas similitudes, la mezcla con grafito mostró un mejor desempeño, demostrando que, un 15% de grafito era óptimo.

En Chiclayo, Adrianzen et al. [31], tuvieron como objetivo realizar una revisión sistemática de los distintos tipos de fibras usados en las mezclas asfálticas para la mejora de

sus propiedades mecánicas. La metodología fue exploratoria. Se revisaron 81 artículos publicados en bases de datos. Los resultados reflejaron que, las fibras además de mejorar las propiedades de los pavimentos flexibles, son rentablemente buenas ya que, a pesar de tener un aumento en el costo inicial, demuestran un incremento en el ciclo de vida. Concluyendo que, las fibras son económicamente factibles para proyectos viales que se realicen con el uso mezclas asfálticas.

Entre tanto, la investigación se justificó en varios aspectos. Técnicamente, avanza nuestro conocimiento, lo que potencialmente mejora la calidad de las carreteras. Socialmente, al hacer que las carreteras sean más seguras y duraderas, beneficiando a los usuarios. Económicamente, genera ahorros a largo plazo al disminuir la necesidad de reparaciones frecuentes y aumentando la vida útil de las carreteras. Ambientalmente, contribuiría a la conservación de recursos naturales y a la reducción de residuos. En resumen, es crucial para promover la seguridad vial, reducir los costos de mantenimiento a largo plazo y fomentar prácticas más sostenibles en la construcción de infraestructuras viales.

1.2. Formulación del Problema

¿Cómo influye la fibra de cerámica y de carbono sobre propiedades físicas-mecánicas de la mezcla asfáltica modificada?

1.3. Hipótesis

Si se adiciona fibra de cerámica y de carbono entonces mejora las propiedades físico-mecánica de la mezcla asfáltica propuesta.

1.4. Objetivos

Objetivo General

Determinar la influencia de la fibra de cerámica y de carbono sobre las propiedades físico- mecánicas de una mezcla asfáltica modificada.

Objetivos Específicos

- OE 1: Determinar las propiedades de la fibra de cerámica y de carbono, para su uso en mejora de las propiedades físicas y mecánicas de una mezcla asfáltica modificada.
- OE 2: Analizar las propiedades físico-mecánicas de la mezcla asfáltica patrón.
- OE 3: Analizar las propiedades físico-mecánicas de la mezcla asfáltica con la adición de fibra de cerámica al 0.50%, 0.75%, 1.00% y 1.5% con respecto al peso total de la mezcla, para obtener la dosificación óptima.
- OE 4: Analizar las propiedades físico-mecánicas de la mezcla asfáltica con la adición de fibra de carbono al 0.50%, 0.75%, 1.00% y 1.5% con respecto al peso total de la mezcla, para obtener la dosificación óptima.
- OE 5: Determinar el resultado de la combinación óptima de la fibra de cerámica y de carbono, que compruebe la mejora de las propiedades físico-mecánicas de la mezcla asfáltica modificada.

1.5. Teorías relacionadas al tema

Las teorías que se tomaron como fundamento y que aportaran con una mejor comprensión de las variables en análisis son para la variable dependiente:

Distribución del tamaño de agregados para la mezcla de asfalto: Esta supedita a la distribución granulométrica mostrados en la tabla I, y opcionalmente se puede utilizar las gradaciones establecidas en el instituto de asfalto y ASTM D3515.

Tabla I

Gradaciones (MAC) para la mezcla de asfalto en caliente

| Malla | Abertura | % que pasa | | |
|-------|----------|------------|--------|-------|
| | | MAC 1 | MAC 2 | MAC 3 |
| 1" | 25.00 mm | 100 | | |
| 3/4" | 19.00 mm | 80-100 | 100 | |
| 1/2" | 12.50 mm | 67-85 | 80-100 | |
| 3/8" | 9.50 mm | 60-77 | 70-88 | 100 |
| N°4 | 4.75 mm | 43-54 | 51-68 | 65-87 |
| N°10 | 2.00 mm | 29-45 | 38-52 | 43-61 |
| N°40 | 420 um | 14-25 | 17-28 | 16-29 |
| N°80 | 180 um | 8-17 | 8-17 | 9-19 |
| N°200 | 75 um | 4-8 | 4-8 | 5-10 |

De la Tabla I, cada fila representa una malla de tamaño específico, su respectiva abertura y el porcentaje de material que pasa a través de esa malla para cada tipo de mezcla de asfalto. Para la malla de 3/4" de abertura, el 100% del material pasa a través de ella en la mezcla MAC 2, mientras que en la mezcla MAC 1, hay un rango de 80-100%. Este tipo de información es crucial para diseñar y controlar la composición de las mezclas de asfalto, garantizando que cumplan con los requisitos de calidad y rendimiento deseados para diferentes aplicaciones de pavimentación. Adaptado de [32].

Calidad de los agregados pétreos: Son ensayos que los agregados deben de cumplir para conseguir una mezcla asfáltica óptima.

Tabla II

Requisitos de calidad para agregado fino

| Ensayos | Norma | Requerimiento | |
|--------------------------------------|--------------|----------------|------------|
| | | Altitud (msnm) | |
| | | ≤ 3000 | > 3000 |
| Equivalente de arena | MTC E 114 | 60 | 70 |
| Angularidad del agregado fino | MTC E 222 | 30 | 40 |
| Azul de metileno | AASTHO TP 57 | 8 máx. | 8 máx. |
| Índice de plasticidad (malla N° 40) | MTC E 111 | NP | NP |
| Durabilidad (al sulfato de magnesio) | MTC E 209 | - | 18% máx. |
| Índice de durabilidad | MTC E 214 | 35 min | 35 min |
| Índice de plasticidad (malla N°200) | MTC E 111 | 4 máx. | NP |
| Sales solubles totales | MTC E 219 | 0.50% máx. | 0.50% máx. |
| Absorción | MTC E 205 | 0.50% máx. | 0.50% máx. |

Nota. Tomado de [32].

Tabla III

Requisitos de calidad para agregado grueso

| Ensayos | Norma | Requerimiento | |
|--------------------------------------|-----------|----------------|------------|
| | | Altitud (msnm) | |
| | | ≤ 3000 | > 3000 |
| Durabilidad (al sulfato de magnesio) | MTC E 209 | 18% máx. | 15% máx. |
| Abrasión de los ángeles | MTC E 207 | 40% máx. | 35% máx. |
| Adherencia | MTC E 517 | +95 | +95 |
| Índice de durabilidad | MTC E 214 | 35% min | 35% min |
| Partículas chatas y alargadas | ASTM 4791 | 10% máx. | 10% máx. |
| Caras fracturadas | MTC E 210 | 85/50 | 90/70 |
| Sales solubles totales | MTC E 219 | 0.50% máx. | 0.50% máx. |
| Absorción | MTC E 206 | 1.00% máx. | 1.00% máx. |

Nota. Tomado de [32].

Exigencias para la mezcla de asfalto: Las cualidades propias de la mezcla de asfalto deben cumplir con lo exigido para garantizar su calidad, acorde a lo planteado en el proyecto, ver tabla IV.

Tabla IV

Exigencias para la mezcla de asfalto según tipo de tráfico

| Parámetro | Clase de mezcla | | |
|--|-----------------|-----------|-----------|
| | A | B | C |
| Marshall MTC E 504 | | | |
| Compactación, número de golpes por lado | 75 | 50 | 35 |
| Estabilidad (mínimo) | 8.15 Kn | 5.44 Kn | 4.53 Kn |
| Flujo 0.01 (0.25 mm) | 8 – 14 | 8 – 16 | 8 – 20 |
| Porcentaje de vacíos de aire (1) (MTC E 505) | 3 - 5 | 3 - 5 | 3 – 5 |
| Vacíos en el agregado mineral | Tabla 423 - 10 | | |
| Inmersión – Compresión (MTC E 518) | | | |
| Resistencia a la compresión MPa min, | 2.1 | 2.1 | 1.4 |
| Resistencia retenida % (min.) | 75 | 75 | 75 |
| Relación Polvo – Asfalto (2) | 0.6 – 1.3 | 0.6 – 1.3 | 0.6 – 1.3 |
| Relación Estabilidad/flujo (kg/cm) (3) | 1700 – 4000 | | |
| Resistencia conservada en la prueba de tracción indirecta AASHTO T 283 | 80 min. | | |

Nota. Tomado de [32].

Contenido de asfalto: Es uno de los indicadores importantes de la evaluación de la calidad del pavimento asfáltico, también es una base importante para evaluar los grados de segregación del pavimento asfáltico [33].



Fig 1. Vertimiento de asfalto en la mezcla

Dentro de las propiedades físicas de la mezcla asfáltica tenemos a:

Contenido de vacíos: El contenido de vacíos de aire es un parámetro vital que caracteriza una mezcla asfáltica, y se mide restando uno menos la división entre la densidad aparente y la densidad teórica máxima [34].

$$Va = \left(1 - \frac{Gmb}{Gmm}\right) * 100$$

Donde:

Va = Contenido de vacíos de cada briqueta.

Gmb = Densidad Bulk de la briqueta compactada.

Gmm = Densidad teórico máximo.

Vacíos en el agregado mineral: El vacío en los agregados minerales o V. M. A es un valor porcentual que existe entre los agregados minerales que se hallan llenos de vacíos de aire [35].

$$VMA = 100 * \left(1 - \frac{Gmb * (1 - Pb)}{Gsb}\right)$$

Donde:

Gsb = Densidad bulk del agregado.

Gmb = Densidad bulk de la briqueta compactada.

Pb = Contenido de asfalto.

Vacíos llenos de asfalto: El vacío lleno con asfalto o V. LL. C. A es un valor porcentual de los vacíos que son rellenados de asfalto en la relación que existe entre los vacíos de aire en los agregados minerales, no obstante, no se considera el asfalto impregnado por los agregados [35].

$$VLLCA = \frac{VMA - VA}{VMA} * 100$$

Donde:

V. M. A = Vacíos en el agregado mineral.

V. A = Contenido de vacíos de la briqueta compactada.

V. LL. C. A = Vacíos llenos de cemento asfáltico.

Densidad bulk o peso unitario: Se calcula con las briquetas de asfalto compactadas cubiertas de parafina, obteniendo los vacíos que incorporen más del 2% de agua por volumen.

$$Densidad\ bulk = \frac{A}{D - E - \frac{D - A}{F}}$$

Donde:

D = Peso de la briqueta seca recubierta, en gr.

E = Peso de la briqueta bajo el agua, en gr.

F = Densidad de la briqueta recubierta determinado a 25 ° C.

A = Peso de la briqueta seca en el aire, en gr.

Del mismo modo, las cualidades mecánicas de la mezcla de asfalto se ven representadas por medio de:

Estabilidad Marshall: La estabilidad en el pavimento de carreteras se establece como la cualidad de las mezclas pavimentadas para soportar los cambios debidos a la carga. Si la capa de pavimento no puede soportar la carga recibida, habrá cambios permanentes como irregularidades. Las grietas también pueden ocurrir como resultado de cargas repetidas [36].



Fig 2. Medida de la Estabilidad Marshall en las briquetas

Flujo Marshall: Cuantifica la deformación en términos de elasticidad y plasticidad de la muestra de CA compactada. Para mezclas de CA con alto valor de flujo, se consideran más plásticas, y las de bajo valor de flujo se consideran frágiles. Aunque todos los valores de flujo obtenidos en esta investigación estuvieron dentro de los límites requeridos, la disminución del valor de flujo se atribuyó principalmente a la reducción del ligante asfáltico para mezclas con fibras [37].



Fig 3. Medida del Flujo Marshall en las briquetas

Índice de rigidez: El término de rigidez Marshall se representa como una relación del valor máximo de estabilidad y el flujo correspondiente en el contenido de asfalto óptimo que describe la combinación de estabilidad y flujo en un valor único. La rigidez de Marshall proporciona una indicación sobre la capacidad de resistencia de la mezcla de asfalto al flujo plástico, que se produjo a causa de las cargas de tráfico [38].

Por otra parte, los fundamentos que se tomaron para comprender de una mejor manera la variable independiente fueron:

Fibra de sintética: Las macro fibras sintéticas es un sustituto en el refuerzo de pavimentos lo que proporciona un mejor comportamiento de resistencia además de controlar el tamaño de las grietas o fisuras, el pavimento aumenta su flexión y carga última en losas [39, 40].

Fibra de Cerámica: Es una fibra sintética producto del soplado de caolín fundido mejorado con alúmina y sílice [41]. Asimismo, en muchas ocasiones es posible encontrarlo como un desecho industrial que se emplea en gran medida para utilizar diversos residuos para la protección del ambiente [42].



Fig 4. Fibra de cerámica

Proceso de obtención de la fibra de cerámica: Se fusiona la alúmina y sílice en un horno de arco eléctrico aproximadamente a 2000°C aplicando aire comprimido o también se transforma en fibra mediante rodillos giratorios por medio de fuerza centrífuga. En el transcurso del proceso de elaboración la masa brota en gotas las cuales se estiran y se convierten en fibras con una dimensión aproximada de hasta 50 mm de longitud y 2-3 μm de diámetro [43].

Características y propiedades la fibra de cerámica: Poseen óptimas propiedades de resistencia a la tracción y conductividad térmica [44], dichos atributos se pueden contemplar en la tabla V.

Tabla V
Atributos de la fibra de cerámica

| Características | |
|---------------------------------|------|
| Longitud (mm) | 2 |
| Diámetro (mm) | 7 |
| Densidad (gr/cm ³) | 128 |
| Temperatura de fusión (°C) | 1600 |
| Propiedades | |
| Resistencia a la tracción (kPa) | 83 |

Nota. Adaptado de Al-Saad y Ismael [44].

Fibra de Carbono: Es denominado como un polímero con un extenso uso en el terreno de la ingeniería [45]. Asimismo, la define como una fibra sintética obtenida enteramente del petróleo y es un material rígido con amplio uso en la ingeniería. Su compatibilidad con el cemento asfáltico y sus características mecánicas le hacen un excelente refuerzo para las mezclas asfálticas [46].



Fig 5. Fibra de carbono

Proceso de obtención de la fibra de carbono: Se elabora estirando la materia prima denominada como precursor en forma de fibra largas para luego calentarse a una temperatura de 300 °C, posterior a ello se pre-carboniza a 1100 °C y por último se piroliza a 1800 °C obteniendo así la fibra de carbono, asimismo, esta fibra es sometida a un tratamiento superficial y lavado con agua caliente para lograr el producto final [47].

Características y propiedades de la fibra de carbono: Los atributos de la fibra de carbono de acuerdo a [8], se aprecian en la tabla VI.

Tabla VI
Atributos de la fibra de carbono

| Características | |
|---------------------------------|----------|
| Longitud (mm) | 6 |
| Temperatura de fusión (°C) | 1200 |
| Densidad (gr/cm ³) | 1.8 |
| Propiedades | |
| Resistencia a ácidos/álcalis | Inactivo |
| Resistencia a la tracción (MPa) | 4137 |

Nota. Adaptado de Alfalah et al., [8].

II. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1. Tipo y diseño de Investigación

El enfoque cuantitativo en la investigación se refiere a una metodología que se centra en la recolección y análisis de datos numéricos y estadísticos para comprender fenómenos, relaciones o efectos [48]. En el estudio implicó la medición precisa de variables como la resistencia a la tracción, la densidad, la deformación, entre otros, para cuantificar el impacto de las fibras de cerámica y carbono en las propiedades de la mezcla asfáltica.

La investigación fue de tipo aplicada, dado que estas investigaciones se caracterizan por su enfoque práctico y orientado a la solución de problemas específicos en el mundo real [49]. En el contexto del estudio se centró en la evaluación del efecto de las fibras de cerámica y carbono en las propiedades físicas y mecánicas de la mezcla asfáltica modificada con el objetivo de proporcionar información útil para mejorar la durabilidad y seguridad de las carreteras.

El diseño de la investigación fue de tipo cuasi-experimental, y se refiere al plan sistemático y controlado para llevar a cabo una investigación, con el fin de recopilar datos que permitan sacar conclusiones válidas y confiables [50]. En el caso del estudio el diseño cuasi-experimental se basó en la realización de muestras representativas, la aplicación de diferentes concentraciones de fibras y posteriormente la realización de pruebas de laboratorio, siguiendo un protocolo establecido para garantizar la reproducibilidad de los resultados. El diseño fue:

| | |
|-----------------------|---------------------------------------|
| $MA_c - - - - - 01$ | $MA_c - - - - - 01$ |
| $MA_c + 0.50Ceramica$ | $MA_c + 0ptimoCeramica + 0.50Carbono$ |
| $MA_c + 0.75Ceramica$ | $MA_c + 0ptimoCeramica + 0.75Carbono$ |
| $MA_c + 1.00Ceramica$ | $MA_c + 0ptimoCeramica + 1.00Carbono$ |
| $MA_c + 1.5Ceramica$ | $MA_c + 0ptimoCeramica + 1.5Carbono$ |

Donde:

MA_c: Mezcla asfáltica control

2.2. Variables y operacionalización

Variable Independiente: Fibra de cerámica y Fibra de carbono

Definición Conceptual: Son materiales que se agregan a la mezcla asfáltica para modificar sus propiedades físico-mecánicas. La fibra de cerámica es un material compuesto principalmente por óxidos metálicos y se caracteriza por su resistencia al calor y a la corrosión. La fibra de carbono, por otro lado, está compuesta por carbono puro y es conocida por su alta resistencia y bajo peso.

Definición Operacional: Se operacionaliza mediante la adición de diferentes concentraciones de estas fibras a la mezcla asfáltica durante el proceso de producción. Se utilizaron diferentes porcentajes de fibras, así como diversas técnicas de mezclado para asegurar una distribución homogénea en la mezcla.

Variable Dependiente: Propiedades físico-mecánicas de la mezcla asfáltica

Definición Conceptual: Se refieren a características que determinan el comportamiento de las mezclas asfálticas bajo diferentes condiciones de carga y temperatura.

Definición Operacional: Se opera mediante la realización de pruebas de laboratorio específicas para medir y cuantificar estas propiedades en muestras de mezcla asfáltica modificadas con diferentes concentraciones de fibras de cerámica y de carbono.

Tabla VII

Operacionalización de variable independiente

| Variable de estudio | Definición conceptual | Definición operacional | Dimensiones | Indicadores | Ítems | Instrumentos | Tipo de variable | Escala de medición |
|---------------------|--|--|-------------|---------------------------|--------------------|--|------------------|--------------------|
| Fibra de cerámica | Es una fibra sintética producto del soplado de caolín fundido mejorado con aluminio y sílice [41]. | Las fibras utilizadas se recortaron en longitudes de 2 cm para la fibra de cerámica y de fibra de carbono, luego se las incorporaron en la mezcla asfáltica. | Propiedades | Resistencia a la tracción | Kg/cm ² | Observación y fichas de recolección de datos | Independiente | Razón |
| | | | | Densidad | gr/cm ³ | | | |
| | | | Porcentajes | 0.50 | % | | | Intervalo |
| | | | | 0.75 | % | | | |
| | | | | 1.00 | % | | | |
| Fibra de carbono | Es denominado como un polímero con una amplia aplicación en el campo de la ingeniería [45]. | Las fibras utilizadas se recortaron en longitudes de 2 cm para la fibra de cerámica y de fibra de carbono, luego se las incorporaron en la mezcla asfáltica. | Propiedades | Resistencia a la tracción | Kg/cm ² | Observación y fichas de recolección de datos | Independiente | Razón |
| | | | | Densidad | gr/cm ³ | | | |
| | | | Porcentajes | 0.50 | % | | | Intervalo |
| | | | | 0.75 | % | | | |
| | | | | 1.00 | % | | | |
| | | | | 1.50 | % | | | |

Tabla VIII

Operacionalización de variable dependiente

| Variable de estudio | Definición conceptual | Definición operacional | Dimensiones | Indicadores | Ítems | Instrumentos | Tipo de variable | Escala de medición |
|---|--|---|------------------------------------|-------------------------|-------|--|------------------|--------------------|
| Propiedades físico-mecánicas de la mezcla asfáltica | Las propiedades que posean las mezclas asfálticas están relacionadas con las características de los agregados como su granulometría, superficie de forma y textura [51]. | Se realizó la mezcla asfáltica patrón y las modificadas con fibra de cerámica y carbono, posteriormente se dejó curar, terminado el periodo de curación se extrajeron las briquetas asfálticas para pasarlas por baño maría para luego ensayarlas mediante la metodología Marshall. | Propiedades de los agregados | Granulometría | % | Observación y fichas de recolección de datos | Dependiente | De razón |
| | | | | Abrasión de los ángeles | % | | | |
| | | | | Equivalente de arena | % | | | |
| | | | | Angularidad | % | | | |
| | | | | Índice de durabilidad | Min | | | |
| | | | | Adherencia | % | | | |
| | | | | Índice de plasticidad | % | | | |
| | | | Durabilidad al sulfato de magnesio | % | | | | |
| | | | Sales solubles | % | | | | |
| | | | Absorción | % | | | | |
| | | | Peso específico | gr/cm ³ | | | | |
| | | | Partículas chatas y alargadas | % | | | | |
| | | | Caras fracturadas | --- | | | | |
| | | | Estabilidad | Kg | | | | |
| Propiedades mecánicas | Flujo | Mm | | | | | | |
| Propiedades físicas | Índice de rigidez | kg/cm | | | | | | |
| | Vacíos de aire | % | | | | | | |
| | V. LL. C. A, V. M. A | % | | | | | | |
| Peso unitario | gr/cm ³ | | | | | | | |

2.3. Población de estudio, muestra, muestreo y criterios de selección

Población

Se establece como un grupo accesible limitado y preciso de individuos sobre el cual se recopilará datos de una muestra, la población también es definido como el universo [52]. La investigación presento como población de análisis todas las briquetas asfálticas elaboradas en laboratorio con un diseño convencional y con la integración de fibra de cerámica y fibra de carbono.

Muestra

La muestra sirve para analizar la población dado que siempre es menor que la población en estudio [53]. En la investigación la muestra estuvo constituida por 204 briquetas en total, elaborando 12 briquetas asfálticas por cada dosificación de fibra de cerámica y fibra de carbono en 0.50%, 0.75%, 1.00% y 1.50% conforme al peso de la mezcla de asfalto, las muestras se diseñarán para un tipo de tráfico pesado.

Tabla IX

Distribución de muestras de estudio

| Mezcla asfáltica | Contenido de cemento asfáltico | | | | Sub-Total |
|---------------------------------|--------------------------------|-------|-------|-------|-----------|
| | 4.50% | 5.00% | 5.50% | 6.00% | |
| Patrón | 3 | 3 | 3 | 3 | 12 |
| 0.50% Fibra de cerámica (F. CE) | 3 | 3 | 3 | 3 | 12 |
| 0.75% Fibra de cerámica (F. CE) | 3 | 3 | 3 | 3 | 12 |
| 1.00% Fibra de cerámica (F. CE) | 3 | 3 | 3 | 3 | 12 |
| 1.50% Fibra de cerámica (F. CE) | 3 | 3 | 3 | 3 | 12 |
| 0.50% Fibra de carbono (F. CA) | 3 | 3 | 3 | 3 | 12 |
| 0.75% Fibra de carbono (F. CA) | 3 | 3 | 3 | 3 | 12 |
| 1.00% Fibra de carbono (F. CA) | 3 | 3 | 3 | 3 | 12 |
| 1.50% Fibra de carbono (F. CA) | 3 | 3 | 3 | 3 | 12 |

| | | | | | |
|--------------------------------|---|---|---|---|-----|
| Optimo (F. CE) + 0.50% (F. CA) | 3 | 3 | 3 | 3 | 12 |
| Optimo (F. CE) + 0.75% (F. CA) | 3 | 3 | 3 | 3 | 12 |
| Optimo (F. CE) + 1.00% (F. CA) | 3 | 3 | 3 | 3 | 12 |
| Optimo (F. CE) + 1.50% (F. CA) | 3 | 3 | 3 | 3 | 12 |
| Optimo (F. CA) + 0.50% (F. CE) | 3 | 3 | 3 | 3 | 12 |
| Optimo (F. CA) + 0.75% (F. CE) | 3 | 3 | 3 | 3 | 12 |
| Optimo (F. CA) + 1.00% (F. CE) | 3 | 3 | 3 | 3 | 12 |
| Optimo (F. CA) + 1.50% (F. CE) | 3 | 3 | 3 | 3 | 12 |
| Total | | | | | 204 |

Muestreo

Un muestreo no-probabilístico implica la selección de unidades analizadas acorde al criterio del investigador, por lo que no se empleará algún método de muestreo estadístico [54]. En la investigación se aplicó un muestreo de tipo no-probabilístico debido a que los investigadores utilizaran las normas para obtener la proporción de muestra a analizar.

2.4. Técnicas e Instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad

Técnicas de recolección de datos

Observación dirigida: También denominada sistemática o regulada, emplea instrumentos elaborados con anterioridad de acuerdo a pautas con reactivos relacionados al acontecimiento a estudiar [55]. En la investigación se utilizó una observación dirigida puesto que se realizó un análisis presencial del fenómeno acontecido en laboratorio cuando se sometido a prueba las briquetas asfálticas para la cual se anotó cada dato en instrumentos de recolección de datos.

Instrumentos de recolección de datos

En esta investigación se empleó fichas de recolección de datos que se elaboraron de acuerdo a las variables de la investigación y en base a los valores requeridos por las normas técnicas peruanas (NTP), ASTM y ASHTO, además, estos instrumentos fueron evaluados por 3 especialistas sobre la materia para su respectiva aprobación.

2.5. Procedimiento de análisis de datos

En este apartado se hizo una descripción del procedimiento seguido en la investigación el cual se puede observar en la fig. 6, para ello, se tuvo en cuenta las normativas vigentes que servirán para poder dar respuesta a la problemática presentada en este estudio.

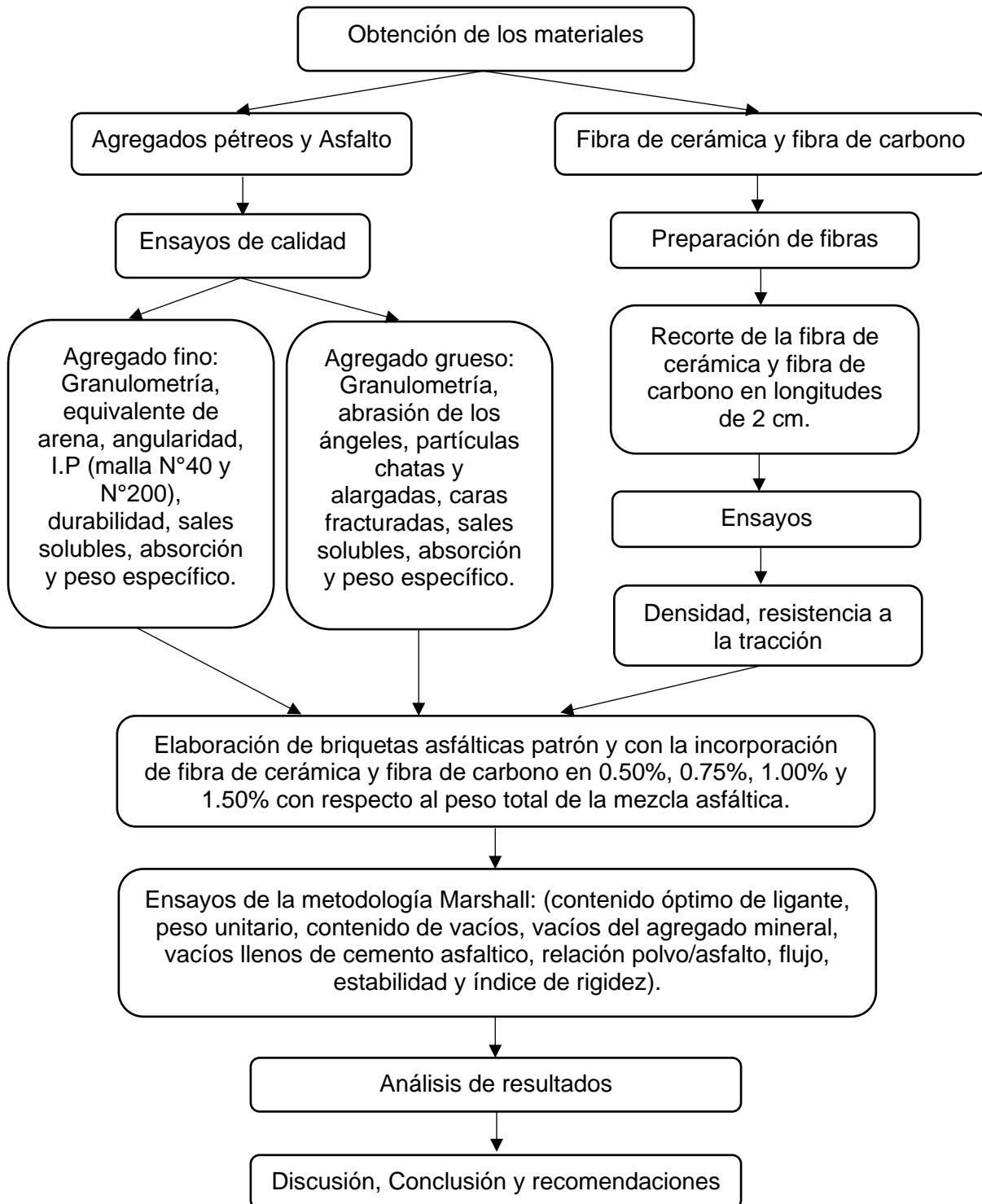


Fig 6. Diagrama de flujo

Descripción de procesos

Obtención de los materiales

Los agregados pétreos, así como también el ligante asfáltico fueron conseguidos de la planta que proporciona asfalto en caliente del Gobierno Regional de Lambayeque la cual está localizada en el kilómetro 5 de la antigua vía a Batan grande, mientras que la fibra de cerámica se obtuvo de Aísla Perú y la fibra de carbono.

Preparación y ensayo de las fibras

Conseguidas las fibras, pasaron por un proceso de recorte en una longitud de 2 cm para la fibra de cerámica y de 2 cm para la fibra de carbono. Los ensayos que a los que se sometieron las fibras son densidad NTP 334.005 y resistencia a la tracción NTP 339.517, cabe aclarar que las normas utilizadas no son específicamente para este tipo de material, pero comparten el mismo fundamento teórico.

Ensayos de calidad de agregado pétreos

Los agregados fueron sometidos a pruebas que determinan sus atributos acordes a las exigencias del MTC Manual de Carreteras 2013, denotando estas exigencias para el agregado grueso y fino en las tablas 423-01 y 423-02 correspondientemente.

Ensayos de la metodología Marshall

Posteriormente a que las briquetas asfálticas se encuentren en estado endurecido, se retiraran de los moles y se dejará acondicionarse a la temperatura ambiente, luego, se le aplicará un baño maría a 60°C en un periodo de 30 a 40 min, según lo establece el MTC en el Manual de carreteras. Después del baño maría, las muestras se ensayaron en el dispositivo Marshall para determinar el flujo y estabilidad, dicho ensayo tuvo un tiempo menor a 30 seg y con una velocidad continua de 50 mm/min.

2.6. Criterios Éticos

El Código Ético/DIRECTORIO N° 053-2023 [56], establece pautas específicas para la conducta en la investigación científica. Ahora bien, según el Artículo 7, es fundamental citar adecuadamente las fuentes utilizadas en el estudio; seguidamente, el Artículo 8 enfatiza la importancia de la honestidad intelectual en todos los aspectos de la investigación, y finalmente, el Artículo 13 destaca el autoplagio, que se define el rechazo hacia la presentación parcial o total de un trabajo previamente publicado como si fuera original.

III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Resultados

Resultado 1: Determinar las propiedades de la fibra de cerámica y de carbono

Tabla X

Propiedades de las fibras de estudio

| Fibra | Diam. (μm) | Long. (mm) | Dens. (gr/cm^3) | Esp. (mm) | Res. a la tracción (MPa) | Tensión a la falla (%) | Mód. de Elasticidad (MPa) |
|----------|----------------------------|---------------|--------------------------------------|--------------|--------------------------------|------------------------------|---------------------------------|
| Cerámica | 3.5 | 20 | 2.726 | 5 | 0.14 | 0.97 | 5.05 |
| Carbono | 6 | 20 | 1.809 | 0.337 | 42.98 | 1.23 | 1167.94 |

En la tabla X, se presentó la síntesis de las propiedades de las fibras de estudio, destacando la densidad y la resistencia a la tracción de estos materiales dado que estuvieron asociados con los hallazgos en los atributos físicos y mecánicos de las mezclas de asfalto que se realizaron en laboratorio.

Resultado 2: Propiedades físico-mecánicas de la mezcla asfáltica patrón

Posteriormente a la realización de la combinación teórica granulométrica para la mezcla asfáltica patrón, se pudo saber que para la realización de las briquetas que tenían un peso de 1200 gr, se necesita la cantidad de agregado, filler y cemento asfáltico mostrado en la tabla XI.

Tabla XI

Cantidad de agregado, filler y cemento asfáltico para la mezcla patrón

| Componente | Proporción (%) | Peso (gr) |
|-----------------|----------------|-----------|
| %Peso de C.A | 5.6 | 67.2 |
| Piedra chancada | 46.73 | 560.736 |
| Arena | 45.78 | 549.408 |
| Filler | 1.89 | 22.656 |

Conociendo las propiedades físicas de los agregados pétreos, se puede calcular las proporciones de cada material en la mezcla asfáltica, a la cual se le realizó las pruebas del Método Marshall, teniendo en cuenta los procedimientos y parámetros del MTC.

Tabla XII

Propiedades físico - mecánicas de la mezcla asfáltica patrón

| Mezcla | C.A (%) | P.U (gr/cm ³) | Vacíos (%) | V.M.A (%) | V.LL.C.A (%) | Polvo / Asfalto | Flujo (mm) | Estabilidad (kg) | Rigidez (kg/cm) |
|------------------|---------|---------------------------|------------|-----------|--------------|-----------------|------------|------------------|-----------------|
| Patrón | 5.60 | 2.355 | 4.39 | 16.54 | 72.99 | 1.20 | 13.9 | 1583 | 2870 |
| Especificaciones | - | - | 3-5 | 14 Min. | - | 0.6-1.3 | 8-14 | 831.07 Min. | 1700-4000 |

En la tabla XII, se muestra las propiedades físico – mecánicas de la mezcla asfáltica patrón para un tráfico pesado, las cuales se encuentran dentro de los parámetros establecidos en el MTC.

Resultado 3: Propiedades físico-mecánicas de la mezcla asfáltica modificada con fibra de cerámica.

Para la obtención de las proporciones de la mezcla asfáltica patrón se realizó previamente el análisis granulométrico, luego de ello, se procedió con la combinación teórica de todos los agregados para la formación de la mezcla como piedra, arena y filler, teniendo que cumplir con cualquier de las gradaciones para mezcla asfáltica mencionadas en el MTC como MAC-1, MAC-2 o MAC-3. En este caso la combinación teórica resultante cumplía con una gradación MAC-2.

Luego de realizar la combinación teórica granulométrica de la mezcla asfáltica con fibra de cerámica, se determinó que, para realizar las briquetas de 1200 gr, se requiere la cantidad de agregado, filler, cemento asfáltico y fibra de cerámica indicada en la tabla XIII.

Tabla XIII

Cantidad de agregado, filler y cemento asfáltico para la mezcla con fibra de cerámica

| Componente | Proporción (%) | Peso (gr) |
|-------------------------|----------------|-----------|
| %Peso de C.A | 5.60 | 67.20 |
| Piedra chancada | 46.49 | 557.93 |
| Arena | 45.56 | 546.66 |
| Filler | 1.88 | 22.54 |
| 0.50% Fibra de cerámica | 0.47 | 5.66 |
| %Peso de C.A | 5.42 | 65.04 |
| Piedra chancada | 46.47 | 557.59 |
| Arena | 45.53 | 546.33 |
| Filler | 1.88 | 22.53 |
| 0.75% Fibra de cerámica | 0.71 | 8.51 |
| %Peso de C.A | 5.64 | 67.68 |
| Piedra chancada | 46.24 | 554.89 |
| Arena | 45.31 | 543.68 |
| Filler | 1.87 | 22.42 |
| 1.00% Fibra de cerámica | 0.94 | 11.32 |
| %Peso de C.A | 5.5 | 66.00 |
| Piedra chancada | 46.08 | 552.91 |
| Arena | 45.15 | 541.74 |
| Filler | 1.86 | 22.34 |
| 1.50% Fibra de cerámica | 1.42 | 17.01 |

Los atributos físico-mecánicas de la mezcla de asfalto se consiguieron de las pruebas realizadas del método Marshall, siguiendo sus procedimiento y parámetros establecido en el MTC.

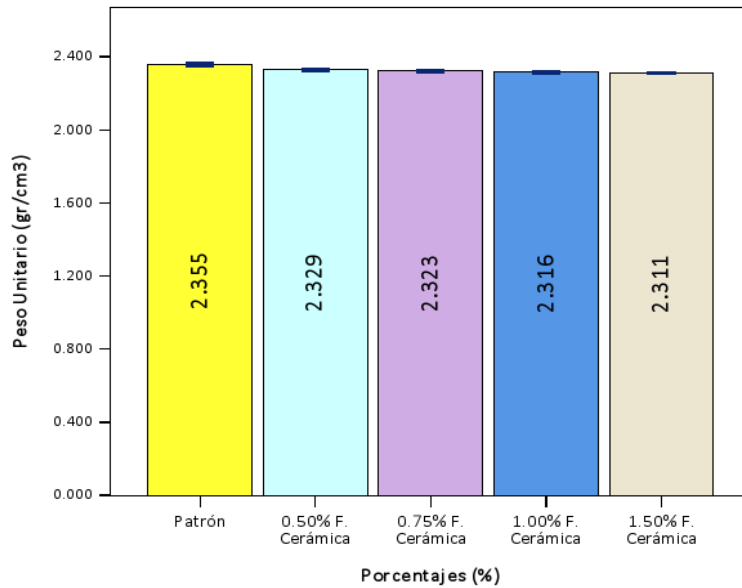


Fig 7. Peso unitario en la mezcla de asfalto con fibra de cerámica

En la fig 7, se observó que a razón que la cantidad de fibra de cerámica aumentaba, el peso unitario de la mezcla disminuía gradualmente, esto se debe a la diferente entre el peso específico que la fibra de cerámica y el de los agregados minerales de la mezcla de asfalto.

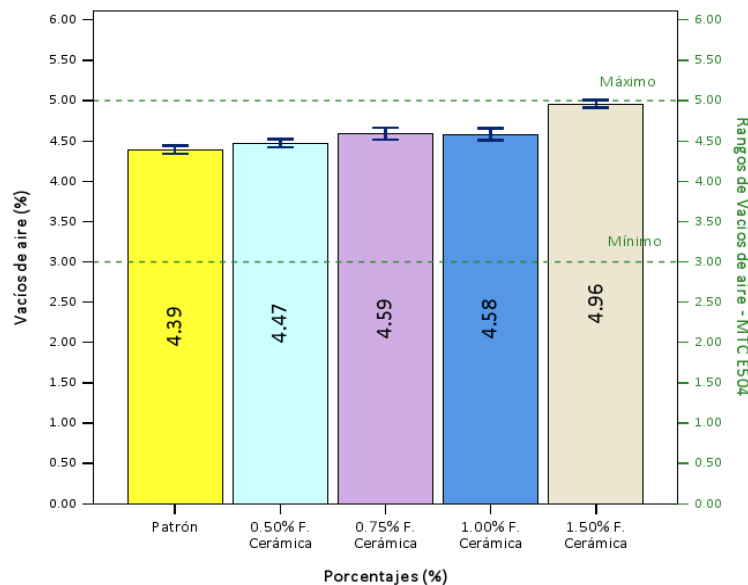


Fig 8. Vacíos de aire en la mezcla de asfalto con fibra de cerámica

En la fig 8, denota que los vacíos de aire estuvieron dentro del rango establecido por la MTC E504 que es de 3% - 5%, asimismo, esta propiedad se encuentra relacionada con la estabilidad del pavimento puesto que un porcentaje bajo de vacíos originaría una mezcla inestable debido a un flujo plástico.

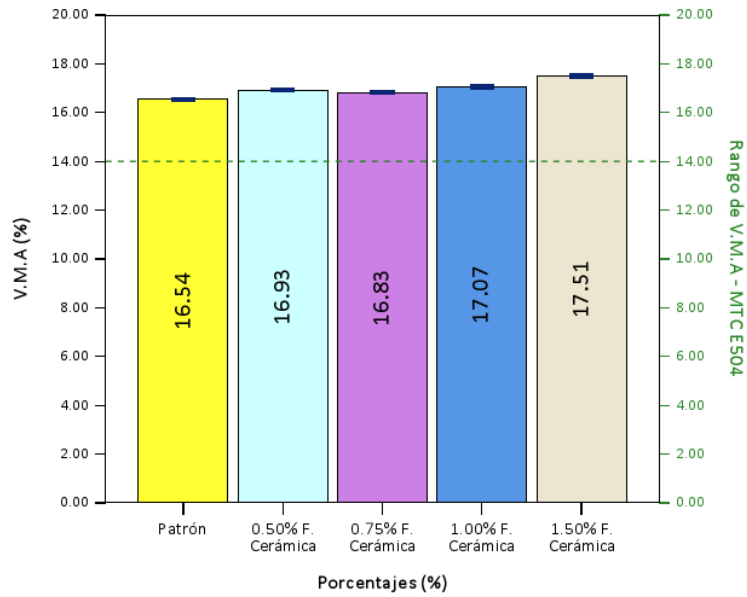


Fig 9. Vacíos en el agregado mineral en la mezcla de asfalto con fibra de cerámica

En la fig 9, se muestra que conforme aumenta la dosis de fibra de cerámica en la mezcla de asfalto origina que exista una más alta cantidad de vacíos de aire en los gránulos de los agregados, teniendo relación con el aumento de la proporción de vacíos de aire en la fig. 8.

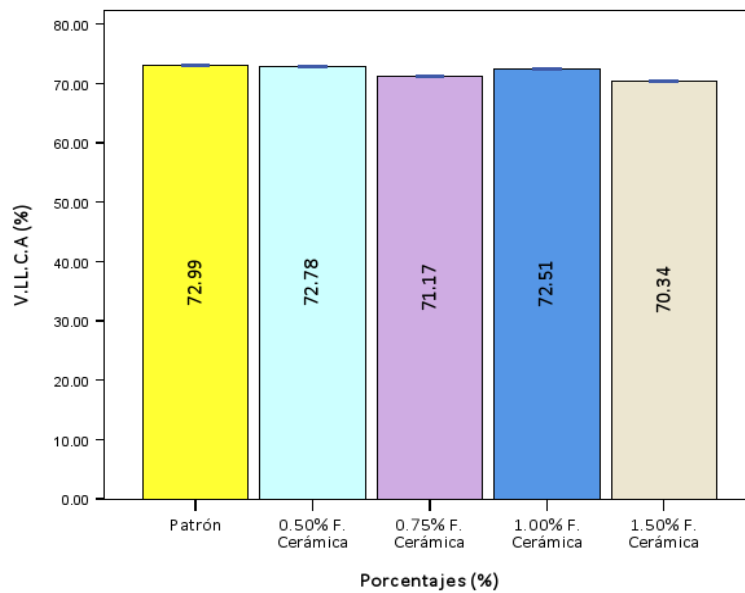


Fig 10. Vacíos llenos de asfalto en la mezcla de asfalto con fibra de cerámica

En la fig 10, se expone que los vacíos llenos de asfalto disminuyen en tanto se incorpore una dosis mayor de fibra de cerámica, esto indica que una menor cantidad de vacíos en el agregado mineral está siendo llenado por asfalto y más por aire.

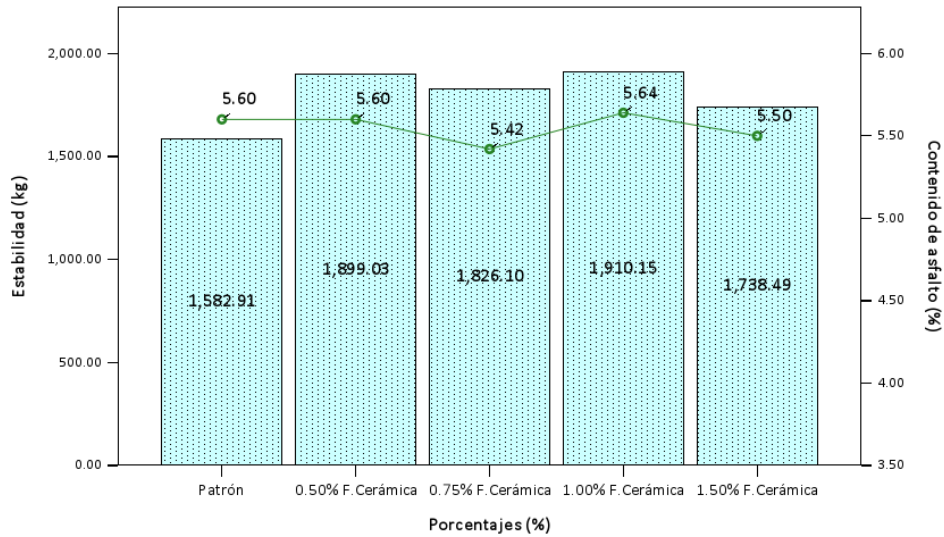


Fig 11. Estabilidad y contenido de asfalto óptimo en la mezcla de asfalto con fibra de cerámica.

En la fig 11, denota que el óptimo contenido de asfalto estuvo entre 5.42% y 5.64%, no presentando una gran variación con un mayor contenido de fibra de cerámica en la mezcla, asimismo, es así que con el mayor contenido de asfalto que fue de 5.64% se alcanzó la mayor estabilidad que fue de 1910.15 kg con una incorporación de fibra de cerámica del 1.00%.

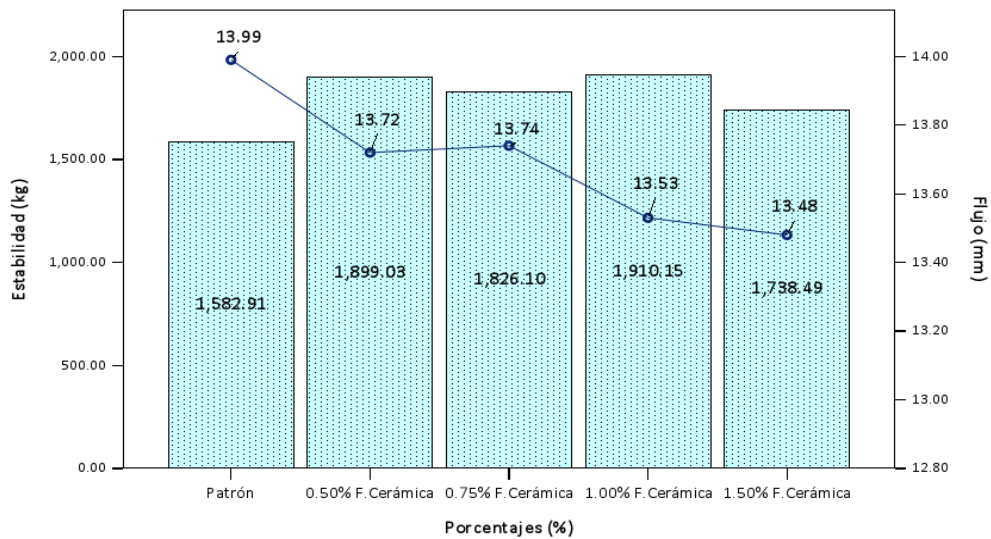


Fig 12. Estabilidad y flujo en la mezcla de asfalto con fibra de cerámica

En la fig 12, se contempla que en la totalidad de las mezclas de asfalto dieron cumplimiento con las exigencias establecidos en la norma MTC, siendo un mínimo de 8.151 Kn (831.07 kg) para la estabilidad y el flujo entre un rango de 8 – 14 mm para tráfico pesado.

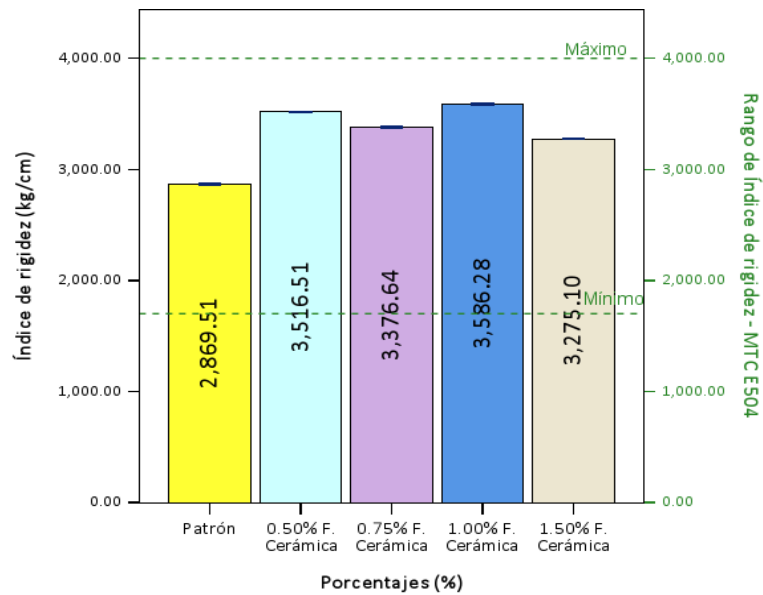


Fig 13. Índice de rigidez en la mezcla de asfalto con fibra de cerámica

En la fig 13, se indicó que la mezcla de asfalto que integran fibra de cerámica produce que el índice de rigidez aumente, esto se relaciona con el crecimiento de la estabilidad y el decrecimiento del flujo, encontrándose en las exigencias señaladas por la normativa del MTC que son de 1700 – 4000 kg/cm.

Luego de haber analizado cada una de las propiedades de la mezcla asfáltica con fibra de cerámica se presenta el siguiente cuadro con la finalidad de conocer el incremento o disminución de cada una de ellas con respecto a la mezcla asfáltica patrón.

Tabla XIV

Variación de las propiedades de la mezcla asfáltica con fibra de cerámica

| Muestra | Patrón | 0.50% F. Cer. | Δ (%) | 0.75% F. Cer. | Δ (%) | 1.00% F. Cer. | Δ (%) | 1.50% F. Cer. | Δ (%) |
|-----------------|--------|---------------|-------|---------------|-------|---------------|-------|---------------|-------|
| % C. A. | 5.6 | 5.6 | 0.0 | 5.4 | -3.2 | 5.6 | 0.7 | 5.5 | -1.8 |
| P. Unitario | 2.4 | 2.3 | -1.1 | 2.3 | -1.4 | 2.3 | -1.7 | 2.3 | -1.9 |
| Vacios | 4.4 | 4.5 | 1.8 | 4.6 | 4.6 | 4.6 | 4.3 | 5.0 | 13.0 |
| V.M.A. | 16.5 | 16.9 | 2.4 | 16.8 | 1.8 | 17.1 | 3.3 | 17.5 | 5.9 |
| V. LL.C.A. | 73.0 | 72.8 | -0.3 | 71.2 | -2.5 | 72.5 | -0.6 | 70.3 | -3.6 |
| Polvo / asfalto | 1.2 | 1.2 | 3.2 | 1.2 | 1.5 | 1.3 | 4.9 | 1.2 | 3.1 |
| Flujo | 14.0 | 13.7 | -1.9 | 13.7 | -1.8 | 13.5 | -3.3 | 13.5 | -3.6 |
| Estabilidad | 1582.9 | 1899.0 | 20.0 | 1826.1 | 15.4 | 1910.1 | 20.7 | 1738.5 | 9.8 |
| Rigidez | 2869.5 | 3516.5 | 22.5 | 3376.6 | 17.7 | 3586.3 | 25.0 | 3275.1 | 14.1 |

Resultado 4: Propiedades físico-mecánicas de la mezcla asfáltica modificada con fibra de carbono.

Luego de realizar la combinación teórica granulométrica de la mezcla asfáltica con fibra de cerámica, se determinó que, para realizar las briquetas de 1200 gr, se requiere la cantidad de agregado, filler, cemento asfáltico y fibra de carbono indicada en la tabla XV.

Tabla XV

Cantidad de agregado, filler y cemento asfáltico para la mezcla con fibra de cerámica

| Componente | Proporción (%) | Peso (gr) |
|------------------------|----------------|-----------|
| %Peso de C.A | 5.75 | 69.00 |
| Piedra chancada | 46.42 | 557.05 |
| Arena | 45.48 | 545.79 |
| Filler | 1.88 | 22.51 |
| 0.50% Fibra de carbono | 0.47 | 5.66 |
| %Peso de C.A | 5.65 | 67.80 |
| Piedra chancada | 46.35 | 556.24 |
| Arena | 45.42 | 545.00 |
| Filler | 1.87 | 22.47 |
| 0.75% Fibra de carbono | 0.71 | 8.49 |
| %Peso de C.A | 5.43 | 65.16 |
| Piedra chancada | 46.34 | 556.13 |
| Arena | 45.41 | 544.89 |
| Filler | 1.87 | 22.47 |
| 1.00% Fibra de carbono | 0.95 | 11.35 |
| %Peso de C.A | 5.57 | 66.84 |
| Piedra chancada | 46.04 | 552.50 |
| Arena | 45.11 | 541.34 |
| Filler | 1.86 | 22.32 |
| 1.50% Fibra de carbono | 1.42 | 17.00 |

Los atributos físico-mecánicos de la mezcla de asfalto se determinó de la información conseguida en las pruebas del método Marshall, siguiendo sus procedimiento y parámetros establecido en el MTC.

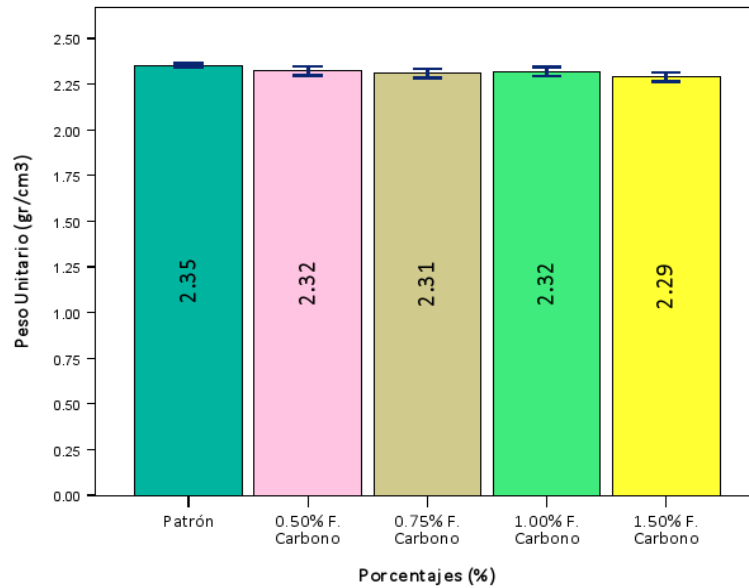


Fig 14. Peso unitario en la mezcla de asfalto con fibra de carbono

En la fig 14, se estableció que con una más alta integración de fibra de carbono el peso unitario de la mezcla de asfalto disminuyó gradualmente, esto se debe a la diferente entre el peso específico que la fibra de carbono y el de los agregados de la mezcla de asfalto.

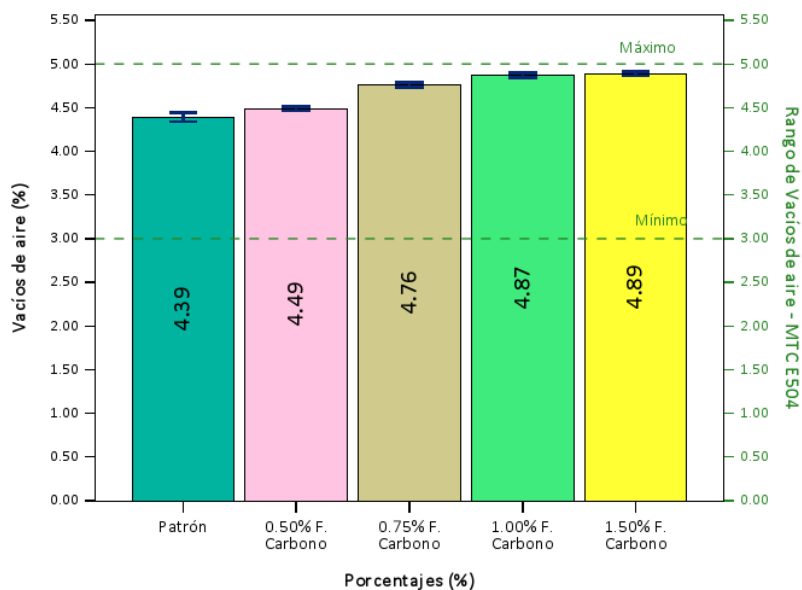


Fig 15. Vacíos de aire de la mezcla asfáltica con fibra de carbono

En la fig 15, se expuso que los vacíos de aire estuvieron dentro del rango establecido por la MTC E504 que es de 3% - 5%, asimismo, esta propiedad se encuentra relacionada con la estabilidad del pavimento puesto que un porcentaje bajo de vacíos originaria una mezcla inestable debido a un flujo plástico.

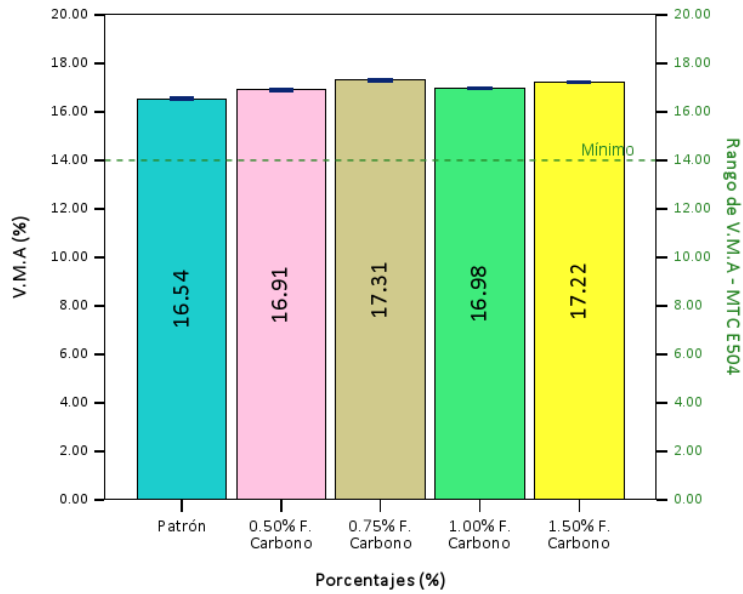


Fig 16. Vacíos en el agregado mineral de la mezcla asfáltica con fibra de carbono

En la fig 16, se muestra que una más alta dosis de fibra de carbono en la mezcla asfáltica produce que los vacíos de aire existentes en los gránulos de agregados aumenten, teniendo relación con el incremento de la proporción de vacíos de aire.

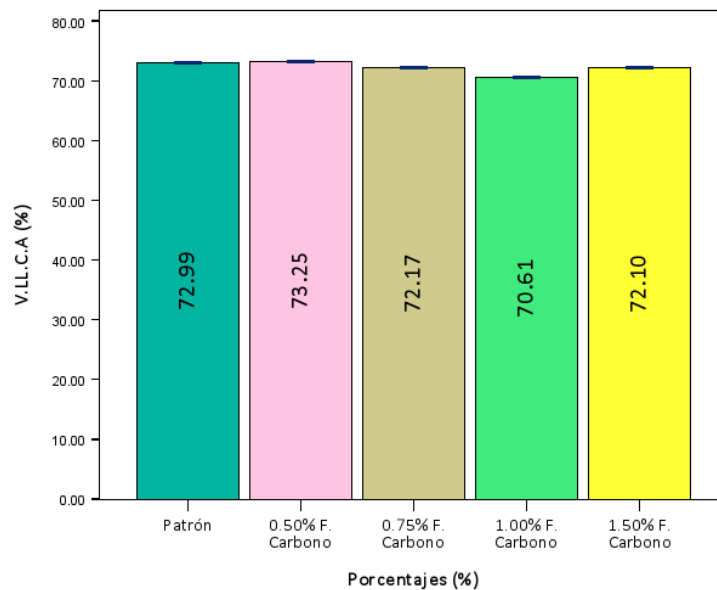


Fig 17. Vacíos llenos de asfalto en la mezcla de asfalto con fibra de carbono

En la fig 17, se exhibió que los vacíos llenos de asfalto disminuyen con una más alta integración de fibra de carbono, esto indica que una menor cantidad de vacíos del agregado mineral está siendo llenado por asfalto y más por aire.

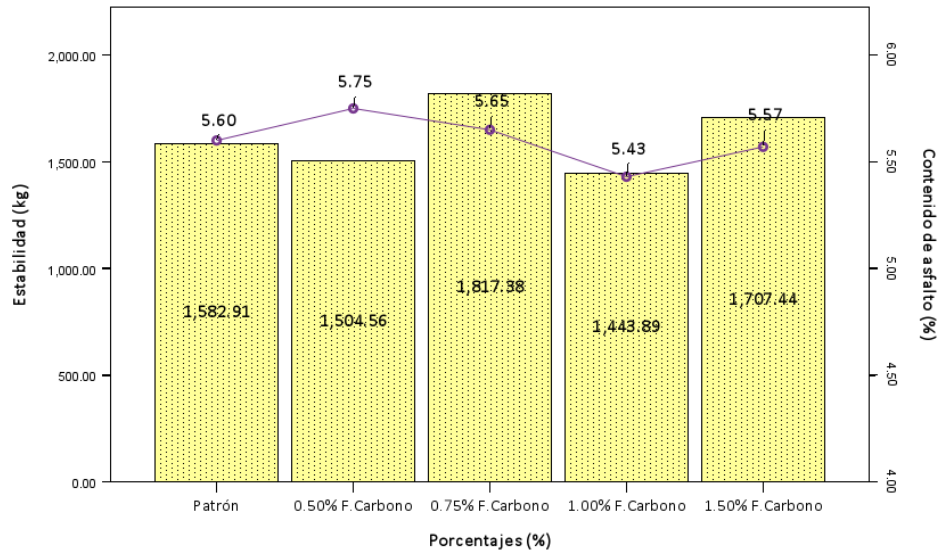


Fig 18. Estabilidad y contenido de asfalto óptimo en la mezcla de asfalto con fibra de carbono

En la fig. 18, se observó que el óptimo contenido de asfalto exhibe un comportamiento variable no generando una tendencia a la alza o baja constante, estando entre un rango de 5.43% y 5.75%, asimismo, se conoció que las mezclas asfálticas que mejor desempeño mostraron fueron las que contenían 0.75% y 1.50% de fibra de carbono, y siendo la que contenía 0.75% de fibra la que mayor estabilidad y contenido de asfalto obtuvo con 1817.38 kg y 5.65% respectivamente.

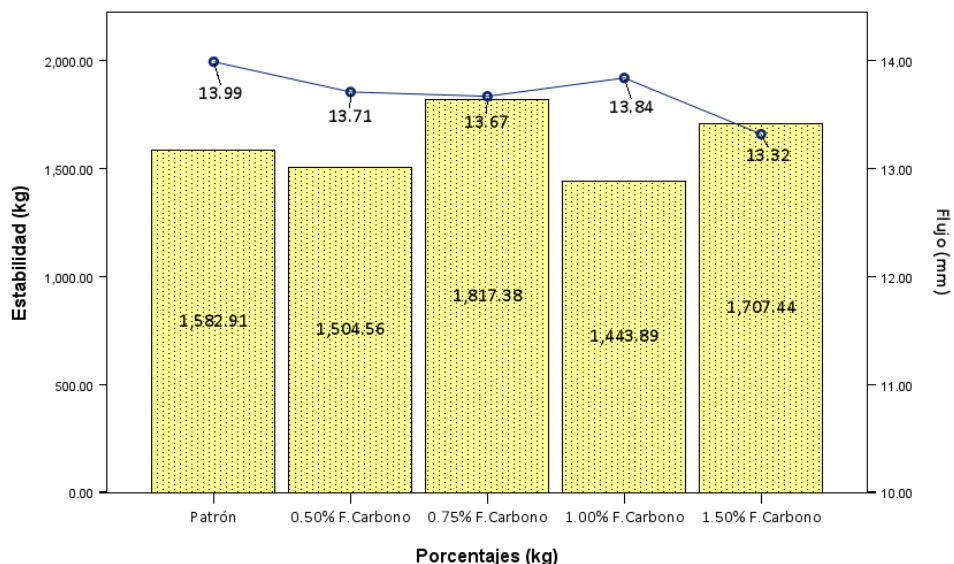


Fig 19. Estabilidad y flujo en la mezcla de asfalto con fibra de carbono

En la fig 19, se exhibió que con una mayor incorporación de fibra de carbono el flujo disminuyó progresivamente, asimismo, la mezcla asfáltica que mejor relación estabilidad y flujo presento

fue la que contenía un 0.75% de fibra de carbono, obteniendo un flujo de 13.67 mm y una estabilidad de 1817.38 kg.

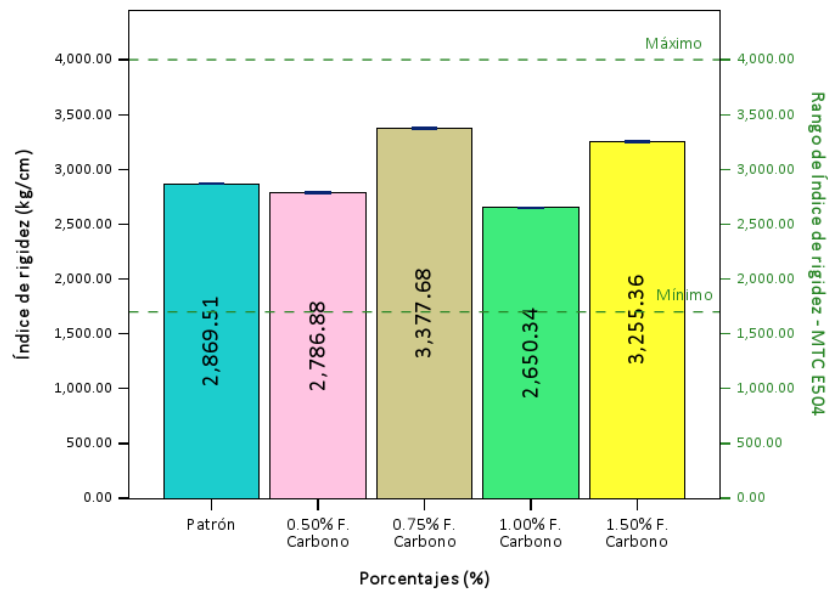


Fig 20. Índice de rigidez en la mezcla de asfalto con fibra de carbono

En la fig 20, se contempla que el índice de rigidez se encontró en cumplimiento de las exigencias indicadas por las normativas MTC que son de 1700 – 4000 kg/cm.

Luego de haber analizado cada una de las propiedades de la mezcla asfáltica con fibra de carbono se presenta el siguiente cuadro con la finalidad de conocer el incremento o disminución de cada una de ellas con respecto a la mezcla asfáltica patrón.

Tabla XVI

Variación de las propiedades de la mezcla asfáltica con fibra de carbono

| Muestra | Patrón | 0.50% F. Car. | Δ (%) | 0.75% F. Car. | Δ (%) | 1.00% F. Car. | Δ (%) | 1.50% F. Car. | Δ (%) |
|-----------------|--------|---------------|-------|---------------|-------|---------------|-------|---------------|-------|
| % C. A. | 5.6 | 5.8 | 2.7 | 5.7 | 0.9 | 5.4 | -3.0 | 5.6 | -0.5 |
| P. Unitario | 2.4 | 2.3 | -1.3 | 2.3 | -2.0 | 2.3 | -1.7 | 2.3 | -2.9 |
| Vacios | 4.4 | 4.5 | 2.2 | 4.8 | 8.4 | 4.9 | 11.0 | 4.9 | 11.3 |
| V.M.A. | 16.5 | 16.9 | 2.3 | 17.3 | 4.7 | 17.0 | 2.7 | 17.2 | 4.1 |
| V. LL.C.A. | 73.0 | 73.2 | 0.4 | 72.2 | -1.1 | 70.6 | -3.2 | 72.1 | -1.2 |
| Polvo / asfalto | 1.2 | 1.2 | 3.6 | 1.2 | 3.4 | 1.2 | 2.0 | 1.3 | 6.2 |
| Flujo | 14.0 | 13.7 | -2.0 | 13.7 | -2.3 | 13.8 | -1.1 | 13.3 | -4.8 |
| Estabilidad | 1582.9 | 1504.6 | -5.0 | 1817.4 | 14.8 | 1443.9 | -8.8 | 1707.4 | 7.9 |
| Rigidez | 2869.5 | 2786.9 | -2.9 | 3377.7 | 17.7 | 2650.3 | -7.6 | 3255.4 | 13.4 |

Resultado 5: Propiedades físico-mecánicas de la combinación óptima de la fibra de cerámica y de carbono.

Después de realizar la combinación teórica granulométrica de la mezcla asfáltica con fibra de cerámica y carbono, se determinó que, para realizar las briquetas de 1200 gr, se requiere la cantidad de agregado, filler, cemento asfáltico y fibra de carbono indicada en la tabla XVII.

Tabla XVII

Cantidad de agregado, filler y cemento asfáltico para la mezcla con fibra de cerámica y carbono

| Componente | Proporción (%) | Peso (gr) |
|-------------------|----------------|-----------|
| %Peso de C.A | 5.40 | 64.80 |
| Piedra chancada | 46.24 | 554.90 |
| Arena | 45.31 | 543.69 |
| Filler | 1.87 | 22.42 |
| 0.50% F. Cerámica | 0.47 | 5.68 |
| 0.75% F. Carbono | 0.71 | 8.51 |
| %Peso de C.A | 5.35 | 64.20 |
| Piedra chancada | 45.80 | 549.57 |
| Arena | 44.87 | 538.47 |
| Filler | 1.85 | 22.20 |
| 1.50% F. Cerámica | 1.42 | 17.04 |
| 0.75% F. Carbono | 0.71 | 8.52 |
| %Peso de C.A | 5.50 | 66.00 |
| Piedra chancada | 45.61 | 547.30 |
| Arena | 44.69 | 536.24 |
| Filler | 1.84 | 22.11 |
| 1.00% F. Carbono | 0.95 | 11.34 |
| 1.50% F. Cerámica | 1.42 | 17.01 |
| %Peso de C.A | 5.62 | 67.44 |
| Piedra chancada | 45.78 | 549.40 |
| Arena | 44.86 | 538.31 |
| Filler | 1.85 | 22.20 |
| 1.00% F. Cerámica | 0.94 | 11.33 |
| 1.00% F. Cerámica | 0.94 | 11.33 |
| %Peso de C.A | 5.77 | 69.24 |
| Piedra chancada | 45.83 | 549.93 |
| Arena | 44.90 | 538.82 |
| Filler | 1.85 | 22.22 |
| 1.00% F. Cerámica | 0.94 | 11.31 |
| 0.75% F. Cerámica | 0.71 | 8.48 |
| %Peso de C.A | 5.70 | 68.40 |
| Piedra chancada | 45.98 | 551.74 |
| Arena | 45.05 | 540.59 |

| | | |
|-------------------|-------|--------|
| Filler | 1.86 | 22.29 |
| 1.00% F. Cerámica | 0.94 | 11.32 |
| 0.50% F. Cerámica | 0.47 | 5.66 |
| %Peso de C.A | 5.38 | 64.56 |
| Piedra chancada | 46.13 | 553.61 |
| Arena | 45.20 | 542.43 |
| Filler | 1.86 | 22.37 |
| 0.75% F. Carbono | 0.71 | 8.52 |
| 0.75% F. Cerámica | 0.71 | 8.52 |

Mediante lo expuesto en los resultados anteriores se pudo conocer que la dosificación óptima de los materiales experimente fue de 1.00% para la fibra de cerámica y de 0.75% para la fibra de carbono, es así que se procedió con la combinación del óptimo de cada grupo con cada una de las dosificaciones del grupo opuesto.

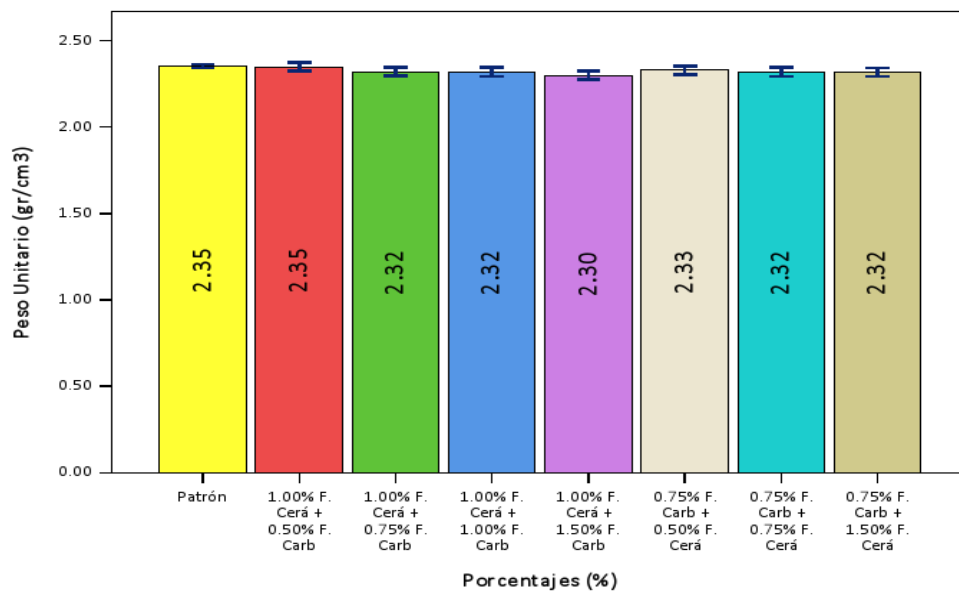


Fig 21. Peso unitario en las mezclas de asfalto con la combinación de fibra de cerámica y fibra de carbono

En la figura 21, se observó que el peso específico de las mezclas de asfalto con la combinación de fibra de cerámica y de carbono presentan un menor valor en correspondencia a la mezcla de asfalto patrón.

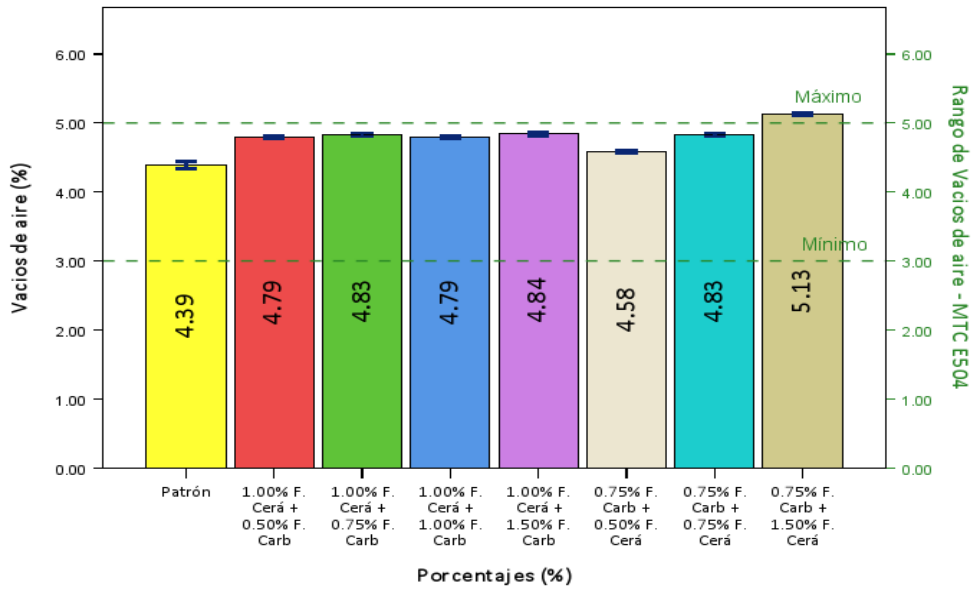


Fig 22. Vacíos de aire en las mezclas de asfalto con la combinación de fibra de cerámica y fibra de carbono

En fig 22, se contempla que el contenido de vacíos de aire cumple en la mayoría de las mezclas, encontrándose entre los rangos de 3-5% del MTC, no obstante, la mezcla con 0.75% de fibra de carbono + 1.50% de fibra de cerámica sobrepasa el rango máximo con un valor de 5.13%.

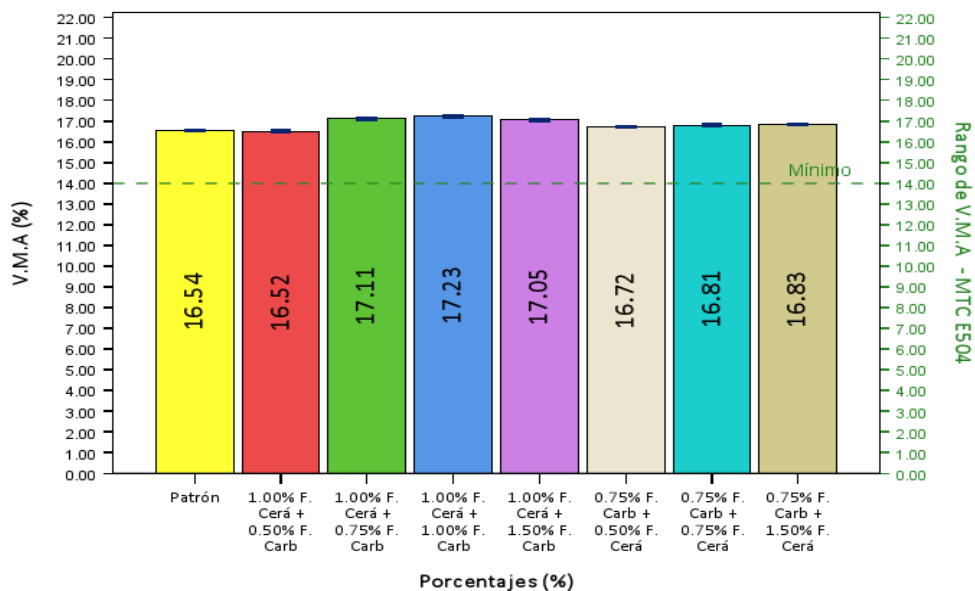


Fig 23. Vacíos en el agregado mineral en las mezclas de asfalto con la combinación de fibra de cerámica y fibra de carbono

En la fig 23, se expone una conducta variante aumentando el contenido de vacíos en el agregado mineral conforme se incorpora una más alta dosis de cantidad de fibra.

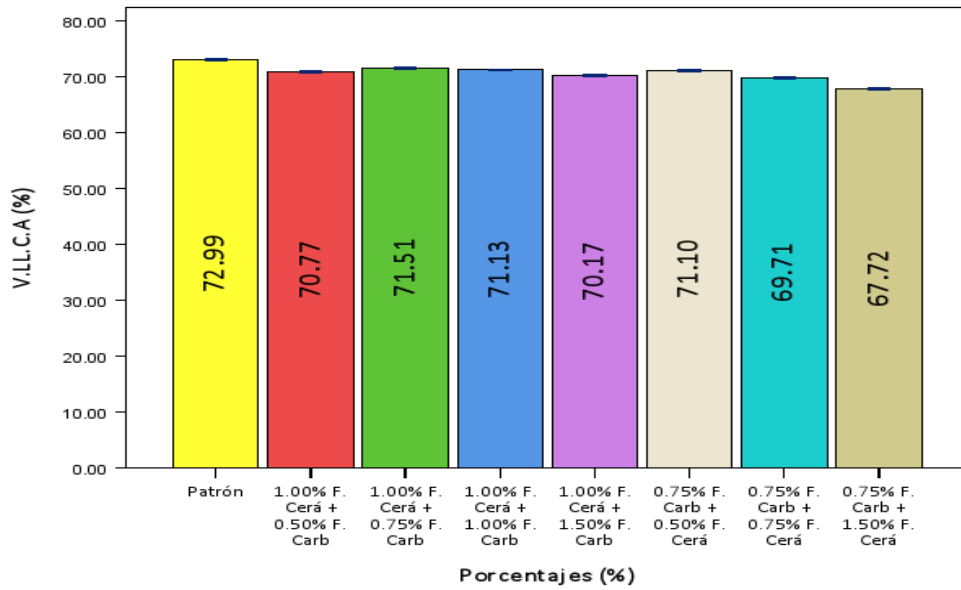


Fig 24. Vacíos llenos de asfalto en las mezclas de asfalto con la combinación de fibra de cerámica y fibra de carbono

En la fig 24, con una mayor dosificación de fibras se presentó una disminución de los vacíos llenos de asfalto.

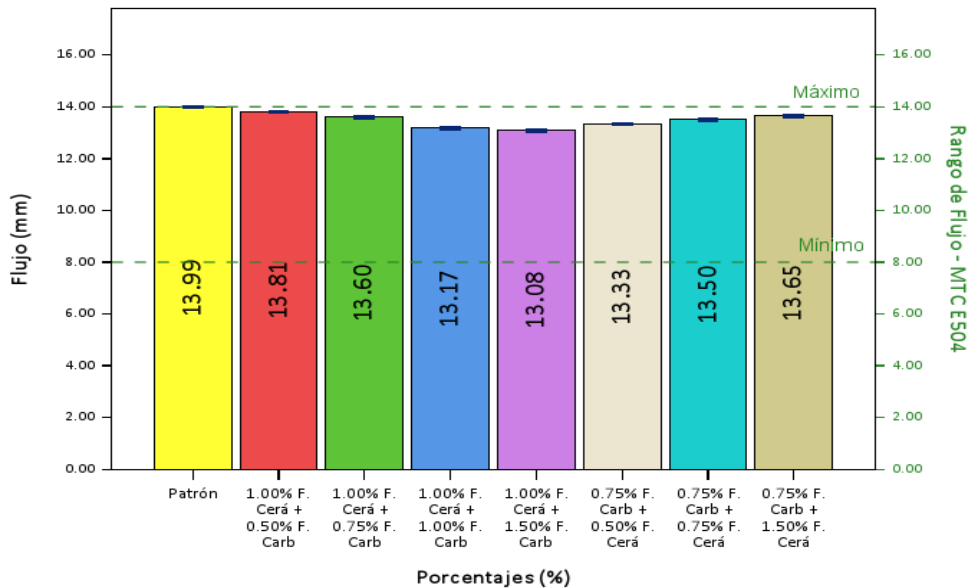


Fig 25. Flujo en las mezclas de asfalto con la combinación de fibra de cerámica y fibra de carbono

La fig 25, indica que con cualquier incorporación de fibra origina que la mezcla asfáltica endurecida presente una menor deformación en comparación a la mezcla asfáltica patrón, asimismo, todas las mezclas estuvieron dentro de los rangos límites establecidos por la MTC que son de 8 – 14 mm.

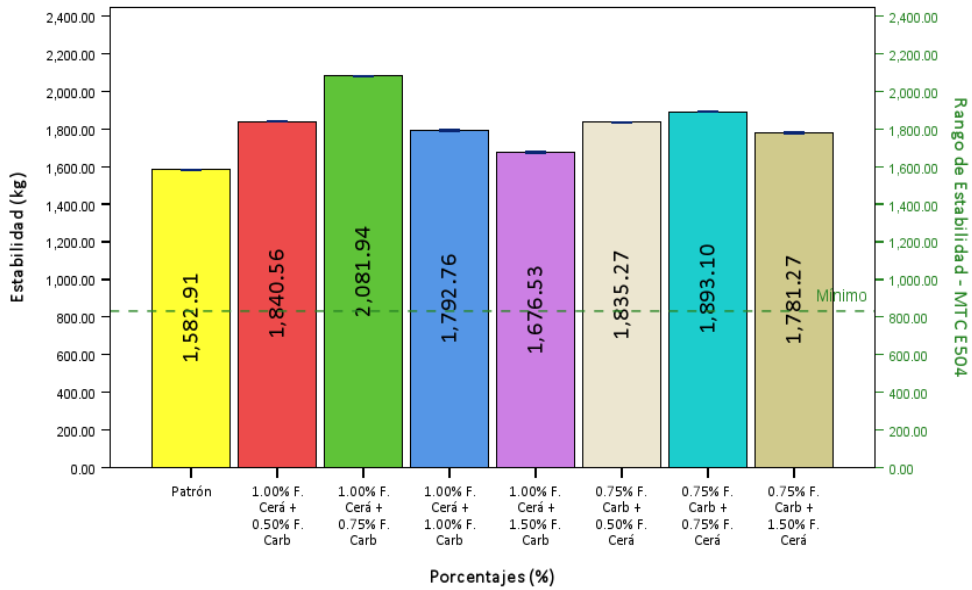


Fig 26. Estabilidad en las mezclas de asfalto con la combinación de fibra de cerámica y fibra de carbono

En fig. 26, se demostró que la mezcla asfáltica que alcanzó la mayor estabilidad fue la que contenía la combinación de 1.00% de fibra de cerámica y 0.75% de fibra de carbono obteniendo un resultado de 2081.94 kg.

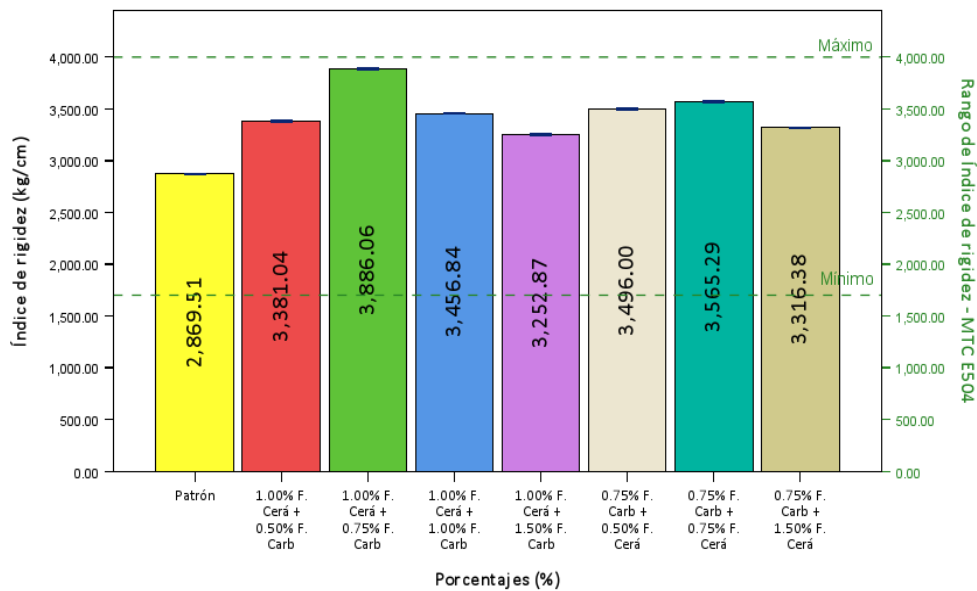


Fig 27. Índice de rigidez en las mezclas de asfalto con la combinación de fibra de cerámica y fibra de carbono

En la fig 27, a medida que crece la dosis de fibras en la mezcla presenta una conducta semejante a la estabilidad, haciendo que el índice de rigidez se acrecenté acorde a la relación

de la estabilidad con el flujo, de tal forma, se contempló que cumpla con las exigencias del MTC que son de 1700 – 4000 kg/cm.

Posterior al análisis cada una de las propiedades de la mezcla asfáltica con fibra de carbono + fibra de cerámica se presenta el siguiente cuadro con la finalidad de conocer el incremento o disminución de cada una de ellas con respecto a la mezcla asfáltica patrón.

Tabla XVIII

Variación de las propiedades de la mezcla asfáltica con fibra de carbono + fibra de cerámica

| Muestra | % C. A. | P. unitario | Vacíos | V.M.A | V. LL.C.A. | Polvo / asfalto | Flujo | Estab. | Rig. |
|----------------------------------|---------|----------------|--------|-------|------------|--------------------|-------|--------|--------|
| Patrón | 5.6 | 2.4 | 4.4 | 16.5 | 73.0 | 1.2 | 14.0 | 1582.9 | 2869.5 |
| 0.75% F. Car. + 0.50% F. Cer. | 5.4 | 2.3 | 4.6 | 16.7 | 71.1 | 1.2 | 13.3 | 1835.3 | 3496.0 |
| Δ (%) | -3.6 | -1.2 | 4.3 | 1.1 | -2.6 | 3.1 | -4.7 | 15.9 | 21.8 |
| 0.75% F. Car. + 1.50% F. Cer. | 5.4 | 2.3 | 5.1 | 16.8 | 67.7 | 1.2 | 13.7 | 1781.3 | 3316.4 |
| Δ (%) | -4.5 | -1.6 | 16.8 | 1.8 | -7.2 | 0.4 | -2.4 | 12.5 | 15.6 |
| 1.00% F.Cer. + 1.50% F. Car. | 5.5 | 2.3 | 4.8 | 17.0 | 70.2 | 1.3 | 13.1 | 1676.5 | 3252.9 |
| Δ (%) | -1.8 | -2.3 | 10.2 | 3.1 | -3.9 | 4.6 | -6.5 | 5.9 | 13.4 |
| 1.00% F.Cer. + 1.00% F. Car. | 5.6 | 2.3 | 4.8 | 17.2 | 71.1 | 1.3 | 13.2 | 1792.8 | 3456.8 |
| Δ (%) | 0.4 | -1.6 | 9.2 | 4.2 | -2.5 | 6.1 | -5.9 | 13.3 | 20.5 |
| 1.00% F.Cer + 0.75% F. Car | 5.8 | 2.3 | 4.8 | 17.1 | 71.5 | 1.3 | 13.6 | 2081.9 | 3886.1 |
| Δ (%) | 3.0 | -1.4 | 10.0 | 3.5 | -2.0 | 4.7 | -2.8 | 31.5 | 35.4 |
| 1.00% F.Cer + 0.50% F. Car | 5.7 | 2.3 | 4.8 | 16.5 | 70.8 | 1.2 | 13.8 | 1840.6 | 3381.0 |
| Δ (%) | 1.8 | -0.2 | 9.0 | -0.1 | -3.0 | -1.0 | -1.2 | 16.3 | 17.8 |
| 0.75% F. Car + 0.75% F. Cer | 5.4 | 2.3 | 4.8 | 16.8 | 69.7 | 1.2 | 13.5 | 1893.1 | 3565.3 |
| Δ (%) | -3.9 | -1.5 | 10.0 | 1.6 | -4.5 | 2.1 | -3.5 | 19.6 | 24.2 |

3.2. Discusiones

Discusión 1: En la tabla XIX, se observó que el diámetro de fibra utilizado con más frecuencia por los autores es de 3 μm , mientras que, la densidad que posee la fibra comúnmente ronda entre 0.028 a 2.726 gr/cm^3 , de la misma manera, las fibras empleadas por Wang et al., [25] las que se distancian en gran medida con un valor de 3000 MPa, asimismo, en la investigación se obtuvo una tensión a la falla de 0.97% y un módulo elástico de 5.05 MPa.

Tabla XIX

Comparación de atributos de la fibra de cerámica

| Atributo | Fibra de estudio | Arabani y Shabani [57] | Wang et al., [25] | Al-Saadi y Ismael [27] | Al-Saad y Ismael [44] |
|--------------------------------------|------------------|------------------------|-------------------|------------------------|-----------------------|
| Diámetro (μm) | 3.50 | 2.5–3 | 2 – 3 | 4 | 7 |
| Densidad (gr/cm^3) | 2.726 | 0.08 | 1.80 | 0.13 | 0.028 |
| Longitud (mm) | 20 | 20 | 2 – 4 | 3 | 2 |
| Espesor (mm) | 5 | - | - | - | - |
| Tensión a la falla (%) | 0.97 | - | - | - | - |
| Resistencia a la tracción (MPa) | 0.14 | - | 3000 | 0.084 | 0.083 |
| Módulo de elasticidad (MPa) | 5.05 | - | - | - | - |

En la tabla XX, se observó que el diámetro de la fibra de carbono en esta investigación fue de 6 (μm), asimismo, únicamente Upadhya et al., [16] y Alfalah et al., [8] indicaron las longitudes de fibra de carbono con las que trabajaron, variando entre 6 a 12 mm, por otro lado, la densidad que poseía la fibra utilizada con mayor frecuencia en las investigación era aproximadamente 1.81 gr/cm^3 en promedio, siendo el autor Zarei et al., [19] que utilizó una fibra que poseía una densidad distinta variando entre 1.50 – 1.60 gr/cm^3 , asimismo, existe una diferencia entre el espesor de la fibra usada por Mawat y Ismael [20] y la fibra de estudio que es casi el doble, en tanto, la tensión a la falla que resiste la fibra varía se encuentra entre los rangos de 1.23 a 2 %, además, el módulo de elasticidad propio de la fibra de carbono

difieren entre la fibra utilizada por Mawat y Ismael [20] y Zarei et al., [19], rondando entre 40000 a 225000 MPa, por último, la cualidad de resistencia a la tracción no se asemeja entre cada autor pudiendo variar de 42.98 a 40000 MPa.

Tabla XX

Comparación de atributos de la fibra de carbono

| Atributo | Fibra en estudio | Zarei et al., [19] | Upadhya et al., [16] | Mawat y Ismael [20] | Alfalah et al., [8] |
|--------------------------------------|------------------|--------------------|----------------------|---------------------|---------------------|
| Diámetro (μm) | 6 | - | - | - | - |
| Densidad (gr/cm^3) | 1.809 | 1.5 – 1.6 | 1.80 | 1.82 | 1.80 |
| Longitud (mm) | 20 | - | 12 | - | 6 |
| Espesor (mm) | 0.337 | - | - | 0.167 | - |
| Tensión a la falla (%) | 1.23 | - | 2 | 1.7 | - |
| Resistencia a la tracción (MPa) | 42.98 | 900 – 1100 | 5790 | 40000 | 4137 |
| Módulo de elasticidad (MPa) | 1167.64 | 40000 | - | 225000 | - |

Discusión 2: De acuerdo a la evaluación de las propiedades físico-mecánicas de la mezcla asfáltica patrón, se demostró que este cumple con las especificaciones de brinda el MTC, para un tipo de tráfico pesado. Con respecto a los datos obtenidos, se encuentran en concordancia a lo presentado por Aguilar y Chauca [30], Al-Saadi and Ismael [27] y Sahar and Mohammed [26], los cuales cumplen con las especificaciones establecidas para la mezcla asfáltica, pero presentando variación entre ellos debido al lugar de estudio de cada investigación.

Tabla XXI

Comparación de mezcla asfáltica patrón en diversas investigaciones

| Tipo | C.A (%) | P.U (gr/cm ³) | Vacíos (%) | V.M.A (%) | V.LL.C.A (%) | Polvo / Asfalto | Flujo (mm) | Estabilidad (kg) | Rigidez (kg/cm) |
|-------------------------------|------------|------------------------------|---------------|--------------|-----------------|--------------------|---------------|---------------------|--------------------|
| Investigación | 5.60 | 2.355 | 4.39 | 16.54 | 72.99 | 1.20 | 13.9 | 1583 | 2870 |
| Aguilar y Chauca [30] | 6.50 | - | 4.59 | 21.16 | 56.51 | - | 3.70 | 1684.32 | - |
| Al-Saadi and Ismael [27] | - | 2.341 | 4.06 | 15.31 | 73.49 | - | 3.52 | 1070.7 | - |
| Sahar and Mohammed [26] | - | 2.345 | 4.03 | 15.16 | 73.44 | - | 3.34 | 1073.76 | 3212.10 |

Discusión 3: Los atributos de la mezcla de asfalto experimental con fibra de cerámica, exhibieron que con dicha incorporación se lograba mejorar la estabilidad a la par que disminuía el flujo, asimismo, los vacíos de aire y VMA aumentaban, obteniendo como dosificación óptima la del 1.00% de fibra de cerámica con un contenido de asfalto ideal del 5.64%, estabilidad de 1910.15 kg y un flujo de 13.53 mm, esta tendencia coincide con lo logrado con Whang [25] y Sahar y Mohammed [26], y Al-Saadi y Ismael [27] que con una mayor incorporación de fibra de cerámica se lograba una mezcla más resistente y menos deformable frente a las cargas

Tabla XXII

Comparación de resultados entre diferentes investigaciones de mezcla de asfalto con fibra de cerámica

| Fibra de cerámica | Ópt. (%) | OCA (%) | Δ (%) | Estab. (kg) | Δ (%) | Flujo (mm) | Δ (%) | Vacíos (%) | Δ (%) | VMA (%) | Δ (%) | VLLCA (%) | Δ (%) |
|------------------------|----------|---------|-------|-------------|-------|------------|--------|------------|-------|---------|-------|-----------|-------|
| Tesis | 1.00 | 5.64 | -0.71 | 1910.15 | 20.67 | 13.53 | -3.28 | 4.58 | 4.33 | 17.07 | 3.26 | 72.51 | -0.65 |
| Whang [25] | 0.40 | 5.38 | 5.49 | 1325.00 | 16.02 | 3.90 | 34.48 | 4.05 | 4.38 | 15.87 | 11.76 | - | - |
| Sahar y Mohammed [26] | 1.00 | - | - | 1465.33 | 36.47 | 2.67 | -20.06 | - | - | - | - | - | - |
| Al-Saadi y Ismael [27] | 1.50 | - | - | 1488.79 | 39.05 | 3.18 | -9.66 | 4.52 | 11.41 | 16.25 | 6.14 | 72.19 | -1.77 |

Discusión 4: El contenido de asfalto ideal para las mezclas modificadas varía en relación a cada dosificación de fibra de carbono encontrándose entre 5.43 – 5.75%, asimismo, la dosificación del 0.75% de fibra en la mezcla asfáltica fue la que mejor comportamiento obtuvo con un contenido de asfalto del 5.65% siendo este mayor en 0.5% correspondientemente a la mezcla de asfalto sin modificación, además de lograr una estabilidad de 1817.38 kg y un flujo de 13.67 suponiendo un aumento del 14.81% y una disminución del 3.02%, del mismo modo, la tendencia de las propiedades volumétricas presentaron un aumento, con respecto a lo obtenido las investigaciones de Mawat and Ismael, [20], Zarei et al., [22] y Zarei et al., [19] presentaron tendencia similares a lo mencionado, sin embargo, las dosificaciones que mejor desempeño mostraron fueron 0.30% - 2.00%.

Tabla XXIII

Comparación de resultados entre diferentes investigaciones de mezcla de asfalto con fibra de carbono

| Fibra de carbono | Ópt. (%) | OCA (%) | Δ (%) | Estab. (kg) | Δ (%) | Flujo (mm) | Δ (%) | Vacíos (%) | Δ (%) | VMA (%) | Δ (%) | VLLCA (%) | Δ (%) |
|-----------------------|----------|---------|-------|-------------|-------|------------|-------|------------|-------|---------|-------|-----------|-------|
| Tesis | 0.75 | 5.65 | 0.89 | 1817.38 | 14.81 | 13.67 | -2.29 | 4.76 | 8.45 | 17.31 | 4.65 | 72.17 | 1.12 |
| Zarei et al., [22] | 1.50 | 5.00 | 0.00 | 1100.00 | 31.74 | 5.5 | 103.7 | 8.40 | 86.6 | 19.52 | 21.2 | 56.97 | -20.9 |
| Mawat and Ismael [20] | 0.30 | 5.40 | 10.2 | 1082.94 | 51.13 | 2.70 | -15.6 | 4.2 | 21.7 | 17.72 | 16.7 | 74.80 | -4.10 |
| Zarei et al., [19] | 0.50 | 5.00 | 0.00 | 1184.22 | 31.74 | 2.90 | 7.40 | 8.10 | 80.0 | 19.00 | 18.8 | 58.00 | -19.4 |

Discusión 5: De los expuestos en el análisis de resultados anteriores se puede indicar que la combinación óptima de fibra de cerámica y de carbono se alcanza con una dosis de 1.00% + 0.75% de cada fibra correspondientemente, logrando un mejor performance físico-mecánico en contraste a las demás muestras que combinan estas dos fibras, además, esta mejora se debe a que las fibras han proporcionado con sus cualidades propias una mejora de la resistencia disminuyendo la deformación causada por las cargas.

IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1. Conclusiones

- OE1: Las fibras de cerámica y carbono mejoran la adherencia entre el ligante asfáltico y el agregado, proporcionando mayor resistencia frente a cargas y menor deformación. Las dosificaciones óptimas fueron 1% de fibra de cerámica, 0.75% de fibra de carbono y su combinación, con estabilidades de hasta 2081.94 kg y flujos de hasta 13.53 mm.
- OE2: La mezcla asfáltica patrón obtuvo un contenido de asfalto óptimo de 5.60%, asimismo cumplió con las especificaciones del MTC, teniendo un peso unitario de 2.355 gr/cm³, vacíos de aire de 4.39%, V.M.A de 16.54%, V.LL.C.A de 72.99%, polvo/asfalto de 1.20, flujo de 13.9 mm, estabilidad de 1583 kg y rigidez de 2870 kg/cm.
- OE3: La incorporación de fibra de cerámica aumenta el rendimiento de la mezcla asfáltica, especialmente a dosis de 1%. Logrando una estabilidad un 20.67% mayor y una reducción del 3.28% en el flujo, cumpliendo con los requisitos de la normativa del MTC E504 en cuanto a propiedades volumétricas.
- OE4: La fibra de carbono mejora la mezcla de asfalto, sobre todo a dosis de 0.75% y 1.50%. La dosificación de 0.75% muestra el mejor comportamiento, con una estabilidad un 14.81% mayor y una reducción del 2.29% en el flujo, también cumpliendo con los requisitos normativos en propiedades volumétricas.
- OE5: La combinación de fibra de cerámica y carbono, específicamente con 1.00% de cerámica y 0.75% de carbono, supera el rendimiento de las mezclas con cada fibra por separado. Se alcanza un contenido de asfalto ideal del 5.77%, incrementando la estabilidad en un 31.53% y disminuyendo el flujo en un 2.80% en comparación con la mezcla sin modificación.

4.2. Recomendaciones

- OE1: Se recomienda utilizar fibras de cerámica y carbono de tamaño igual o menor a 20 mm, ya que generan mejoras significativas en las propiedades físicas y mecánicas de la mezcla asfáltica a dosis de 1.00% de cerámica, 0.75% de carbono y su combinación, además de facilitar su manipulación durante la preparación.
- OE2: Se recomienda medir continuamente la temperatura del asfalto durante el mezclado, ya que de no mantenerla dentro del rango especificado por el MTC puede causar errores en la calidad de la mezcla asfáltica.
- OE3: Se aconseja emplear dosificaciones inferiores a 1.00% para la fibra de cerámica y 0.75% para la fibra de carbono, ya que dosificaciones mayores tienden a disminuir la estabilidad de la mezcla asfáltica, especialmente con dosis de 1.50%, lo que podría comprometer su calidad.
- OE4: Se sugiere realizar un análisis químico de las fibras de cerámica y carbono antes de su incorporación en la mezcla de asfalto, ya que podrían contener compuestos que afecten la resistencia de la mezcla endurecida, lo que explicaría las variaciones en la estabilidad observadas en las dosificaciones de 0.75% y 1.50%.
- OE5: Se recomienda utilizar la combinación de 1.00% de fibra de cerámica y 0.75% de fibra de carbono en la mezcla de asfalto, ya que ofrece mejoras significativas en las propiedades físico-mecánicas, como un incremento del 31.53% en la estabilidad y una mejora del 2.80% en el flujo.

REFERENCIAS

- [1] F. A. L. Castro, R. T. Vicente, A. B. L. Lujan y A. D. Del Pozo Castro, «Severe accidents on Peruvian national and regional roads,» *International Journal of Data and Network Science*, vol. 7, nº 2, pp. 821 - 826, 2023.
- [2] L. Avila, D. Esenarro, C. Rodriguez, P. Paredes y L. Metzger, «Application of pavement index for the evaluation of the running surface of the Lima-Peru roads,» *Journal of Green Engineering*, vol. 10, nº 10, pp. 8129 - 8141, 2020.
- [3] Y. Cajas, Y. Guisado y A. Vergaray, «Identify Faults in Road Structure Zones with Deep Learning,» *Journal of System and Management Sciences*, vol. 12, nº 6, p. 163–191, 2022.
- [4] Y. Qiao, Y. Guo, A. Stoner and J. Santos, "Impacts of future climate change on flexible road pavement economics: A life cycle costs analysis of 24 case studies across the United States," *Sustainable Cities and Society*, vol. 80, p. 103773, 2022.
- [5] S. Bhandari, X. Luo and F. Wang, "Understanding the effects of structural factors and traffic loading on flexible pavement performance," *International Journal of Transportation Science and Technology*, vol. 12, no. 1, pp. 258-272, 2023.
- [6] Z. A. Alkaissi, «Effect of high temperature and traffic loading on rutting performance of flexible pavement,» *Journal of King Saud University - Engineering Sciences*, vol. 32, nº 1, pp. 1-4, 2020.
- [7] H. Zhang y R. Guo, «Investigation of Long-Term Performance and Deicing Longevity Prediction of Self-Ice-Melting Asphalt Pavement,» *Materials*, vol. 15, nº 17, p. 6026, 2022.
- [8] A. Alfalah, D. Offenbacher, A. Ali, C. DeCarlo, W. Lein, Y. Mehta y M. Elshaer, «Assessment of the Impact of Fiber Types on the Performance of Fiber-Reinforced Hot Mix Asphalt,» *Transportation Research Record*, vol. 2674, nº 4, pp. 337-347, 2020.
- [9] A. Upadhyay, M. S. Thakur, P. Sihag, R. Kumar, S. Kumar, A. Afeeza, N. R. Banapurmath y C. A. Saleel, «Modelling and prediction of binder content using latest intelligent machine learning algorithms in carbon fiber reinforced asphalt concrete,» *Alexandria Engineering Journal*, vol. 65, p. 131–149, 2023.
- [10] K. Othman, «Prediction of the hot asphalt mix properties using deep neural networks,» *Beni-Suef Univ J Basic Appl Sci* , vol. 11, nº 40, 2022.
- [11] K. Zhang, Y. Liu, S. Nassiri, H. Li y K. Englund, «Performance evaluation of porous asphalt mixture enhanced with high dosages of cured carbon fiber composite materials,» *Construction and Building Materials*, vol. 274, p. 122066, 2021.
- [12] A. Upadhyay, M. S. Thakur, N. Sharma y P. Sihag, «Assessment of Soft Computing-Based Techniques for the Prediction of Marshall Stability of Asphalt Concrete Reinforced with Glass Fiber,» *International Journal of Pavement Research and Technology*, vol. 15, nº 6, pp. 1366-1385, 2022.

- [13] A. Gupta, D. Castro, P. Lastra and J. Rodriguez, "Selection of fibers to improve porous asphalt mixtures using multi-criteria analysis," *Construction and Building Materials*, vol. 266, no. Part A, p. 121198, 2021.
- [14] A. Calabi, C. Mignolet and G. Valdés, "Evaluation of the effects of textile fibre derived from end-of-life tyres (TFELT) on the rheological behaviour of asphalt binders," *Construction and Building Materials*, vol. 360, p. 129583, 2022.
- [15] D. Jang, M. G. Lee, J. Choi, S. Y. Cho y S. Lee, «Strategies for the production of PAN-Based carbon fibers with high tensile strength,» *Carbon*, vol. 186, pp. 644-677, 2022.
- [16] A. Upadhya, M. Thakur, A. Alahmadi, M. Alwetaishi, M. Al Ansari, M. Malik y A. Alzaed, «Marshall Stability Prediction with Glass and Carbon Fiber Modified Asphalt Mix Using Machine Learning Techniques,» *Materials*, vol. 15, p. 8944, 2022.
- [17] L. Wang, A. Shen, W. Wang, J. Yang, Z. He y T. Zhijie, «Graphene/nickel/carbon fiber composite conductive asphalt: Optimization, electrical properties and heating performance,» *Case Studies in Construction Materials*, vol. 17, p. e01402, 2022.
- [18] S. Ali y M. Ismael, «Improving the Moisture Damage Resistance of HMA by Using Ceramic Fiber and Hydrated Lime,» *Al-Qadisiyah Journal for Engineering Sciences*, vol. 13, n° 4, p. 274–283, 2020.
- [19] M. Zarei, F. Akbarinia, Z. Rahmani, M. Zahedi y A. Zarei, «Economical and Technical Study on the Effect of Carbon Fiber with High Strength on Hot Mix Asphalt (HMA),» *Electronic Journal of Structural Engineering*, vol. 20, n° 1, pp. 6-12, 2020.
- [20] H. Q. Mawat y M. Q. Ismael, «Assessment of Moisture Susceptibility for Asphalt Mixtures Modified by Carbon Fibers,» *Civil Engineering Journal*, vol. 6, n° 2, pp. 304-317, 2020.
- [21] Y. Guo, P. Tataranni and C. Sangiorgi, "The use of fibres in asphalt mixtures: A state of the art review," *Construction and Building Materials*, vol. 390, p. 131754, 2023.
- [22] M. Zarei, B. Mirbaha, F. Akbarinia, Z. Rahmani, M. Zahedi and A. Zarei, "Application of concordance analysis method (CA) for optimal selection of asphalt mixtures reinforced with rubber powder and carbon fiber," *Electronic Journal of Structural Engineering*, vol. 20, no. 1, p. 53–62, 2020.
- [23] X. Ye, Z. Xiao, C. He, W. Li and C. Hu, "Roles of waste carbon fibers on the efficiency of multiple induction heating healing behavior in asphalt mixture for sustainable infrastructure," *Journal of Cleaner Production*, vol. 423, p. 138694, 2023.
- [24] N. Albayati and M. Qadir, "Rutting rendimiento de mezclas asfálticas que contienen tratadas RCA y reforzadas con fibras de carbono," *AiBi Revista De Investigación, Administración E Ingeniería*, vol. 12, no. 21, p. 18–28, 2024.
- [25] X. Wang, H. Zhou, X. Hu, S. Shen y B. Dong, «Investigation of the Performance of Ceramic Fiber Modified,» *Advances in Civil Engineering*, vol. 2021, pp. 1-10, 2021.

- [26] A. Sahar y I. Mohammed, «Improvement of marshall properties for hot mix asphalt by using ceramic fiber,» *Kufa Journal of Engineering*, vol. 12, nº 1, pp. 48-58, 2021.
- [27] A. A. Al-Saadi y M. Q. Ismael, «Improvement of Moisture Susceptibility for Asphalt Mixture with Ceramic Fiber,» *Journal of Engineering*, vol. 29, nº 4, pp. 78-91, 2023.
- [28] Y. Pang, H. Li, Z. Han, P. Wu and H. Lin, "Performance evaluation of asphalt mixture reinforced by lignin and ceramic fiber," *Journal of Engineering Research*, 2023.
- [29] R. Apaza y N. Bravo, «Diseño de pavimento flexible incorporando fibra de carbón a la mezcla asfáltica para el pavimento Tantamayo – Carpa Huánuco 2020,» Lima, 2020.
- [30] Aguilar, K y C. Chauca, «Análisis comparativo de las propiedades físicomecánicas de la mezcla asfáltica en caliente pen 85/100, con respecto a la mezcla asfáltica en caliente pen 85/100 adicionando grafito,» Cusco, 2022.
- [31] O. Adrianzen, J. Azula, C. Pacherras and E. M. S. Rodríguez, "Uso de distintos tipos de fibras para mejorar las propiedades mecánicas de la mezcla asfáltica: Una revisión literaria," *Revista Infraestructura Vial LanammeUCR*, vol. 24, no. 43, 2022.
- [32] Ministerio de Transportes y Comunicaciones, *Manual de carreteras: Especificaciones técnicas generales para construcción*, Lima: Diario oficial el Peruano, 2015, Setiembre.
- [33] X. Yu, Z. Zhang, R. Luo, T. Huang y M. Xiao, «Asphalt content prediction model of asphalt mixtures based on dielectric properties,» *Mater Struct*, vol. 56, p. 10, 2023.
- [34] L. Shu, F. Ni, J. Jiang, Z. Zhao y Z. Guo, «Calculation and Characterization of Air Void in Mortar of the Hot Mix Asphalt (HMA) Based on CT Scanning and Image Analysis Methods,» *Appl. Sci*, vol. 13, nº 1, p. 652, 2023.
- [35] J. Geraldin y A. Makmur, «Experimental Study on the Effects of Reclaimed Asphalt Pavement towards Marshall Parameters on Asphalt Course-Wearing Course,» *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, vol. 498, p. 012025, 2020.
- [36] F. N. Romadhon, A. I. Candra, D. A. Karisma, M. H. Nastotok, R. K. Dewanta y H. Wicaksono, «Increasing the Stability of Asphalt Concrete Mixture Using Crumb Rubber,» *E3S Web of Conferences*, vol. 328, p. 10002, 2021.
- [37] A. H. Mrema, H. Kim, J. H. Lim y J. S. Lee, «Laboratory Evaluation of ESGFIBER in Asphalt Paving Mixture,» *Materials*, vol. 15, nº 16, p. 5764, 2022.
- [38] E. T. Mohammed, S. A. Mohamad, T. T. Khaled y A. Al-Zubaidi, «Study the Effect of Mineral Filler on the Mechanical Properties of Hot Mix Asphalt,» *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, vol. 870, nº 1, p. 012086, 2020.
- [39] R. Pombo, M. Altamirano, G. Giaccio y R. Zerbino, «Design and Execution of Floors on Ground and Industrial Pavements with Fibre Reinforced Concrete,» *RILEM Bookseries*, pp. 640-651, 2022.

- [40] L. A. P. Callomamani, N. Bala y L. Hashemian, «Comparative Analysis of the Impact of Synthetic Fibers on Cracking Resistance of Asphalt Mixes,» *International Journal of Pavement Research and Technology*, vol. 16, nº 4, pp. 992 - 1008, 2023.
- [41] G. H. Hamed, F. Sakanlou, B. Omari y A. Azarhoosh, «Laboratory Investigation of the Effect of Ceramic Fiber on Stone Matrix Asphalt Rutting Performance,» *Journal of Materials in Civil Engineering*, vol. 33, nº 1, p. 04020431, 2021.
- [42] F. Liu, B. Pan, J. Bian y C. Zhou, «Experimental investigation on the performance of the asphalt mixture with ceramic fiber,» *Journal of Cleaner Production*, vol. 384, p. 135585, 2023.
- [43] M. Naseri, A. Sarkar, G. H. Hamed y P. Hayati, «Effect of Ceramic Fibers on the Thermal Cracking of Hot-Mix Asphalt,» *Journal of Materials in Civil Engineering*, vol. 32, nº 1, p. 04020325, 2020.
- [44] A. A. Al-Saad y M. Q. Ismael, «Rutting prediction of hot mix asphalt mixtures reinforced by ceramic fibers,» *Journal of Applied Engineering Science*, vol. 20, nº 4, pp. 1345-1354, 2022.
- [45] T. K. Varghese, L. A. Joji, N. Sebastian, V. V. Niranjana, P. A. Sidheek y M. Joseph, «Carbon fiber reinforced medical implants,» *Materials Today: Proceedings*, vol. 56, nº 1, pp. 121-125, 2022.
- [46] A. Upadhyaya, M. Thakur, N. Sharma, F. H. Almohammed y P. Sihag, «Combined effect of glass and carbon fiber in asphalt concrete mix using computing techniques,» *Advances in Computational Design*, vol. 7, nº 3, pp. 253 - 279, 2022.
- [47] C. Banerjee, V. K. Chandaliya y P. S. Dash, «Recent advancement in coal tar pitch-based carbon fiber precursor development and fiber manufacturing process,» *Journal of Analytical and Applied Pyrolysis*, vol. 158, p. 105272, 2021.
- [48] G. Kotronoulas, S. Miguel, M. Dowling and P. Fernández, "An Overview of the Fundamentals of Data Management, Analysis, and Interpretation in Quantitative Research," *Seminars in Oncology Nursing*, vol. 39, no. 2, p. 151398, 2023.
- [49] M. Gopalan, K. Rosinger and J. Bin, "Use of Quasi-Experimental Research Designs in Education Research: Growth, Promise, and Challenges," *Review of Research in Education*, vol. 44, no. 1, pp. 218-243, 2020.
- [50] A. Jankovic, G. Chaudhary and F. Goia, "Designing the design of experiments (DOE) – An investigation on the influence of different factorial designs on the characterization of complex systems," *Energy and Buildings*, vol. 250, p. 111298, 2021.
- [51] K. M. Mousa, H. T. Abdelwahab y H. A. Hozayen, «Models for estimating optimum asphalt content from aggregate gradation,» *Proceedings of the Institution of Civil Engineers - Construction Materials*, vol. 174, nº 2, pp. 69-74, 2021.
- [52] J. Arias, M. Villasis y M. María, «El protocolo de investigación II: La poblacion de estudio,» *Revista Alergia de Mexico*, p. 7, Abril 2016.

- [53] F. Arias, El proyecto de Investigación: Introducción a la metodología científica, 7ma edición ed., Caracas: Episteme, 2016.
- [54] J. Arias y M. Covinos, Diseño y Metodología de la Investigación, 1era edición ed., Arequipa: Enfoques Consulting EIRL, 2021.
- [55] H. Sánchez, C. Reyes y K. Mejía, Manual de términos en investigación científica, tecnológica y humanística, Lima: Universidad Ricardo Palma, 2018.
- [56] CÓDIGO DE ÉTICA EN INVESTIGACIÓN DE LA UNIVERSIDAD SEÑOR DE SIPÁN, "RESOLUCIÓN DE DIRECTORIO N° 053-2023/PD-USS," Chiclayo, 2023.
- [57] M. Arabani y A. Shabani, «Evaluation of the ceramic fiber modified asphalt binder,» Construction and Building Materials, vol. 205, p. 377–386, 2019.

ANEXOS

| | |
|---|-----|
| Anexo I. Matriz de Consistencia | 68 |
| Anexo II. Informe de Laboratorio | 70 |
| Anexo III. Ficha de Calibración..... | 116 |
| Anexo IV. Informe Estadístico | 144 |
| Anexo V. Ficha de Juicio de Expertos | 169 |
| Anexo VI. Panel Fotográfico..... | 178 |

Anexo I. Matriz de Consistencia

| Formulación del Problema | Objetivos | Hipótesis | Variable de estudio | Dimensiones | Indicadores | Tipo de variable | Escala de medición | |
|--|--|---|--|---|------------------------------------|---------------------------|--------------------|-------|
| ¿Cómo influye la fibra de cerámica y de carbono sobre propiedades físicas-mecánicas de la mezcla asfáltica modificada? | General | | | | Resistencia a la tracción | | Razón | |
| | | | | Propiedades | Densidad | | | |
| | | | | Fibra de cerámica | 0.5 | | | |
| | | | | Porcentajes | 0.75 | | Intervalo | |
| | | | | | 1 | | | |
| | | | | | 1.5 | | | |
| | | Determinar la influencia de la fibra de cerámica y de carbono sobre las propiedades físico-mecánicas de una mezcla asfáltica modificada | | | Propiedades | Resistencia a la tracción | Independiente | Razón |
| | | | La fibra de cerámica y de carbono influirá sobre las propiedades físico-mecánicas de la mezcla asfáltica modificada. | Fibra de carbono | | Densidad | | |
| | | | | | 0.5 | | | |
| | | | | Porcentajes | 0.75 | | Intervalo | |
| | | | | 1 | | | | |
| | | | | 1.5 | | | | |
| | Específicos | | | | Granulometría | | | |
| | Determinar las propiedades de la fibra de cerámica y de carbono. | | | Propiedades de los agregados | Abrasión de los ángeles | | | |
| | Analizar las propiedades físico-mecánicas de la mezcla asfáltica con fibra de cerámica al 0.50%, 0.75%, 1.00% y 1.5%, para obtener la dosificación óptima. | | | | Equivalente de arena | | | |
| | Analizar las | | | Propiedades físico-mecánicas de la mezcla asfáltica | Angularidad | | | |
| | | | | | Índice de durabilidad | | | |
| | | | | | Adherencia | Dependiente | De razón | |
| | | | | | Índice de plasticidad | | | |
| | | | | | Durabilidad al sulfato de magnesio | | | |
| | | | | | Sales solubles | | | |
| | | | | | Absorción | | | |
| | | | | | Peso específico | | | |

propiedades fisco-
mecánicas de la mezcla
asfáltica con fibra de
carbono al 0.50%,
0.75%, 1.00% y 1.5%,
para obtener la
dosificación óptima.
Determinar el resultado
de la combinación
óptima de la fibra de
cerámica y de carbono.

Propiedades
mecánicas

Propiedades
físicas

Partículas chatas y alargadas
Caras fracturadas
Estabilidad
Flujo
Índice de rigidez
Vacíos de aire, V. LL. C. A
V. M. A
Peso unitario

Anexo II. Informe de Laboratorio

Calidad del agregado grueso



Prolongación Bolognesi Km. 3.5
Pimentel – Lambayeque
R.U.C. 20480781334
Email: servicios@lemswycer.com

Solicitud de Ensayo: **1207A_23/ LEMS W&C**
Solicitante : HENRY DIAZ DELGADO
EXON JIMMY YAIR SALAZAR VALDERRAMA
Proyecto : TESIS: "INFLUENCIA DE FIBRAS DE CERÁMICA Y DE CARBONO SOBRE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LA MEZCLA ASFÁLTICA MODIFICADA"
Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.
Fecha de Apertura : Miércoles, 12 de julio del 2023
Fecha de Ensayo : Miércoles, 12 de julio del 2023

ENSAYO: DURABILIDAD(AL SULFATO DE MAGNESIO)
NORMA DE REFERENCIA: MTC E209/AASHTO T-104
MUESTRA: Agregado Grueso Cantera: Gobierno Regional

| TAMIZ | N° RECIPIENTE | %RET. | P.INIC. | P.FIN. | PERD. PESO | %PERD. | % PERD. CORREG. |
|------------------|---------------|--------|---------|--------|------------|--------|-----------------|
| 2 1/2" 1 1/2" | T.01 | | | | | | |
| 1 1/2" 3/4" | T.02 | | | | | | |
| 3/4" 3/8" | T.03 | 44.75 | 1008 | 948 | 60 | 6.0 | 2.7 |
| 3/8" N° 4 | T.04 | 57.84 | 300 | 283.5 | 16.5 | 5.5 | 3.2 |
| TOTAL | | 102.59 | 1308 | 1231.5 | | | |

| TAMICES | | PÉRDIDA DE PESO EN PORCENTAJE |
|--------------|----------|-------------------------------|
| PASA | RETENIDO | |
| 2 1/2" | 1 1/2" | 0.00 % |
| 1 1/2" | 3/4 " | 0.00 % |
| 3/4 " | 3/8" | 2.66 % |
| 3/8" | N° 4 | 3.18 % |
| TOTAL | | 5.84 % |

SOLUCIÓN UTILIZADA:

Sulfato de Magnesio

OBSERVACIONES

- Muestreo e identificación realizados por el solicitante.

LEMS W&C EIRL
WILSON OLAYA AGUILAR
TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS

Miguel Angel Ruiz Perales
INGENIERO CIVIL
CIP. 246904

Solicitud de Ensayo: **1207A_23/ LEMS W&C**
Solicitante : HENRY DIAZ DELGADO
EXON JIMMY YAIR SALAZAR VALDERRAMA
Proyecto : TESIS: "INFLUENCIA DE FIBRAS DE CERÁMICA Y DE CARBONO SOBRE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LA MEZCLA ASFÁLTICA MODIFICADA"

Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.
Fecha de Apertura : Miércoles, 12 de julio del 2023
Fecha de Ensayo : Jueves, 13 de julio del 2023

ENSAYO: ABRASIÓN LOS ÁNGELES
NORMA DE REFERENCIA: MTC E207

Cantera: **Gobierno Regional**

| TAMIZ | GRADACIÓN | | | |
|---------------------------------|-----------|--------|---|---|
| | A | B | C | D |
| 1 1/2" | | | | |
| 1" | | | | |
| 3/4" | | | | |
| 1/2" | | 2505 | | |
| 3/8" | | 2501 | | |
| 1/4" | | | | |
| N°4 | | | | |
| Peso inicial | | 5006 | | |
| Número de esferas | | 11 | | |
| Número de revoluciones | | 500 | | |
| Peso Mat/Ret. En la malla N° 12 | | | | |
| Peso Mat. Pasa malla N° 12 | | 887 | | |
| Porcentaje Desgaste | | 17.72% | | |

OBSERVACIONES

- Muestreo e identificación realizados por el solicitante.



LEMS W&C EIRL
WILSON OLAYA AGUILAR
TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



Miguel Angel Ruiz Perales
INGENIERO CIVIL
CIP. 246904

Solicitud de Ensayo: **1207A_23/ LEMS W&C**
Solicitante : HENRY DIAZ DELGADO
EXON JIMMY YAIR SALAZAR VALDERRAMA
Proyecto : TESIS: "INFLUENCIA DE FIBRAS DE CERÁMICA Y DE CARBONO SOBRE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LA MEZCLA ASFÁLTICA MODIFICADA"

Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.
Fecha de Apertura : Miércoles, 12 de julio del 2023
Fecha de Ensayo : Jueves, 14 de julio del 2023

ENSAYO: ADHERENCIA
NORMA DE REFERENCIA: MTC E 517

| CUBRIMIENTO DE LOS AGREGADOS CON MATERIAL ASFÁLTICO EN PRESENCIA DEL AGUA (STRIPPING) | | |
|--|-------------------|-----------------|
| IDENTIFICACIÓN | REVESTIMIENTO (%) | CUBRIMIENTO (%) |
| Cantera Agregado Grueso - Planta de Asfalto GRL | 100 | + 95.00 |

Tipo de asfalto: PEN 60/70.

OBSERVACIONES

- Muestreo e identificación realizados por el solicitante.



LEMS W&C EIRL
WILSON CLAYA AGUILAR
TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



Miguel Angel Ruiz Perales
INGENIERO CIVIL
CIP. 246904

Solicitud de Ensayo: **1207A_23/ LEMS W&C**
 Solicitante : HENRY DIAZ DELGADO
 EXON JIMMY YAIR SALAZAR VALDERRAMA
 Proyecto TESIS: "INFLUENCIA DE FIBRAS DE CERÁMICA Y DE CARBONO SOBRE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LA MEZCLA ASFÁLTICA MODIFICADA"

Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.
 Fecha de Apertura : Miércoles, 12 de julio del 2023
 Fecha de Ensayo : Jueves, 14 de julio del 2023

ENSAYO: PARTÍCULAS CHATAS Y ALARGADAS
 NORMA DE MTC E 221/ ASTM D 4791
 REFERENCIA:

| TAMIZ (Pulg.) | AGREGADO GRUESO | | PESO DE PARTÍCULAS CHATAS | PESO DE PARTÍCULAS ALARGADAS | PESO DE PARTÍCULAS CHATAS Y ALARGADAS | PARTÍCULAS CHATAS Y ALARGADAS (%) | (%) CORREGIDO |
|---------------|-----------------|----------|---------------------------|------------------------------|---------------------------------------|-----------------------------------|---------------|
| | PESO RET. (g) | (%) RET. | | | | | |
| 2" - 1 1/2" | | | | | | | |
| 1 1/2" - 1" | | | | | | | |
| 1" - 3/4" | | | | | | | |
| 3/4" - 1/2" | 2884.2 | 71.48 | 12.9 | 5.7 | | 0.64 | 0.46 |
| 1/2" - 3/8" | 1150.8 | 28.52 | 124.7 | 3.5 | | 11.14 | 3.18 |
| | 4035 | | | | | | |

| | |
|--|------------|
| PARTÍCULAS CHATAS Y ALARGADAS (%) | 3.6 |
|--|------------|

OBSERVACIONES

- Muestreo e identificación realizados por el solicitante.



LEMS W&C EIRL
 WILSON OLAYA AGUILAR
 TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



Miguel Angel Ruiz Perales
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 246904

Solicitud de Ensayo: **1207A_23/ LEMS W&C**
 Solicitante : HENRY DIAZ DELGADO
 EXON JIMMY YAIR SALAZAR VALDERRAMA
 Proyecto : TESIS: "INFLUENCIA DE FIBRAS DE CERÁMICA Y DE CARBONO SOBRE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LA MEZCLA ASFÁLTICA MODIFICADA"

Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.
 Fecha de Apertura : Miércoles, 12 de julio del 2023
 Fecha de Ensayo : Jueves, 14 de julio del 2023

ENSAYO: CARAS FRACTURADAS
 NORMA DE REFERENCIA: MTC E 210

| A. Partículas con una cara fracturadas | | | | | | |
|--|-------------------|------|-------|-------------|------------|--------|
| Tamaño del agregado | | A | B | C | D | E |
| Pasa Tamiz | Retenido en Tamiz | (g) | (g) | ((B/A)*100) | % Retenido | C*D |
| 1 1/2" | 1" | 3000 | | | | |
| 1" | 3/4" | 1500 | | | | |
| 3/4" | 1/2" | 500 | 395.7 | 79.14 | 23.2 | 1836.0 |
| 1/2" | 3/8" | 200 | 195.7 | 97.85 | 28.5 | 2787.7 |
| TOTAL | | 5200 | 591.4 | | | |

| | | | | | |
|---|----------------|---|---------------|---|---------------|
| PORCENTAJE CON UNA CARA FRACTURADA | TOTAL E | = | 4623.8 | = | 89.5 % |
| | TOTAL D | | 51.7 | | |

| A. Partículas con 2 caras fracturadas | | | | | | |
|---------------------------------------|-------------------|------|-------|-------------|------------|--------|
| Tamaño del agregado | | A | B | C | D | E |
| Pasa Tamiz | Retenido en Tamiz | (g) | (g) | ((B/A)*100) | % Retenido | C*D |
| 1 1/2" | 1" | 3000 | | | | |
| 1" | 3/4" | 1500 | | | | |
| 3/4" | 1/2" | 500 | 441.1 | 88.22 | 23.2 | 2046.7 |
| 1/2" | 3/8" | 200 | 127.4 | 63.70 | 28.5 | 1814.8 |
| TOTAL | | 5200 | 568.5 | | | |

| | | | | | |
|--|----------------|---|---------------|---|---------------|
| PORCENTAJE CON 2 CARAS FRACTURADA | TOTAL E | = | 3861.5 | = | 74.7 % |
| | TOTAL D | | 51.7 | | |

OBSERVACIONES

- Muestreo e identificación realizados por el solicitante.



LEMS W&C EIRL
WILSON OLAYA AGUILAR
 TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



Miguel Angel Ruiz Perales
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 246904

Solicitud de Ensayo: **1207A_23/ LEMS W&C**
 Solicitante : HENRY DIAZ DELGADO
 EXON JIMMY YAIR SALAZAR VALDERRAMA
 Proyecto TESIS: "INFLUENCIA DE FIBRAS DE CERÁMICA Y DE CARBONO SOBRE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LA MEZCLA ASFÁLTICA MODIFICADA"

Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.
 Fecha de Apertura : Miércoles, 12 de julio del 2023
 Fecha de Ensayo : Jueves, 14 de julio del 2023

ENSAYO: SALES SOLUBLES TOTALES
 NORMA DE REFERENCIA: MTC E 219

| Calicata | Gobierno Regional | Muestra usada | | |
|----------|--|----------------------|------------------|--------|
| | | g. | 50 | 50 |
| | | Agua destilada usada | | |
| | | ml | 150 | 150 |
| 01 | Relación de la mezcla suelo - agua destilada | | 3 | 3 |
| 02 | Número de beaker | | C-4 | C-5 |
| 03 | Masa de beaker | | | |
| | | g. | 39.268 | 39.268 |
| 04 | Masa de beaker + residuo de sales | g. | 39.282 | 39.286 |
| 05 | Masa de residuo de sales (4)-(3) | g. | 0.014 | 0.018 |
| 06 | Volumen de la solución tomada | ml | 50 | 50 |
| 07 | Constituyentes de sales solubles totales $[(5) \times (1000000)] / (6) \times (1)$ | ppm | 840 | 1080 |
| 08 | Constituyentes de sales solubles totales en peso seco $(7) / 10000$ | (%) | 0.08 | 0.11 |
| | | | PROMEDIO (ppm) = | 960 |
| | | | PROMEDIO (%) = | 0.10 |

OBSERVACIONES :

- Muestreo e identificación realizados por el solicitante.



LEMS W&C EIRL
WILSON OLAYA AGUILAR
 TÈC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



Miguel Angel Ruiz Perales
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 246904

Solicitud de Ensayo: **1207A_23/ LEMS W&C**
 Solicitante : HENRY DIAZ DELGADO
 EXON JIMMY YAIR SALAZAR VALDERRAMA
 Proyecto TESIS: "INFLUENCIA DE FIBRAS DE CERÁMICA Y DE CARBONO SOBRE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LA MEZCLA ASFÁLTICA MODIFICADA"

Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.
 Fecha de Apertura : Miércoles, 12 de julio del 2023
 Fecha de Ensayo : Jueves, 14 de julio del 2023

ENSAYO: AGREGADO. Método de ensayo normalizado para la densidad, la densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado grueso.

NORMA DE REFERENCIA N.T.P. 400.021/ MTC E 206

| | | | |
|---|------|------|------|
| 1.- Masa de la muestra secada al horno | (gr) | 1485 | 1483 |
| 2.- Masa de la muestra saturada superficialmente seca | (gr) | 1498 | 1496 |
| 3.- Masa de la muestra saturada dentro del agua + peso de la canastilla | (gr) | 1964 | 1960 |
| 4.- Masa de la canastilla | (gr) | 1021 | 1021 |
| 5.- Masa de la muestra saturada dentro del agua | (gr) | 943 | 939 |

II.- RESULTADOS

| | | | PROMEDIO | |
|--|-----------------------|-------|----------|-------|
| 1.- PESO ESPECÍFICO DE MASA | (gr/cm ³) | 2.676 | 2.662 | 2.669 |
| 2.- PESO ESPECÍFICO DE MASA SATURADO SUPERFICIALMENTE SECO | (gr/cm ³) | 2.699 | 2.686 | 2.692 |
| 3.- PESO ESPECÍFICO APARENTE | (gr/cm ³) | 2.740 | 2.726 | 2.733 |
| 4.- PORCENTAJE DE ABSORCIÓN | % | 0.9 | 0.9 | 0.876 |

OBSERVACIONES:

- Muestreo e identificación realizados por el solicitante.



LEMS W&C EIRL
WILSON OLAYA AGUILAR
 T.E.C. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



Miguel Angel Ruiz Perales
 INGENIERO CIVIL
 C.I.P. 246904

Solicitud de Ensayo: **1207A_23/ LEMS W&C**
 Solicitante : HENRY DIAZ DELGADO
 EXON JIMMY YAIR SALAZAR VALDERRAMA
 Proyecto TESIS: "INFLUENCIA DE FIBRAS DE CERÁMICA Y DE CARBONO SOBRE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LA MEZCLA ASFÁLTICA MODIFICADA"
 Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.
 Fecha de Apertura : Miércoles, 12 de julio del 2023
 Fecha de Ensayo : Miércoles, 12 de julio del 2023
 ENSAYO: EQUIVALENTE DE ARENA
 NORMA DE REFERENCIA: MTC E 114 / ASTM D 2419

| DETALLE | | IDENTIFICACIÓN | | |
|------------------------------------|------|----------------|---------|---------|
| | | 01 | 02 | 03 |
| Tamaño máximo (Pasa tamiz N°4) | mm | 4.76 | 4.76 | 4.76 |
| Hora de entrada a saturación | | 0:00.00 | 0:03.00 | 0:06.00 |
| Hora de salida de saturación (10') | | 0:10.00 | 0:13.00 | 0:16.00 |
| Hora de entrada a decantación | | 0:12.00 | 0:15.00 | 0:18.00 |
| Hora de salida a decantación (20') | | 0:32.00 | 0:35.00 | 0:38.00 |
| Altura máxima de finos | pulg | 5.1 | 5.2 | 5.1 |
| Altura máxima de arena | pulg | 3.3 | 3.3 | 3.20 |
| Equivalente de arena | | 65.00 | 64.00 | 63.00 |
| PROMEDIO | % | 64.00 | | |

| | | |
|-------------------------|--------|---------------|
| NORMA MTC E 114 60% min | -----> | CUMPLE |
|-------------------------|--------|---------------|

OBSERVACIONES

- Muestreo e identificación realizados por el solicitante.



LEMS W&C EIRL
WILSON OLAYA AGUILAR
 TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS




Miguel Angel Ruiz Perales
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 246904

Solicitud de Ensayo: **1207A_23/ LEMS W&C**
 Solicitante : HENRY DIAZ DELGADO
 EXON JIMMY YAIR SALAZAR VALDERRAMA
 Proyecto TESIS: "INFLUENCIA DE FIBRAS DE CERÁMICA Y DE CARBONO SOBRE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LA MEZCLA ASFÁLTICA MODIFICADA"
 Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.
 Fecha de Apertura : Miércoles, 12 de julio del 2023
 Fecha de Ensayo : Miércoles, 12 de julio del 2023
 ENSAYO: ANGULARIDAD DEL AGREGADO FINO
 NORMA DE REFERENCIA: MTC E 222

DATOS DE LA MUESTRA

PROCEDENCIA DE LA MUESTRA : Cantera Planta asfáltica (Gobierno Regional)
 USO DEL MATERIAL : Agregado Fino

| ENSAYO ANGULARIDAD DE AGREGADO FINO | | | | |
|-------------------------------------|------------------------------|-------|-------|----------|
| N° | ENSAYO | M-1 | M-2 | PROMEDIO |
| 1 | Peso material + Molde (grs) | 253.6 | 253.4 | 1.659 |
| 2 | Peso del Molde (grs) | 90.3 | 90.3 | |
| 3 | Peso Neto del Material (grs) | 163.3 | 163.1 | |
| 4 | Volumen del molde (cc) | 98.4 | 98.4 | |
| 5 | Peso unitario (gr/cc) | 1.660 | 1.658 | |

| N° | ENSAYO | M-3 | M-4 | PROMEDIO |
|----|-------------------------------------|--------|--------|----------|
| A | Peso Mat. Sat. Sup. Seco (en aire) | 492 | 492 | 0.737 |
| B | Peso Frasco + agua | 1232.5 | 1233.4 | |
| C | Peso Frasco + agua + A | 1724.5 | 1725.4 | |
| D | Peso del Mat. + agua en el frasco | 1540.6 | 1541.1 | |
| E | Vol de masa + Vol de vacio = C-D | 183.9 | 184.3 | |
| F | Pe. De Mat. Seco en estufa (105° C) | 488.3 | 488.5 | |
| G | Vol de masa = E- (A-F) | 180.2 | 180.8 | |
| | Pe bulk (base seca) = F/E | 2.655 | 2.651 | |
| | Pe bulk (base saturada)= A/E | 2.675 | 2.670 | |
| | Pe aparente (base seca)= F/G | 2.710 | 2.702 | |
| | Absorción = ((A-F)/F)*100 | 0.758 | 0.716 | |

| N° | ENSAYO | 1 | 2 | PROMEDIO |
|----|----------------------------------|-------|-------|----------|
| 1 | Peso específico seco (Gsb) | 2.655 | 2.651 | 37.48 |
| 2 | Volumen de molde (V) | 98.4 | 98.4 | |
| 3 | Peso de material en el molde (w) | 163.3 | 163.1 | |
| 4 | Angularidad de agregado fino % | 37.50 | 37.47 | |

| | | | |
|-----------------|----|--------|---------------|
| NORMA MTC E 222 | 30 | -----> | CUMPLE |
|-----------------|----|--------|---------------|

OBSERVACIONES

- Muestreo e identificación realizados por el solicitante.



LEMS W&C EIRL
WILSON OLAYA AGUILAR
 TÈC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS

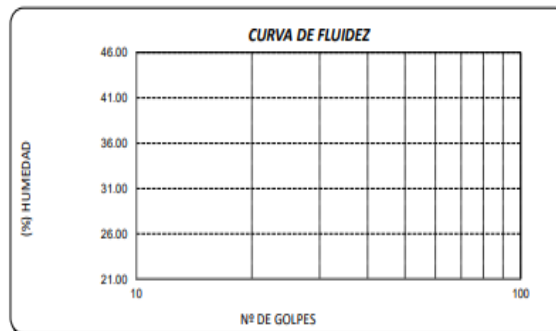


Miguel Angel Ruiz Perales
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 246904


Solicitud de Ensayo: **1207A_23/ LEMS W&C**
 Solicitante : HENRY DIAZ DELGADO
 EXON JIMMY YAIR SALAZAR VALDERRAMA
 Proyecto : TESIS: "INFLUENCIA DE FIBRAS DE CERÁMICA Y DE CARBONO SOBRE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LA MEZCLA ASFÁLTICA MODIFICADA"
 Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.
 Fecha de Apertura : Miércoles, 12 de julio del 2023
 Fecha de Ensayo : Jueves, 13 de julio del 2023
 ENSAYO: INDICE DE PLASTICIDAD (malla N° 40)
 NORMA DE MTC E 111/ ASTM D 423
 REFERENCIA:

| Datos de ensayo. | Limite líquido | Limite Plástico |
|-----------------------|----------------|-----------------|
| N° de tarro | NP | |
| N° de golpes | | |
| Tarro + suelo húmedo | | |
| Tarro + suelo seco | | |
| Agua | | |
| Peso del tarro | | |
| Peso del suelo seco | | |
| Porcentaje de humedad | | |

| CONSISTENCIA FISICA DE LA MUESTRA | | colocar "X", si suelo no Plástico | 0 |
|-----------------------------------|----|-----------------------------------|---|
| Limite Líquido | NP | | |
| Limite Plástico | NP | | |
| Índice de Plasticidad | NP | | |


OBSERVACIONES

- Muestreo e identificación realizados por el solicitante.



LEMS W&C EIRL
WILSON CLAYA AGUILAR
 T.E.C. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS




Miguel Angel Ruiz Perales
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 246904

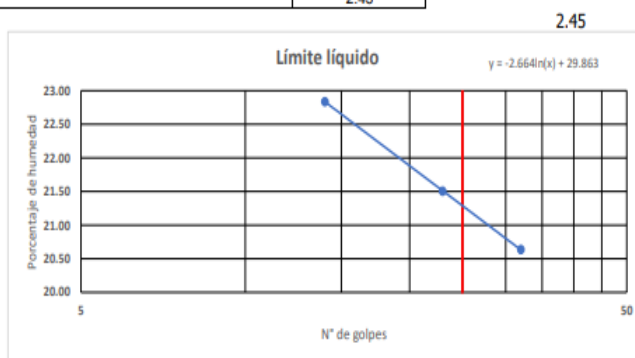
Solicitud de Ensayo: **1207A_23/ LEMS W&C**
 Solicitante : HENRY DIAZ DELGADO
 EXON JIMMY YAIR SALAZAR VALDERRAMA
 Proyecto TESIS: "INFLUENCIA DE FIBRAS DE CERÁMICA Y DE CARBONO SOBRE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LA MEZCLA ASFÁLTICA MODIFICADA"

Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.
 Fecha de Apertura : Miércoles, 12 de julio del 2023
 Fecha de Ensayo : Jueves, 13 de julio del 2023

ENSAYO: INDICE DE PLASTICIDAD (malla N° 200)
 NORMA DE REFERENCIA: MTC E 111/ ASTM D 423

| Datos de ensayo. | Limite líquido | | | Limite Plástico | |
|-----------------------|----------------|-------|-------|-----------------|-------|
| | 8 | 5 | 6 | 12 | 15 |
| N° de tarro | 8 | 5 | 6 | | |
| N° de golpes | 14 | 23 | 32 | | |
| Tarro + suelo húmedo | 61.55 | 62.25 | 61.45 | 41.71 | 44.04 |
| Tarro + suelo seco | 60.02 | 61.05 | 60.15 | 40 | 43 |
| Agua | 1.53 | 1.2 | 1.3 | 1.71 | 1.04 |
| Peso del tarro | 53.32 | 55.47 | 53.85 | 31.20 | 37.30 |
| Peso del suelo seco | 6.7 | 5.58 | 6.3 | 8.8 | 5.7 |
| Porcentaje de humedad | 22.84 | 21.51 | 20.63 | 19.43 | 18.25 |

| CONSISTENCIA FISICA DE LA MUESTRA | | Colocar "X", a suelo no | 0 |
|-----------------------------------|-------|-------------------------|---|
| Limite Líquido | 21.29 | | |
| Limite Plástico | 18.84 | | |
| Índice de Plasticidad | 2.45 | | |



OBSERVACIONES

- Muestreo e identificación realizados por el solicitante.

Solicitud de Ensayo: **1207A_23/ LEMS W&C**
 Solicitante : HENRY DIAZ DELGADO
 EXON JIMMY YAIR SALAZAR VALDERRAMA
 Proyecto : TESIS: "INFLUENCIA DE FIBRAS DE CERÁMICA Y DE CARBONO SOBRE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LA MEZCLA ASFÁLTICA MODIFICADA"

Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.
 Fecha de Apertura : Miércoles, 12 de julio del 2023
 Fecha de Ensayo : Jueves, 13 de julio del 2023

ENSAYO: DURABILIDAD (al sulfato de Magnesio)
 NORMA DE REFERENCIA: MTC E 209

| AGREGADO FINO | | | | | | | |
|-----------------|----------|------------------|-----------------------|-------------------------|-------------------------|----------------------|------------------------|
| TAMAÑO DE MALLA | | ESCALON ORIGINAL | PESO ANTES DEL ENSAYO | PESO DESPUES DEL ENSAYO | PERDIDA DE PESO DESPUES | % DE PERDIDA DESPUES | % DE PERDIDA CORREGIDA |
| PASANTE | RETENIDO | | | | | | |
| 3/8" | N° 4 | | | | | | |
| N° 4 | N° 8 | 3.5 | 100.0 | 96.5 | 3.55 | 3.55 | 0.12 |
| N° 8 | N° 16 | 4.7 | 100.0 | 92.9 | 7.10 | 7.10 | 0.33 |
| N° 16 | N° 30 | 10.5 | 100.0 | 95.5 | 4.50 | 4.50 | 0.47 |
| N° 30 | N° 50 | 24.3 | 100.0 | 93.8 | 6.20 | 6.20 | 1.51 |
| N° 50 | N° 100 | 4.8 | 100.0 | 94.1 | 5.90 | 5.90 | 0.28 |
| < N° 100 | | 13.8 | | | | | |
| TOTALES | | | | | | | 2.72 |

OBSERVACIONES

- Muestreo e identificación realizados por el solicitante.



LEMS W&C EIRL
WILSON OLAYA AGUILAR
 TÈC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



Miguel Angel Ruiz Perales
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 246904

Solicitud de Ensayo: **1207A_23/ LEMS W&C**
 Solicitante : HENRY DIAZ DELGADO
 EXON JIMMY YAIR SALAZAR VALDERRAMA
 Proyecto TESIS: "INFLUENCIA DE FIBRAS DE CERÁMICA Y DE CARBONO SOBRE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LA MEZCLA ASFÁLTICA MODIFICADA"

Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.
 Fecha de Apertura : Miércoles, 12 de julio del 2023
 Fecha de Ensayo : Jueves, 13 de julio del 2023

ENSAYO: SALES SOLUBLES TOTALES
 NORMA DE REFERENCIA: MTC E 219

Calicata: Planta asfáltica (Gobierno Regional)

| Agregado Fino | | Muestra usada | g. | 50 | 50 |
|---------------------|---|---|-----|--------|--------|
| | | Agua destilada usada | ml | 150 | 150 |
| 01 | Relación de la mezcla suelo - agua destilada | | | 3 | 3 |
| 02 | Número de beaker | | | C-2 | C-3 |
| 03 | Masa de beaker | | g. | 42.906 | 42.908 |
| 04 | Masa de beaker + residuo de sales | | g. | 42.925 | 42.920 |
| 05 | Masa de residuo de sales | (4)-(3) | g. | 0.019 | 0.012 |
| 06 | Volumen de la solución tomada | | ml | 40 | 40 |
| 07 | Constituyentes de sales solubles totales | $[(5) \times (1000000)] / (6) \times (1)$ | ppm | 1425 | 900 |
| 08 | Constituyentes de sales solubles totales en peso seco | $(7) / 10000$ | (%) | 0.14 | 0.09 |
| PROMEDIO (ppm) = | | | | 1162 | |
| PROMEDIO (%) = | | | | 0.12 | |
| NORMA MTC E 219 (%) | | | | 0.5 | CUMPLE |

OBSERVACIONES

- Muestreo e identificación realizados por el solicitante.



LEMS W&C EIRL
 WILSON OLAYA AGUILAR
 TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



Miguel Angel Ruiz Perales
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 246904

Solicitud de Ensayo: **1207A_23/ LEMS W&C**
 Solicitante : HENRY DIAZ DELGADO
 EXON JIMMY YAIR SALAZAR VALDERRAMA
 Proyecto TESIS: "INFLUENCIA DE FIBRAS DE CERÁMICA Y DE CARBONO SOBRE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LA MEZCLA ASFÁLTICA MODIFICADA"

Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.
 Fecha de Apertura : Miércoles, 12 de julio del 2023
 Fecha de Ensayo : Jueves, 13 de julio del 2023

ENSAYO: ABSORCIÓN
 NORMA DE REFERENCIA: MTC E 205

Muestra : Agregado Fino

Canreta : Planta asfáltica (Gobierno Regional)

I. DATOS

| | | F-2 | F-3 |
|--|------|-------|-------|
| 1.- Masa de la arena superficialmente seca | (gr) | 500.0 | 500.0 |
| 2.- Peso frasco + agua | (gr) | 673.1 | 674.4 |
| 3.- Masa de la arena superficialmente seca + masa del frasco + masa del agua | (gr) | 981.4 | 984.2 |
| 4.- Masa de la arena secada al horno | (gr) | 498.4 | 498.1 |

II.- RESULTADOS

| | | | | PROMEDIO |
|--|-----------------------|-------|-------|--------------|
| 1.- PESO ESPECIFICO DE MASA | (gr/cm ³) | 2.600 | 2.619 | 2.609 |
| 2.- PESO ESPECIFICO DE MASA SATURADO SUPERFICIALMENTE SECO | (gr/cm ³) | 2.608 | 2.629 | 2.619 |
| 3.- PESO ESPECIFICO APARENTE | (gr/cm ³) | 2.622 | 2.645 | 2.634 |
| 4.- PORCENTAJE DE ABSORCIÓN | % | 0.32 | 0.38 | 0.351 |

Observaciones :

- Muestreo e identificación realizados por el solicitante.



LEMS W&C EIRL
WILSON OLAYAAGUILAR
 T.E.C. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS




Miguel Angel Ruiz Perales
 INGENIERO CIVIL
 C.I.P. 246904

Combinación teórica de los agregados

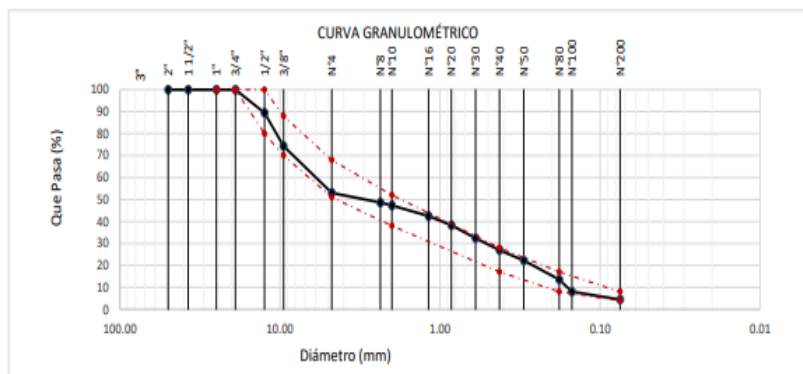


Prolongación Bolognesi Km. 3.5
Pimentel – Lambayeque
R.U.C. 20480781334
Email: servicios@lemswyceirl.com

Solicitud de Ensayo : 1207A_23/ LEMS W&C
Solicitante : HENRY DIAZ DELGADO
EXON JIMMY YAIR SALAZAR VALDERRAMA
Proyecto : Tesis: "INFLUENCIA DE FIBRAS DE CERÁMICA Y DE CARBONO SOBRE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LA MEZCLA ASFÁLTICA MODIFICADA"
Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.
Fecha de apertura : Miércoles, 12 de julio del 2023
Fecha de Facturación : Jueves, 13 de julio del 2023
ENSAYO : AGREGADOS. Análisis granulométrico del agregado fino. Grueso y global.
NORMA : N.T.P. 400.012

Muestra : Agregado Grueso 49.5% + Agregado Fino 48.5% + Filler 2%

| Malla | | 49.5 | 48.5 | 2.0 | 100.00 | GRADACIÓN MAC - 2 |
|--------|--------|-----------------|---------------|--------|-----------|----------------------|
| Pulg. | (mm.) | % Que Pasa | | | | |
| | | Agregado Grueso | Agregado Fino | Filler | Combinado | |
| 2" | 50.000 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | |
| 1 1/2" | 37.500 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | |
| 1" | 25.000 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | |
| 3/4" | 19.000 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100 |
| 1/2" | 12.500 | 78.7 | 100.0 | 100.0 | 89.5 | 80 - 100 |
| 3/8" | 9.500 | 48.1 | 100.0 | 100.0 | 74.3 | 70 - 88 |
| Nº 4 | 4.750 | 5.0 | 100.0 | 100.0 | 53.0 | 51 - 68 |
| Nº 8 | 2.360 | 0.3 | 95.8 | 100.0 | 48.6 | |
| Nº 10 | 2.000 | 0.2 | 93.1 | 100.0 | 47.3 | 38 - 52 |
| Nº 16 | 1.180 | 0.1 | 83.4 | 100.0 | 42.5 | |
| Nº 20 | 0.850 | 0.1 | 74.8 | 100.0 | 38.3 | |
| Nº 30 | 0.600 | 0.0 | 62.6 | 100.0 | 32.4 | |
| Nº 40 | 0.425 | 0.0 | 51.3 | 100.0 | 26.9 | 17 - 28 |
| Nº 50 | 0.300 | 0.0 | 41.6 | 100.0 | 22.2 | |
| Nº 80 | 0.180 | 0.0 | 23.9 | 100.0 | 13.6 | 8 - 17 |
| Nº100 | 0.150 | 0.0 | 12.4 | 100.0 | 8.0 | |
| Nº200 | 0.075 | 0.0 | 5.5 | 87.0 | 4.4 | 4 - 8 |



Observaciones:

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



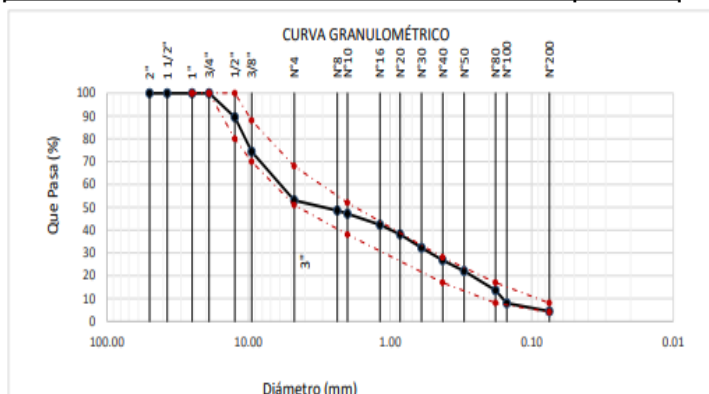
Combinación teórica de mezcla asfáltica con fibra de cerámica



Prolongación Bolognesi Km. 3.5
Pimentel – Lambayeque
R.U.C. 20480781334
Email: servicios@lemswceirl.com

Solicitud de ensayo : **1207A_23/ LEMS W&C**
Solicitante : **HENRY DIAZ DELGADO**
EXON JIMMY YAIR SALAZAR VALDERRAMA
Proyecto / Obra : **Tesis: "INFLUENCIA DE FIBRAS DE CERÁMICA Y DE CARBONO SOBRE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LA MEZCLA ASFÁLTICA MODIFICADA"**
Ubicación : **Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.**
Fecha de Apertura : **Miércoles, 12 de julio del 2023**
Fecha de Ensayo : **Jueves, 13 de julio del 2023**
ENSAYO : **AGREGADOS. Análisis granulométrico del agregado fino. Grueso y global.**
NORMA : **N.T.P. 400.012**
Muestra : **Combinado A. Grueso 49.25% + F. Ceramica 0.50% + A. Fino 48.26% + Filler 1.99%**

| Malla | | 49.25 | 0.50 | 48.26 | 1.99 | 100.00 | GRADACIÓN MAC - 2 |
|--------|--------|------------|-------------|---------|--------|-----------|--------------------------|
| Pulg. | (mm.) | % Que Pasa | | | | | |
| | | A. Grueso | F. Ceramica | A. Fino | Filler | Combinado | |
| 2" | 50.000 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.00 | |
| 1 1/2" | 37.500 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.00 | |
| 1" | 25.000 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.00 | |
| 3/4" | 19.000 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.00 | 100 |
| 1/2" | 12.500 | 78.7 | 91.3 | 100.0 | 100.0 | 89.48 | 80 - 100 |
| 3/8" | 9.500 | 48.1 | 77.7 | 100.0 | 100.0 | 74.33 | 70 - 88 |
| Nº 4 | 4.750 | 5.0 | 64.6 | 100.0 | 100.0 | 53.04 | 51 - 68 |
| Nº 8 | 2.360 | 0.3 | 35.1 | 95.8 | 100.0 | 48.53 | |
| Nº 10 | 2.000 | 0.2 | 22.3 | 93.1 | 100.0 | 47.13 | 38 - 52 |
| Nº 16 | 1.180 | 0.1 | 15.2 | 83.4 | 100.0 | 42.36 | |
| Nº 20 | 0.850 | 0.1 | 8.5 | 74.8 | 100.0 | 38.14 | |
| Nº 30 | 0.600 | 0.0 | 6.2 | 62.6 | 100.0 | 32.25 | |
| Nº 40 | 0.425 | 0.0 | 2.4 | 51.3 | 100.0 | 26.78 | 17 - 28 |
| Nº 50 | 0.300 | 0.0 | 1.6 | 41.6 | 100.0 | 22.08 | |
| Nº 80 | 0.180 | 0.0 | 1.2 | 23.9 | 100.0 | 13.53 | 8 - 17 |
| Nº100 | 0.150 | 0.0 | 0.8 | 12.4 | 100.0 | 7.97 | |
| Nº200 | 0.075 | 0.0 | 0.2 | 5.5 | 87.0 | 4.40 | 4 - 8 |



Observaciones:

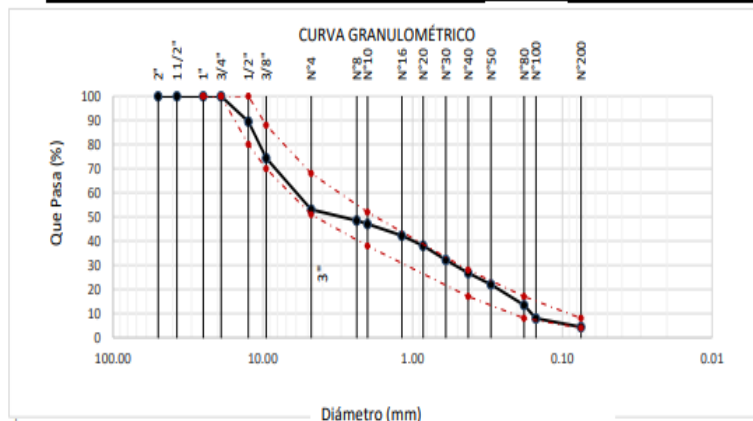
- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.

LEMS W&C EIRL
WILSON CLAYA AGUILAR
TEC. EN INGENIERÍA DE MATERIALES Y SUELOS

Miguel Angel Ruiz Perales
INGENIERO CIVIL
CIP. 246904

Solicitud de ensayo : **1207A_23/ LEMS W&C**
 Solicitante : **HENRY DIAZ DELGADO**
 EXON JIMMY YAIR SALAZAR VALDERRAMA
 Proyecto / Obra : **Tesis: "INFLUENCIA DE FIBRAS DE CERÁMICA Y DE CARBONO SOBRE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LA MEZCLA ASFÁLTICA MODIFICADA"**
 Ubicación : **Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.**
 Fecha de Apertura : **Miércoles, 12 de julio del 2023**
 Fecha de Ensayo : **Jueves, 13 de julio del 2023**
 ENSAYO : **AGREGADOS. Análisis granulométrico del agregado fino. Grueso y global.**
 NORMA : **N.T.P. 400.012**
 Muestra : **Combinado A. Grueso 49.13% + F. Ceramica 0.75% + A. Fino 48.14% + Filler 1.99%**

| Malla | | 49.13 | 0.75 | 48.14 | 1.99 | 100.00 | GRADACIÓN MAC - 2 |
|--------|--------|------------|-------------|---------|--------|-----------|----------------------|
| | | % Que Pasa | | | | | |
| Pulg. | (mm.) | A. Grueso | F. Ceramica | A. Fino | Filler | Combinado | |
| 2" | 50.000 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.00 | |
| 1 1/2" | 37.500 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.00 | |
| 1" | 25.000 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.00 | |
| 3/4" | 19.000 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.00 | 100 |
| 1/2" | 12.500 | 78.7 | 91.3 | 100.0 | 100.0 | 89.48 | 80 - 100 |
| 3/8" | 9.500 | 48.1 | 77.7 | 100.0 | 100.0 | 74.34 | 70 - 88 |
| Nº 4 | 4.750 | 5.0 | 64.6 | 100.0 | 100.0 | 53.07 | 51 - 68 |
| Nº 8 | 2.360 | 0.3 | 35.1 | 95.8 | 100.0 | 48.49 | |
| Nº 10 | 2.000 | 0.2 | 22.3 | 93.1 | 100.0 | 47.07 | 38 - 52 |
| Nº 16 | 1.180 | 0.1 | 15.2 | 83.4 | 100.0 | 42.29 | |
| Nº 20 | 0.850 | 0.1 | 8.5 | 74.8 | 100.0 | 38.07 | |
| Nº 30 | 0.600 | 0.0 | 6.2 | 62.6 | 100.0 | 32.19 | |
| Nº 40 | 0.425 | 0.0 | 2.4 | 51.3 | 100.0 | 26.72 | 17 - 28 |
| Nº 50 | 0.300 | 0.0 | 1.6 | 41.6 | 100.0 | 22.02 | |
| Nº 80 | 0.180 | 0.0 | 1.2 | 23.9 | 100.0 | 13.50 | 8 - 17 |
| Nº100 | 0.150 | 0.0 | 0.8 | 12.4 | 100.0 | 7.96 | |
| Nº200 | 0.075 | 0.0 | 0.2 | 5.5 | 87.0 | 4.39 | 4 - 8 |



Observaciones:

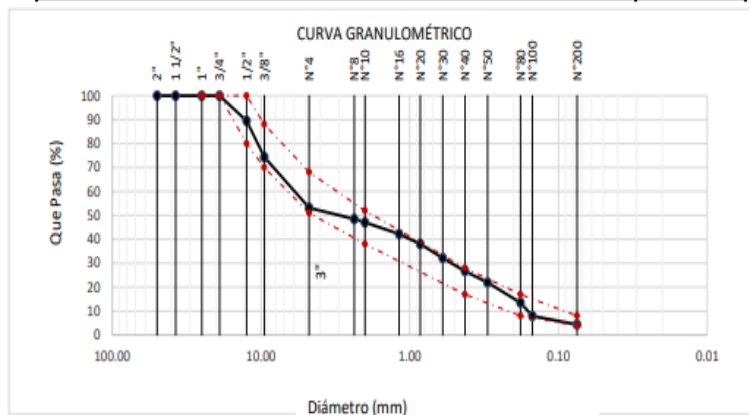
- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.


LEMS W&C EIRL
WILSON OLAYA AGUILAR
 TEC. EN ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS


Miguel Angel Ruiz Perales
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 246904

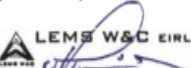
Solicitud de ensayo : **1207A_23/ LEMS W&C**
 Solicitante : HENRY DIAZ DELGADO
 EXON JIMMY YAIR SALAZAR VALDERRAMA
 Proyecto / Obra : Tesis: "INFLUENCIA DE FIBRAS DE CERÁMICA Y DE CARBONO SOBRE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LA MEZCLA ASFÁLTICA MODIFICADA"
 Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
 Fecha de Apertura : Miércoles, 12 de julio del 2023
 Fecha de Ensayo : Jueves, 13 de julio del 2023
 ENSAYO : AGREGADOS. Análisis granulométrico del agregado fino. Grueso y global.
 NORMA : N.T.P. 400.012
 Muestra : Combinado A. Grueso 49.01% + F. Ceramica 1.00% + A. Fino 48.02% + Filler 1.98%

| Malla | | 49.01 | 1.00 | 48.02 | 1.98 | 100.00 | GRADACIÓN MAC - 2 |
|--------|--------|------------|-------------|---------|--------|-----------|--------------------------|
| Pulg. | (mm.) | % Que Pasa | | | | | |
| | | A. Grueso | F. Ceramica | A. Fino | Filler | Combinado | |
| 2" | 50.000 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.00 | |
| 1 1/2" | 37.500 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.00 | |
| 1" | 25.000 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.00 | |
| 3/4" | 19.000 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.00 | 100 |
| 1/2" | 12.500 | 78.7 | 91.3 | 100.0 | 100.0 | 89.49 | 80 - 100 |
| 3/8" | 9.500 | 48.1 | 77.7 | 100.0 | 100.0 | 74.34 | 70 - 88 |
| Nº 4 | 4.750 | 5.0 | 64.6 | 100.0 | 100.0 | 53.10 | 51 - 68 |
| Nº 8 | 2.360 | 0.3 | 35.1 | 95.8 | 100.0 | 48.46 | |
| Nº 10 | 2.000 | 0.2 | 22.3 | 93.1 | 100.0 | 47.01 | 38 - 52 |
| Nº 16 | 1.180 | 0.1 | 15.2 | 83.4 | 100.0 | 42.23 | |
| Nº 20 | 0.850 | 0.1 | 8.5 | 74.8 | 100.0 | 37.99 | |
| Nº 30 | 0.600 | 0.0 | 6.2 | 62.6 | 100.0 | 32.12 | |
| Nº 40 | 0.425 | 0.0 | 2.4 | 51.3 | 100.0 | 26.66 | 17 - 28 |
| Nº 50 | 0.300 | 0.0 | 1.6 | 41.6 | 100.0 | 21.97 | |
| Nº 80 | 0.180 | 0.0 | 1.2 | 23.9 | 100.0 | 13.47 | 8 - 17 |
| Nº100 | 0.150 | 0.0 | 0.8 | 12.4 | 100.0 | 7.94 | |
| Nº200 | 0.075 | 0.0 | 0.2 | 5.5 | 87.0 | 4.38 | 4 - 8 |



Observaciones:

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.

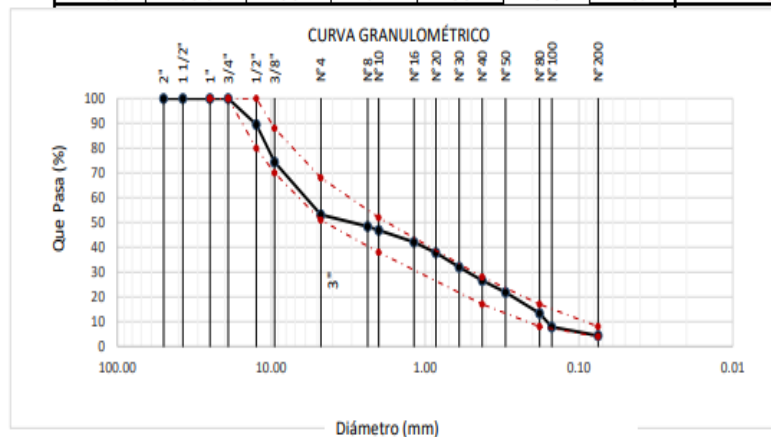

LEMS W&C EIRL
 WILSON OLAYA AGUILAR
 T.E.C. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



 Miguel Angel Ruiz Perales
 INGENIERO CIVIL
 C.I.P. 246904

Solicitud de ensayo : **1207A_23/ LEMS W&C**
 Solicitante : **HENRY DIAZ DELGADO**
 EXON JIMMY YAIR SALAZAR VALDERRAMA
 Proyecto / Obra : Tesis: "INFLUENCIA DE FIBRAS DE CERÁMICA Y DE CARBONO SOBRE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LA MEZCLA ASFÁLTICA MODIFICADA"
 Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
 ENSAYO : AGREGADOS. Análisis granulométrico del agregado fino. Grueso y global.
 NORMA : N.T.P. 400.012
 Muestra : Combinado A. Grueso 48.76% + F. Ceramica 1.50% + A. Fino 47.77% + Filler 1.97%

| Malla | | 48.76 | 1.50 | 47.77 | 1.97 | 100.00 | GRADACIÓN MAC - 2 |
|--------|--------|------------|-------------|---------|--------|-----------|----------------------|
| Pulg. | (mm.) | % Que Pasa | | | | | |
| | | A. Grueso | F. Ceramica | A. Fino | Filler | Combinado | |
| 2" | 50.000 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.00 | |
| 1 1/2" | 37.500 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.00 | |
| 1" | 25.000 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.00 | |
| 3/4" | 19.000 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.00 | 100 |
| 1/2" | 12.500 | 78.7 | 91.3 | 100.0 | 100.0 | 89.49 | 80 - 100 |
| 3/8" | 9.500 | 48.1 | 77.7 | 100.0 | 100.0 | 74.36 | 70 - 88 |
| Nº 4 | 4.750 | 5.0 | 64.6 | 100.0 | 100.0 | 53.15 | 51 - 68 |
| Nº 8 | 2.360 | 0.3 | 35.1 | 95.8 | 100.0 | 48.39 | |
| Nº 10 | 2.000 | 0.2 | 22.3 | 93.1 | 100.0 | 46.88 | 38 - 52 |
| Nº 16 | 1.180 | 0.1 | 15.2 | 83.4 | 100.0 | 42.09 | |
| Nº 20 | 0.850 | 0.1 | 8.5 | 74.8 | 100.0 | 37.85 | |
| Nº 30 | 0.600 | 0.0 | 6.2 | 62.6 | 100.0 | 31.99 | |
| Nº 40 | 0.425 | 0.0 | 2.4 | 51.3 | 100.0 | 26.54 | 17 - 28 |
| Nº 50 | 0.300 | 0.0 | 1.6 | 41.6 | 100.0 | 21.87 | |
| Nº 80 | 0.180 | 0.0 | 1.2 | 23.9 | 100.0 | 13.41 | 8 - 17 |
| Nº100 | 0.150 | 0.0 | 0.8 | 12.4 | 100.0 | 7.90 | |
| Nº200 | 0.075 | 0.0 | 0.2 | 5.5 | 87.0 | 4.36 | 4 - 8 |



Observaciones:

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.

Combinación teórica de mezcla asfáltica con fibra de carbono



Prolongación Bolognesi Km. 3.5

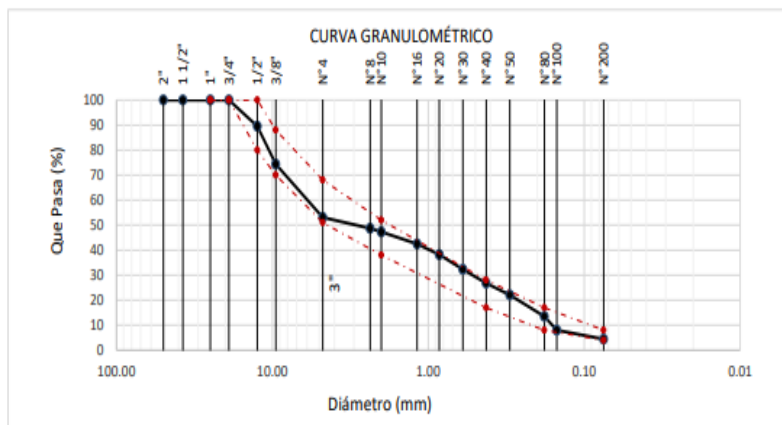
Pimentel – Lambayeque

R.U.C. 20480781334

Email: servicios@lemswyceirf.com

Solicitud de ensayo : 1207A_23/ LEMS W&C
 Solicitante : HENRY DIAZ DELGADO
 EXON JIMMY YAIR SALAZAR VALDERRAMA
 Proyecto / Obra : Tesis: "INFLUENCIA DE FIBRAS DE CERÁMICA Y DE CARBONO SOBRE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LA MEZCLA ASFÁLTICA MODIFICADA"
 Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.
 Fecha de Apertura : Miércoles, 12 de julio del 2023
 Fecha de Ensayo : Jueves, 13 de julio del 2023
 ENSAYO : AGREGADOS. Análisis granulométrico del agregado fino. Grueso y global.
 NORMA : N.T.P. 400.012
 Muestra : Combinado A. Grueso 49.25% + F. Carbono 0.50% + A. Fino 48.26% + Filler 1.99%

| Malla | Pulg. | (mm.) | 49.25 | 0.50 | 48.26 | 1.99 | 100.00 | GRADACIÓN MAC - 2 |
|--------|-------|--------|------------|------------|---------|--------|-----------|----------------------|
| | | | % Que Pasa | | | | | |
| | | | A. Grueso | F. Carbono | A. Fino | Filler | Combinado | |
| 2" | | 50.000 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.00 | |
| 1 1/2" | | 37.500 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.00 | |
| 1" | | 25.000 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.00 | |
| 3/4" | | 19.000 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.00 | 100 |
| 1/2" | | 12.500 | 78.7 | 93.1 | 100.0 | 100.0 | 89.49 | 80 - 100 |
| 3/8" | | 9.500 | 48.1 | 85.8 | 100.0 | 100.0 | 74.37 | 70 - 88 |
| Nº 4 | | 4.750 | 5.0 | 76.1 | 100.0 | 100.0 | 53.09 | 51 - 68 |
| Nº 8 | | 2.360 | 0.3 | 61.1 | 95.8 | 100.0 | 48.66 | |
| Nº 10 | | 2.000 | 0.2 | 47.4 | 93.1 | 100.0 | 47.26 | 38 - 52 |
| Nº 16 | | 1.180 | 0.1 | 32.3 | 83.4 | 100.0 | 42.45 | |
| Nº 20 | | 0.850 | 0.1 | 14.6 | 74.8 | 100.0 | 38.17 | |
| Nº 30 | | 0.600 | 0.0 | 8.0 | 62.6 | 100.0 | 32.26 | |
| Nº 40 | | 0.425 | 0.0 | 5.0 | 51.3 | 100.0 | 26.79 | 17 - 28 |
| Nº 50 | | 0.300 | 0.0 | 3.0 | 41.6 | 100.0 | 22.08 | |
| Nº 80 | | 0.180 | 0.0 | 1.8 | 23.9 | 100.0 | 13.53 | 8 - 17 |
| Nº100 | | 0.150 | 0.0 | 0.8 | 12.4 | 100.0 | 7.97 | |
| Nº200 | | 0.075 | 0.0 | 0.2 | 5.5 | 87.00 | 4.40 | 4 - 8 |



Observaciones:

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.

LEMS W&C EIRL
 WILSON OLAYA AGUILAR
 T.E.C. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS

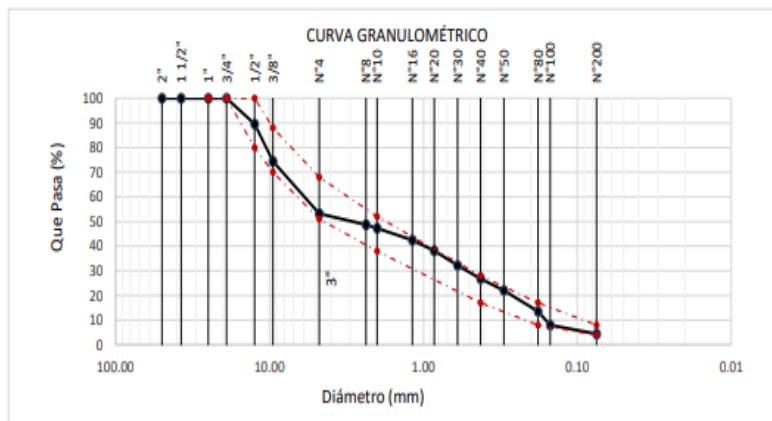
Miguel Angel Ruiz Perales
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 246904

Solicitud de ensayo : **1207A_23/ LEMS W&C**
Solicitante : **HENRY DIAZ DELGADO**
EXON JIMMY YAIR SALAZAR VALDERRAMA
Proyecto / Obra : **Tesis: "INFLUENCIA DE FIBRAS DE CERÁMICA Y DE CARBONO SOBRE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LA MEZCLA ASFÁLTICA MODIFICADA"**
Ubicación : **Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.**
Fecha de Apertura : **Miércoles, 12 de julio del 2023**
Fecha de Ensayo : **Jueves, 13 de julio del 2023**

ENSAYO : **AGREGADOS. Análisis granulométrico del agregado fino. Grueso y global.**
NORMA : **N.T.P. 400.012**

Muestra : **Combinado A. Grueso 49.13% + F. Carbono 0.75% + A. Fino 48.14% + Filler 1.99%**

| Malla | Pulg. | (mm.) | 49.13 | 0.75 | 48.14 | 1.99 | 100.00 | GRADACIÓN MAC - 2 |
|--------|--------|-------|------------|------------|---------|--------|-----------|----------------------|
| | | | % Que Pasa | | | | | |
| | | | A. Grueso | F. Carbono | A. Fino | Filler | Combinado | |
| 2" | 50.000 | | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.00 | |
| 1 1/2" | 37.500 | | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.00 | |
| 1" | 25.000 | | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.00 | |
| 3/4" | 19.000 | | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.00 | 100 |
| 1/2" | 12.500 | | 78.7 | 93.1 | 100.0 | 100.0 | 89.49 | 80 - 100 |
| 3/8" | 9.500 | | 48.1 | 85.8 | 100.0 | 100.0 | 74.40 | 70 - 88 |
| Nº 4 | 4.750 | | 5.0 | 76.1 | 100.0 | 100.0 | 53.15 | 51 - 68 |
| Nº 8 | 2.360 | | 0.3 | 61.1 | 95.8 | 100.0 | 48.69 | |
| Nº 10 | 2.000 | | 0.2 | 47.4 | 93.1 | 100.0 | 47.26 | 38 - 52 |
| Nº 16 | 1.180 | | 0.1 | 32.3 | 83.4 | 100.0 | 42.42 | |
| Nº 20 | 0.850 | | 0.1 | 14.6 | 74.8 | 100.0 | 38.11 | |
| Nº 30 | 0.600 | | 0.0 | 8.0 | 62.6 | 100.0 | 32.20 | |
| Nº 40 | 0.425 | | 0.0 | 5.0 | 51.3 | 100.0 | 26.74 | 17 - 28 |
| Nº 50 | 0.300 | | 0.0 | 3.0 | 41.6 | 100.0 | 22.03 | |
| Nº 80 | 0.180 | | 0.0 | 1.8 | 23.9 | 100.0 | 13.50 | 8 - 17 |
| Nº100 | 0.150 | | 0.0 | 0.8 | 12.4 | 100.0 | 7.96 | |
| Nº200 | 0.075 | | 0.0 | 0.2 | 5.5 | 87.00 | 4.39 | 4 - 8 |



Observaciones:

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.

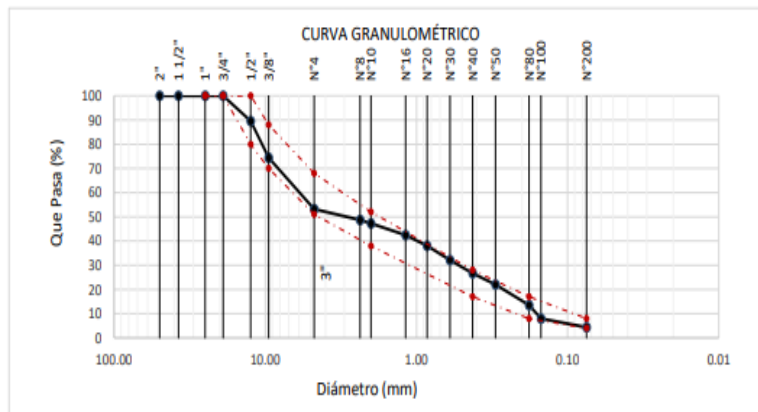
Solicitud de ensayo : **1207A_23/ LEMS W&C**
Solicitante : **HENRY DIAZ DELGADO**
EXON JIMMY YAIR SALAZAR VALDERRAMA
Proyecto / Obra : Tesis: "INFLUENCIA DE FIBRAS DE CERÁMICA Y DE CARBONO SOBRE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LA MEZCLA ASFÁLTICA MODIFICADA"

Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
Fecha de Apertura : Miércoles, 12 de julio del 2023
Fecha de Ensayo : Jueves, 13 de julio del 2023

ENSAYO : AGREGADOS. Análisis granulométrico del agregado fino. Grueso y global.
NORMA : N.T.P. 400.012

Muestra : Combinado A. Grueso 49.01% + F. Carbono 1.00% + A. Fino 48.02% + Filler 1.98%

| Malla | 49.01 | 1.00 | 48.02 | 1.98 | 100.00 | GRADACIÓN | |
|--------|--------|-----------|------------|---------|--------|------------|-----------------|
| | | | | | | % Que Pasa | |
| Pulg. | (mm.) | A. Grueso | F. Carbono | A. Fino | Filler | Combinado | |
| 2" | 50.000 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.00 | |
| 1 1/2" | 37.500 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.00 | |
| 1" | 25.000 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.00 | |
| 3/4" | 19.000 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.00 | 100 |
| 1/2" | 12.500 | 78.7 | 93.1 | 100.0 | 100.0 | 89.50 | 80 - 100 |
| 3/8" | 9.500 | 48.1 | 85.8 | 100.0 | 100.0 | 74.42 | 70 - 88 |
| Nº 4 | 4.750 | 5.0 | 76.1 | 100.0 | 100.0 | 53.21 | 51 - 68 |
| Nº 8 | 2.360 | 0.3 | 61.1 | 95.8 | 100.0 | 48.72 | |
| Nº 10 | 2.000 | 0.2 | 47.4 | 93.1 | 100.0 | 47.26 | 38 - 52 |
| Nº 16 | 1.180 | 0.1 | 32.3 | 83.4 | 100.0 | 42.40 | |
| Nº 20 | 0.850 | 0.1 | 14.6 | 74.8 | 100.0 | 38.06 | |
| Nº 30 | 0.600 | 0.0 | 8.0 | 62.6 | 100.0 | 32.14 | |
| Nº 40 | 0.425 | 0.0 | 5.0 | 51.3 | 100.0 | 26.68 | 17 - 28 |
| Nº 50 | 0.300 | 0.0 | 3.0 | 41.6 | 100.0 | 21.99 | |
| Nº 80 | 0.180 | 0.0 | 1.8 | 23.9 | 100.0 | 13.47 | 8 - 17 |
| Nº100 | 0.150 | 0.0 | 0.8 | 12.4 | 100.0 | 7.94 | |
| Nº200 | 0.075 | 0.0 | 0.2 | 5.5 | 87.00 | 4.38 | 4 - 8 |

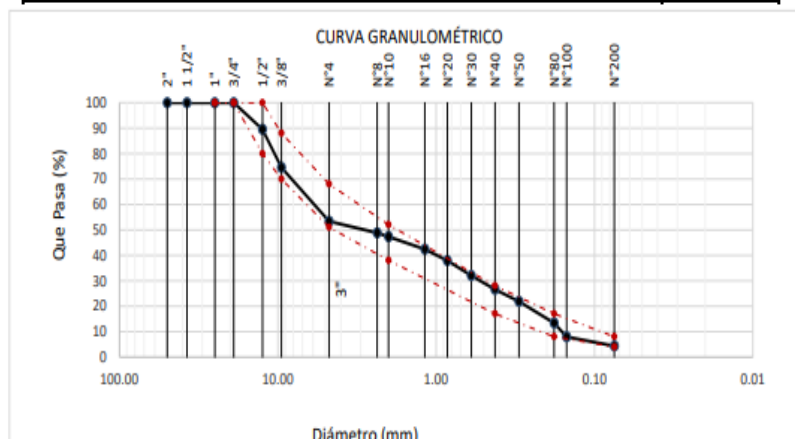


Observaciones:

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.

Solicitud de ensayo : **1207A_23/ LEMS W&C**
 Solicitante : HENRY DIAZ DELGADO
 EXON JIMMY YAIR SALAZAR VALDERRAMA
 Proyecto / Obra : Tesis: "INFLUENCIA DE FIBRAS DE CERÁMICA Y DE CARBONO SOBRE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LA MEZCLA ASFÁLTICA MODIFICADA"
 Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
 Fecha de Apertura : Miércoles, 12 de julio del 2023
 Fecha de Ensayo : Jueves, 13 de julio del 2023
 ENSAYO : AGREGADOS. Análisis granulométrico del agregado fino. Grueso y global.
 NORMA : N.T.P. 400.012
 Muestra : Combinado A. Grueso 48.76% + F. Carbono 1.50% + A. Fino 47.77% + Filler 1.97%

| Malla | | 48.76 | 1.50 | 47.77 | 1.97 | 100.00 | GRADACIÓN MAC - 2 |
|--------|--------|------------|------------|---------|--------|-----------|----------------------|
| | | % Que Pasa | | | | | |
| Pulg. | (mm.) | A. Grueso | F. Carbono | A. Fino | Filler | Combinado | |
| 2" | 50.000 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.00 | |
| 1 1/2" | 37.500 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.00 | |
| 1" | 25.000 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.00 | |
| 3/4" | 19.000 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.00 | 100 |
| 1/2" | 12.500 | 78.7 | 93.1 | 100.0 | 100.0 | 89.52 | 80 - 100 |
| 3/8" | 9.500 | 48.1 | 85.8 | 100.0 | 100.0 | 74.48 | 70 - 88 |
| Nº 4 | 4.750 | 5.0 | 76.1 | 100.0 | 100.0 | 53.33 | 51 - 68 |
| Nº 8 | 2.360 | 0.3 | 61.1 | 95.8 | 100.0 | 48.78 | |
| Nº 10 | 2.000 | 0.2 | 47.4 | 93.1 | 100.0 | 47.26 | 38 - 52 |
| Nº 16 | 1.180 | 0.1 | 32.3 | 83.4 | 100.0 | 42.35 | |
| Nº 20 | 0.850 | 0.1 | 14.6 | 74.8 | 100.0 | 37.94 | |
| Nº 30 | 0.600 | 0.0 | 8.0 | 62.6 | 100.0 | 32.02 | |
| Nº 40 | 0.425 | 0.0 | 5.0 | 51.3 | 100.0 | 26.57 | 17 - 28 |
| Nº 50 | 0.300 | 0.0 | 3.0 | 41.6 | 100.0 | 21.89 | |
| Nº 80 | 0.180 | 0.0 | 1.8 | 23.9 | 100.0 | 13.41 | 8 - 17 |
| Nº100 | 0.150 | 0.0 | 0.8 | 12.4 | 100.0 | 7.90 | |
| Nº200 | 0.075 | 0.0 | 0.2 | 5.5 | 87.00 | 4.36 | 4 - 8 |



Observaciones:

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.

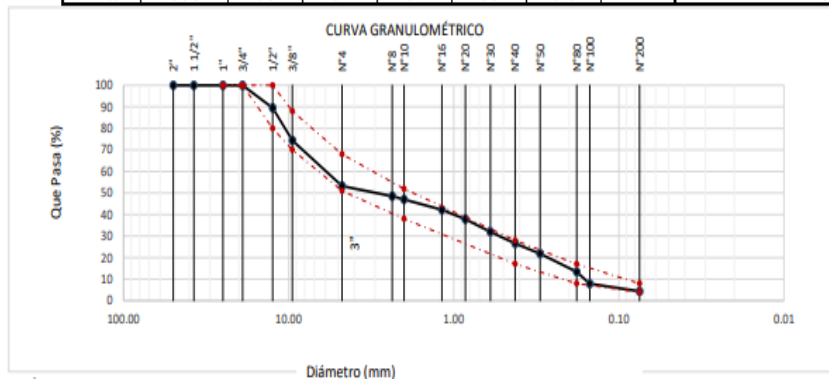
Combinación teórica de mezcla asfáltica con fibra de cerámica y de carbono



Prolongación Bolognesi Km. 3.5
Pimentel – Lambayeque
R.U.C. 20480781334
Email: servicios@lemswceirt.com

Solicitud de ensayo : **1207A_23/ LEMS W&C**
Solicitante : HENRY DIAZ DELGADO
EXON JIMMY YAIR SALAZAR VALDERRAMA
Proyecto / Obra :
Tesis: "INFLUENCIA DE FIBRAS DE CERÁMICA Y DE CARBONO SOBRE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LA MEZCLA ASFÁLTICA MODIFICADA"
Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
Fecha de Apertura : Miércoles, 12 de julio del 2023
Fecha de Ensayo : Jueves, 13 de julio del 2023
ENSAYO : AGREGADOS. Análisis granulométrico del agregado fino. Grueso y global.
NORMA : N.T.P. 400.012
Muestra : Combinado A. Grueso 48.76% + F. Ceramica 1.00% + F. Carbono 0.50% + A. Fino 47.77% + Filler 1.97%

| Malla | | 48.76 | 1.00 | 0.50 | 47.77 | 1.97 | 100.00 | GRADACIÓN MAC - 2 |
|--------|--------|------------|-------------|------------|---------|--------|-----------|----------------------|
| | | % Que Pasa | | | | | | |
| Pulg. | (mm.) | A. Grueso | F. Ceramica | F. Carbono | A. Fino | Filler | Combinado | |
| 2" | 50.000 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.00 | |
| 1 1/2" | 37.500 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.00 | |
| 1" | 25.000 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.00 | |
| 3/4" | 19.000 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.00 | 100 |
| 1/2" | 12.500 | 78.7 | 91.3 | 93.1 | 100.0 | 100.0 | 89.50 | 80 - 100 |
| 3/8" | 9.500 | 48.1 | 77.7 | 85.8 | 100.0 | 100.0 | 74.40 | 70 - 88 |
| Nº 4 | 4.750 | 5.0 | 64.6 | 76.1 | 100.0 | 100.0 | 53.21 | 51 - 68 |
| Nº 8 | 2.360 | 0.3 | 35.1 | 61.1 | 95.8 | 100.0 | 48.52 | |
| Nº 10 | 2.000 | 0.2 | 22.3 | 47.4 | 93.1 | 100.0 | 47.01 | 38 - 52 |
| Nº 16 | 1.180 | 0.1 | 15.2 | 32.3 | 83.4 | 100.0 | 42.17 | |
| Nº 20 | 0.850 | 0.1 | 8.5 | 14.6 | 74.8 | 100.0 | 37.88 | |
| Nº 30 | 0.600 | 0.0 | 6.2 | 8.0 | 62.6 | 100.0 | 32.00 | |
| Nº 40 | 0.425 | 0.0 | 2.4 | 5.0 | 51.3 | 100.0 | 26.55 | 17 - 28 |
| Nº 50 | 0.300 | 0.0 | 1.6 | 3.0 | 41.6 | 100.0 | 21.88 | |
| Nº 80 | 0.180 | 0.0 | 1.2 | 1.8 | 23.9 | 100.0 | 13.41 | 8 - 17 |
| Nº100 | 0.150 | 0.0 | 0.8 | 0.8 | 12.4 | 100.0 | 7.90 | |
| Nº200 | 0.075 | 0.0 | 0.2 | 0.2 | 5.5 | 87.0 | 4.4 | 4 - 8 |



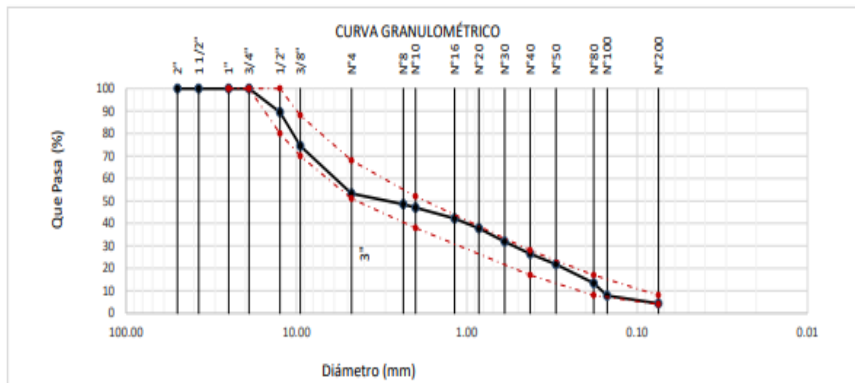
Observaciones:

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



Solicitud de ensayo : **1207A_23/ LEMS W&C**
Solicitante : **HENRY DIAZ DELGADO**
EXON JIMMY YAIR SALAZAR VALDERRAMA
Proyecto / Obra : **Tesis: "INFLUENCIA DE FIBRAS DE CERÁMICA Y DE CARBONO SOBRE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LA MEZCLA ASFÁLTICA MODIFICADA"**
Ubicación : **Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.**
Fecha de Apertura : **Miércoles, 12 de julio del 2023**
Fecha de Ensayo : **Jueves, 13 de julio del 2023**
ENSAYO : **AGREGADOS. Análisis granulométrico del agregado fino. Grueso y global.**
NORMA : **N.T.P. 400.012**
Muestra : **Combinado A. Grueso 48.63% + F. Ceramica 1.00% + F. Carbono 0.75% + A. Fino 47.65% + Filler 1.97%**

| Malla | 48.63 | 1.00 | 0.75 | 47.65 | 1.97 | 100.00 | GRADACIÓN | |
|--------|--------|-----------|-------------|------------|---------|--------|------------|----------|
| | | | | | | | % Que Pasa | |
| Pulg. | (mm.) | A. Grueso | F. Ceramica | F. Carbono | A. Fino | Filler | Combinado | MAC - 2 |
| 2" | 50.000 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.00 | |
| 1 1/2" | 37.500 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.00 | |
| 1" | 25.000 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.00 | |
| 3/4" | 19.000 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.00 | 100 |
| 1/2" | 12.500 | 78.7 | 91.3 | 93.1 | 100.0 | 100.0 | 89.51 | 80 - 100 |
| 3/8" | 9.500 | 48.1 | 77.7 | 85.8 | 100.0 | 100.0 | 74.43 | 70 - 88 |
| Nº 4 | 4.750 | 5.0 | 64.6 | 76.1 | 100.0 | 100.0 | 53.27 | 51 - 68 |
| Nº 8 | 2.360 | 0.3 | 35.1 | 61.1 | 95.8 | 100.0 | 48.55 | |
| Nº 10 | 2.000 | 0.2 | 22.3 | 47.4 | 93.1 | 100.0 | 47.01 | 38 - 52 |
| Nº 16 | 1.180 | 0.1 | 15.2 | 32.3 | 83.4 | 100.0 | 42.15 | |
| Nº 20 | 0.850 | 0.1 | 8.5 | 14.6 | 74.8 | 100.0 | 37.82 | |
| Nº 30 | 0.600 | 0.0 | 6.2 | 8.0 | 62.6 | 100.0 | 31.94 | |
| Nº 40 | 0.425 | 0.0 | 2.4 | 5.0 | 51.3 | 100.0 | 26.49 | 17 - 28 |
| Nº 50 | 0.300 | 0.0 | 1.6 | 3.0 | 41.6 | 100.0 | 21.83 | |
| Nº 80 | 0.180 | 0.0 | 1.2 | 1.8 | 23.9 | 100.0 | 13.38 | 8 - 17 |
| Nº100 | 0.150 | 0.0 | 0.8 | 0.8 | 12.4 | 100.0 | 7.88 | |
| Nº200 | 0.075 | 0.0 | 0.2 | 0.2 | 5.5 | 87.0 | 4.3 | 4 - 8 |



Observaciones:

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.

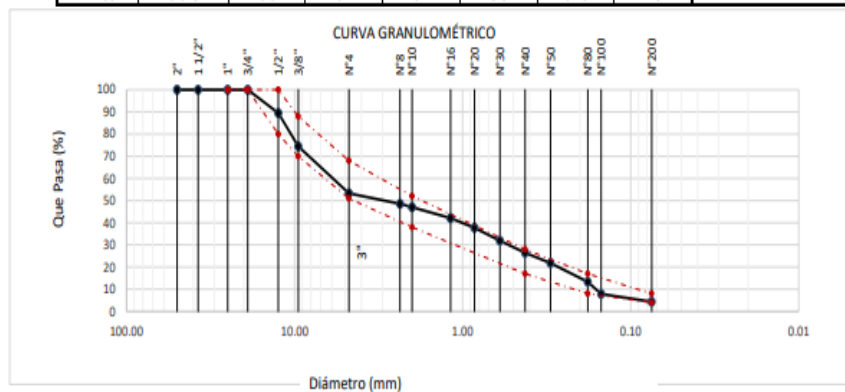
Solicitud de ensayo : **1207A_23/ LEMS W&C**
Solicitante : **HENRY DIAZ DELGADO**
EXON JIMMY YAIR SALAZAR VALDERRAMA
Proyecto / Obra :
Tesis: "INFLUENCIA DE FIBRAS DE CERÁMICA Y DE CARBONO SOBRE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LA MEZCLA ASFÁLTICA MODIFICADA"

Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
Fecha de Apertura : Miércoles, 12 de julio del 2023
Fecha de Ensayo : Jueves, 13 de julio del 2023

ENSAYO : AGREGADOS. Análisis granulométrico del agregado fino. Grueso y global.
NORMA : N.T.P. 400.012

Muestra : Combinado A. Grueso 48.51% + F. Ceramica 1.00% + F. Carbono 1.00% + A. Fino 47.53% + Filler 1.96%

| Malla | | 48.51 | 1.00 | 1.00 | 47.53 | 1.96 | 100.00 | GRADACIÓN | |
|--------|--------|------------|-------------|------------|---------|--------|-----------|-----------|---------|
| | | % Que Pasa | | | | | | | MAC - 2 |
| Pulg. | (mm.) | A. Grueso | F. Ceramica | F. Carbono | A. Fino | Filler | Combinado | | |
| 2" | 50.000 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.00 | | |
| 1 1/2" | 37.500 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.00 | | |
| 1" | 25.000 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.00 | | |
| 3/4" | 19.000 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.00 | 100 | |
| 1/2" | 12.500 | 78.7 | 91.3 | 93.1 | 100.0 | 100.0 | 89.52 | 80 | - 100 |
| 3/8" | 9.500 | 48.1 | 77.7 | 85.8 | 100.0 | 100.0 | 74.46 | 70 | - 88 |
| Nº 4 | 4.750 | 5.0 | 64.6 | 76.1 | 100.0 | 100.0 | 53.33 | 51 | - 68 |
| Nº 8 | 2.360 | 0.3 | 35.1 | 61.1 | 95.8 | 100.0 | 48.58 | | |
| Nº 10 | 2.000 | 0.2 | 22.3 | 47.4 | 93.1 | 100.0 | 47.01 | 38 | - 52 |
| Nº 16 | 1.180 | 0.1 | 15.2 | 32.3 | 83.4 | 100.0 | 42.12 | | |
| Nº 20 | 0.850 | 0.1 | 8.5 | 14.6 | 74.8 | 100.0 | 37.76 | | |
| Nº 30 | 0.600 | 0.0 | 6.2 | 8.0 | 62.6 | 100.0 | 31.88 | | |
| Nº 40 | 0.425 | 0.0 | 2.4 | 5.0 | 51.3 | 100.0 | 26.44 | 17 | - 28 |
| Nº 50 | 0.300 | 0.0 | 1.6 | 3.0 | 41.6 | 100.0 | 21.78 | | |
| Nº 80 | 0.180 | 0.0 | 1.2 | 1.8 | 23.9 | 100.0 | 13.35 | 8 | - 17 |
| Nº100 | 0.150 | 0.0 | 0.8 | 0.8 | 12.4 | 100.0 | 7.87 | | |
| Nº200 | 0.075 | 0.0 | 0.2 | 0.2 | 5.5 | 87.0 | 4.3 | 4 | - 8 |



Observaciones:

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.

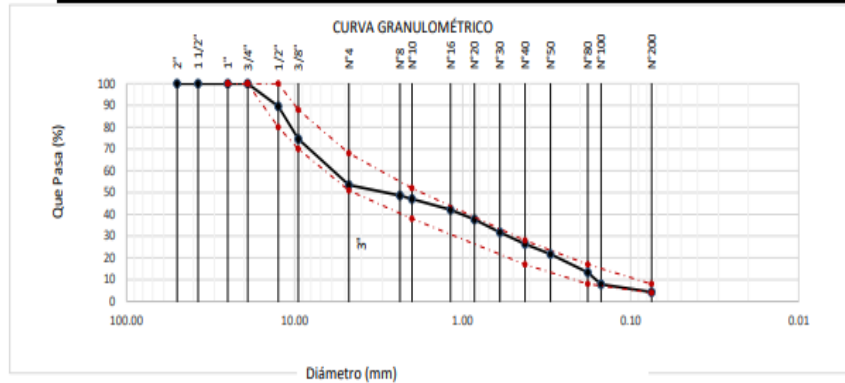
Solicitud de ensayo : **1207A_23/ LEMS W&C**
Solicitante : HENRY DIAZ DELGADO
EXON JIMMY YAIR SALAZAR VALDERRAMA
Proyecto / Obra :
Tesis: "INFLUENCIA DE FIBRAS DE CERÁMICA Y DE CARBONO SOBRE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LA MEZCLA ASFÁLTICA MODIFICADA"

Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
Fecha de Apertura : Miércoles, 12 de julio del 2023
Fecha de Ensayo : Jueves, 13 de julio del 2023

ENSAYO : AGREGADOS. Análisis granulométrico del agregado fino. Grueso y global.
NORMA : N.T.P. 400.012

Muestra : Combinado A. Grueso 48.26% + F. Ceramica 1.00% + F. Carbono 1.00% + A. Fino 47.29% + Filler 1.95%

| Malla | | 48.26 | 1.00 | 1.50 | 47.29 | 1.95 | 100.00 | GRADACIÓN MAC - 2 |
|--------|--------|------------|-------------|------------|---------|--------|-----------|----------------------|
| | | % Que Pasa | | | | | | |
| Pulg. | (mm.) | A. Grueso | F. Ceramica | F. Carbono | A. Fino | Filler | Combinado | |
| 2" | 50.000 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.00 | |
| 1 1/2" | 37.500 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.00 | |
| 1" | 25.000 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.00 | |
| 3/4" | 19.000 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.00 | 100 |
| 1/2" | 12.500 | 78.7 | 91.3 | 93.1 | 100.0 | 100.0 | 89.54 | 80 - 100 |
| 3/8" | 9.500 | 48.1 | 77.7 | 85.8 | 100.0 | 100.0 | 74.52 | 70 - 88 |
| Nº 4 | 4.750 | 5.0 | 64.6 | 76.1 | 100.0 | 100.0 | 53.44 | 51 - 68 |
| Nº 8 | 2.360 | 0.3 | 35.1 | 61.1 | 95.8 | 100.0 | 48.65 | |
| Nº 10 | 2.000 | 0.2 | 22.3 | 47.4 | 93.1 | 100.0 | 47.01 | 38 - 52 |
| Nº 16 | 1.180 | 0.1 | 15.2 | 32.3 | 83.4 | 100.0 | 42.07 | |
| Nº 20 | 0.850 | 0.1 | 8.5 | 14.6 | 74.8 | 100.0 | 37.64 | |
| Nº 30 | 0.600 | 0.0 | 6.2 | 8.0 | 62.6 | 100.0 | 31.75 | |
| Nº 40 | 0.425 | 0.0 | 2.4 | 5.0 | 51.3 | 100.0 | 26.33 | 17 - 28 |
| Nº 50 | 0.300 | 0.0 | 1.6 | 3.0 | 41.6 | 100.0 | 21.69 | |
| Nº 80 | 0.180 | 0.0 | 1.2 | 1.8 | 23.9 | 100.0 | 13.29 | 8 - 17 |
| Nº100 | 0.150 | 0.0 | 0.8 | 0.8 | 12.4 | 100.0 | 7.83 | |
| Nº200 | 0.075 | 0.0 | 0.2 | 0.2 | 5.5 | 87.0 | 4.3 | 4 - 8 |

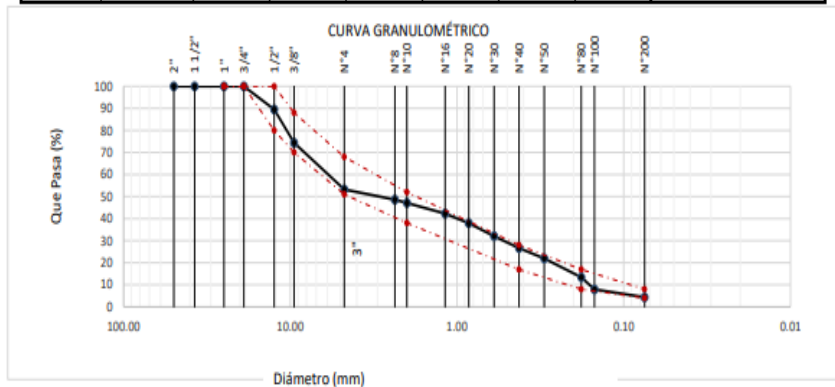


Observaciones:

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.

Solicitud de ensayo : 1207A_23/ LEMS W&C
Solicitante : HENRY DIAZ DELGADO
 EXON JIMMY YAIR SALAZAR VALDERRAMA
Proyecto / Obra : Tesis: "INFLUENCIA DE FIBRAS DE CERÁMICA Y DE CARBONO SOBRE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LA MEZCLA ASFÁLTICA MODIFICADA"
Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
Fecha de Apertura : Miércoles, 12 de julio del 2023
Fecha de Ensayo : Jueves, 13 de julio del 2023
ENSAYO : AGREGADOS. Análisis granulométrico del agregado fino. Grueso y global.
NORMA : N.T.P. 400.012
Muestra : Combinado A. Grueso 48.88% + F. Ceramica 0.50% + F. Carbono 0.75% + A. Fino 47.89% + Filler 1.98%

| Malla | | 48.88 | 0.50 | 0.75 | 47.89 | 1.98 | 100.00 | GRADACIÓN MAC - 2 |
|--------|--------|------------|-------------|------------|---------|--------|-----------|----------------------|
| | | % Que Pasa | | | | | | |
| Pulg. | (mm.) | A. Grueso | F. Ceramica | F. Carbono | A. Fino | Filler | Combinado | |
| 2" | 50.000 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.00 | |
| 1 1/2" | 37.500 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.00 | |
| 1" | 25.000 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.00 | |
| 3/4" | 19.000 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.00 | 100 |
| 1/2" | 12.500 | 78.7 | 91.3 | 93.1 | 100.0 | 100.0 | 89.50 | 80 - 100 |
| 3/8" | 9.500 | 48.1 | 77.7 | 85.8 | 100.0 | 100.0 | 74.41 | 70 - 88 |
| Nº 4 | 4.750 | 5.0 | 64.6 | 76.1 | 100.0 | 100.0 | 53.21 | 51 - 68 |
| Nº 8 | 2.360 | 0.3 | 35.1 | 61.1 | 95.8 | 100.0 | 48.62 | |
| Nº 10 | 2.000 | 0.2 | 22.3 | 47.4 | 93.1 | 100.0 | 47.13 | 38 - 52 |
| Nº 16 | 1.180 | 0.1 | 15.2 | 32.3 | 83.4 | 100.0 | 42.29 | |
| Nº 20 | 0.850 | 0.1 | 8.5 | 14.6 | 74.8 | 100.0 | 37.97 | |
| Nº 30 | 0.600 | 0.0 | 6.2 | 8.0 | 62.6 | 100.0 | 32.07 | |
| Nº 40 | 0.425 | 0.0 | 2.4 | 5.0 | 51.3 | 100.0 | 26.62 | 17 - 28 |
| Nº 50 | 0.300 | 0.0 | 1.6 | 3.0 | 41.6 | 100.0 | 21.93 | |
| Nº 80 | 0.180 | 0.0 | 1.2 | 1.8 | 23.9 | 100.0 | 13.44 | 8 - 17 |
| Nº100 | 0.150 | 0.0 | 0.8 | 0.8 | 12.4 | 100.0 | 7.92 | |
| Nº200 | 0.075 | 0.0 | 0.2 | 0.2 | 5.5 | 87.0 | 4.4 | 4 - 8 |

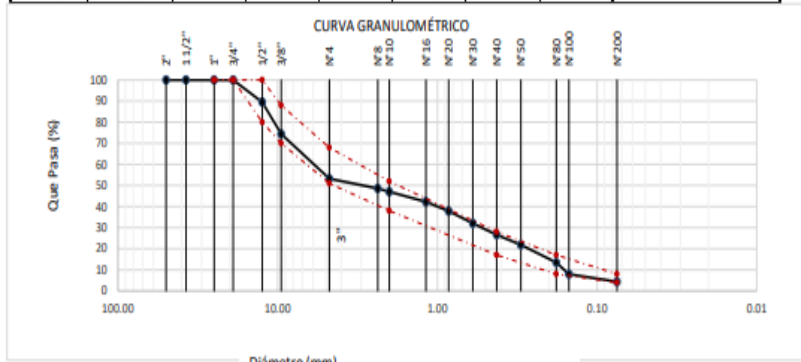


Observaciones:

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.

Solicitud de ensayo : **1207A_23/ LEMS W&C**
 Solicitante : **HENRY DIAZ DELGADO**
EXON JIMMY YAIR SALAZAR VALDERRAMA
 Proyecto / Obra : **Tesis: "INFLUENCIA DE FIBRAS DE CERÁMICA Y DE CARBONO SOBRE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LA MEZCLA ASFÁLTICA MODIFICADA"**
 Ubicación : **Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.**
 Fecha de Apertura : **Miércoles, 12 de julio del 2023**
 Fecha de Ensayo : **Jueves, 13 de julio del 2023**
 ENSAYO : **AGREGADOS. Análisis granulométrico del agregado fino. Grueso y global.**
 NORMA : **N.T.P. 400.012**
 Muestra : **Combinado A. Grueso 48.76% + F. Ceramica 0.75% + F. Carbono 0.75% + A. Fino 47.77% + Filler 1.97%**

| Malla | | 48.76 | 0.75 | 0.75 | 47.77 | 1.97 | 100.00 | GRADACIÓN MAC - 2 |
|--------|--------|------------|-------------|------------|---------|--------|-----------|----------------------|
| | | % Que Pasa | | | | | | |
| Pulg. | (mm.) | A. Grueso | F. Ceramica | F. Carbono | A. Fino | Filler | Combinado | |
| 2" | 50.000 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.00 | |
| 1 1/2" | 37.500 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.00 | |
| 1" | 25.000 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.00 | |
| 3/4" | 19.000 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.00 | 100 |
| 1/2" | 12.500 | 78.7 | 91.3 | 93.1 | 100.0 | 100.0 | 89.51 | 80 - 100 |
| 3/8" | 9.500 | 48.1 | 77.7 | 85.8 | 100.0 | 100.0 | 74.42 | 70 - 88 |
| Nº 4 | 4.750 | 5.0 | 64.6 | 76.1 | 100.0 | 100.0 | 53.24 | 51 - 68 |
| Nº 8 | 2.360 | 0.3 | 35.1 | 61.1 | 95.8 | 100.0 | 48.59 | |
| Nº 10 | 2.000 | 0.2 | 22.3 | 47.4 | 93.1 | 100.0 | 47.07 | 38 - 52 |
| Nº 16 | 1.180 | 0.1 | 15.2 | 32.3 | 83.4 | 100.0 | 42.22 | |
| Nº 20 | 0.850 | 0.1 | 8.5 | 14.6 | 74.8 | 100.0 | 37.89 | |
| Nº 30 | 0.600 | 0.0 | 6.2 | 8.0 | 62.6 | 100.0 | 32.00 | |
| Nº 40 | 0.425 | 0.0 | 2.4 | 5.0 | 51.3 | 100.0 | 26.56 | 17 - 28 |
| Nº 50 | 0.300 | 0.0 | 1.6 | 3.0 | 41.6 | 100.0 | 21.88 | |
| Nº 80 | 0.180 | 0.0 | 1.2 | 1.8 | 23.9 | 100.0 | 13.41 | 8 - 17 |
| Nº 100 | 0.150 | 0.0 | 0.8 | 0.8 | 12.4 | 100.0 | 7.90 | |
| Nº 200 | 0.075 | 0.0 | 0.2 | 0.2 | 5.5 | 87.0 | 4.4 | 4 - 8 |

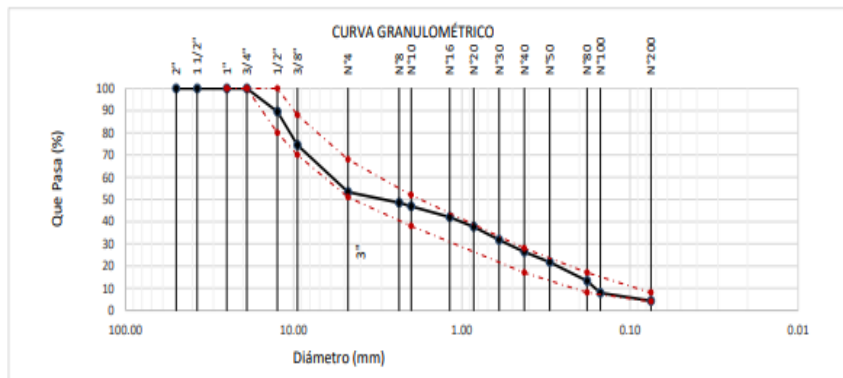


Observaciones:

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.

Solicitud de ensayo : **1207A_23/ LEMS W&C**
Solicitante : **HENRY DIAZ DELGADO**
EXON JIMMY YAIR SALAZAR VALDERRAMA
Proyecto / Obra : **Tesis: "INFLUENCIA DE FIBRAS DE CERÁMICA Y DE CARBONO SOBRE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LA MEZCLA ASFÁLTICA MODIFICADA"**
Ubicación : **Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.**
Fecha de Apertura : **Miércoles, 12 de julio del 2023**
Fecha de Facturación : **Pimentel, 11 de febrero del 2020 (F001 - 0001202).**
ENSAYO : **AGREGADOS. Análisis granulométrico del agregado fino. Grueso y global.**
NORMA : **N.T.P. 400.012**
Muestra : **Combinado A. Grueso 48.39% + F. Ceramica 1.50% + F. Carbono 0.75% + A. Fino 47.41% + Filler 1.96%**

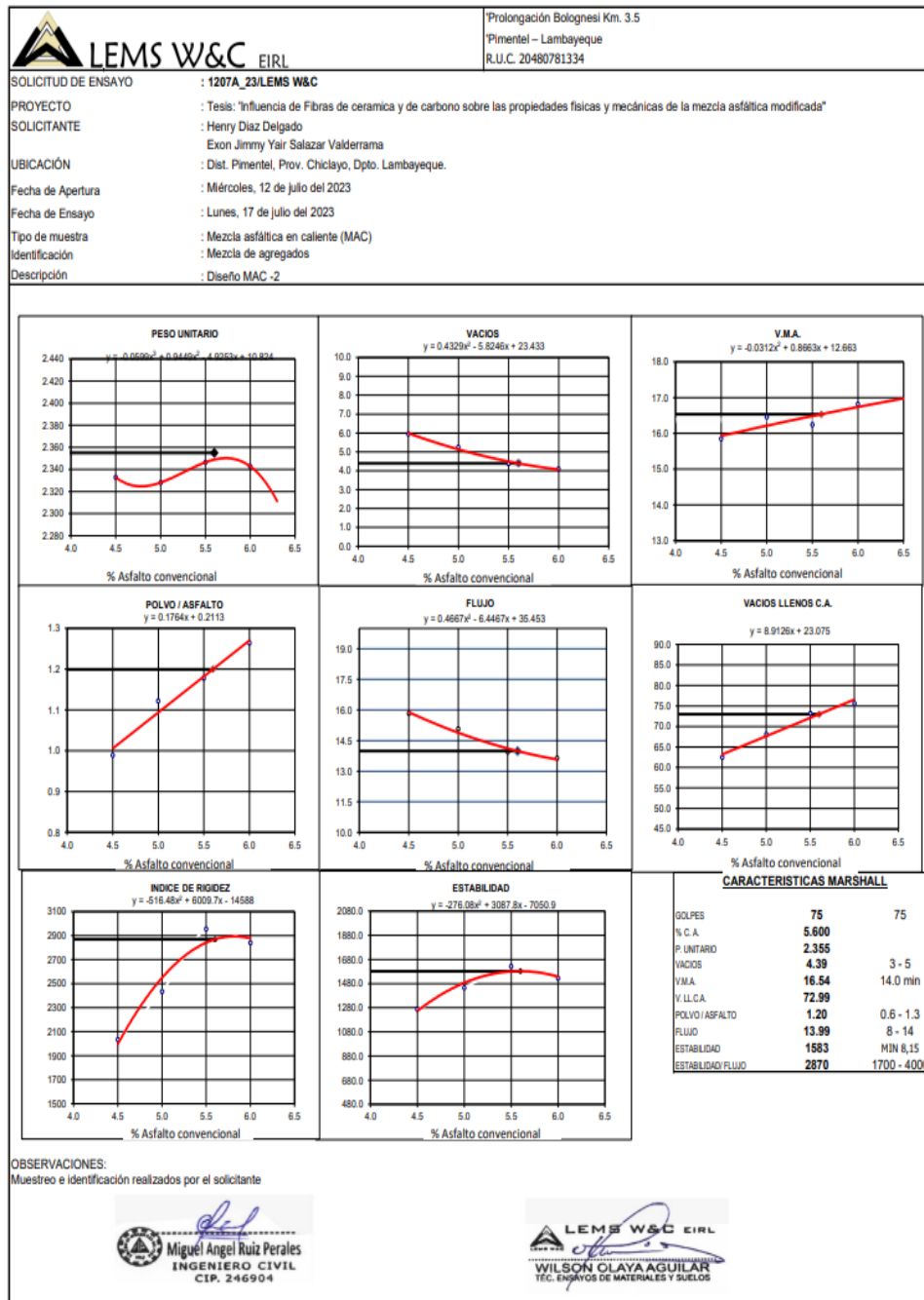
| Malla | Pulg. | (mm.) | % Que Pasa | | | | | Combinado | GRADACIÓN | |
|--------|--------|-------|------------|-------------|------------|---------|--------|-----------|-----------|--|
| | | | A. Grueso | F. Ceramica | F. Carbono | A. Fino | Filler | | MAC - 2 | |
| 48.39 | 1.50 | 0.75 | 47.41 | 1.96 | 100.00 | | | | | |
| 2" | 50.000 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | | | |
| 1 1/2" | 37.500 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | | | |
| 1" | 25.000 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | | | |
| 3/4" | 19.000 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | | 100 | |
| 1/2" | 12.500 | 78.7 | 91.3 | 93.1 | 100.0 | 100.0 | 89.52 | 80 | - 100 | |
| 3/8" | 9.500 | 48.1 | 77.7 | 85.8 | 100.0 | 100.0 | 74.45 | 70 | - 88 | |
| Nº 4 | 4.750 | 5.0 | 64.6 | 76.1 | 100.0 | 100.0 | 53.33 | 51 | - 68 | |
| Nº 8 | 2.360 | 0.3 | 35.1 | 61.1 | 95.8 | 100.0 | 48.49 | | | |
| Nº 10 | 2.000 | 0.2 | 22.3 | 47.4 | 93.1 | 100.0 | 46.88 | 38 | - 52 | |
| Nº 16 | 1.180 | 0.1 | 15.2 | 32.3 | 83.4 | 100.0 | 42.01 | | | |
| Nº 20 | 0.850 | 0.1 | 8.5 | 14.6 | 74.8 | 100.0 | 37.67 | | | |
| Nº 30 | 0.600 | 0.0 | 6.2 | 8.0 | 62.6 | 100.0 | 31.81 | | | |
| Nº 40 | 0.425 | 0.0 | 2.4 | 5.0 | 51.3 | 100.0 | 26.37 | 17 | - 28 | |
| Nº 50 | 0.300 | 0.0 | 1.6 | 3.0 | 41.6 | 100.0 | 21.73 | | | |
| Nº 80 | 0.180 | 0.0 | 1.2 | 1.8 | 23.9 | 100.0 | 13.32 | 8 | - 17 | |
| Nº100 | 0.150 | 0.0 | 0.8 | 0.8 | 12.4 | 100.0 | 7.85 | | | |
| Nº200 | 0.075 | 0.0 | 0.2 | 0.2 | 5.5 | 87.0 | 4.3 | 4 | - 8 | |




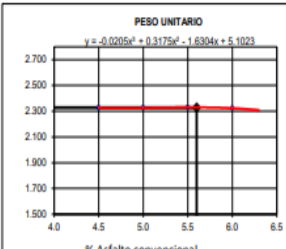
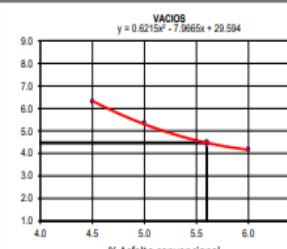
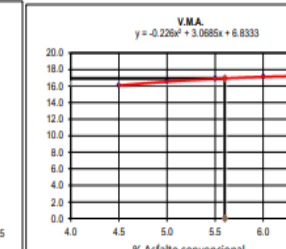
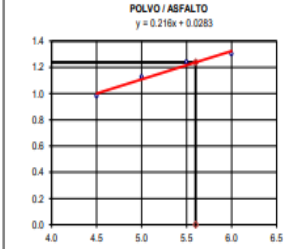
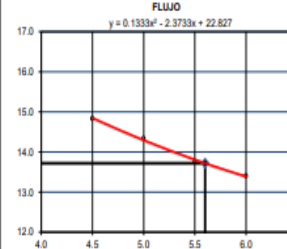
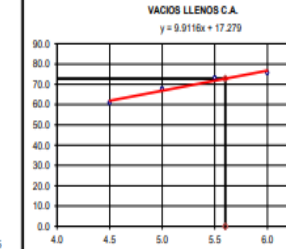
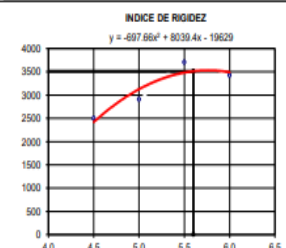
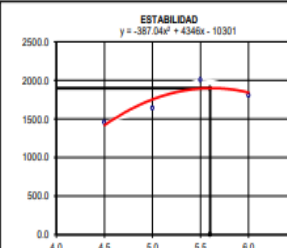


Observaciones:

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.

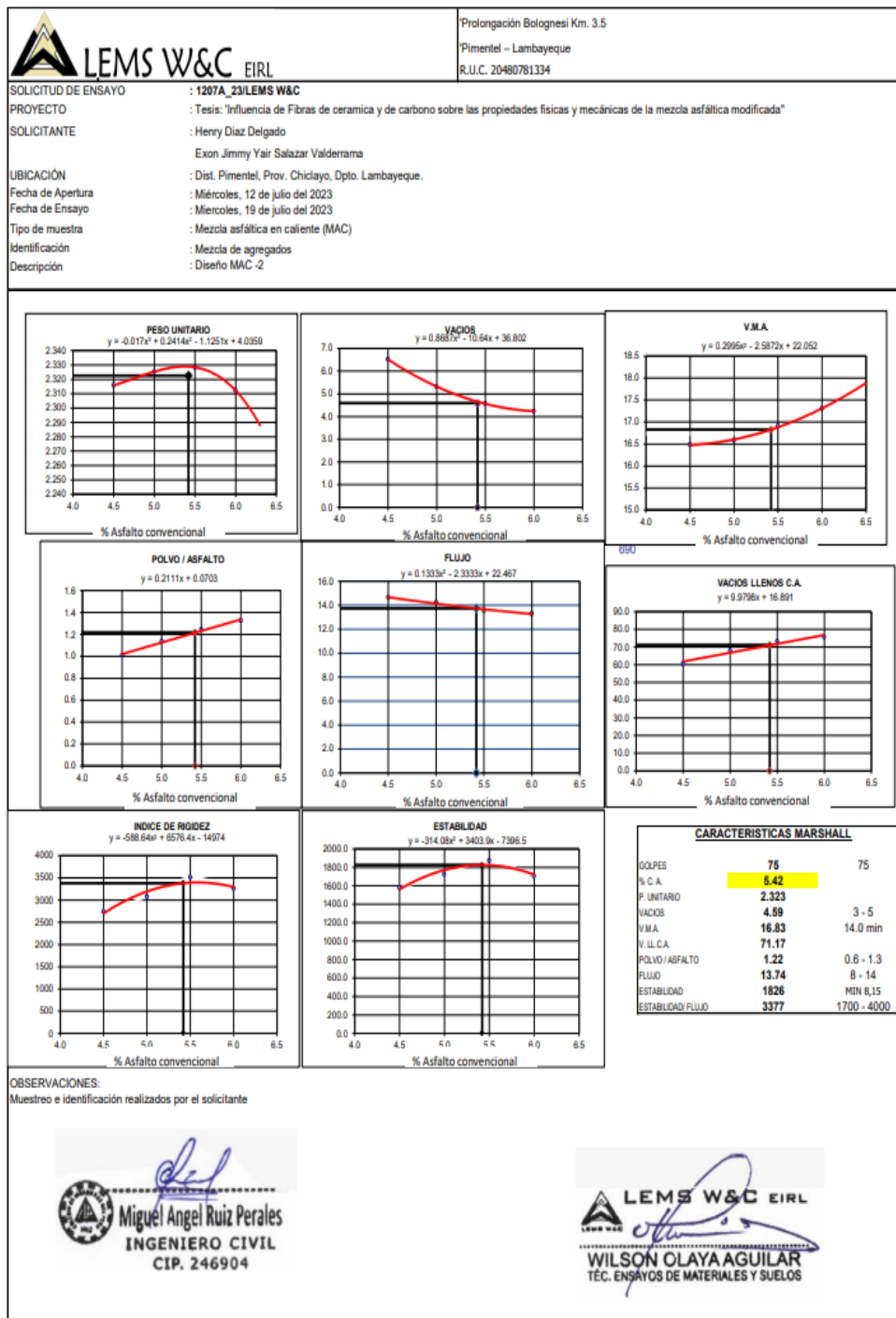
Propiedades físico-mecánicas Marshall de la mezcla asfáltica patrón



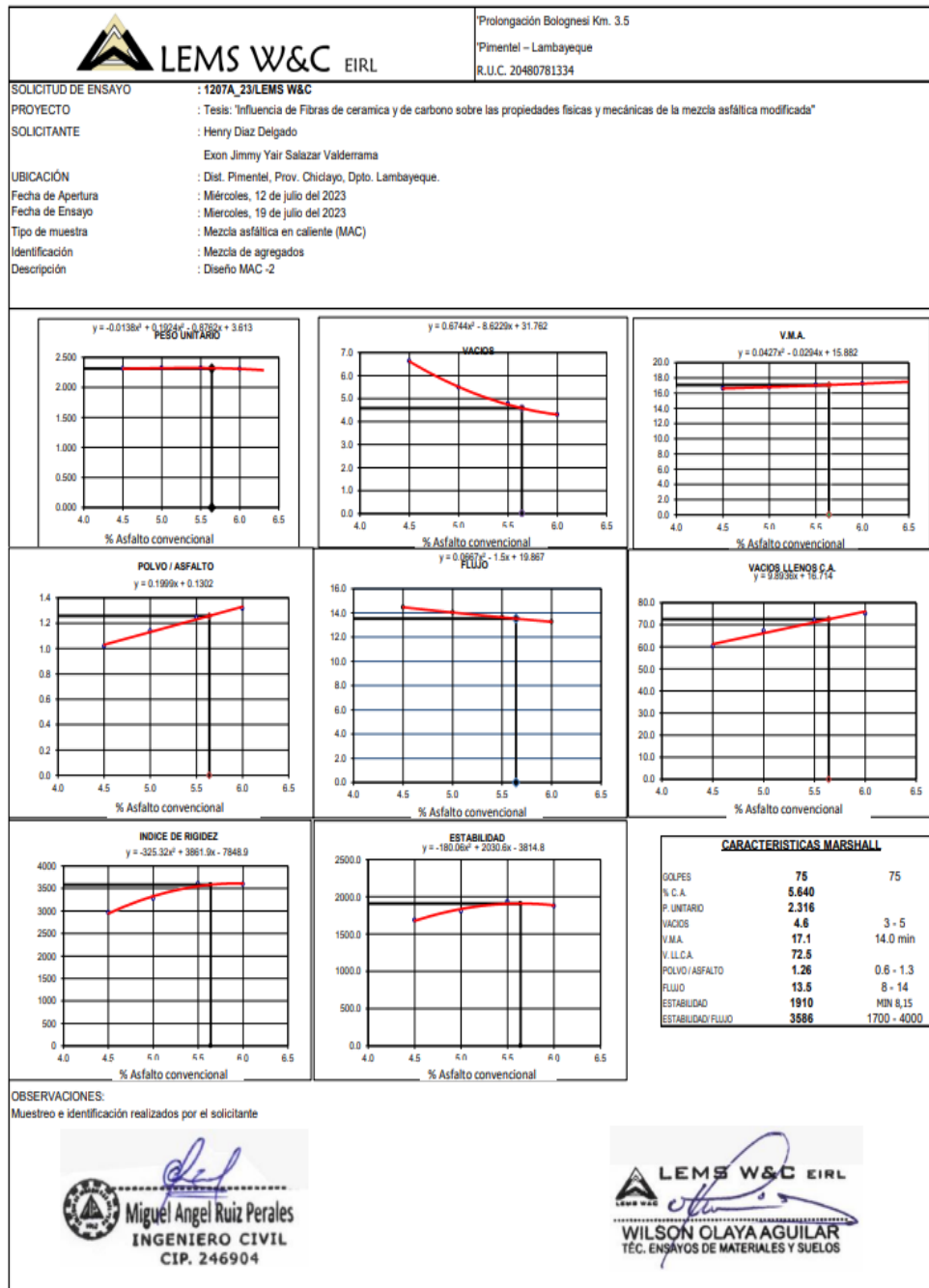
Propiedades físico-mecánicas Marshall de la mezcla asfáltica con 0.50% fibra de cerámica

|  | | Prolongación Bolognesi Km. 3.5 Pimentel - Lambayeque R.U.C. 20480781334 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|--|--|--------------------------|--|--|--------|----|----|---------|-------|--|-------------|-------|--|--------|------|-------|--------|-------|----------|------------|-------|--|-----------------|------|-----------|-------|-------|--------|-------------|------|----------|-------------------|------|-------------|
| SOLICITUD DE ENSAYO : 1207A_23/LEMS W&C PROYECTO : Tesis: "Influencia de Fibras de ceramica y de carbono sobre las propiedades fisicas y mecánicas de la mezcla asfáltica modificada" SOLICITANTE : Henry Diaz Delgado Exon Jimmy Yair Salazar Valderrama | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| UBICACIÓN : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Dpto. Lambayeque. Fecha de Apertura : Miércoles, 12 de julio del 2023 Fecha de Ensayo : Miércoles, 19 de julio del 2023 Tipo de muestra : Mezcla asfáltica en caliente (MAC) Identificación : Mezcla de agregados Descripción : Diseño MAC -2 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|  <p>PESO UNITARIO $y = -0.0205x^2 + 0.3175x - 1.6304x + 5.1023$</p> |  <p>VACIOS $y = 0.6215x^2 - 7.3665x + 29.594$</p> |  <p>V.M.A. $y = -0.226x^2 + 3.0685x + 6.8933$</p> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|  <p>POLVO / ASFALTO $y = 0.216x + 0.0283$</p> |  <p>FLUJO $y = 0.1333x^2 - 2.3733x + 22.827$</p> |  <p>VACIOS LLENOS C.A. $y = 9.9116x + 17.279$</p> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|  <p>INDICE DE RIGIDEZ $y = -697.66x^2 + 8039.4x - 19629$</p> |  <p>ESTABILIDAD $y = -387.04x^2 + 4346x - 10301$</p> | <table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="3">CARACTERISTICAS MARSHALL</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>DOLPES</td> <td>75</td> <td>75</td> </tr> <tr> <td>% C. A.</td> <td>5.600</td> <td></td> </tr> <tr> <td>P. UNITARIO</td> <td>2.329</td> <td></td> </tr> <tr> <td>VACIOS</td> <td>4.47</td> <td>3 - 5</td> </tr> <tr> <td>V.M.A.</td> <td>16.93</td> <td>14.0 min</td> </tr> <tr> <td>V. LL.C.A.</td> <td>72.78</td> <td></td> </tr> <tr> <td>POLVO / ASFALTO</td> <td>1.24</td> <td>0.6 - 1.3</td> </tr> <tr> <td>FLUJO</td> <td>13.72</td> <td>8 - 14</td> </tr> <tr> <td>ESTABILIDAD</td> <td>1899</td> <td>MIN 8,15</td> </tr> <tr> <td>ESTABILIDAD FLUJO</td> <td>3517</td> <td>1700 - 4000</td> </tr> </tbody> </table> | CARACTERISTICAS MARSHALL | | | DOLPES | 75 | 75 | % C. A. | 5.600 | | P. UNITARIO | 2.329 | | VACIOS | 4.47 | 3 - 5 | V.M.A. | 16.93 | 14.0 min | V. LL.C.A. | 72.78 | | POLVO / ASFALTO | 1.24 | 0.6 - 1.3 | FLUJO | 13.72 | 8 - 14 | ESTABILIDAD | 1899 | MIN 8,15 | ESTABILIDAD FLUJO | 3517 | 1700 - 4000 |
| CARACTERISTICAS MARSHALL | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| DOLPES | 75 | 75 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| % C. A. | 5.600 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| P. UNITARIO | 2.329 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| VACIOS | 4.47 | 3 - 5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| V.M.A. | 16.93 | 14.0 min | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| V. LL.C.A. | 72.78 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| POLVO / ASFALTO | 1.24 | 0.6 - 1.3 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| FLUJO | 13.72 | 8 - 14 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ESTABILIDAD | 1899 | MIN 8,15 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ESTABILIDAD FLUJO | 3517 | 1700 - 4000 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| OBSERVACIONES: Muestreo e identificación realizados por el solicitante | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|  <p>Miguel Angel Ruiz Perales INGENIERO CIVIL CIP. 246904</p> | |  <p>LEMS W&C EIRL WILSON OLAYA AGUILAR TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS</p> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

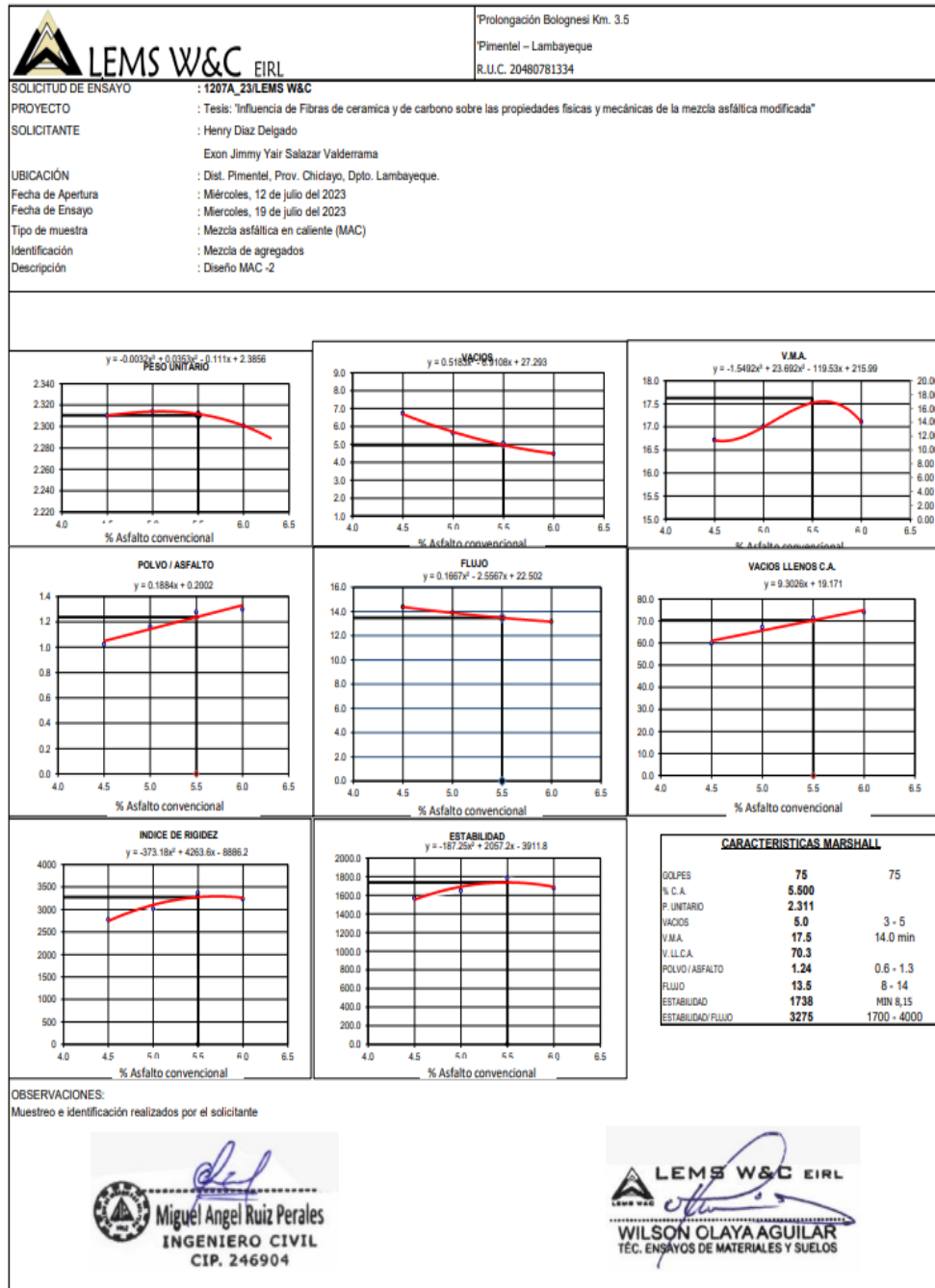
Propiedades físico-mecánicas Marshall de la mezcla asfáltica con 0.75% fibra de cerámica



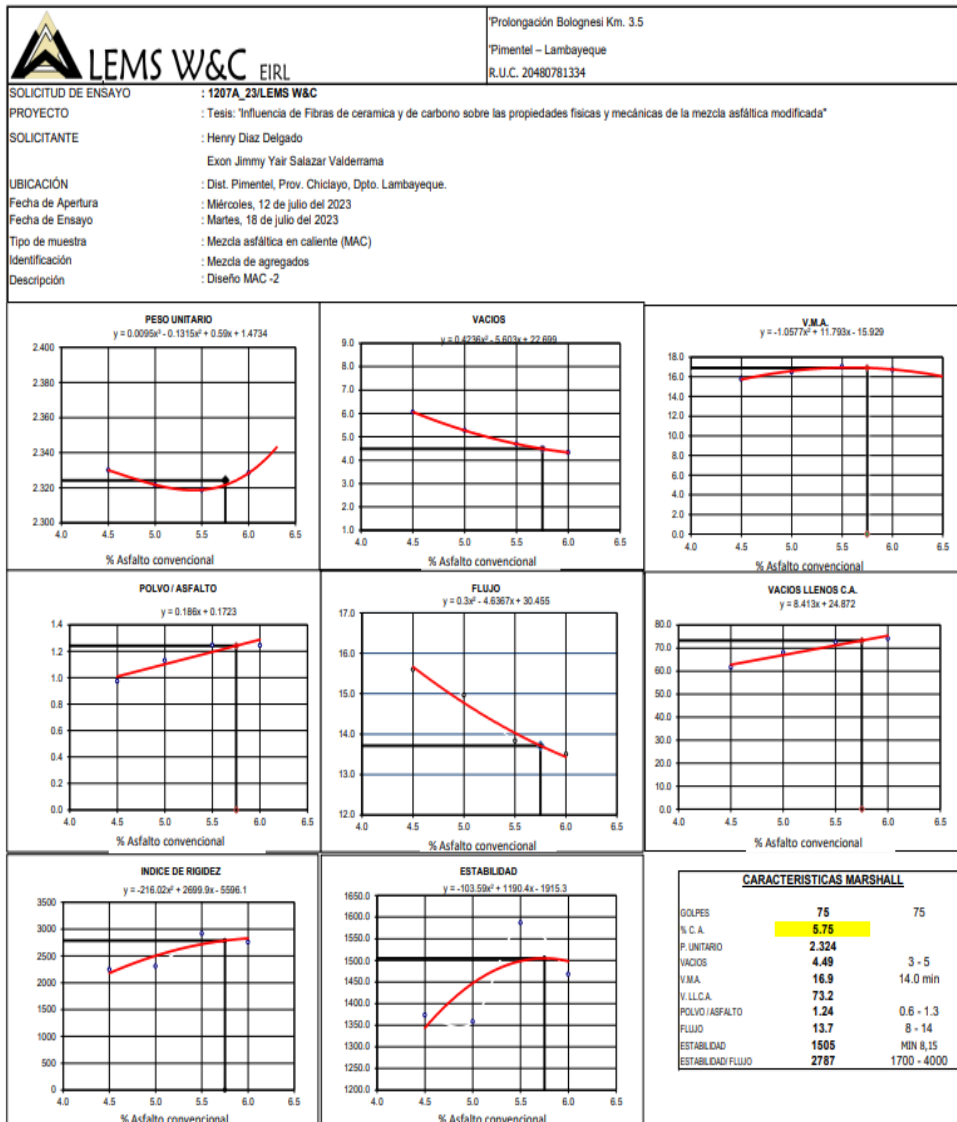
Propiedades físico-mecánicas Marshall de la mezcla asfáltica con 1.00% fibra de cerámica



Propiedades físico-mecánicas Marshall de la mezcla asfáltica con 1.50% fibra de cerámica



Propiedades físico-mecánicas Marshall de la mezcla asfáltica con 0.50% fibra de carbono



OBSERVACIONES:
 Muestreo e identificación realizados por el solicitante

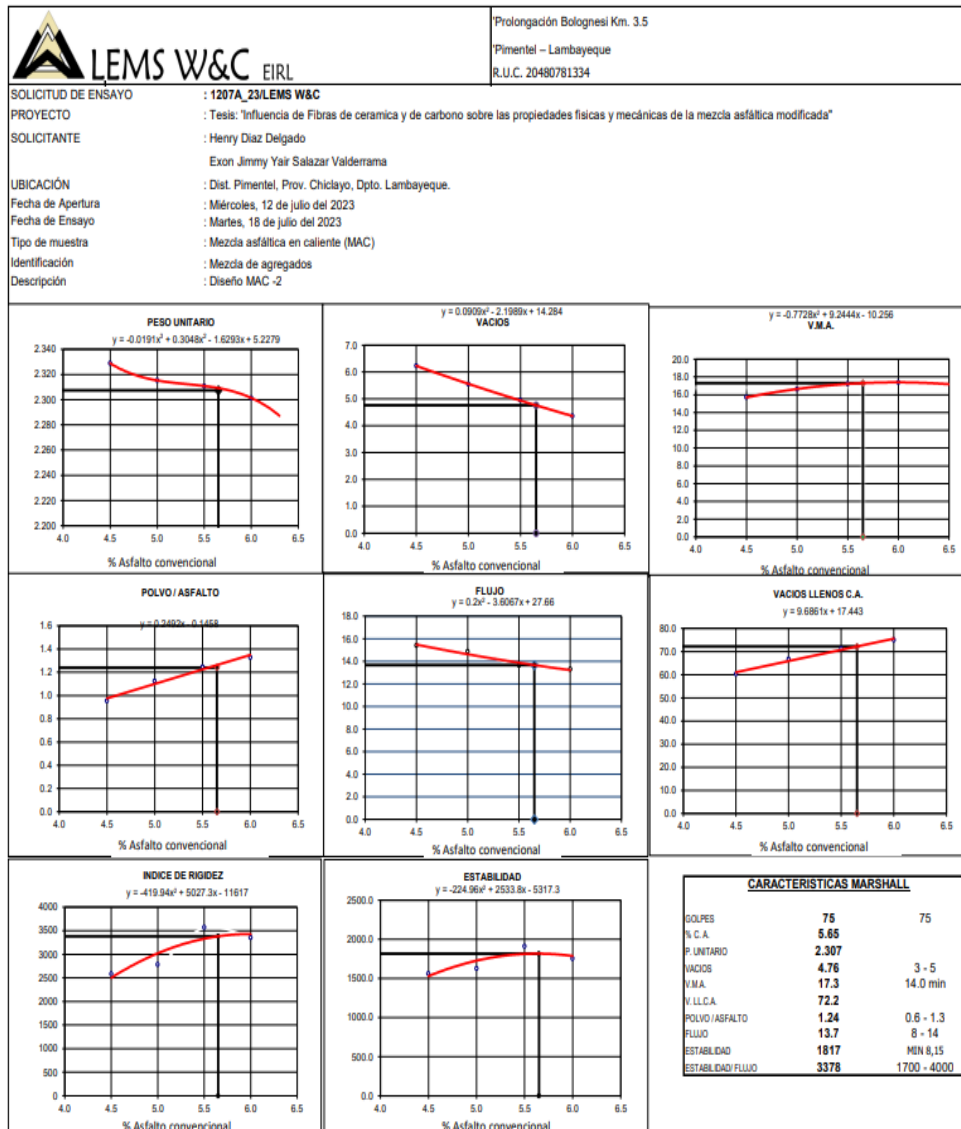


Miguel Angel Ruiz Perales
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 246904



WILSON OLAYA AGUILAR
 TÈC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS

Propiedades físico-mecánicas Marshall de la mezcla asfáltica con 0.75% fibra de carbono



OBSERVACIONES:
Muestreo e identificación realizados por el solicitante

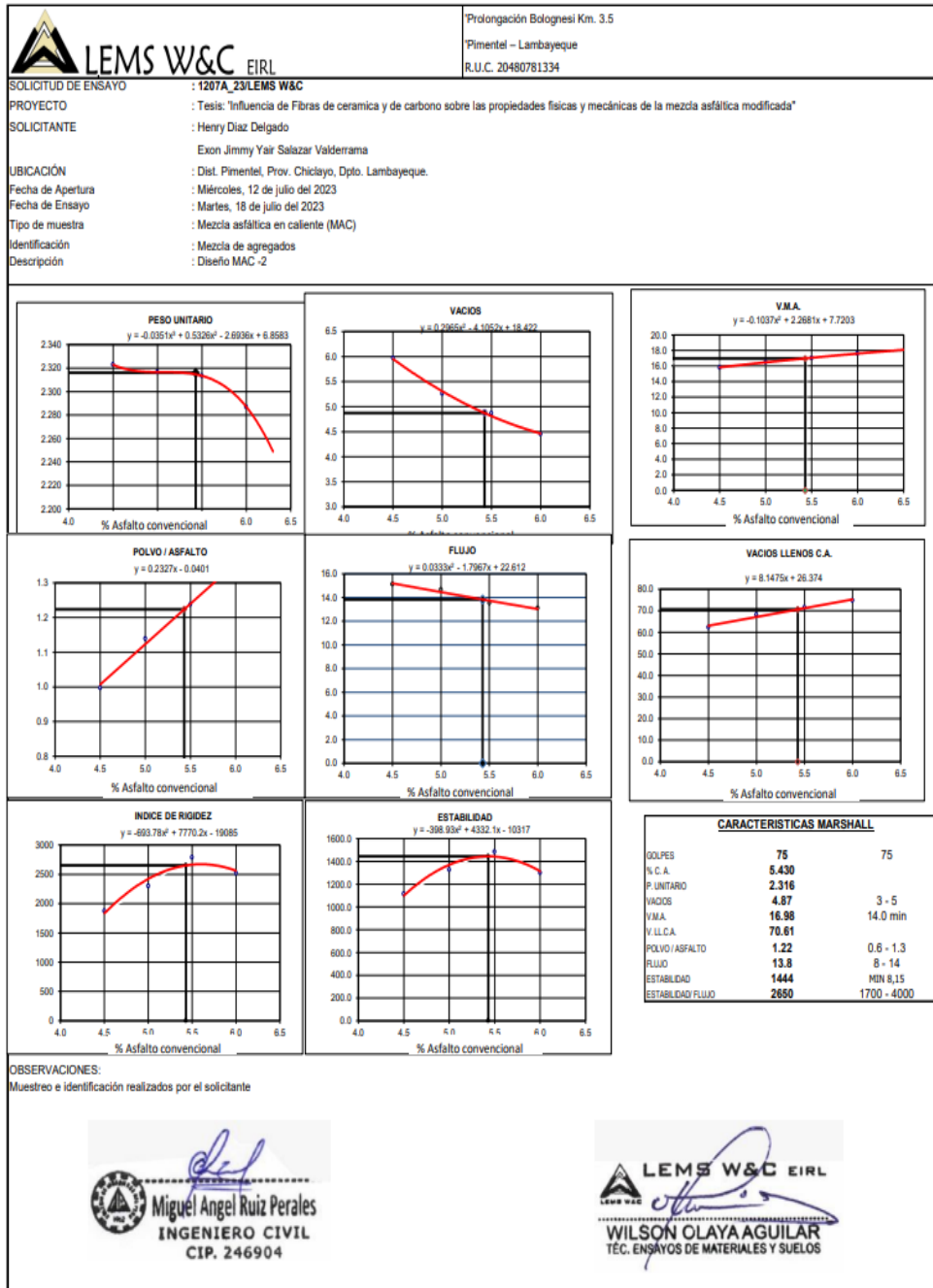


Miguel Angel Ruiz Perales
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 246904

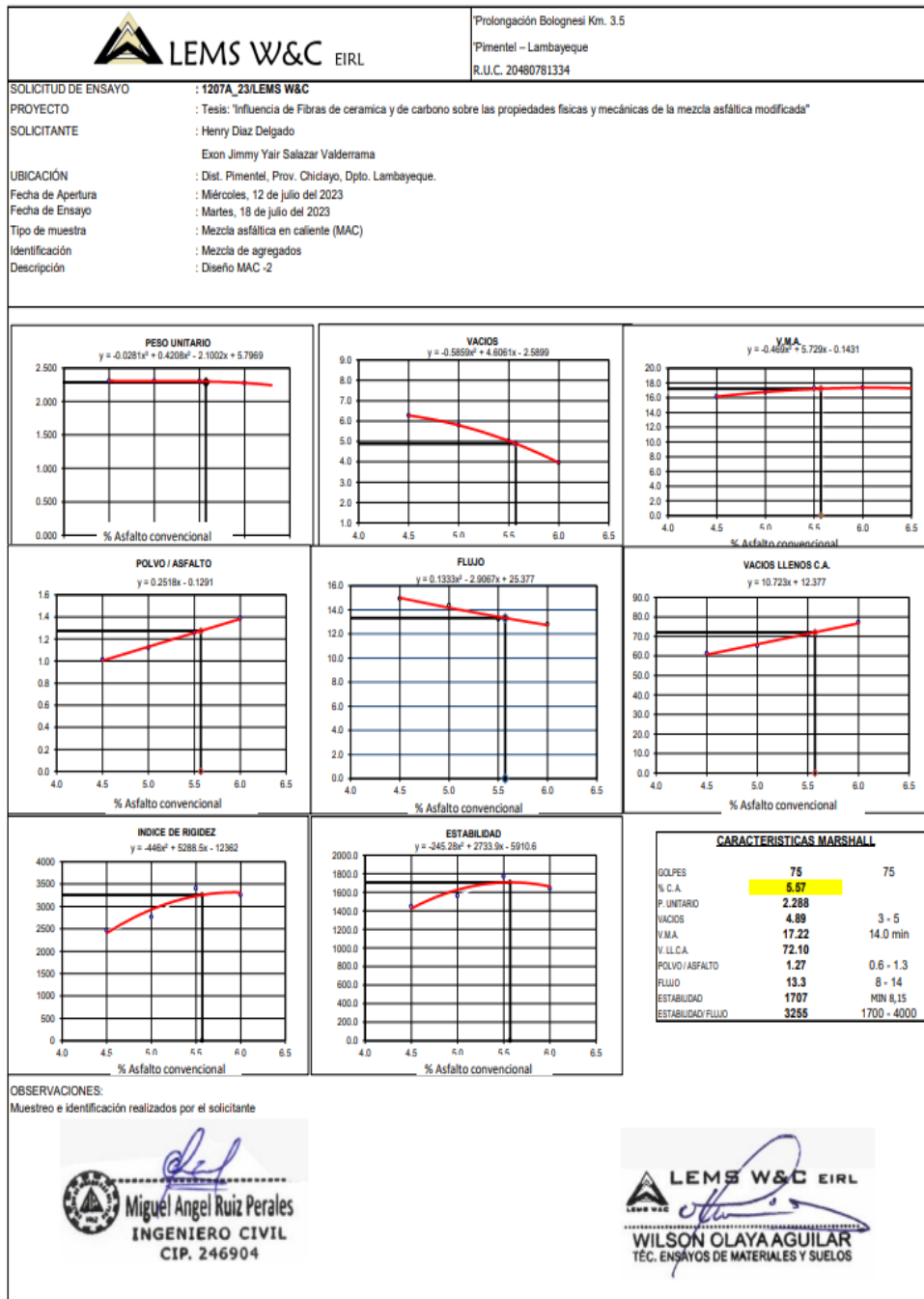


WILSON OLAYA AGUILAR
 TEC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS

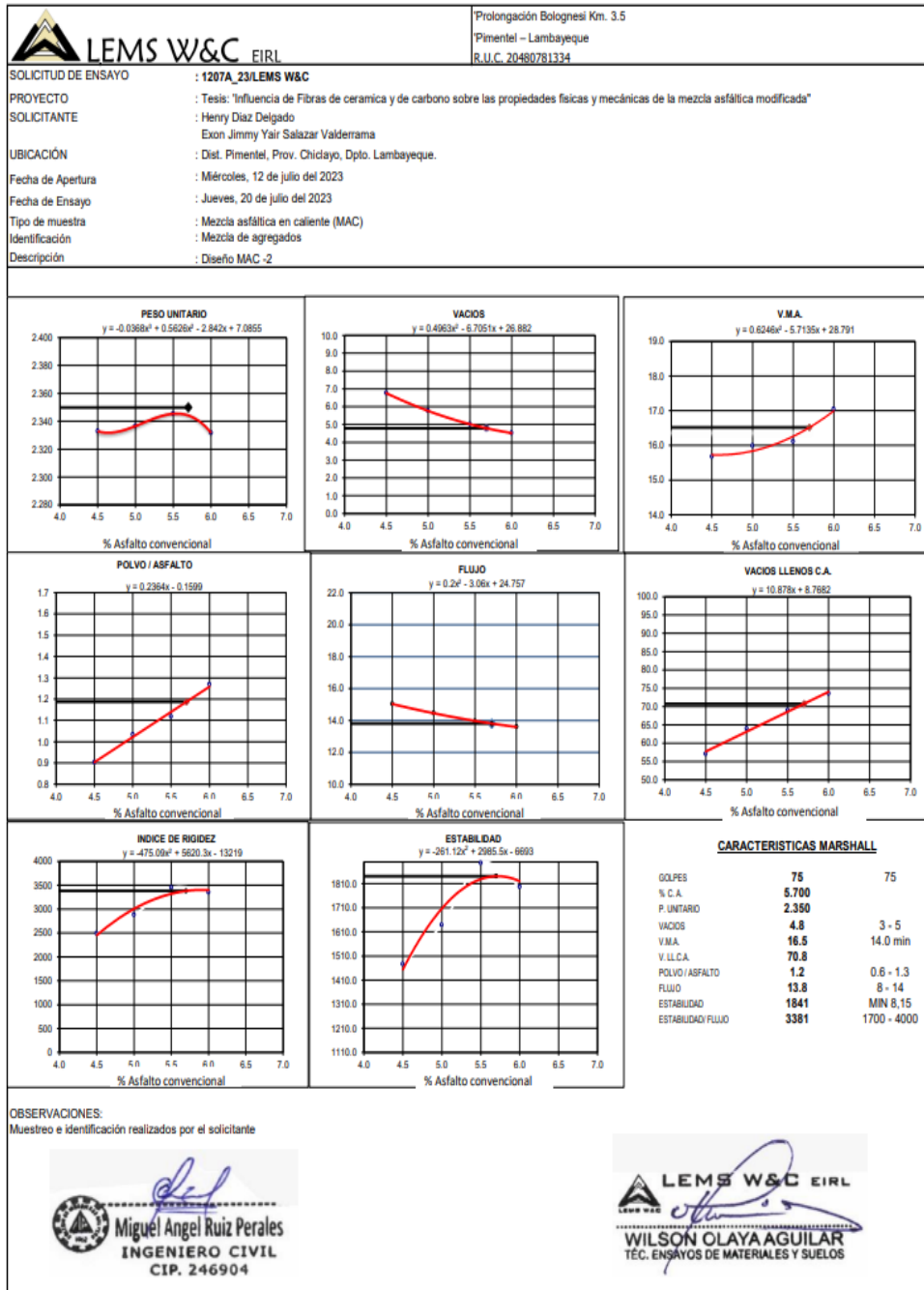
Propiedades físico-mecánicas Marshall de la mezcla asfáltica con 1.00% fibra de carbono



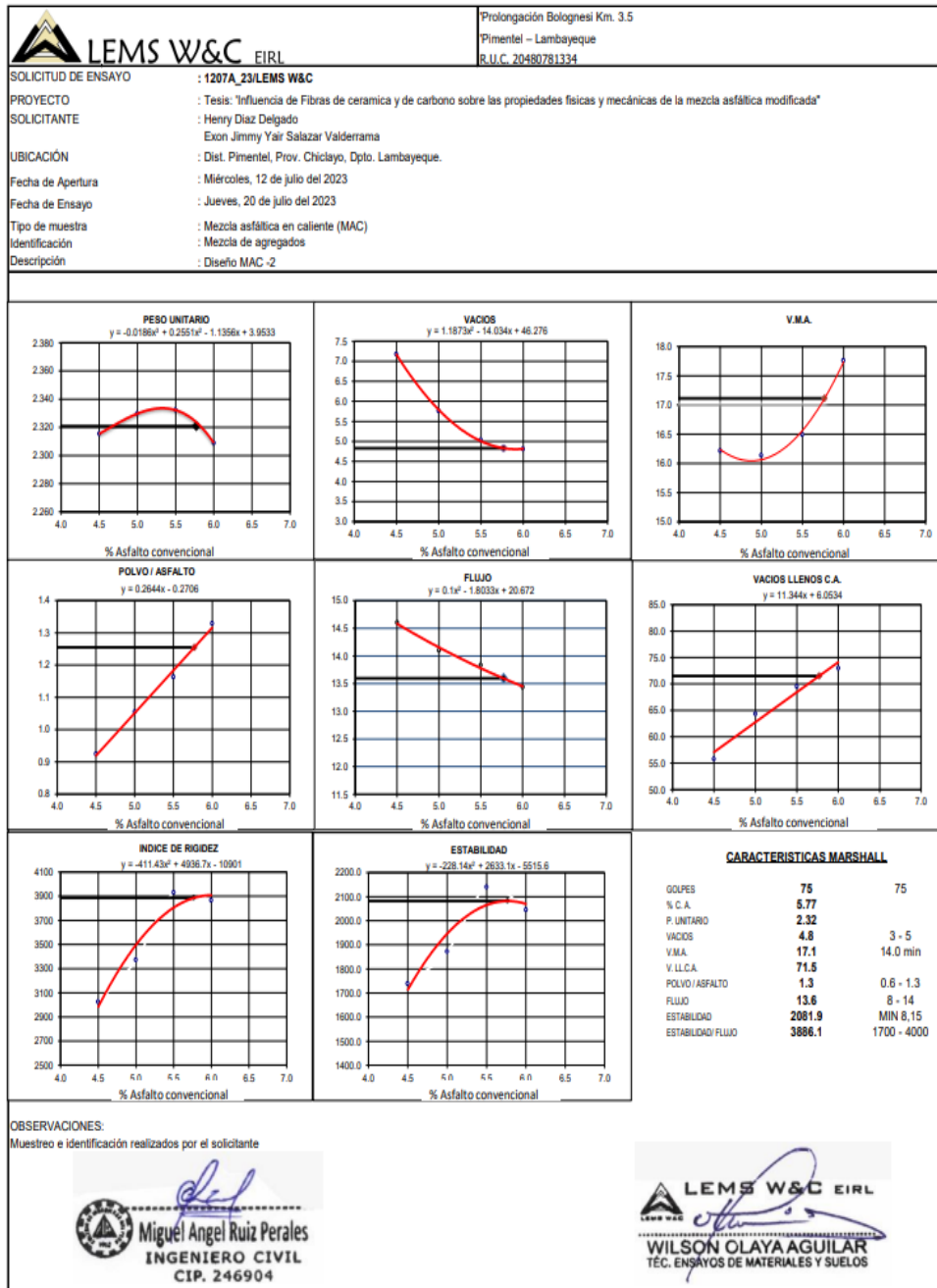
Propiedades físico-mecánicas Marshall de la mezcla asfáltica con 1.50% fibra de carbono



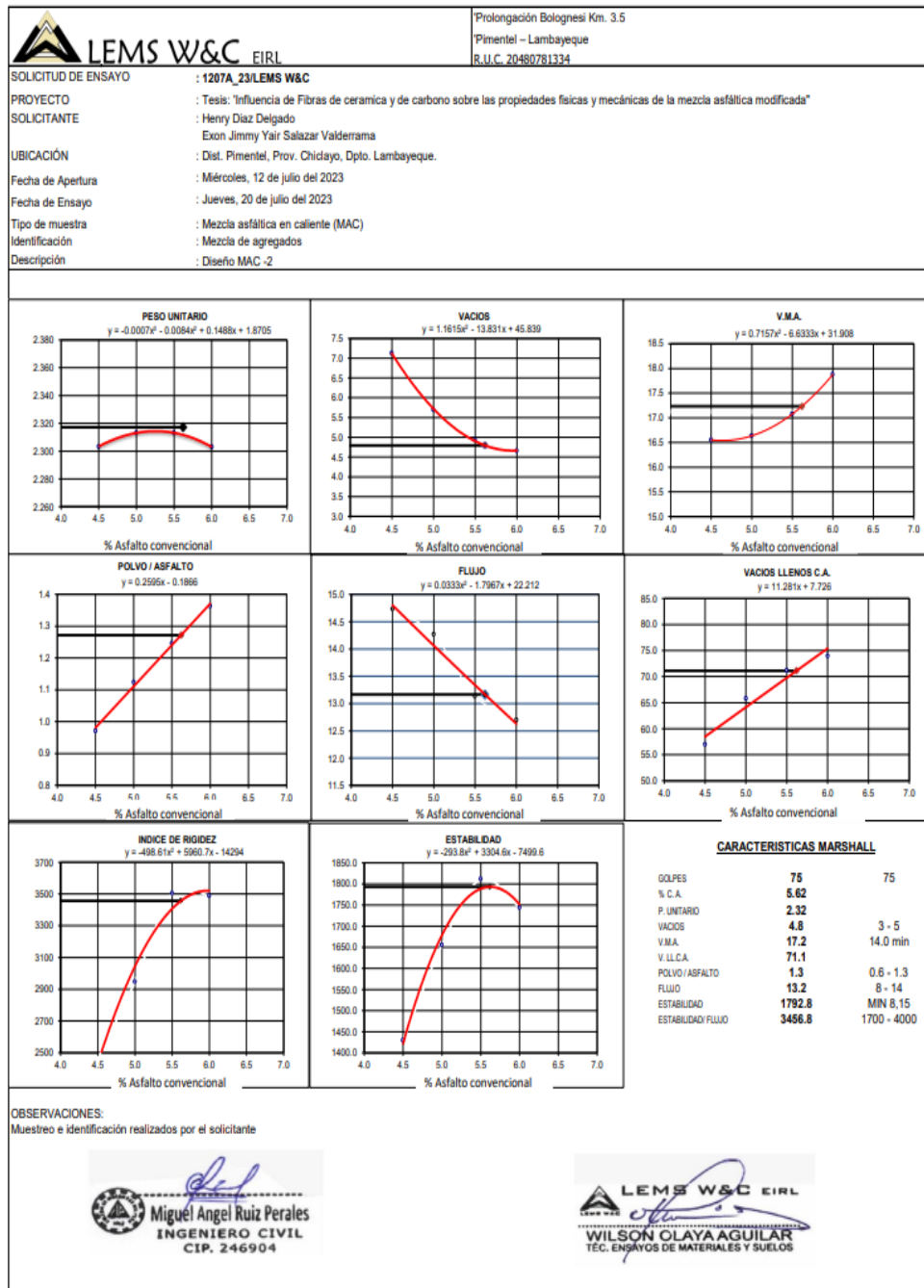
Propiedades físico-mecánicas Marshall de la mezcla asfáltica con 1.00% fibra de cerámica y 0.50% de fibra de carbono



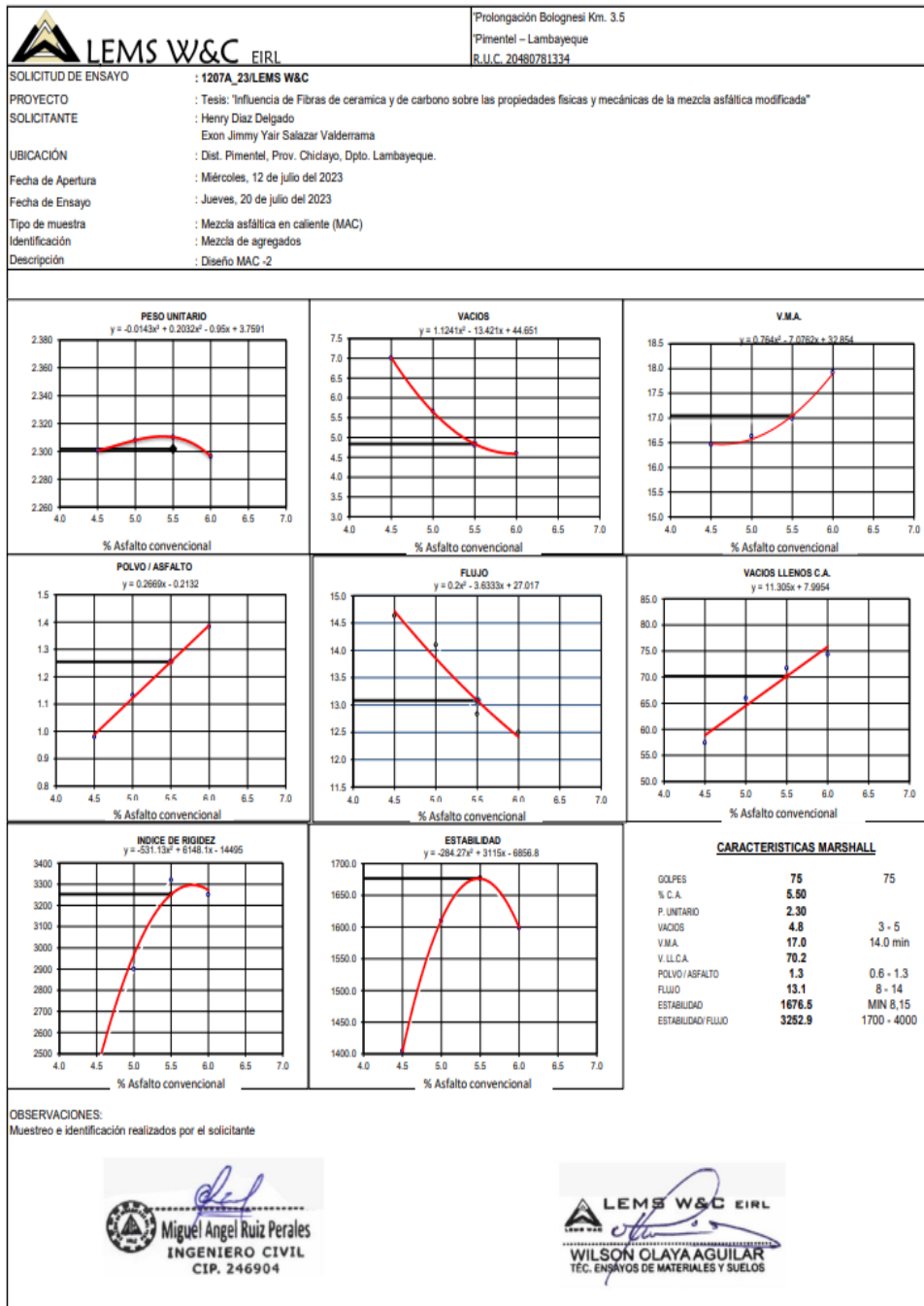
Propiedades físico-mecánicas Marshall de la mezcla asfáltica con 1.00% fibra de cerámica y 0.75% de fibra de carbono



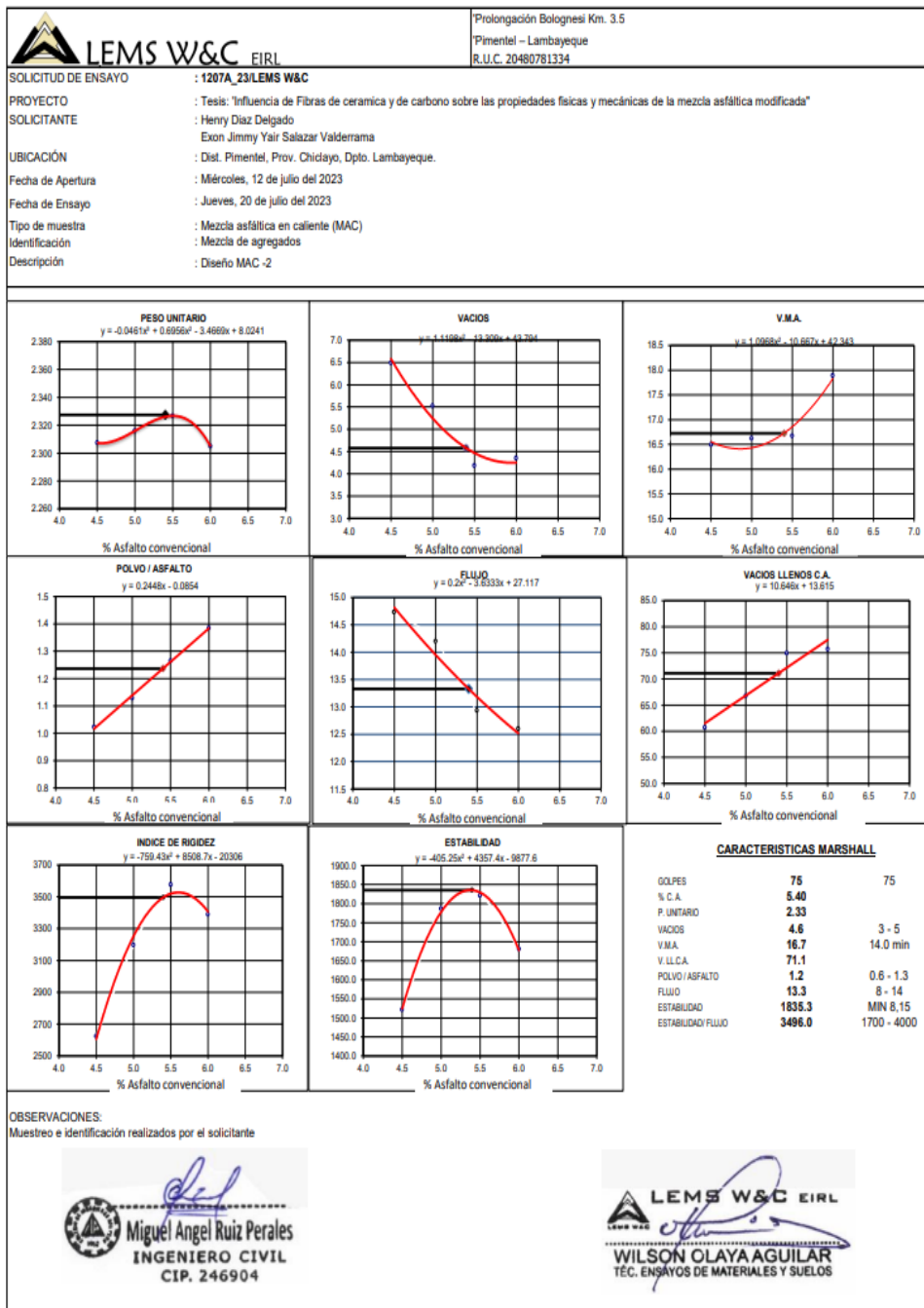
Propiedades físico-mecánicas Marshall de la mezcla asfáltica con 1.00% fibra de cerámica y 1.00% de fibra de carbono



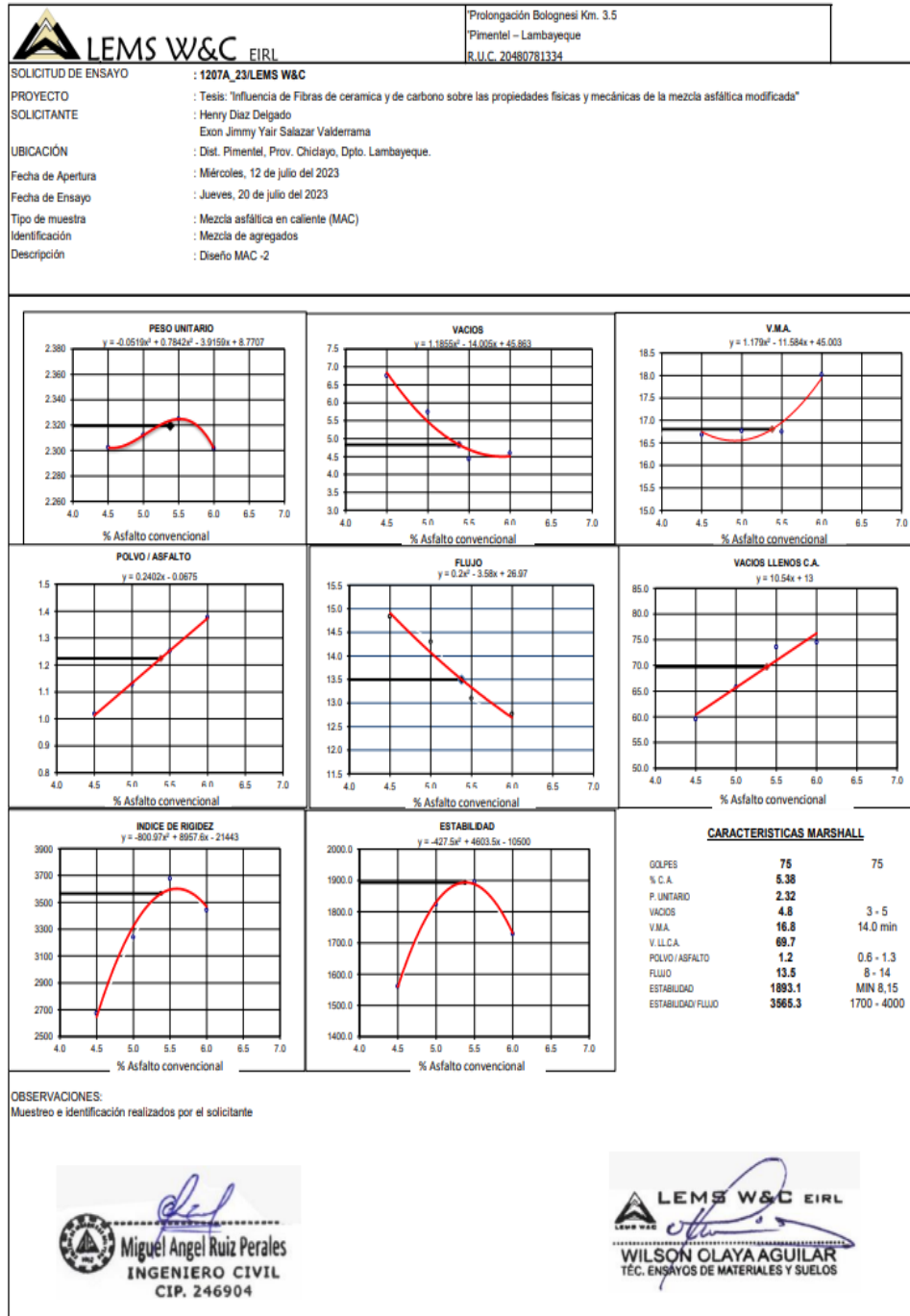
Propiedades físico-mecánicas Marshall de la mezcla asfáltica con 1.00% fibra de cerámica y 1.50% de fibra de carbono



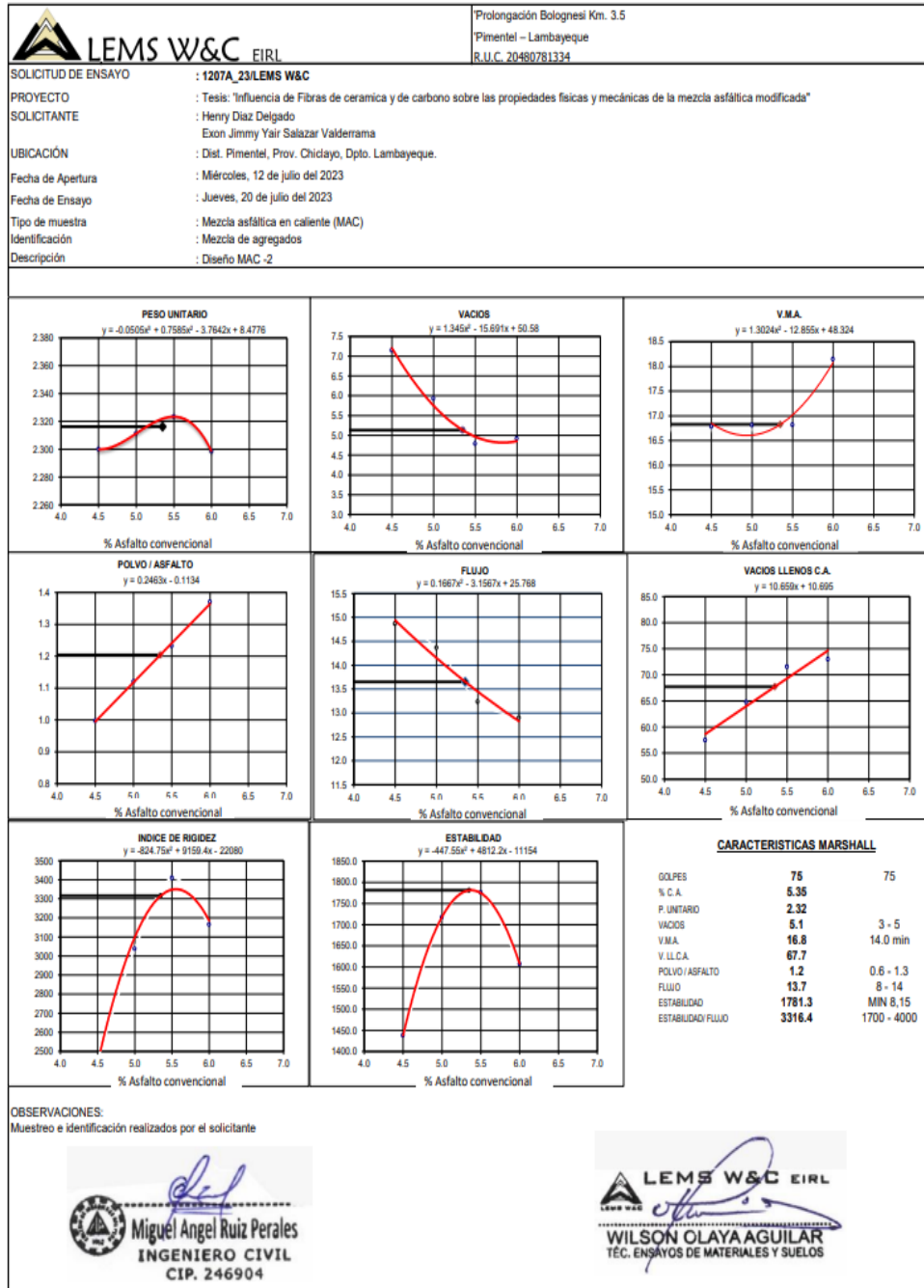
Propiedades físico-mecánicas Marshall de la mezcla asfáltica con 0.75% fibra de carbono y 0.50% de fibra de cerámica



Propiedades físico-mecánicas Marshall de la mezcla asfáltica con 0.75% fibra de carbono y 0.75% de fibra de cerámica



Propiedades físico-mecánicas Marshall de la mezcla asfáltica con 0.75% fibra de carbono y 1.50% de fibra de cerámica



Anexo III. Ficha de Calibración



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CCMA-022-2022

Peticionario : LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS W & C E.I.R.L.
Atención : LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS W & C E.I.R.L.
Lugar de calibración : Laboratorio CELDA EIRL. Ubicado en la Av. Circunvalación s/n. Mz. B. Lt. 1
Urb. Las Praderas de Huachipa. Lurigancho Chosica.
Tipo de equipo : Medidor contenido de aire de concreto fresco "Washington"
Capacidad del equipo : 0% - 10% de aire
División de escala : 0,1% de 0% hasta 6%; 0,2% de 6% a 8% y 0,5% de 8% hasta 10%
Marca : ELE - INTERNATIONAL
Capacidad del recipiente : 1/4 de pie cúbico
Modelo : 34-3265
Nº de serie : H190611
Procedencia : USA
Temp.(°C) y H.R.(%) inicial : 20,0°C / 72%
Temp.(°C) y H.R.(%) final : 20,0°C / 72%
Método de calibración : Norma ASTM C-231
Patrón de referencia : 02 canister marca ELE - INTERNATIONAL, modelo 34-3267/10, con números de serie 080312 y 070312, certificado de calibración CSA-2026-21 y CSA-2027-21 respectivamente; cada uno de 5% de capacidad con respecto a un volumen de 1/4 de pie cúbico.
Número de páginas : 2
Fecha de calibración : 2022-05-17

Este certificado de calibración sólo puede ser difundido sin modificaciones y en su totalidad.
Las modificaciones y extractos del certificado necesitan autorización de CELDA EIRL.

El presente certificado sin firmas y sellos carece de validez.

| Sello | Fecha | Hecho por | Revisado por |
|-------|------------|--|--|
| | 2022-05-23 | Vladimir Tello Torre TECNICO DE LABORATORIO | JORGE FRANCISCO RAMIREZ JAPAJA INGENIERO CIVIL Reg. del CIP N° 34286 |

CCMA-022-2022

Página 1 de 2

Resultados de medición
Con 01 canister (patrón)

| Número de medición | Contenido de aire en el equipo (%) | Promedio contenido de aire en el equipo (%) | Contenido de aire con 01 canister (%) | Error (% de aire) | Incertidumbre K=2 |
|--------------------|------------------------------------|---|---------------------------------------|-------------------|-------------------|
| 1 | 5.0 | 5.0 | 5.0 | 0,0 | 0.1 |
| 2 | 5.0 | | | | |
| 3 | 5.0 | | | | |

Con 02 canister (patrón)

| Número de medición | Contenido de aire en el equipo (%) | Promedio contenido de aire en el equipo (%) | Contenido de aire con 02 canister (%) | Error (% de aire) | Incertidumbre K=2 |
|--------------------|------------------------------------|---|---------------------------------------|-------------------|-------------------|
| 1 | 10.0 | 10.0 | 10.0 | 0,0 | 0.1 |
| 2 | 10.0 | | | | |
| 3 | 10.0 | | | | |

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 $k=2$ y ha sido determinada de acuerdo a la "Guía para la expresión de la Incertidumbre en la medición".

Notas

El usuario esta obligado a tener el equipo calibrado en intervalos apropiados de tiempo de acuerdo al uso, mantenimiento y conservación que este expuesto.

El cero "0" inicial del cual debe partir la aguja negra del equipo se encuentra indicado con una aguja de color amarillo, los cuales deben estar una sobre la otra al inicio del ensayo.

El equipo se encuentra calibrado.



Área de Metrología
Laboratorio de Fuerza

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA - LF - 026 - 2022

Página 1 de 3

1. Expediente 0117-2022

2. Solicitante **LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS W&C E.I.R.L.**

3. Dirección **CALLE LA FE NRO 0167 UPIS SEÑOR DE LOS MILAGROS - CHICLAYO - LAMBAYEQUE**

4. Equipo **PRENSA DE MURETES**

Capacidad 20000 kgf

Marca NO INDICA

Modelo NO INDICA

Número de Serie NO INDICA

Procedencia PERÚ

Identificación LF-026

Indicación DIGITAL

Marca HIGH WEIGHT

Modelo 315A

Número de Serie NO INDICA

Resolución 10 kgf

Ubicación NO INDICA

5. Fecha de Calibración 2022-01-21

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.

CALIBRATEC 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.

Fecha de Emisión

2022-01-22

Jefe del Laboratorio de Metrología



MANUEL ALEJANDRO ABAGA TORRES

Sello



☎ 977 997 385 - 913 028 621
☎ 913 028 622 - 913 028 623
☎ 913 028 624

📍 Av. Chillon Lote 50 B - Comas - Lima - Lima
✉ comercial@calibratec.com.pe
🏢 CALIBRATEC SAC

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA - LF - 026 - 2022

Área de Metrología
Laboratorio de Fuerza

Página 2 de 3

6. Método de Calibración

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

7. Lugar de calibración

Las instalaciones del cliente.
CALLE LA FE NRO 0167 UPIS SEÑOR DE LOS MILAGROS - CHICLAYO - LAMBAYEQUE

8. Condiciones Ambientales

| | Inicial | Final |
|------------------|---------|---------|
| Temperatura | 26.1 °C | 26.1 °C |
| Humedad Relativa | 65 % HR | 65 % HR |

9. Patrones de referencia

| Trazabilidad | Patrón utilizado | Informe de calibración |
|--|---|------------------------|
| Celdas patrones calibradas en PUCP - Laboratorio de estructuras antisísmicas | Celda de Carga Código: PF-001 Capacidad: 150,000 kg.f | INF-LE-038-21 A |
| Celdas patrones calibradas en PUCP - Laboratorio de estructuras antisísmicas | Celda de Carga Código: PF-002 Capacidad: 10,000 kg.f | INF-LE-038-21B |

10. Observaciones

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación CALIBRADO.
- Durante la realización de cada secuencia de calibración la temperatura del equipo de medida de fuerza permanece estable dentro de un intervalo de $\pm 2,0$ °C.
- El equipo no indica clase sin embargo cumple con el criterio para máquinas de ensayo uniaxiales de clase de 2.0 según la norma UNE-EN ISO 7500-1.



Área de Metrología
Laboratorio de Fuerza

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA - LF - 026 - 2022

Página 3 de 3

11. Resultados de Medición

| Indicación del Equipo | Indicación de Fuerza (Ascenso) | | | | |
|-----------------------|--------------------------------|-------------|-------------|-------------|----------------------|
| | F_1 (kgf) | F_2 (kgf) | F_3 (kgf) | F_4 (kgf) | $F_{promedio}$ (kgf) |
| 10 | 2000 | 1990 | 2000 | 2000 | 1996 |
| 20 | 4000 | 4001 | 4021 | 4001 | 4008 |
| 30 | 6000 | 6042 | 6042 | 6042 | 6042 |
| 40 | 8000 | 8044 | 8044 | 8044 | 8044 |
| 50 | 10000 | 10046 | 10046 | 10046 | 10046 |
| 60 | 12000 | 12048 | 12048 | 12048 | 12048 |
| 70 | 14000 | 14050 | 14050 | 14050 | 14050 |
| 80 | 16000 | 16052 | 16052 | 16052 | 16052 |
| 90 | 18000 | 18054 | 18054 | 18054 | 18054 |
| 100 | 20000 | 20057 | 20057 | 20057 | 20057 |
| Retorno a Cero | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 120.0 |

| Indicación del Equipo F (kgf) | Errores Encontrados en el Sistema de Medición | | | | Incertidumbre U (k=2) (%) |
|----------------------------------|---|------------------------|-------------------------|--------------------------|---------------------------------|
| | Exactitud a (%) | Repetibilidad b (%) | Reversibilidad v (%) | Resol. Relativa r (%) | |
| 2000 | -0.39 | 0.50 | 1.00 | 0.50 | 0.66 |
| 4000 | 0.36 | 0.50 | 2.56 | 0.25 | 1.20 |
| 6000 | -0.35 | 0.00 | 1.41 | 0.17 | 0.79 |
| 8000 | -0.27 | 0.00 | 1.10 | 0.13 | 0.65 |
| 10000 | -0.23 | 0.00 | 0.91 | 0.10 | 0.57 |
| 12000 | -0.20 | 0.00 | 0.79 | 0.08 | 0.52 |
| 14000 | -0.18 | 0.00 | 0.71 | 0.07 | 0.49 |
| 16000 | -0.16 | 0.00 | 0.65 | 0.06 | 0.47 |
| 18000 | -0.15 | 0.00 | 0.60 | 0.06 | 0.46 |
| 20000 | -0.14 | 0.00 | 0.57 | 0.05 | 0.44 |

MÁXIMO ERROR RELATIVO DE CERO (f_0) 0.60 %

12. 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.



☎ 977.997.385 - 913.028.621
☎ 913.028.622 - 913.028.623
☎ 913.028.624

📍 Av. Chillon Lote 50 B - Comas - Lima - Lima
✉ comercial@calibratec.com.pe
🏢 CALIBRATEC SAC

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA - LF - 023 - 2022

Área de Metrología
Laboratorio de Fuerza

Página 1 de 3

1. Expediente 0117-2022

2. Solicitante LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS W&C E.I.R.L.

3. Dirección CALLE LA FE NRO 0167 UPIS SEÑOR DE LOS MILAGROS - CHICLAYO - LAMBAYEQUE

4. Equipo PRENSA MULTIUSOS

Capacidad 5000 kgf

Marca FORNEY

Modelo 7691F

Número de Serie 2491

Procedencia U.S.A.

Identificación NO INDICA

Indicación DIGITAL

Marca OHAUS

Modelo DEFENDER 300

Número de Serie NO INDICA

Resolución 0.1 kgf

Ubicación NO INDICA

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.

CALIBRATEC 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 2022-01-21

Fecha de Emisión
2022-01-22

Jefe del Laboratorio de Metrología

MANUEL ALEJANDRO ALIAGA TORRES

Sello



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA - LF - 023 - 2022

Área de Metrología
Laboratorio de Fuerza

Página 2 de 3

6. 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.

7. Lugar de calibración

Las instalaciones del cliente.
CALLE LA FE NRO 0167 UPIS SEÑOR DE LOS MILAGROS - CHICLAYO - LAMBAYEQUE

8. Condiciones Ambientales

| | Inicial | Final |
|------------------|---------|---------|
| Temperatura | 27,8 °C | 27,8 °C |
| Humedad Relativa | 65 % HR | 65 % HR |

9. Patrones de referencia

| Trazabilidad | Patrón utilizado | Informe de calibración |
|--|--|------------------------|
| Celdas patrones calibradas en PUCP - Laboratorio de estructuras antisísmicas | Celda de Carga Código: PF-002 Capacidad: 10,000 kg.f | INF-LE-038-21 B |

10. Observaciones

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación CALIBRADO.
- Durante la realización de cada secuencia de calibración la temperatura del equipo de medida de fuerza permanece estable dentro de un intervalo de $\pm 2,0$ °C.
- El equipo no indica clase sin embargo cumple con el criterio para máquinas de ensayo uniaxiales de clase de 1.0 según la norma UNE-EN ISO 7500-1.



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA - LF - 023 - 2022

Área de Metrología
Laboratorio de Fuerza

Página 3 de 3

11. Resultados de Medición

| Indicación del Equipo | | Indicación de Fuerza (Ascenso) Patrón de Referencia | | | |
|-----------------------|-------------|--|-------------|-------------|----------------------|
| % | F_1 (kgf) | F_1 (kgf) | F_2 (kgf) | F_3 (kgf) | $F_{Promedio}$ (kgf) |
| 10 | 500 | 500.6 | 499.3 | 499.3 | 499.7 |
| 20 | 1000 | 1002.0 | 1000.2 | 1000.6 | 1000.8 |
| 30 | 1500 | 1501.6 | 1499.9 | 1500.7 | 1500.6 |
| 40 | 2000 | 2003.1 | 2001.9 | 2004.8 | 2003.3 |
| 50 | 2500 | 2501.4 | 2499.5 | 2500.4 | 2500.5 |
| 60 | 3000 | 3001.9 | 2999.4 | 3000.4 | 3000.4 |
| 70 | 3500 | 3502.1 | 3499.7 | 3501.7 | 3500.8 |
| 80 | 4000 | 4002.3 | 4000.0 | 4001.0 | 4000.8 |
| 90 | 4500 | 4502.8 | 4500.2 | 4501.2 | 4501.1 |
| 100 | 5000 | 5003.7 | 5000.4 | 5001.4 | 5001.3 |
| Retorno a Cero | | 0.0 | 0.0 | 0.0 | |

| Indicación del Equipo F (kgf) | Errores Encontrados en el Sistema de Medición | | | | Incertidumbre U ($k=2$) (%) |
|------------------------------------|---|--------------------------|---------------------------|----------------------------|---------------------------------------|
| | Exactitud q (%) | Repetibilidad b (%) | Reversibilidad v (%) | Resol. Relativa a (%) | |
| 500 | 0.07 | 0.26 | -0.02 | 0.02 | 0.36 |
| 1000 | -0.08 | 0.18 | -0.03 | 0.01 | 0.35 |
| 1500 | -0.04 | 0.11 | -0.03 | 0.01 | 0.34 |
| 2000 | -0.17 | 0.14 | -0.07 | 0.01 | 0.35 |
| 2500 | -0.02 | 0.08 | -0.04 | 0.00 | 0.34 |
| 3000 | -0.01 | 0.08 | -0.01 | 0.00 | 0.34 |
| 3500 | -0.02 | 0.07 | 0.01 | 0.00 | 0.34 |
| 4000 | -0.02 | 0.06 | 0.00 | 0.00 | 0.34 |
| 4500 | -0.02 | 0.06 | 0.00 | 0.00 | 0.34 |
| 5000 | -0.03 | 0.07 | 0.02 | 0.00 | 0.34 |

MÁXIMO ERROR RELATIVO DE CERO (f_0) 0.00 %

12. 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.

☎ 977 997 385 - 913 028 621
☎ 913 028 622 - 913 028 623
☎ 913 028 624

📍 Av. Chillon Lote 50 B - Comas - Lima - Lima
✉ comercial@calibratec.com.pe
🏢 CALIBRATEC SAC



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA - LM - 033 - 2022

Área de Metrología
Laboratorio de Masas

Página 1 de 4

1. Expediente 0117-2022

2. Solicitante LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS W&C E.I.R.L.

3. Dirección CALLE LA FE NRO 0167 UPIS SEÑOR DE LOS MILAGROS - CHICLAYO - LAMBAYEQUE

4. Equipo de medición BALANZA ELECTRÓNICA

Capacidad Máxima 2000 g

División de escala (d) 0.01 g

Div. de verificación (e) 0.1 g

Clase de exactitud III

Marca AMPUT

Modelo 457

Número de Serie NO INDICA

Capacidad mínima 0.2 g

Procedencia NO INDICA

Identificación NO INDICA

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.

CALIBRATEC 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 2022-01-21

Fecha de Emisión

2022-01-22

Jefe del Laboratorio de Metrología

MANUEL ALEJANDRO ALIAGA TORRES

Sello



977 997 385 - 913 028 621
913 028 622 - 913 028 623
913 028 624

Av. Chillon Lote 50 B - Comas - Lima - Lima
comercial@calibratec.com.pe
CALIBRATEC S.A.C.

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA - LM - 033 - 2022

Área de Metrología
Laboratorio de Masas

Página 2 de 4

6. Método de Calibración

La calibración se realizó según el método descrito en el PC-001: "Procedimiento de Calibración de Balanzas de Funcionamiento No Automático Clase III y Clase III^B" del SNM-INACAL.

7. Lugar de calibración

En las instalaciones del cliente.

CALLE LA FE NRO 0167 UPIS SEÑOR DE LOS MILAGROS - CHICLAYO - LAMBAYEQUE

8. Condiciones Ambientales

| | Inicial | Final |
|------------------|---------|---------|
| Temperatura | 26.5 °C | 26.5 °C |
| Humedad Relativa | 53% | 55% |

9. 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 |
|--------------|--|----------------------------|
| METROIL | JUEGO DE PESAS 1 mg a 1 kg (Clase de Exactitud: F1) | M-0689-2021 |

10. Observaciones

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



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA - LM - 033 - 2022

Área de Metrología
Laboratorio de Masas

Página 3 de 4

11. Resultados de Medición

INSPECCIÓN VISUAL

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

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

| | | |
|-------------|---------|---------|
| | Inicial | Final |
| Temperatura | 26.4 °C | 26.4 °C |

| Medición Nº | Carga L1 = 1,000 g | | | Carga L2 = 2,000 g | | |
|----------------|------------------------------|---------|--------|------------------------------|---------|--------|
| | l (g) | ΔL (mg) | E (mg) | l (g) | ΔL (mg) | E (mg) |
| 1 | 1000.00 | 5 | 0 | 2000.00 | 5 | 0 |
| 2 | 1000.00 | 4 | 1 | 2000.01 | 8 | 7 |
| 3 | 1000.01 | 8 | 7 | 2000.00 | 3 | 2 |
| 4 | 1000.00 | 5 | 0 | 2000.00 | 6 | -1 |
| 5 | 1000.00 | 6 | -1 | 2000.00 | 2 | 3 |
| 6 | 1000.01 | 9 | 6 | 2000.00 | 5 | 0 |
| 7 | 1000.00 | 4 | 1 | 2000.00 | 4 | 1 |
| 8 | 1000.00 | 5 | 0 | 2000.00 | 6 | -1 |
| 9 | 1000.00 | 6 | -1 | 2000.01 | 8 | 7 |
| 10 | 1000.00 | 4 | 1 | 2000.00 | 6 | -1 |
| | Diferencia Máxima 8 | | | Diferencia Máxima 8 | | |
| | Error Máximo Permissible 200 | | | Error Máximo Permissible 300 | | |

ENSAYO DE EXCENRICIDAD



Posición de las cargas

| | | |
|-------------|---------|---------|
| | Inicial | Final |
| Temperatura | 26.4 °C | 26.4 °C |



| Posición de la Carga | Carga Mínima* | Determinación del Error en Cero Eo | | | Determinación del Error Corregido Ec | | | |
|----------------------|---------------|------------------------------------|---------|---------|--------------------------------------|-------|---------|--------|
| | | l (g) | ΔL (mg) | Eo (mg) | Carga L (g) | l (g) | ΔL (mg) | E (mg) |
| 1 | 0.10 | 0.10 | 5 | 0 | 1000.00 | 5 | 0 | 0 |
| 2 | | 0.11 | 8 | 7 | 1000.00 | 4 | 1 | -6 |
| 3 | | 0.10 | 6 | -1 | 1000.00 | 6 | -1 | 0 |
| 4 | | 0.10 | 5 | 0 | 1000.00 | 5 | 0 | 0 |
| 5 | | 0.10 | 6 | -1 | 1000.01 | 8 | 7 | 8 |
| | | | | | Error máximo permisible 200 | | | |

* Valor entre 0 y 10e

☎ 977 997 385 - 913 028 621

☎ 913 028 622 - 913 028 623

☎ 913 028 624

📍 Av. Chillon Lote 50 B - Comas - Lima - Lima

✉ comercial@calibratec.com.pe

🏢 CALIBRATEC SAC

ENSAYO DE PESAJE

| | | |
|-------------|---------|---------|
| Temperatura | Inicial | Final |
| | 26.4 °C | 26.4 °C |

| Carga L (g) | CRECIENTES | | | | DECRECIENTES | | | | e.m.p ** (± mg) |
|----------------|------------|---------|--------|---------|--------------|---------|--------|---------|--------------------|
| | l (g) | ΔL (mg) | E (mg) | Ec (mg) | l (g) | ΔL (mg) | E (mg) | Ec (mg) | |
| 0.10 | 0.10 | 6 | -1 | | | | | | |
| 0.20 | 0.20 | 5 | 0 | 1 | 0.20 | 5 | 0 | 1 | 100 |
| 10.00 | 10.00 | 6 | -1 | 0 | 10.00 | 5 | 0 | 1 | 100 |
| 100.00 | 100.00 | 7 | -2 | -1 | 100.00 | 4 | 1 | 2 | 100 |
| 500.00 | 500.00 | 6 | -1 | 0 | 500.00 | 5 | 0 | 1 | 200 |
| 800.00 | 800.00 | 5 | 0 | -1 | 800.00 | 6 | -1 | 0 | 200 |
| 1000.00 | 1000.00 | 6 | -1 | 0 | 1000.00 | 7 | -2 | -1 | 200 |
| 1200.00 | 1200.00 | 6 | -1 | 0 | 1200.00 | 2 | 3 | 4 | 200 |
| 1500.00 | 1500.00 | 4 | 1 | 2 | 1500.00 | 3 | 2 | 3 | 200 |
| 1800.00 | 1800.01 | 8 | 7 | 8 | 1800.00 | 3 | 2 | 3 | 200 |
| 2000.00 | 2000.01 | 8 | 7 | 8 | 2000.01 | 8 | 7 | 8 | 300 |

** error máximo permisible

Leyenda: L: Carga aplicada a la balanza. ΔL: Carga adicional. Eo: Error en cero.
I: Indicación de la balanza. E: Error encontrado. Ec: Error corregido.

Incertidumbre expandida de medición $U = 2 \times \sqrt{(0.000028 \text{ g}^2 + 0.0000000001 \text{ R}^2)}$

Lectura corregida $R_{CORREGIDA} = R + 0.000026 \text{ R}$

12. 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%.

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





CALIBRATEC S.A.C.

LABORATORIO DE METROLOGIA

CALIBRACIÓN DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS

RUC: 20606479680

Área de Metrología
Laboratorio de Masas

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA - LM - 032 - 2022

Página 1 de 4

1. Expediente 0117-2022

2. Solicitante

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS W&C E.I.R.L.

3. Dirección

CALLE LA FE NRO 0167 UPIS SEÑOR DE LOS MILAGROS CHICLAYO LAMBAYEQUE

4. Equipo de medición

BALANZA ELECTRÓNICA

Capacidad Máxima 30000 g

División de escala (d) 1 g

Div. de verificación (e) 1 g

Clase de exactitud III

Marca

OHAUS

Modelo

R31P30

Número de Serie

8336460679

Capacidad mínima

20 g

Procedencia

U.S.A.

Identificación

NO INDICA

5. Fecha de Calibración 2022-01-21

Fecha de Emisión

2022-01-22

Jefe del Laboratorio de Metrología


MANUEL ALEJANDRO ALIAGA TORRES

Sello



977 997 385 - 913 028 621
913 028 622 - 913 028 623
913 028 624

Av. Chillon Lote 50 B - Comas - Lima - Lima
comercial@calibratec.com.pe
CALIBRATEC SAC

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA - LM 032 - 2022

Área de Metrología
Laboratorio de Masas

Página 2 de 4

6. Método de Calibración

La calibración se realizó según el método descrito en el PC-001: "Procedimiento de Calibración de Balanzas de Funcionamiento No Automático Clase III y Clase IIII" del SNM - INACAL.

7. Lugar de calibración

Las instalaciones del cliente,
CALLE LA FE NRO 0167 UPIS SEÑOR DE LOS MILAGROS - CHICLAYO - LAMBAYEQUE

8. Condiciones Ambientales

| | Inicial | Final |
|------------------|---------|---------|
| Temperatura | 26.4 °C | 26.4 °C |
| Humedad Relativa | 51% | 51% |

9. 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 |
|--------------|--|----------------------------|
| METROIL | JUEGO DE PESAS 10 kg (Clase de Exactitud: M1) | M-0687-2021 |
| METROIL | JUEGO DE PESAS 20 kg (Clase de Exactitud: M1) | M-0688-2021 |
| METROIL | JUEGO DE PESAS 1 kg a 5 kg (Clase de Exactitud: F1) | M-0726-2021 |
| METROIL | JUEGO DE PESAS 1 mg a 1 kg (Clase de Exactitud: F1) | M-0689-2021 |
| METROIL | TERMOHIGROMETRO DIGITAL BOECO | T-1774-2021 |

10. Observaciones

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



☎ 977.997.385 - 913.028.621
☎ 913.028.622 - 913.028.623
☎ 913.028.624

📍 Av. Chillón Lote 50 B - Comas - Lima - Lima
✉ comercial@calibratec.com.pe
🏢 CALIBRATEC SAC

11. 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 | TIENE | | |

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

| Medición Nº | Carga L1 = 15,000 g | | | Carga L2 = 30,000 g | | |
|-------------------------|---------------------|---------|--------|-------------------------|---------|---------|
| | l (g) | ΔL (mg) | E (mg) | l (g) | ΔL (mg) | E (mg) |
| 1 | 15,000 | 600 | -100 | 30,000 | 200 | 300 |
| 2 | 15,000 | 500 | 0 | 30,000 | 500 | 0 |
| 3 | 15,001 | 700 | 800 | 30,000 | 500 | 0 |
| 4 | 15,000 | 500 | 0 | 29,999 | 200 | -700 |
| 5 | 15,000 | 600 | -100 | 30,000 | 500 | 0 |
| 6 | 15,000 | 500 | 0 | 30,001 | 700 | 800 |
| 7 | 15,000 | 500 | 0 | 30,000 | 500 | 0 |
| 8 | 15,000 | 200 | 300 | 30,000 | 800 | -300 |
| 9 | 14,999 | 300 | -800 | 29,999 | 300 | -800 |
| 10 | 15,000 | 500 | 0 | 30,000 | 500 | 0 |
| Diferencia Máxima | | 1,600 | | Diferencia Máxima | | 1,600 |
| Error Máximo Permisible | | ± 3,000 | | Error Máximo Permisible | | ± 3,000 |

ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

| Posición de la Carga | Determinación del Error en Cero Eo | | | | Determinación del Error Corregido Ec | | | |
|-----------------------|------------------------------------|-------|---------|---------|--------------------------------------|-------|---------|--------|
| | Carga Mínima* | l (g) | ΔL (mg) | Eo (mg) | Carga L (g) | l (g) | ΔL (mg) | E (mg) |
| 1 | 10 | 10 | 500 | 0 | 10,001 | 800 | 700 | 700 |
| 2 | 10 | 10 | 400 | 100 | 10,000 | 500 | 0 | -100 |
| 3 | 10 g | 10 | 500 | 0 | 10,000 | 400 | 100 | 100 |
| 4 | 10 | 10 | 400 | 100 | 9,999 | 200 | -700 | -800 |
| 5 | 10 | 10 | 500 | 0 | 10,000 | 500 | 0 | 0 |
| * Valor entre 0 y 10g | | | | | Error máximo permisible ± 3,000 | | | |



ENSAYO DE PESAJE

| | | |
|-------------|---------|---------|
| Temperatura | Inicial | Final |
| | 26.4 °C | 26.4 °C |

| Carga L (g) | CRECIENTES | | | | DECRECIENTES | | | | e.m.p** (± mg) |
|----------------|------------|---------|--------|---------|--------------|---------|--------|---------|-------------------|
| | l (g) | ΔL (mg) | E (mg) | Ec (mg) | l (g) | ΔL (mg) | E (mg) | Ec (mg) | |
| 10 | 10 | 500 | 0 | 0 | 20 | 500 | 0 | 0 | 1,000 |
| 20 | 20 | 400 | 100 | 100 | 100 | 500 | 0 | 0 | 1,000 |
| 100 | 100 | 500 | 0 | 0 | 100 | 500 | 0 | 0 | 1,000 |
| 500 | 500 | 400 | 100 | 100 | 500 | 400 | 100 | 100 | 2,000 |
| 1,000 | 1,000 | 500 | 0 | 0 | 1,000 | 500 | 0 | 0 | 2,000 |
| 5,000 | 5,000 | 400 | 100 | 100 | 5,000 | 400 | 100 | 100 | 3,000 |
| 10,000 | 10,000 | 600 | -100 | -100 | 10,000 | 500 | 0 | 0 | 3,000 |
| 15,000 | 15,000 | 500 | 0 | 0 | 15,000 | 500 | 0 | 0 | 3,000 |
| 20,000 | 20,000 | 600 | -100 | -100 | 20,000 | 600 | -100 | -100 | 3,000 |
| 25,000 | 25,000 | 500 | 0 | 0 | 25,000 | 500 | 0 | 0 | 3,000 |
| 30,000 | 30,000 | 600 | -100 | -100 | 30,000 | 600 | -100 | -100 | 3,000 |

** error máximo permisible

Leyenda: L: Carga aplicada a la balanza.

l: Indicación de la balanza.

ΔL: Carga adicional.

E: Error encontrado

E_o: Error en cero.

E_c: Error corregido.

Incertidumbre expandida de medición

$$U = 2 \times \sqrt{(0.3787222 \text{ g}^2 + 0.0000000237 \text{ R}^2)}$$

Lectura corregida

$$R_{\text{CORREGIDA}} = R - 0.0000032 R$$

12. 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%.

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



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA - LF - 025 - 2022

Area de Metrología
Laboratorio de Fuerza

Página 1 de 3

| | | |
|-------------------------|---|---|
| 1. Expediente | 0117-2022 | 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). |
| 2. Solicitante | LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS W&C E.I.R.L. | |
| 3. Dirección | CALLE LA FE NRO 0167 UPIS SEÑOR DE LOS MILAGROS - CHICLAYO - LAMBAYEQUE | |
| 4. Equipo | CORTE DIRECTO | Los resultados son validos 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. |
| Capacidad | 500 kgf | |
| Marca | ORION | |
| Modelo | CD.02 | |
| Número de Serie | 15011001 | |
| Clase | NO INDICA | CALIBRATEC 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. |
| Procedencia | PERÚ | |
| Identificación | NO INDICA | |
| Indicador | DIGITAL | |
| Marca | CON TRONIX | |
| Modelo | NO INDICA | Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite. |
| Número de Serie | NO INDICA | |
| División de Escala | 0.01 kgf | |
| Resolución | | El certificado de calibración sin firma y |
| 5. Fecha de Calibración | 2022-01-21 | |

Fecha de Emisión Jefe del Laboratorio de Metrología

2022-01-22


MANUEL ALEJANDRO ALIAGA TORRES



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA - LF-025 - 2022

Area de Metrología
Laboratorio de Fuerza

Página 2 de 3

6. Método de Calibración

La calibración se realizó por el método de comparación directa utilizando patrones trazables al 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.

7. Lugar de calibración

En las instalaciones del cliente.
CALLE LA FE NRO 0167 UPIS SEÑOR DE LOS MILAGROS - CHICLAYO - LAMBAYEQUE

8. Condiciones Ambientales

| | Inicial | Final |
|------------------|---------|---------|
| Temperatura | 26.6 °C | 26.6 °C |
| Humedad Relativa | 65 % HR | 65 % HR |

9. Patrones de referencia

| Trazabilidad | Patrón utilizado | Certificado de calibración |
|--------------|--------------------------------------|----------------------------|
| METROIL | CELDA DE CARGA DE 500 kg MARCA: KELI | CF-0040-2021 |
| METROIL | TERMOHIGRÓMETRO DIGITAL BOECO | T-1774-2021 |

10. Observaciones

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación CALIBRADO.
Durante la realización de cada secuencia de calibración la temperatura del equipo de medida de fuerza permanece estable dentro de un intervalo de $\pm 2,0$ °C.



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA - LF - 025 - 2022

Área de Metrología
Laboratorio de Fuerza

Página 3 de 3

11. Resultados de Medición

| Indicación del Equipo | Indicación de Fuerza (Ascenso) | | | | |
|-----------------------|--------------------------------|-------------|-------------|-------------|----------------------|
| | F_1 (kgf) | F_2 (kgf) | F_3 (kgf) | F_4 (kgf) | $F_{promedio}$ (kgf) |
| 10 | 50 | 50.00 | 50.00 | 50.10 | 50.0 |
| 20 | 100 | 100.15 | 100.15 | 100.20 | 100.2 |
| 30 | 150 | 150.10 | 150.10 | 150.20 | 150.1 |
| 40 | 200 | 200.00 | 200.00 | 200.10 | 200.0 |
| 50 | 250 | 250.10 | 250.10 | 250.15 | 250.1 |
| 60 | 300 | 300.10 | 300.10 | 300.20 | 300.1 |
| 70 | 350 | 350.10 | 350.10 | 350.20 | 350.1 |
| 80 | 400 | 400.15 | 400.15 | 400.25 | 400.2 |
| 90 | 450 | 450.15 | 450.15 | 450.25 | 450.2 |
| 100 | 500 | 500.20 | 500.20 | 500.30 | 500.2 |
| Retorno a Cero | | 0.0 | 0.0 | 0.0 | |

| Indicación del Equipo F (kgf) | Errores Encontrados en el Sistema de Medición | | | | Incertidumbre U (k=2) (%) |
|----------------------------------|---|------------------------|-------------------------|--------------------------|---------------------------------|
| | Exactitud a (%) | Repetibilidad b (%) | Reversibilidad v (%) | Resol. Relativa α (%) | |
| 50 | -0.07 | 0.20 | 0.00 | 0.02 | 0.43 |
| 100 | -0.17 | 0.05 | 0.00 | 0.01 | 0.41 |
| 150 | -0.09 | 0.07 | 0.00 | 0.01 | 0.41 |
| 200 | -0.02 | 0.05 | 0.00 | 0.01 | 0.41 |
| 250 | -0.05 | 0.02 | 0.00 | 0.00 | 0.41 |
| 300 | -0.04 | 0.03 | 0.00 | 0.00 | 0.41 |
| 350 | -0.04 | 0.03 | 0.00 | 0.00 | 0.41 |
| 400 | -0.05 | 0.02 | 0.00 | 0.00 | 0.41 |
| 450 | -0.04 | 0.02 | 0.00 | 0.00 | 0.41 |
| 500 | -0.05 | 0.02 | 0.00 | 0.00 | 0.41 |

MÁXIMO ERROR RELATIVO DE CERO (f_0) 0.00 %



12. 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.

FIN DEL DOCUMENTO

977 997 385 - 913 028 621
913 028 622 - 913 028 623
913 028 624

Av. Chillon Lote 50 B - Comas - Lima - Lima
comercial@calibratec.com.pe
CALIBRATEC SAC

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA - LT - 012 - 2022

Área de Metrología
Laboratorio de Temperatura

Página 1 de 5

1. Expediente 0117-2022
2. Solicitante LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS W&C E.I.R.L.
3. Dirección CALLE LA FE NRO 0167 UPI S SEÑOR DE LOS MILAGROS - CHICLAYO - LAMBAYEQUE
4. Equipo HORNO
Alcance Máximo 300 °C
Marca QL
Modelo NO INDICA
Número de Serie NO INDICA
Procedencia NO INDICA
Identificación LT-012
Ubicación NO INDICA

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.

CALIBRATEC 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.

| Descripción | Controlador / Selector | Instrumento de medición |
|---------------------------------|------------------------|-------------------------|
| Alcance | 30 °C a 300 °C | 30 °C a 300 °C |
| División de escala / Resolución | 0.1 °C | 0.1 °C |
| Tipo | TERMOSTATO | TERMOMETRO DIGITAL |

5. Fecha de Calibración 2022-01-21

Fecha de Emisión
2022-01-22

Jefe del Laboratorio de Metrología

Sello

MANUEL ALEJANDRO ALIAGA TORRES



☎ 977 997 385 - 913 028 621
☎ 913 028 622 - 913 028 623
☎ 913 028 624

📍 Av. Chillon Lote 50 B - Comas - Lima - Lima
✉ comercial@calibratec.com.pe
🏢 CALIBRATEC SAC

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA - LT - 012 - 2022

Área de Metrología
Laboratorio de Temperatura

Página 2 de 5

6. Método de Calibración

La calibración se efectuó por comparación directa con termómetros patrones calibrados que tienen trazabilidad a la Escala Internacional de Temperatura de 1990 (EIT 90), se consideró como referencia el Procedimiento para la Calibración de Medios Isotérmicos con aire como Medio Termostático PC-018; 2da edición; Junio 2009, del SNM-INDECOPI.

7. Lugar de calibración

Las instalaciones del cliente,
CALLE LA FENRO 0167 UPIS SEÑOR DE LOS MILAGROS - CHICLAYO - LAMBAYEQUE

8. Condiciones Ambientales

| | Inicial | Final |
|------------------|---------|--------|
| Temperatura | 26.3°C | 26.3°C |
| Humedad Relativa | 64 % | 64 % |

9. Patrones de referencia

| Trazabilidad | Patrón utilizado | Certificado y/o Informe de calibración |
|---|--|--|
| MSG - LABORATORIO ACREDITADO REGISTRO: LC-038 | TERMÓMETRO DE INDICACIÓN DIGITAL DE 10 CANALES TERMOPARES TIPO T - DIGISENSE | LTT21-0008 |
| METROIL - LABORATORIO ACREDITADO REGISTRO: LC-001 | THERMOHIGROMETRO DIGITAL BOECO MODELO: HTC-8 | T-1774-2021 |

10. 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.



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA - LT - 012 - 2022

Área de Metrología
Laboratorio de Temperatura

Página 3 de 5

11. Resultados de Medición

Temperatura ambiental promedio 26.1 °C
 Tiempo de calentamiento y estabilización del equipo 2 horas
 El controlador se seteo en 110

PARA LA TEMPERATURA DE 110 °C

| Tiempo del equipo (min) | Termómetro del equipo (°C) | TEMPERATURAS EN LAS POSICIONES DE MEDICIÓN (°C) | | | | | | | | | | T prom (°C) | Tmax-Tmin (°C) |
|-------------------------|----------------------------|---|-------|-------|-------|-------|----------------|-------|-------|-------|-------|-------------|----------------|
| | | NIVEL SUPERIOR | | | | | NIVEL INFERIOR | | | | | | |
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | | |
| 00 | 110.0 | 110.5 | 110.0 | 110.1 | 108.6 | 109.1 | 108.7 | 112.0 | 112.8 | 110.6 | 112.2 | 110.5 | 4.2 |
| 02 | 110.0 | 110.3 | 111.8 | 110.0 | 108.5 | 109.1 | 108.4 | 112.2 | 112.0 | 111.3 | 112.4 | 110.6 | 4.0 |
| 04 | 110.0 | 109.3 | 111.1 | 109.3 | 108.8 | 109.0 | 108.1 | 112.6 | 112.4 | 111.7 | 112.5 | 110.5 | 4.5 |
| 06 | 110.0 | 109.0 | 111.3 | 109.1 | 108.8 | 109.4 | 107.4 | 112.1 | 112.5 | 111.3 | 112.5 | 110.3 | 5.1 |
| 08 | 110.0 | 109.3 | 110.8 | 108.3 | 108.4 | 109.1 | 107.7 | 112.7 | 112.3 | 111.6 | 112.8 | 110.3 | 5.1 |
| 10 | 110.0 | 109.0 | 110.5 | 108.8 | 108.2 | 109.4 | 107.3 | 112.3 | 112.5 | 111.3 | 112.0 | 110.1 | 5.2 |
| 12 | 110.0 | 108.5 | 110.7 | 109.1 | 108.5 | 109.1 | 107.5 | 112.4 | 112.5 | 111.4 | 112.4 | 110.2 | 5.0 |
| 14 | 110.0 | 109.2 | 110.4 | 109.3 | 108.4 | 109.2 | 107.3 | 112.7 | 112.0 | 111.6 | 112.4 | 110.2 | 5.4 |
| 16 | 110.0 | 109.2 | 110.3 | 109.4 | 108.3 | 109.3 | 107.1 | 112.3 | 112.4 | 111.5 | 112.2 | 110.2 | 5.3 |
| 18 | 110.0 | 109.1 | 110.1 | 109.6 | 108.7 | 109.1 | 107.4 | 112.1 | 112.3 | 110.8 | 112.3 | 110.1 | 4.9 |
| 20 | 110.0 | 109.3 | 110.4 | 109.3 | 108.7 | 109.1 | 107.3 | 112.4 | 112.2 | 110.6 | 111.8 | 110.1 | 5.1 |
| 22 | 110.0 | 109.2 | 110.4 | 109.2 | 108.4 | 109.0 | 107.5 | 112.2 | 112.8 | 111.2 | 111.7 | 110.2 | 5.3 |
| 24 | 110.0 | 109.0 | 110.7 | 109.5 | 108.2 | 109.4 | 107.1 | 112.7 | 112.4 | 110.9 | 112.4 | 110.2 | 5.6 |
| 26 | 110.0 | 109.1 | 110.8 | 109.5 | 108.5 | 109.5 | 107.2 | 112.3 | 112.0 | 110.7 | 112.3 | 110.2 | 5.1 |
| 28 | 110.0 | 109.3 | 110.4 | 109.4 | 108.2 | 109.6 | 107.4 | 112.1 | 112.0 | 110.4 | 112.4 | 110.1 | 5.0 |
| 30 | 110.0 | 109.1 | 110.5 | 109.4 | 108.5 | 109.1 | 107.5 | 112.4 | 112.3 | 110.7 | 112.2 | 110.2 | 4.9 |
| 32 | 110.0 | 109.1 | 110.3 | 109.3 | 108.8 | 109.4 | 107.1 | 112.8 | 112.3 | 110.7 | 112.4 | 110.2 | 5.7 |
| 34 | 110.0 | 108.9 | 110.4 | 109.2 | 108.5 | 109.1 | 107.4 | 112.2 | 112.4 | 110.8 | 112.7 | 110.2 | 5.3 |
| 36 | 110.0 | 109.4 | 110.1 | 109.5 | 108.3 | 109.4 | 107.7 | 112.3 | 112.4 | 110.4 | 112.5 | 110.2 | 4.8 |
| 38 | 110.0 | 109.2 | 110.4 | 109.6 | 108.6 | 109.3 | 107.7 | 112.4 | 112.3 | 110.6 | 112.4 | 110.2 | 4.7 |
| 40 | 110.0 | 109.1 | 110.4 | 109.2 | 108.4 | 109.4 | 107.4 | 112.1 | 112.0 | 110.8 | 112.4 | 110.1 | 5.0 |
| 42 | 110.0 | 109.4 | 110.5 | 109.3 | 108.8 | 109.1 | 107.2 | 112.0 | 112.4 | 110.4 | 112.8 | 110.2 | 5.6 |
| 44 | 110.0 | 109.1 | 110.5 | 109.5 | 108.3 | 109.4 | 107.4 | 112.8 | 112.1 | 110.5 | 112.4 | 110.2 | 5.4 |
| 46 | 110.0 | 109.1 | 110.7 | 109.7 | 108.4 | 109.2 | 107.5 | 112.4 | 112.3 | 110.3 | 112.3 | 110.2 | 4.9 |
| 48 | 110.0 | 109.2 | 110.2 | 109.4 | 108.2 | 109.1 | 107.1 | 112.4 | 112.2 | 110.1 | 112.2 | 110.0 | 5.3 |
| 50 | 110.0 | 108.9 | 110.5 | 109.4 | 108.4 | 109.1 | 107.3 | 112.6 | 112.3 | 110.5 | 112.7 | 110.2 | 5.4 |
| 52 | 110.0 | 109.1 | 110.5 | 109.2 | 108.2 | 109.5 | 107.3 | 112.2 | 112.8 | 110.7 | 112.1 | 110.2 | 5.5 |
| 54 | 110.0 | 109.0 | 110.3 | 109.7 | 108.1 | 109.1 | 107.5 | 112.3 | 112.7 | 110.1 | 111.9 | 110.1 | 5.2 |
| 56 | 110.0 | 109.3 | 110.5 | 109.4 | 108.1 | 109.5 | 107.5 | 112.6 | 112.6 | 110.4 | 112.2 | 110.2 | 5.1 |
| 58 | 110.0 | 109.1 | 110.3 | 109.2 | 108.0 | 109.3 | 107.6 | 112.3 | 112.1 | 110.5 | 112.4 | 110.1 | 4.8 |
| 60 | 110.0 | 109.0 | 110.3 | 109.6 | 108.4 | 109.2 | 107.4 | 112.7 | 112.5 | 110.7 | 112.4 | 110.2 | 5.3 |
| T.PROM | 110.0 | 109.2 | 110.5 | 109.4 | 108.4 | 109.2 | 107.5 | 112.4 | 112.3 | 110.8 | 112.3 | 110.2 | |
| T.MAX | 110.0 | 110.5 | 111.8 | 110.1 | 108.8 | 109.6 | 108.7 | 112.8 | 112.8 | 111.7 | 112.8 | | |
| T.MIN | 110.0 | 108.5 | 110.0 | 108.3 | 108.0 | 109.0 | 107.1 | 112.0 | 112.0 | 110.1 | 111.7 | | |
| DTI | 0.0 | 2.0 | 1.8 | 1.8 | 0.8 | 0.6 | 1.6 | 0.8 | 0.8 | 1.6 | 1.1 | | |



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA - LT - 012 - 2022

Área de Metrología
Laboratorio de Temperatura

Página 4 de 5

| PARÁMETRO | VALOR (°C) | INCERTIDUMBRE EXPANDIDA (°C) |
|---|------------|------------------------------|
| Máxima Temperatura Medida | 112.8 | 18.1 |
| Mínima Temperatura Medida | 107.1 | 0.1 |
| Desviación de Temperatura en el Tiempo | 2.0 | 0.1 |
| Desviación de Temperatura en el Espacio | 4.9 | 19.9 |
| Estabilidad Medida (±) | 1.0 | 0.04 |
| Uniformidad Medida | 5.7 | 20.0 |

- 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.

Durante la calibración y bajo las condiciones en que ésta ha sido hecha, el medio isotermo SI CUMPLE con los límites especificados de temperatura.



977.997.385 - 913.028.621
913.028.622 - 913.028.623
913.028.624

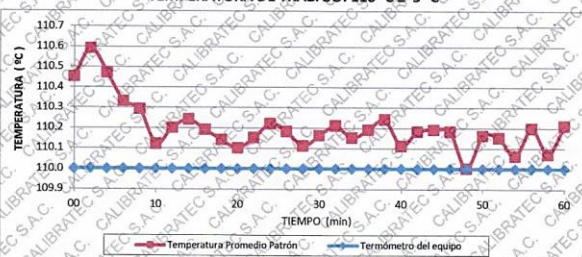
Av. Chillon Lote 50 B - Comas - Lima - Lima
comercial@calibratec.com.pe
CALIBRATEC SAC

Área de Metrología
Laboratorio de Temperatura

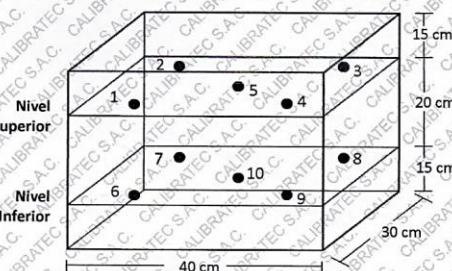
CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA - LT - 012 - 2022

Página 3 de 5

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



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 8 cm de las paredes laterales y a 8 cm del fondo y frente del equipo a calibrar.

12. 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



☎ 977.997.385 - 913.028.621
☎ 913.028.622 - 913.028.623
☎ 913.028.624

📍 Av. Chillon Lote 50 B - Comas - Lima - Lima
✉ comercial@calibratec.com.pe
🏢 CALIBRATEC SAC



CALIBRACIÓN DE
EQUIPOS E INSTRUMENTOS

LABORATORIO DE METROLOGIA

RUC: 20606479680

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
CA - LF - 024 - 2022

Área de Metrología
Laboratorio de Fuerza

Página 1 de 3

1. Expediente 0117-2022

2. Solicitante LABORATORIO DE ENSAYOS DE
MATERIALES Y SUELOS W&C E.I.R.L.

3. Dirección CALLE LA FE NRO 0167 UPIS SEÑOR DE LOS
MILAGROS - CHICLAYO - LAMBAYEQUE

4. Equipo PRESA DE CONCRETO

Capacidad 2000 kN

Marca AYA INSTRUMENT

Modelo STYE-2000B

Número de Serie 131214

Procedencia CHINA

Identificación NO INDICA

Indicación DIGITAL

Marca MC

Modelo STYE-2000B

Número de Serie 131214

Resolución 0.01 / 0.1 kN (*)

Ubicación NO INDICA

5. Fecha de Calibración 2022-01-21

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.

CALIBRATEC 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.

Fecha de Emisión Jefe del Laboratorio de Metrología Sello

2022-01-22

MANUEL ALEJANDRO ALIAGA TORRES



☎ 977 997 385 - 913 028 621
☎ 913 028 622 - 913 028 623
☎ 913 028 624

📍 Av. Chillon Lote 50 B - Comas - Lima - Lima
✉ comercial@calibratec.com.pe
🏢 CALIBRATEC SAC

Área de Metrología
Laboratorio de Fuerza

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA - LF - 024 - 2022

Página 2 de 3

6. 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 Estáticas. Parte 1: Máquinas de ensayo de tracción/compresión: Verificación y calibración del sistema de medida de fuerza." - Julio 2006.

7. Lugar de calibración

En las instalaciones del cliente.
CALLE LA FE NRO 0167 UPIS SEÑOR DE LOS MILAGROS - CHICLAYO - LAMBAYEQUE

8. Condiciones Ambientales

| | Inicial | Final |
|------------------|---------|---------|
| Temperatura | 26.0 °C | 26.0 °C |
| Humedad Relativa | 62 % HR | 62 % HR |

9. Patrones de referencia

| Trazabilidad | Patrón utilizado | Informe/Certificado de calibración |
|--|---|------------------------------------|
| Celdas patrones calibradas en PUCP - Laboratorio de estructuras antisísmicas | Celda de Carga Código: PF-001 Capacidad: 150,000 kg.f | INF-LE 038-21A |
| METROIL | TERMOHIGROMETRO DIGITAL BOECO | T-1774-2021 |

10. Observaciones

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación CALIBRADO.
- Durante la realización de cada secuencia de calibración la temperatura del equipo de medida de fuerza permanece estable dentro de un intervalo de $\pm 2,0$ °C.
 - El equipo no indica clase sin embargo cumple con el criterio para máquinas de ensayo uniaxiales de clase de 2.0 según la norma UNE-EN ISO 7500-1.



☎ 977.997.385 - 913.028.621
☎ 913.028.622 - 913.028.623
☎ 913.028.624

📍 Av. Chillon Lote 50 B - Comas - Lima - Lima
✉ comercial@calibratec.com.pe
🏢 CALIBRATEC SAC

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA - LF - 024 - 2022

Página 3 de 8

11. Resultados de Medición

| Indicación del Equipo | Indicación de Fuerza (Ascenso) Patrón de Referencia | | | | |
|-----------------------|---|------------|------------|------------|---------------------|
| | F_i (kN) | F_1 (kN) | F_2 (kN) | F_3 (kN) | $F_{promedio}$ (kN) |
| 10 | 100 | 100.0 | 99.0 | 100.0 | 99.8 |
| 20 | 200 | 199.0 | 200.5 | 201.3 | 200.2 |
| 30 | 300 | 298.8 | 300.4 | 299.3 | 299.7 |
| 40 | 400 | 397.4 | 399.4 | 398.8 | 398.6 |
| 50 | 500 | 495.8 | 501.8 | 502.4 | 500.5 |
| 60 | 600 | 597.1 | 597.4 | 597.9 | 597.7 |
| 70 | 700 | 696.1 | 696.7 | 695.7 | 696.6 |
| 80 | 800 | 798.9 | 799.1 | 799.5 | 799.1 |
| 90 | 900 | 898.6 | 900.1 | 896.6 | 898.5 |
| 100 | 1000 | 1001.0 | 1002.9 | 1000.5 | 1001.3 |
| Retorno a Cero | | 0.0 | 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 (%) | |
| 100 | 0.21 | 1.00 | -1.30 | 0.10 | 0.81 |
| 200 | -0.08 | 1.15 | 0.25 | 0.05 | 0.75 |
| 300 | 0.12 | 0.53 | 0.07 | 0.03 | 0.63 |
| 400 | 0.34 | 0.50 | 0.10 | 0.03 | 0.61 |
| 500 | -0.11 | 1.31 | -0.06 | 0.02 | 0.85 |
| 600 | 0.39 | 0.13 | -0.18 | 0.02 | 0.58 |
| 700 | 0.49 | 0.14 | -0.14 | 0.01 | 0.59 |
| 800 | 0.11 | 0.07 | 0.02 | 0.01 | 0.58 |
| 900 | 0.17 | 0.38 | 0.16 | 0.01 | 0.60 |
| 1000 | -0.13 | 0.25 | 0.20 | 0.01 | 0.58 |

MÁXIMO ERROR RELATIVO DE CERO (f_0) 0.00 %

12. 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.





PERÚ

Presidencia
del Consejo de Ministros

INDECOPI

Firmado digitalmente por:
CHUEZ SALAZAR Sergio Juan Piero
ID: 2013346023.html
Fecha: 2022/03/25 10:37:05-0500

Registro de la Propiedad Industrial

Dirección de Signos Distintivos

CERTIFICADO N° 00137704

La Dirección de Signos Distintivos del Instituto Nacional de Defensa de la Competencia y de la Protección de la Propiedad Intelectual – INDECOPI, certifica que por mandato de la Resolución N° 008139-2022/DSD - INDECOPI de fecha 25 de marzo de 2022, ha quedado inscrito en el Registro de Marcas de Servicio, el siguiente signo:

| | | |
|-----------|---|---|
| Signo | : | La denominación LEMS W&C y logotipo, conforme al modelo |
| Distingue | : | Servicios de estudio de mecánica de suelos, estudio de evaluación de estructuras, ensayos y control de calidad del concreto, mezclas asfáltica, emulsiones asfálticas, suelos y materiales. |
| Clase | : | 42 de la Clasificación Internacional. |
| Solicitud | : | 0935718-2022 |
| Titular | : | LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS W & C E.I.R.L. - LEMS W & C E.I.R.L. |
| País | : | Perú |
| Vigencia | : | 25 de marzo de 2032 |



Esta es una copia auténtica imprimible de un documento electrónico archivado por Indecopi, aplicando lo dispuesto por el Art. 25 de D.S. 070-2013-PCM y la Tercera Disposición Complementaria Final del D.S. 026-2016-PCM. Su autenticidad e integridad pueden ser contrastadas a través de la siguiente dirección web.

<https://enlinea.indecopi.gob.pe/verificador>

Id Documento: wtenwa22bp

Pág. 1 de 1

INSTITUTO NACIONAL DE DEFENSA DE LA COMPETENCIA Y DE LA PROTECCIÓN DE LA PROPIEDAD INTELECTUAL
Calle De la Prosa 104, San Borja, Lima 41 - Perú, Telf: 224-7800, Web: www.indecopi.gob.pe

Anexo IV. Informe Estadístico

Estabilidad de la combinación de fibra de cerámica y de carbono

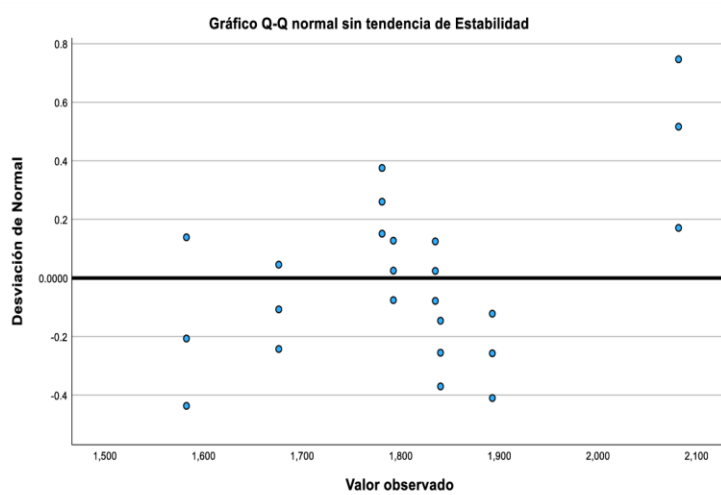
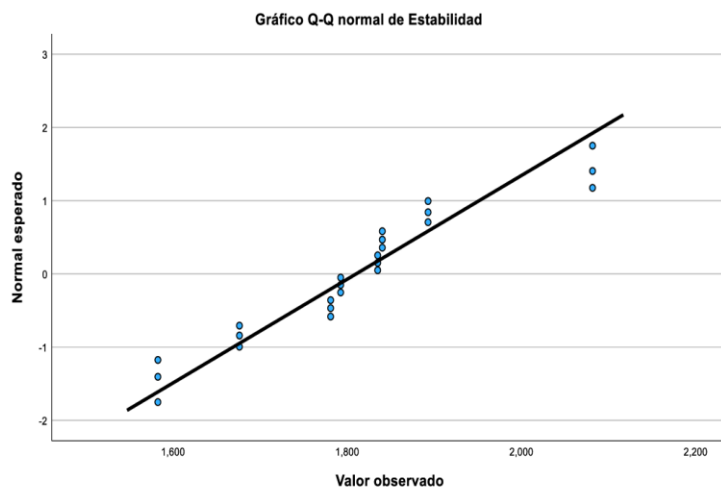
| Resumen de procesamiento de casos | | | | | | |
|-----------------------------------|--------|------------|----------------|------------|-------|------------|
| | Válido | | Casos Perdidos | | Total | |
| | N | Porcentaje | N | Porcentaje | N | Porcentaje |
| Estabilidad | 24 | 100.0% | 0 | 0.0% | 24 | 100.0% |

| Descriptivos | | | | |
|--------------|---|-----------------|-------------|----------------|
| | | | Estadístico | Error estándar |
| Estabilidad | Media | | 1810.5425 | 28.82988 |
| | 95% de intervalo de confianza para la media | Límite inferior | 1750.9033 | |
| | | Límite superior | 1870.1817 | |
| | Media recortada al 5% | | 1808.1116 | |
| | Mediana | | 1814.0150 | |
| | Varianza | | 19947.893 | |
| | Desv. estándar | | 141.23701 | |
| | Mínimo | | 1582.89 | |
| | Máximo | | 2081.95 | |
| | Rango | | 499.06 | |
| | Rango intercuartil | | 177.24 | |
| | Asimetría | | .321 | .472 |
| | Curtosis | | .175 | .918 |

| Pruebas de normalidad | | | | | | |
|-----------------------|---------------------------------|----|------|--------------|----|------|
| | Kolmogorov-Smirnov ^a | | | Shapiro-Wilk | | |
| | Estadístico | gl | Sig. | Estadístico | gl | Sig. |
| Estabilidad | .168 | 24 | .079 | .912 | 24 | .040 |

a. Corrección de significación de Lilliefors

Estabilidad



Análisis univariado de varianza

Notas

| Factores inter-sujetos | | |
|------------------------|----------------------------------|---|
| | Etiqueta de valor | N |
| Porcentajes | 1.00 Patrón | 3 |
| | 2.00 1.00% F.Cerá + 0.50% F.Carb | 3 |
| | 3.00 1.00% F.Cerá | 3 |

| | | |
|------|------------------------------------|---|
| | + 0.75% F.Carb | |
| 4.00 | 1.00% F.Cerá + 1.00% F.Carb | 3 |
| 5.00 | 1.00% F.Cerá + 1.50% F.Carb | 3 |
| 6.00 | 0.75% F.Carb + 0.50% F. Cerá | 3 |
| 7.00 | 0.75% F.Carb + 0.75% F. Cerá | 3 |
| 8.00 | 0.75% F.Carb + 1.50% F. Cerá | 3 |

Prueba de igualdad de Levene de varianzas de error^{a,b}

| | | Estadístico de Levene | gl1 | gl2 | Sig. |
|-------------|--|--------------------------|-----|--------|------|
| Estabilidad | Se basa en la media | .364 | 7 | 16 | .910 |
| | Se basa en la mediana | .364 | 7 | 16 | .910 |
| | Se basa en la mediana y con gl ajustado | .364 | 7 | 10.522 | .905 |
| | Se basa en la media recortada | .364 | 7 | 16 | .910 |

Prueba la hipótesis nula de que la varianza de error de la variable dependiente es igual entre grupos.^{a,b}

a. Variable dependiente: Estabilidad

b. Diseño : Intersección + Porcentajes

Pruebas de efectos inter-sujetos

Variable dependiente: Estabilidad

| Origen | Tipo III de suma de cuadrados | gl | Media cuadrática | F | Sig. |
|---------------------|-------------------------------------|----|---------------------|----------------------|-------|
| Modelo corregido | 458801.535 ^a | 7 | 65543.076 | 476676919.94 9 | <.001 |
| Intersección | 78673539.463 | 1 | 78673539.463 | 57217119609 8.131 | <.001 |
| Porcentajes | 458801.535 | 7 | 65543.076 | 476676919.94 | <.001 |

| | | | | |
|-----------------|--------------|----|------|---|
| | | | | 9 |
| Error | .002 | 16 | .000 | |
| Total | 79132341.001 | 24 | | |
| Total corregido | 458801.538 | 23 | | |

a. R al cuadrado = 1.000 (R al cuadrado ajustada = 1.000)

Pruebas post hoc

Porcentajes

Comparaciones múltiples

Variable dependiente: Estabilidad

| | (I) Porcentajes | (J) Porcentajes | Diferencia de medias (I-J) | | Desv. Error | Sig. | Intervalo de confianza al 95% | |
|--------------|-----------------|---------------------------------|----------------------------|--------|-------------|----------|-------------------------------|-----------------|
| | | | | | | | Límite inferior | Límite superior |
| HSD Tukey | Patrón | 1.00% F.Cerá + 0.50% F.Carb | 257.6500* | - | .00957 | <.001 | 257.683 1 | -257.6169 |
| | | 1.00% F.Cerá + 0.75% F.Carb | 499.0300* | - | .00957 | <.001 | 499.063 1 | -498.9969 |
| | | 1.00% F.Cerá + 1.00% F.Carb | 209.8500* | - | .00957 | <.001 | 209.883 1 | -209.8169 |
| | | 1.00% F.Cerá + 1.50% F.Carb | -93.6200* | .00957 | <.001 | -93.6531 | -93.5869 | |
| | | 0.75% F.Carb + 0.50% F. Cerá | 252.3600* | - | .00957 | <.001 | 252.393 1 | -252.3269 |
| | | 0.75% F.Carb + 0.75% F. Cerá | 310.1900* | - | .00957 | <.001 | 310.223 1 | -310.1569 |
| | | 0.75% F.Carb + 1.50% F. Cerá | 198.3600* | - | .00957 | <.001 | 198.393 1 | -198.3269 |

| | | | | | | |
|--------------------------------|---------------------------------|-----------|----------|-------|----------------|-----------|
| 1.00% F.Cerá + 0.50% F.Carb | Patrón | 257.6500* | .00957 | <.001 | 257.616 9 | 257.6831 |
| | 1.00% F.Cerá + 0.75% F.Carb | 241.3800* | - .00957 | <.001 | - 241.413 1 | -241.3469 |
| | 1.00% F.Cerá + 1.00% F.Carb | 47.8000* | .00957 | <.001 | 47.7669 | 47.8331 |
| | 1.00% F.Cerá + 1.50% F.Carb | 164.0300* | .00957 | <.001 | 163.996 9 | 164.0631 |
| | 0.75% F.Carb + 0.50% F. Cerá | 5.2900* | .00957 | <.001 | 5.2569 | 5.3231 |
| | 0.75% F.Carb + 0.75% F. Cerá | -52.5400* | .00957 | <.001 | -52.5731 | -52.5069 |
| | 0.75% F.Carb + 1.50% F. Cerá | 59.2900* | .00957 | <.001 | 59.2569 | 59.3231 |
| 1.00% F.Cerá + 0.75% F.Carb | Patrón | 499.0300* | .00957 | <.001 | 498.996 9 | 499.0631 |
| | 1.00% F.Cerá + 0.50% F.Carb | 241.3800* | .00957 | <.001 | 241.346 9 | 241.4131 |
| | 1.00% F.Cerá + 1.00% F.Carb | 289.1800* | .00957 | <.001 | 289.146 9 | 289.2131 |
| | 1.00% F.Cerá + 1.50% F.Carb | 405.4100* | .00957 | <.001 | 405.376 9 | 405.4431 |
| | 0.75% F.Carb + 0.50% F. Cerá | 246.6700* | .00957 | <.001 | 246.636 9 | 246.7031 |
| | 0.75% F.Carb + 0.75% F. Cerá | 188.8400* | .00957 | <.001 | 188.806 9 | 188.8731 |
| | 0.75% F.Carb + 1.50% F. Cerá | 300.6700* | .00957 | <.001 | 300.636 9 | 300.7031 |
| 1.00% F.Cerá + 1.00% F.Carb | Patrón | 209.8500* | .00957 | <.001 | 209.816 9 | 209.8831 |
| | 1.00% F.Cerá + 0.50% F.Carb | -47.8000* | .00957 | <.001 | -47.8331 | -47.7669 |
| | 1.00% F.Cerá + 0.75% F.Carb | 289.1800* | - .00957 | <.001 | - 289.213 1 | -289.1469 |
| | 1.00% F.Cerá + 1.50% F.Carb | 116.2300* | .00957 | <.001 | 116.196 9 | 116.2631 |
| | 0.75% F.Carb + 0.50% F. Cerá | -42.5100* | .00957 | <.001 | -42.5431 | -42.4769 |
| | 0.75% F.Carb + 0.75% F. Cerá | 100.3400* | - .00957 | <.001 | - 100.373 1 | -100.3069 |
| | 0.75% F.Carb + | 11.4900* | .00957 | <.001 | 11.4569 | 11.5231 |

| | | | | | | | |
|---------------------------------|---------------------------------|-----------|----------|-------|--------------|-----------|--|
| | 1.50% F. Cerá | | | | | | |
| 1.00% F.Cerá + 1.50% F.Carb | Patrón | 93.6200* | .00957 | <.001 | 93.5869 | 93.6531 | |
| | 1.00% F.Cerá + 0.50% F.Carb | 164.0300* | - .00957 | <.001 | 164.063 1 | -163.9969 | |
| | 1.00% F.Cerá + 0.75% F.Carb | 405.4100* | - .00957 | <.001 | 405.443 1 | -405.3769 | |
| | 1.00% F.Cerá + 1.00% F.Carb | 116.2300* | - .00957 | <.001 | 116.263 1 | -116.1969 | |
| | 0.75% F.Carb + 0.50% F. Cerá | 158.7400* | - .00957 | <.001 | 158.773 1 | -158.7069 | |
| | 0.75% F.Carb + 0.75% F. Cerá | 216.5700* | - .00957 | <.001 | 216.603 1 | -216.5369 | |
| | 0.75% F.Carb + 1.50% F. Cerá | 104.7400* | - .00957 | <.001 | 104.773 1 | -104.7069 | |
| 0.75% F.Carb + 0.50% F. Cerá | Patrón | 252.3600* | .00957 | <.001 | 252.326 9 | 252.3931 | |
| | 1.00% F.Cerá + 0.50% F.Carb | -5.2900* | .00957 | <.001 | -5.3231 | -5.2569 | |
| | 1.00% F.Cerá + 0.75% F.Carb | 246.6700* | - .00957 | <.001 | 246.703 1 | -246.6369 | |
| | 1.00% F.Cerá + 1.00% F.Carb | 42.5100* | .00957 | <.001 | 42.4769 | 42.5431 | |
| | 1.00% F.Cerá + 1.50% F.Carb | 158.7400* | .00957 | <.001 | 158.706 9 | 158.7731 | |
| | 0.75% F.Carb + 0.75% F. Cerá | -57.8300* | .00957 | <.001 | -57.8631 | -57.7969 | |
| | 0.75% F.Carb + 1.50% F. Cerá | 54.0000* | .00957 | <.001 | 53.9669 | 54.0331 | |
| 0.75% F.Carb + 0.75% F. Cerá | Patrón | 310.1900* | .00957 | <.001 | 310.156 9 | 310.2231 | |
| | 1.00% F.Cerá + 0.50% F.Carb | 52.5400* | .00957 | <.001 | 52.5069 | 52.5731 | |
| | 1.00% F.Cerá + 0.75% F.Carb | 188.8400* | - .00957 | <.001 | 188.873 1 | -188.8069 | |
| | 1.00% F.Cerá + 1.00% F.Carb | 100.3400* | .00957 | <.001 | 100.306 9 | 100.3731 | |
| | 1.00% F.Cerá + | 216.5700* | .00957 | <.001 | 216.536 | 216.6031 | |

| | | | | | | |
|---------------------------------|---------------------------------|-----------|--------|-------|----------|-----------|
| | 1.50% F.Carb | | | | 9 | |
| | 0.75% F.Carb + 0.50% F. Cerá | 57.8300* | .00957 | <.001 | 57.7969 | 57.8631 |
| | 0.75% F.Carb + 1.50% F. Cerá | 111.8300* | .00957 | <.001 | 111.7969 | 111.8631 |
| 0.75% F.Carb + 1.50% F. Cerá | Patrón | 198.3600* | .00957 | <.001 | 198.3269 | 198.3931 |
| | 1.00% F.Cerá + 0.50% F.Carb | -59.2900* | .00957 | <.001 | -59.3231 | -59.2569 |
| | 1.00% F.Cerá + 0.75% F.Carb | - | .00957 | <.001 | - | -300.6369 |
| | | 300.6700* | | | 300.7031 | |
| | 1.00% F.Cerá + 1.00% F.Carb | -11.4900* | .00957 | <.001 | -11.5231 | -11.4569 |
| | 1.00% F.Cerá + 1.50% F.Carb | 104.7400* | .00957 | <.001 | 104.7069 | 104.7731 |
| | 0.75% F.Carb + 0.50% F. Cerá | -54.0000* | .00957 | <.001 | -54.0331 | -53.9669 |
| | 0.75% F.Carb + 0.75% F. Cerá | - | .00957 | <.001 | - | -111.7969 |
| | | 111.8300* | | | 111.8631 | |
| Scheffe Patrón | 1.00% F.Cerá + 0.50% F.Carb | - | .00957 | <.001 | - | -257.6087 |
| | | 257.6500* | | | 257.6913 | |
| | 1.00% F.Cerá + 0.75% F.Carb | - | .00957 | <.001 | - | -498.9887 |
| | | 499.0300* | | | 499.0713 | |
| | 1.00% F.Cerá + 1.00% F.Carb | - | .00957 | <.001 | - | -209.8087 |
| | | 209.8500* | | | 209.8913 | |
| | 1.00% F.Cerá + 1.50% F.Carb | -93.6200* | .00957 | <.001 | -93.6613 | -93.5787 |
| | 0.75% F.Carb + 0.50% F. Cerá | - | .00957 | <.001 | - | -252.3187 |
| | | 252.3600* | | | 252.4013 | |
| | 0.75% F.Carb + 0.75% F. Cerá | - | .00957 | <.001 | - | -310.1487 |
| | | 310.1900* | | | 310.2313 | |
| | 0.75% F.Carb + 1.50% F. Cerá | - | .00957 | <.001 | - | -198.3187 |
| | | 198.3600* | | | 198.4013 | |
| 1.00% F.Cerá + 0.50% F.Carb | Patrón | 257.6500* | .00957 | <.001 | 257.6087 | 257.6913 |
| | 1.00% F.Cerá + 0.75% F.Carb | - | .00957 | <.001 | - | -241.3387 |
| | | 241.3800* | | | 241.421 | |

| | | | | | | |
|--------------------------------|---------------------------------|-----------|--------|-------|----------|-----------|
| | | | | | | 3 |
| | 1.00% F.Cerá + 1.00% F.Carb | 47.8000* | .00957 | <.001 | 47.7587 | 47.8413 |
| | 1.00% F.Cerá + 1.50% F.Carb | 164.0300* | .00957 | <.001 | 163.9887 | 164.0713 |
| | 0.75% F.Carb + 0.50% F. Cerá | 5.2900* | .00957 | <.001 | 5.2487 | 5.3313 |
| | 0.75% F.Carb + 0.75% F. Cerá | -52.5400* | .00957 | <.001 | -52.5813 | -52.4987 |
| | 0.75% F.Carb + 1.50% F. Cerá | 59.2900* | .00957 | <.001 | 59.2487 | 59.3313 |
| 1.00% F.Cerá + 0.75% F.Carb | Patrón | 499.0300* | .00957 | <.001 | 498.9887 | 499.0713 |
| | 1.00% F.Cerá + 0.50% F.Carb | 241.3800* | .00957 | <.001 | 241.3387 | 241.4213 |
| | 1.00% F.Cerá + 1.00% F.Carb | 289.1800* | .00957 | <.001 | 289.1387 | 289.2213 |
| | 1.00% F.Cerá + 1.50% F.Carb | 405.4100* | .00957 | <.001 | 405.3687 | 405.4513 |
| | 0.75% F.Carb + 0.50% F. Cerá | 246.6700* | .00957 | <.001 | 246.6287 | 246.7113 |
| | 0.75% F.Carb + 0.75% F. Cerá | 188.8400* | .00957 | <.001 | 188.7987 | 188.8813 |
| | 0.75% F.Carb + 1.50% F. Cerá | 300.6700* | .00957 | <.001 | 300.6287 | 300.7113 |
| 1.00% F.Cerá + 1.00% F.Carb | Patrón | 209.8500* | .00957 | <.001 | 209.8087 | 209.8913 |
| | 1.00% F.Cerá + 0.50% F.Carb | -47.8000* | .00957 | <.001 | -47.8413 | -47.7587 |
| | 1.00% F.Cerá + 0.75% F.Carb | 289.1800* | .00957 | <.001 | 289.2213 | -289.1387 |
| | 1.00% F.Cerá + 1.50% F.Carb | 116.2300* | .00957 | <.001 | 116.1887 | 116.2713 |
| | 0.75% F.Carb + 0.50% F. Cerá | -42.5100* | .00957 | <.001 | -42.5513 | -42.4687 |
| | 0.75% F.Carb + 0.75% F. Cerá | 100.3400* | .00957 | <.001 | 100.3813 | -100.2987 |
| | 0.75% F.Carb + 1.50% F. Cerá | 11.4900* | .00957 | <.001 | 11.4487 | 11.5313 |
| 1.00% F.Cerá + 1.50% F.Carb | Patrón | 93.6200* | .00957 | <.001 | 93.5787 | 93.6613 |
| | 1.00% F.Cerá + 0.50% F.Carb | 164.0300* | .00957 | <.001 | 164.0713 | -163.9887 |

| | | | | | | |
|---------------------------------|---------------------------------|-----------|----------|-------|-----------|----------|
| | | | | | | 3 |
| | 1.00% F.Cerá + 0.75% F.Carb | 405.4100* | - .00957 | <.001 | -405.3687 | 405.4513 |
| | 1.00% F.Cerá + 1.00% F.Carb | 116.2300* | - .00957 | <.001 | -116.1887 | 116.2713 |
| | 0.75% F.Carb + 0.50% F. Cerá | 158.7400* | - .00957 | <.001 | -158.6987 | 158.7813 |
| | 0.75% F.Carb + 0.75% F. Cerá | 216.5700* | - .00957 | <.001 | -216.5287 | 216.6113 |
| | 0.75% F.Carb + 1.50% F. Cerá | 104.7400* | - .00957 | <.001 | -104.6987 | 104.7813 |
| 0.75% F.Carb + 0.50% F. Cerá | Patrón | 252.3600* | .00957 | <.001 | 252.3187 | 252.4013 |
| | 1.00% F.Cerá + 0.50% F.Carb | -5.2900* | .00957 | <.001 | -5.3313 | -5.2487 |
| | 1.00% F.Cerá + 0.75% F.Carb | 246.6700* | - .00957 | <.001 | -246.6287 | 246.7113 |
| | 1.00% F.Cerá + 1.00% F.Carb | 42.5100* | .00957 | <.001 | 42.4687 | 42.5513 |
| | 1.00% F.Cerá + 1.50% F.Carb | 158.7400* | .00957 | <.001 | 158.6987 | 158.7813 |
| | 0.75% F.Carb + 0.75% F. Cerá | -57.8300* | .00957 | <.001 | -57.8713 | -57.7887 |
| | 0.75% F.Carb + 1.50% F. Cerá | 54.0000* | .00957 | <.001 | 53.9587 | 54.0413 |
| 0.75% F.Carb + 0.75% F. Cerá | Patrón | 310.1900* | .00957 | <.001 | 310.1487 | 310.2313 |
| | 1.00% F.Cerá + 0.50% F.Carb | 52.5400* | .00957 | <.001 | 52.4987 | 52.5813 |
| | 1.00% F.Cerá + 0.75% F.Carb | 188.8400* | - .00957 | <.001 | -188.7987 | 188.8813 |
| | 1.00% F.Cerá + 1.00% F.Carb | 100.3400* | .00957 | <.001 | 100.2987 | 100.3813 |
| | 1.00% F.Cerá + 1.50% F.Carb | 216.5700* | .00957 | <.001 | 216.5287 | 216.6113 |
| | 0.75% F.Carb + 0.50% F. Cerá | 57.8300* | .00957 | <.001 | 57.7887 | 57.8713 |
| | 0.75% F.Carb + | 111.8300* | .00957 | <.001 | 111.788 | 111.8713 |

| | | | | | | |
|---------------------------------|---------------------------------|-----------|--------|-------|----------|-----------|
| | 1.50% F. Cerá | | | | | 7 |
| 0.75% F.Carb + 1.50% F. Cerá | Patrón | 198.3600* | .00957 | <.001 | 198.318 | 198.4013 |
| | | | | | | 7 |
| | 1.00% F.Cerá + 0.50% F.Carb | -59.2900* | .00957 | <.001 | -59.3313 | -59.2487 |
| | 1.00% F.Cerá + 0.75% F.Carb | - | .00957 | <.001 | - | -300.6287 |
| | | 300.6700* | | | 300.711 | 3 |
| | 1.00% F.Cerá + 1.00% F.Carb | -11.4900* | .00957 | <.001 | -11.5313 | -11.4487 |
| | 1.00% F.Cerá + 1.50% F.Carb | 104.7400* | .00957 | <.001 | 104.698 | 104.7813 |
| | | | | | | 7 |
| | 0.75% F.Carb + 0.50% F. Cerá | -54.0000* | .00957 | <.001 | -54.0413 | -53.9587 |
| | 0.75% F.Carb + 0.75% F. Cerá | - | .00957 | <.001 | - | -111.7887 |
| | | 111.8300* | | | 111.871 | 3 |

Se basa en las medias observadas.

El término de error es la media cuadrática(Error) = .000.

*. La diferencia de medias es significativa en el nivel .05.

Subconjuntos homogéneos

| | | Estabilidad | | | |
|--------------------------|---------------------------------|-------------|-------------|-----------|-----------|
| Porcentajes | | N | Subconjunto | | |
| | | | 1 | 2 | 3 |
| HSD Tukey ^{a,b} | Patrón | 3 | 1582.9100 | | |
| | 1.00% F.Cerá + 1.50% F.Carb | 3 | | 1676.5300 | |
| | 0.75% F.Carb + 1.50% F. Cerá | 3 | | | 1781.2700 |
| | 1.00% F.Cerá + 1.00% F.Carb | 3 | | | |
| | 0.75% F.Carb + 0.50% F. Cerá | 3 | | | |
| | 1.00% F.Cerá + 0.50% F.Carb | 3 | | | |
| | 0.75% F.Carb + 0.75% F. Cerá | 3 | | | |

| | | | | | |
|------------------------|---------------------------------|---|-----------|-----------|-----------|
| | 1.00% F.Cerá + 0.75% F.Carb | 3 | | | |
| | Sig. | | 1.000 | 1.000 | 1.000 |
| Scheffe ^{a,b} | Patrón | 3 | 1582.9100 | | |
| | 1.00% F.Cerá + 1.50% F.Carb | 3 | | 1676.5300 | |
| | 0.75% F.Carb + 1.50% F. Cerá | 3 | | | 1781.2700 |
| | 1.00% F.Cerá + 1.00% F.Carb | 3 | | | |
| | 0.75% F.Carb + 0.50% F. Cerá | 3 | | | |
| | 1.00% F.Cerá + 0.50% F.Carb | 3 | | | |
| | 0.75% F.Carb + 0.75% F. Cerá | 3 | | | |
| | 1.00% F.Cerá + 0.75% F.Carb | 3 | | | |
| | Sig. | | 1.000 | 1.000 | 1.000 |

| | | Estabilidad | | | |
|--------------------------|---------------------------------|--------------------|-----------|-----------|-----------|
| | | Subconjunto | | | |
| Porcentajes | | 4 | 5 | 6 | 7 |
| HSD Tukey ^{a,b} | Patrón | | | | |
| | 1.00% F.Cerá + 1.50% F.Carb | | | | |
| | 0.75% F.Carb + 1.50% F. Cerá | | | | |
| | 1.00% F.Cerá + 1.00% F.Carb | 1792.7600 | | | |
| | 0.75% F.Carb + 0.50% F. Cerá | | 1835.2700 | | |
| | 1.00% F.Cerá + 0.50% F.Carb | | | 1840.5600 | |
| | 0.75% F.Carb + 0.75% F. Cerá | | | | 1893.1000 |
| | 1.00% F.Cerá + 0.75% F.Carb | | | | |
| | Sig. | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 |
| Scheffe ^{a,b} | Patrón | | | | |

| | | | | |
|---------------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| 1.00% F.Cerá + 1.50% F.Carb | | | | |
| 0.75% F.Carb + 1.50% F. Cerá | | | | |
| 1.00% F.Cerá + 1.00% F.Carb | 1792.7600 | | | |
| 0.75% F.Carb + 0.50% F. Cerá | | 1835.2700 | | |
| 1.00% F.Cerá + 0.50% F.Carb | | | 1840.5600 | |
| 0.75% F.Carb + 0.75% F. Cerá | | | | 1893.1000 |
| 1.00% F.Cerá + 0.75% F.Carb | | | | |
| Sig. | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 |

| Estabilidad | | |
|--------------------------|---------------------------------|-------------|
| | Porcentajes | Subconjunto |
| | | 8 |
| HSD Tukey ^{a,b} | Patrón | |
| | 1.00% F.Cerá + 1.50% F.Carb | |
| | 0.75% F.Carb + 1.50% F. Cerá | |
| | 1.00% F.Cerá + 1.00% F.Carb | |
| | 0.75% F.Carb + 0.50% F. Cerá | |
| | 1.00% F.Cerá + 0.50% F.Carb | |
| | 0.75% F.Carb + 0.75% F. Cerá | |
| | 1.00% F.Cerá + 0.75% F.Carb | 2081.9400 |
| | Sig. | 1.000 |
| Scheffe ^{a,b} | Patrón | |
| | 1.00% F.Cerá + 1.50% F.Carb | |
| | 0.75% F.Carb + 1.50% F. Cerá | |
| | 1.00% F.Cerá + 1.00% | |

| | |
|----------------------|-----------|
| F,Carb | |
| 0.75% F,Carb + 0.50% | |
| F, Cerá | |
| 1.00% F,Cerá + 0.50% | |
| F,Carb | |
| 0.75% F,Carb + 0.75% | |
| F, Cerá | |
| 1.00% F,Cerá + 0.75% | 2081.9400 |
| F,Carb | |
| Sig. | 1.000 |

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.
 Se basa en las medias observadas.
 El término de error es la media cuadrática(Error) = .000.

- a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 3.000.
 b. Alfa = .05.

15
 ING. LUIS ALBERTO SANCHEZ ALVARADO
 COESPE N° 576
 COLEGIO DE ESTADÍSTICOS DEL PERÚ

Flujo de la combinación de fibra de cerámica y de carbono

Resumen de procesamiento de casos

| | Válido | | Casos Perdidos | | Total | |
|-------|--------|------------|----------------|------------|-------|------------|
| | N | Porcentaje | N | Porcentaje | N | Porcentaje |
| Flujo | 24 | 100.0% | 0 | 0.0% | 24 | 100.0% |

Descriptivos

| | | Estadístico | Error estándar |
|-------|---|-----------------|----------------|
| Flujo | Media | 13.5163 | .06085 |
| | 95% de intervalo de confianza para la media | Límite inferior | 13.3904 |
| | | Límite superior | 13.6421 |
| | Media recortada al 5% | 13.5142 | |
| | Mediana | 13.5500 | |
| | Varianza | .089 | |
| | Desv. estándar | .29811 | |
| | Mínimo | 13.07 | |
| | Máximo | 14.00 | |
| | Rango | .93 | |
| | Rango intercuartil | .55 | |
| | Asimetría | .020 | .472 |
| | Curtosis | -1.070 | .918 |

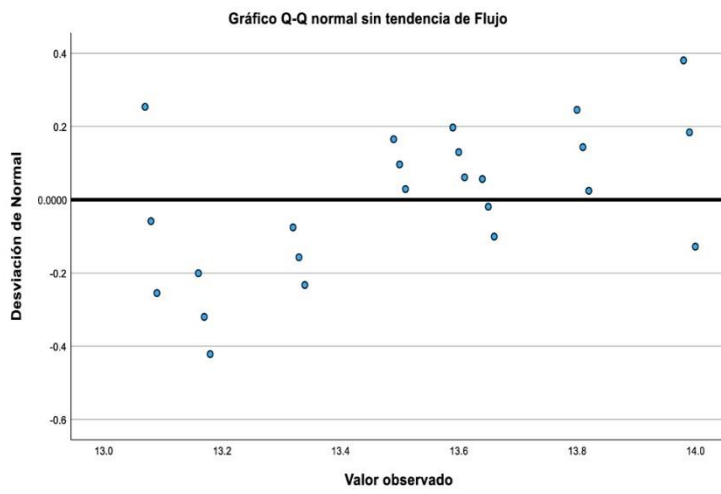
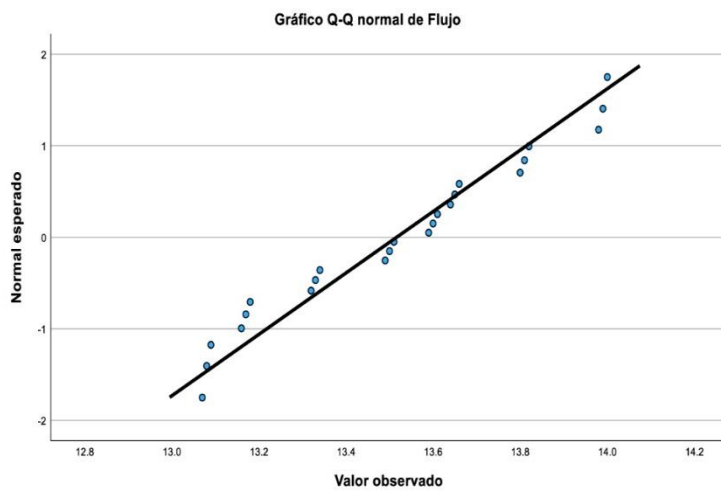
Pruebas de normalidad

| | Kolmogorov-Smirnov ^a | | | Shapiro-Wilk | | |
|-------|---------------------------------|----|-------|--------------|----|------|
| | Estadístico | gl | Sig. | Estadístico | gl | Sig. |
| Flujo | .120 | 24 | .200* | .940 | 24 | .167 |

*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de significación de Lilliefors

Flujo



Análisis univariado de varianza

Notas

Factores inter-sujetos

| | Etiqueta de valor | N |
|-------------|--|---|
| Porcentajes | 1.00 Patrón | 3 |
| | 2.00 1.00% F.Cerá + 0.50% F.Carb | 3 |
| | 3.00 1.00% F.Cerá | 3 |

| | | |
|------|------------------------------------|---|
| | + 0.75% F.Carb | |
| 4.00 | 1.00% F.Cerá + 1.00% F.Carb | 3 |
| 5.00 | 1.00% F.Cerá + 1.50% F.Carb | 3 |
| 6.00 | 0.75% F.Carb + 0.50% F. Cerá | 3 |
| 7.00 | 0.75% F.Carb + 0.75% F. Cerá | 3 |
| 8.00 | 0.75% F.Carb + 1.50% F. Cerá | 3 |

Prueba de igualdad de Levene de varianzas de error^{a,b}

| | | Estadístico de Levene | gl1 | gl2 | Sig. |
|-------|---|-----------------------|-----|--------|-------|
| Flujo | Se basa en la media | .000 | 7 | 16 | 1.000 |
| | Se basa en la mediana | .000 | 7 | 16 | 1.000 |
| | Se basa en la mediana y con gl ajustado | .000 | 7 | 16.000 | 1.000 |
| | Se basa en la media recortada | .000 | 7 | 16 | 1.000 |

Prueba la hipótesis nula de que la varianza de error de la variable dependiente es igual entre grupos.^{a,b}

a. Variable dependiente: Flujo

b. Diseño : Intersección + Porcentajes

Pruebas de efectos inter-sujetos

Variable dependiente: Flujo

| Origen | Tipo III de suma de cuadrados | gl | Media cuadrática | F | Sig. |
|------------------|-------------------------------|----|------------------|--------------|-------|
| Modelo corregido | 2.042 ^a | 7 | .292 | 2917.661 | <.001 |
| Intersección | 4384.536 | 1 | 4384.536 | 43845363.375 | <.001 |
| Porcentajes | 2.042 | 7 | .292 | 2917.661 | <.001 |

| | | | | | |
|-----------------|----------|----|----------|--|--|
| Error | .002 | 16 | 1.000E-4 | | |
| Total | 4386.580 | 24 | | | |
| Total corregido | 2.044 | 23 | | | |

a. R al cuadrado = .999 (R al cuadrado ajustada = .999)

Pruebas post hoc

Porcentajes

Comparaciones múltiples

Variable dependiente: Flujo

| (I) Porcentajes | | (J) Porcentajes | Diferencia de medias (I-J) | Desv. Error | Sig. | Intervalo de confianza al 95% | |
|-----------------|-----------------------------|------------------------------|----------------------------|-------------|--------|-------------------------------|-----------------|
| | | | | | | Límite inferior | Límite superior |
| HSD Tukey | Patrón | 1.00% F.Cerá + 0.50% F.Carb | .1800* | .00816 | <.001 | .1517 | .2083 |
| | | 1.00% F.Cerá + 0.75% F.Carb | .3900* | .00816 | <.001 | .3617 | .4183 |
| | | 1.00% F.Cerá + 1.00% F.Carb | .8200* | .00816 | <.001 | .7917 | .8483 |
| | | 1.00% F.Cerá + 1.50% F.Carb | .9100* | .00816 | <.001 | .8817 | .9383 |
| | | 0.75% F.Carb + 0.50% F. Cerá | .6600* | .00816 | <.001 | .6317 | .6883 |
| | | 0.75% F.Carb + 0.75% F. Cerá | .4900* | .00816 | <.001 | .4617 | .5183 |
| | | 0.75% F.Carb + 1.50% F. Cerá | .3400* | .00816 | <.001 | .3117 | .3683 |
| | | 1.00% F.Cerá + 0.50% F.Carb | Patrón | -.1800* | .00816 | <.001 | -.2083 |
| | 1.00% F.Cerá + 0.50% F.Carb | 1.00% F.Cerá + 0.75% F.Carb | .2100* | .00816 | <.001 | .1817 | .2383 |
| | | 1.00% F.Cerá + 1.00% F.Carb | .6400* | .00816 | <.001 | .6117 | .6683 |
| | | 1.00% F.Cerá + 1.50% F.Carb | .7300* | .00816 | <.001 | .7017 | .7583 |
| | | 1.00% F.Cerá + 1.50% F. Cerá | .7300* | .00816 | <.001 | .7017 | .7583 |

| | | | | | | |
|--------------------------------|---------------------------------|---------|--------|-------|--------|--------|
| | 1.50% F.Carb | | | | | |
| | 0.75% F.Carb + 0.50% F. Cerá | .4800* | .00816 | <.001 | .4517 | .5083 |
| | 0.75% F.Carb + 0.75% F. Cerá | .3100* | .00816 | <.001 | .2817 | .3383 |
| | 0.75% F.Carb + 1.50% F. Cerá | .1600* | .00816 | <.001 | .1317 | .1883 |
| 1.00% F.Cerá + 0.75% F.Carb | Patrón | -.3900* | .00816 | <.001 | -.4183 | -.3617 |
| | 1.00% F.Cerá + 0.50% F.Carb | -.2100* | .00816 | <.001 | -.2383 | -.1817 |
| | 1.00% F.Cerá + 1.00% F.Carb | .4300* | .00816 | <.001 | .4017 | .4583 |
| | 1.00% F.Cerá + 1.50% F.Carb | .5200* | .00816 | <.001 | .4917 | .5483 |
| | 0.75% F.Carb + 0.50% F. Cerá | .2700* | .00816 | <.001 | .2417 | .2983 |
| | 0.75% F.Carb + 0.75% F. Cerá | .1000* | .00816 | <.001 | .0717 | .1283 |
| | 0.75% F.Carb + 1.50% F. Cerá | -.0500* | .00816 | <.001 | -.0783 | -.0217 |
| 1.00% F.Cerá + 1.00% F.Carb | Patrón | -.8200* | .00816 | <.001 | -.8483 | -.7917 |
| | 1.00% F.Cerá + 0.50% F.Carb | -.6400* | .00816 | <.001 | -.6683 | -.6117 |
| | 1.00% F.Cerá + 0.75% F.Carb | -.4300* | .00816 | <.001 | -.4583 | -.4017 |
| | 1.00% F.Cerá + 1.50% F.Carb | .0900* | .00816 | <.001 | .0617 | .1183 |
| | 0.75% F.Carb + 0.50% F. Cerá | -.1600* | .00816 | <.001 | -.1883 | -.1317 |
| | 0.75% F.Carb + 0.75% F. Cerá | -.3300* | .00816 | <.001 | -.3583 | -.3017 |
| | 0.75% F.Carb + 1.50% F. Cerá | -.4800* | .00816 | <.001 | -.5083 | -.4517 |
| 1.00% F.Cerá + 1.50% F.Carb | Patrón | -.9100* | .00816 | <.001 | -.9383 | -.8817 |
| | 1.00% F.Cerá + 0.50% F.Carb | -.7300* | .00816 | <.001 | -.7583 | -.7017 |
| | 1.00% F.Cerá + 0.75% F.Carb | -.5200* | .00816 | <.001 | -.5483 | -.4917 |
| | 1.00% F.Cerá + 1.00% F.Carb | -.0900* | .00816 | <.001 | -.1183 | -.0617 |
| | 0.75% F.Carb + 0.50% F. Cerá | -.2500* | .00816 | <.001 | -.2783 | -.2217 |
| | 0.75% F.Carb + 0.75% F. Cerá | -.4200* | .00816 | <.001 | -.4483 | -.3917 |

| | | | | | | |
|---------------------------------|---------------------------------|---------|--------|-------|--------|--------|
| | 0.75% F.Carb + 1.50% F. Cerá | -.5700* | .00816 | <.001 | -.5983 | -.5417 |
| 0.75% F.Carb + 0.50% F. Cerá | Patrón | -.6600* | .00816 | <.001 | -.6883 | -.6317 |
| | 1.00% F.Cerá + 0.50% F.Carb | -.4800* | .00816 | <.001 | -.5083 | -.4517 |
| | 1.00% F.Cerá + 0.75% F.Carb | -.2700* | .00816 | <.001 | -.2983 | -.2417 |
| | 1.00% F.Cerá + 1.00% F.Carb | .1600* | .00816 | <.001 | .1317 | .1883 |
| | 1.00% F.Cerá + 1.50% F.Carb | .2500* | .00816 | <.001 | .2217 | .2783 |
| | 0.75% F.Carb + 0.75% F. Cerá | -.1700* | .00816 | <.001 | -.1983 | -.1417 |
| | 0.75% F.Carb + 1.50% F. Cerá | -.3200* | .00816 | <.001 | -.3483 | -.2917 |
| 0.75% F.Carb + 0.75% F. Cerá | Patrón | -.4900* | .00816 | <.001 | -.5183 | -.4617 |
| | 1.00% F.Cerá + 0.50% F.Carb | -.3100* | .00816 | <.001 | -.3383 | -.2817 |
| | 1.00% F.Cerá + 0.75% F.Carb | -.1000* | .00816 | <.001 | -.1283 | -.0717 |
| | 1.00% F.Cerá + 1.00% F.Carb | .3300* | .00816 | <.001 | .3017 | .3583 |
| | 1.00% F.Cerá + 1.50% F.Carb | .4200* | .00816 | <.001 | .3917 | .4483 |
| | 0.75% F.Carb + 0.50% F. Cerá | .1700* | .00816 | <.001 | .1417 | .1983 |
| | 0.75% F.Carb + 1.50% F. Cerá | -.1500* | .00816 | <.001 | -.1783 | -.1217 |
| 0.75% F.Carb + 1.50% F. Cerá | Patrón | -.3400* | .00816 | <.001 | -.3683 | -.3117 |
| | 1.00% F.Cerá + 0.50% F.Carb | -.1600* | .00816 | <.001 | -.1883 | -.1317 |
| | 1.00% F.Cerá + 0.75% F.Carb | .0500* | .00816 | <.001 | .0217 | .0783 |
| | 1.00% F.Cerá + 1.00% F.Carb | .4800* | .00816 | <.001 | .4517 | .5083 |
| | 1.00% F.Cerá + 1.50% F.Carb | .5700* | .00816 | <.001 | .5417 | .5983 |
| | 0.75% F.Carb + 0.50% F. Cerá | .3200* | .00816 | <.001 | .2917 | .3483 |
| | 0.75% F.Carb + 0.75% F. Cerá | .1500* | .00816 | <.001 | .1217 | .1783 |
| Scheffe Patrón | 1.00% F.Cerá + 0.50% F.Carb | .1800* | .00816 | <.001 | .1448 | .2152 |
| | 1.00% F.Cerá + | .3900* | .00816 | <.001 | .3548 | .4252 |

| | | | | | | |
|--------------------------------|---------------------------------|---------|--------|-------|--------|--------|
| | 0.75% F.Carb | | | | | |
| | 1.00% F.Cerá + 1.00% F.Carb | .8200* | .00816 | <.001 | .7848 | .8552 |
| | 1.00% F.Cerá + 1.50% F.Carb | .9100* | .00816 | <.001 | .8748 | .9452 |
| | 0.75% F.Carb + 0.50% F. Cerá | .6600* | .00816 | <.001 | .6248 | .6952 |
| | 0.75% F.Carb + 0.75% F. Cerá | .4900* | .00816 | <.001 | .4548 | .5252 |
| | 0.75% F.Carb + 1.50% F. Cerá | .3400* | .00816 | <.001 | .3048 | .3752 |
| 1.00% F.Cerá + 0.50% F.Carb | Patrón | -.1800* | .00816 | <.001 | -.2152 | -.1448 |
| | 1.00% F.Cerá + 0.75% F.Carb | .2100* | .00816 | <.001 | .1748 | .2452 |
| | 1.00% F.Cerá + 1.00% F.Carb | .6400* | .00816 | <.001 | .6048 | .6752 |
| | 1.00% F.Cerá + 1.50% F.Carb | .7300* | .00816 | <.001 | .6948 | .7652 |
| | 0.75% F.Carb + 0.50% F. Cerá | .4800* | .00816 | <.001 | .4448 | .5152 |
| | 0.75% F.Carb + 0.75% F. Cerá | .3100* | .00816 | <.001 | .2748 | .3452 |
| | 0.75% F.Carb + 1.50% F. Cerá | .1600* | .00816 | <.001 | .1248 | .1952 |
| 1.00% F.Cerá + 0.75% F.Carb | Patrón | -.3900* | .00816 | <.001 | -.4252 | -.3548 |
| | 1.00% F.Cerá + 0.50% F.Carb | -.2100* | .00816 | <.001 | -.2452 | -.1748 |
| | 1.00% F.Cerá + 1.00% F.Carb | .4300* | .00816 | <.001 | .3948 | .4652 |
| | 1.00% F.Cerá + 1.50% F.Carb | .5200* | .00816 | <.001 | .4848 | .5552 |
| | 0.75% F.Carb + 0.50% F. Cerá | .2700* | .00816 | <.001 | .2348 | .3052 |
| | 0.75% F.Carb + 0.75% F. Cerá | .1000* | .00816 | <.001 | .0648 | .1352 |
| | 0.75% F.Carb + 1.50% F. Cerá | -.0500* | .00816 | .003 | -.0852 | -.0148 |
| 1.00% F.Cerá + 1.00% F.Carb | Patrón | -.8200* | .00816 | <.001 | -.8552 | -.7848 |
| | 1.00% F.Cerá + 0.50% F.Carb | -.6400* | .00816 | <.001 | -.6752 | -.6048 |
| | 1.00% F.Cerá + 0.75% F.Carb | -.4300* | .00816 | <.001 | -.4652 | -.3948 |
| | 1.00% F.Cerá + 1.50% F.Carb | .0900* | .00816 | <.001 | .0548 | .1252 |

| | | | | | | |
|---------------------------------|---------------------------------|---------|--------|-------|--------|--------|
| | 0.75% F.Carb + 0.50% F. Cerá | -.1600* | .00816 | <.001 | -.1952 | -.1248 |
| | 0.75% F.Carb + 0.75% F. Cerá | -.3300* | .00816 | <.001 | -.3652 | -.2948 |
| | 0.75% F.Carb + 1.50% F. Cerá | -.4800* | .00816 | <.001 | -.5152 | -.4448 |
| 1.00% F.Cerá + 1.50% F.Carb | Patrón | -.9100* | .00816 | <.001 | -.9452 | -.8748 |
| | 1.00% F.Cerá + 0.50% F.Carb | -.7300* | .00816 | <.001 | -.7652 | -.6948 |
| | 1.00% F.Cerá + 0.75% F.Carb | -.5200* | .00816 | <.001 | -.5552 | -.4848 |
| | 1.00% F.Cerá + 1.00% F.Carb | -.0900* | .00816 | <.001 | -.1252 | -.0548 |
| | 0.75% F.Carb + 0.50% F. Cerá | -.2500* | .00816 | <.001 | -.2852 | -.2148 |
| | 0.75% F.Carb + 0.75% F. Cerá | -.4200* | .00816 | <.001 | -.4552 | -.3848 |
| | 0.75% F.Carb + 1.50% F. Cerá | -.5700* | .00816 | <.001 | -.6052 | -.5348 |
| 0.75% F.Carb + 0.50% F. Cerá | Patrón | -.6600* | .00816 | <.001 | -.6952 | -.6248 |
| | 1.00% F.Cerá + 0.50% F.Carb | -.4800* | .00816 | <.001 | -.5152 | -.4448 |
| | 1.00% F.Cerá + 0.75% F.Carb | -.2700* | .00816 | <.001 | -.3052 | -.2348 |
| | 1.00% F.Cerá + 1.00% F.Carb | .1600* | .00816 | <.001 | .1248 | .1952 |
| | 1.00% F.Cerá + 1.50% F.Carb | .2500* | .00816 | <.001 | .2148 | .2852 |
| | 0.75% F.Carb + 0.75% F. Cerá | -.1700* | .00816 | <.001 | -.2052 | -.1348 |
| | 0.75% F.Carb + 1.50% F. Cerá | -.3200* | .00816 | <.001 | -.3552 | -.2848 |
| 0.75% F.Carb + 0.75% F. Cerá | Patrón | -.4900* | .00816 | <.001 | -.5252 | -.4548 |
| | 1.00% F.Cerá + 0.50% F.Carb | -.3100* | .00816 | <.001 | -.3452 | -.2748 |
| | 1.00% F.Cerá + 0.75% F.Carb | -.1000* | .00816 | <.001 | -.1352 | -.0648 |
| | 1.00% F.Cerá + 1.00% F.Carb | .3300* | .00816 | <.001 | .2948 | .3652 |
| | 1.00% F.Cerá + 1.50% F.Carb | .4200* | .00816 | <.001 | .3848 | .4552 |
| | 0.75% F.Carb + 0.50% F. Cerá | .1700* | .00816 | <.001 | .1348 | .2052 |
| | 0.75% F.Carb + | -.1500* | .00816 | <.001 | -.1852 | -.1148 |

| | 1.50% F. Cerá | | | | | |
|-----------------------|------------------------------|---------|--------|-------|--------|--------|
| 0.75% F.Carb + Patrón | | -.3400* | .00816 | <.001 | -.3752 | -.3048 |
| 1.50% F. Cerá | 1.00% F.Cerá + 0.50% F.Carb | -.1600* | .00816 | <.001 | -.1952 | -.1248 |
| | 1.00% F.Cerá + 0.75% F.Carb | .0500* | .00816 | .003 | .0148 | .0852 |
| | 1.00% F.Cerá + 1.00% F.Carb | .4800* | .00816 | <.001 | .4448 | .5152 |
| | 1.00% F.Cerá + 1.50% F.Carb | .5700* | .00816 | <.001 | .5348 | .6052 |
| | 0.75% F.Carb + 0.50% F. Cerá | .3200* | .00816 | <.001 | .2848 | .3552 |
| | 0.75% F.Carb + 0.75% F. Cerá | .1500* | .00816 | <.001 | .1148 | .1852 |

Se basa en las medias observadas.

El término de error es la media cuadrática(Error) = 1.00E-004.

*. La diferencia de medias es significativa en el nivel .05.

Subconjuntos homogéneos

| Porcentajes | N | Flujo | | | |
|--|---|---------|---------|---------|---------|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 |
| HSD Tukey ^{a,b} 1.00% F.Cerá + 1.50% F.Carb | 3 | 13.0800 | | | |
| 1.00% F.Cerá + 1.00% F.Carb | 3 | | 13.1700 | | |
| 0.75% F.Carb + 0.50% F. Cerá | 3 | | | 13.3300 | |
| 0.75% F.Carb + 0.75% F. Cerá | 3 | | | | 13.5000 |
| 1.00% F.Cerá + 0.75% F.Carb | 3 | | | | |
| 0.75% F.Carb + 1.50% F. Cerá | 3 | | | | |
| 1.00% F.Cerá + 0.50% F.Carb | 3 | | | | |
| Patrón | 3 | | | | |

| | Sig. | | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 |
|-----------------------|---------------------------------|---|---------|---------|---------|---------|
| Scheffe ^{ab} | 1.00% F.Cerá + 1.50% F.Carb | 3 | 13.0800 | | | |
| | 1.00% F.Cerá + 1.00% F.Carb | 3 | | 13.1700 | | |
| | 0.75% F.Carb + 0.50% F. Cerá | 3 | | | 13.3300 | |
| | 0.75% F.Carb + 0.75% F. Cerá | 3 | | | | 13.5000 |
| | 1.00% F.Cerá + 0.75% F.Carb | 3 | | | | |
| | 0.75% F.Carb + 1.50% F. Cerá | 3 | | | | |
| | 1.00% F.Cerá + 0.50% F.Carb | 3 | | | | |
| | Patrón | 3 | | | | |
| | Sig. | | | 1.000 | 1.000 | 1.000 |

Flujo

| | | Subconjunto | | | |
|--------------------------------|---------------------------------|--------------------------------|---------|---------|---------|
| Porcentajes | | 5 | 6 | 7 | 8 |
| HSD Tukey ^{ab} | 1.00% F.Cerá + 1.50% F.Carb | | | | |
| | 1.00% F.Cerá + 1.00% F.Carb | | | | |
| | 0.75% F.Carb + 0.50% F. Cerá | | | | |
| | 0.75% F.Carb + 0.75% F. Cerá | | | | |
| | 1.00% F.Cerá + 0.75% F.Carb | 13.6000 | | | |
| | 0.75% F.Carb + 1.50% F. Cerá | | 13.6500 | | |
| | 1.00% F.Cerá + 0.50% F.Carb | | | 13.8100 | |
| | Patrón | | | | 13.9900 |
| | Sig. | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 |
| | Scheffe ^{ab} | 1.00% F.Cerá + 1.50% F.Carb | | | |
| 1.00% F.Cerá + 1.00% F.Carb | | | | | |

| | | | | |
|---------------------------------|---------|---------|---------|---------|
| 0.75% F.Carb + 0.50% F. Cerá | | | | |
| 0.75% F.Carb + 0.75% F. Cerá | | | | |
| 1.00% F.Cerá + 0.75% F.Carb | 13.6000 | | | |
| 0.75% F.Carb + 1.50% F. Cerá | | 13.6500 | | |
| 1.00% F.Cerá + 0.50% F.Carb | | | 13.8100 | |
| Patrón | | | | 13.9900 |
| Sig. | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 |

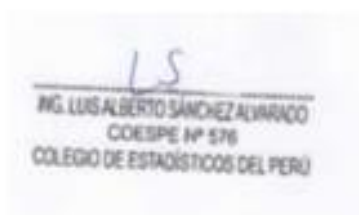
Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

Se basa en las medias observadas.

El término de error es la media cuadrática(Error) = 1.00E-004.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 3.000.

b. Alfa = .05.



Anexo V. Ficha de Juicio de Expertos



Colegiatura N° 73765

Ficha de validación según AIKEN

I. Datos generales

| Apellidos y nombres del informante | Cargo o Institución donde labora | Nombre del instrumento de evaluación | Autor del Instrumento |
|---|----------------------------------|--|---|
| BARTUREN NOE FRAZIER SMITH | SUPERVISOR LOMBARDI | Análisis Granulométrico, Calidad de los Agregados Densidad Resistencia a la tensión Estabilidad y Flujo Marshall Rice | Diaz Delgado Henry Salazar Valderrama Exon Jimmy Yair |
| Título de la Investigación: | | | |
| INFLUENCIA DE FIBRAS DE CERÁMICA Y DE CARBONO SOBRE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LA MEZCLA ASFÁLTICA MODIFICADA | | | |

II. Aspectos de validación de cada ítem

Estimado complete la siguiente tabla después de haber observado y evaluado el instrumento adjunto. Escriba (A) acuerdo o (D) desacuerdo en la segunda columna. Asimismo, si tiene

| ITEMS | ACUERDO O DESACUERDO | MODIFICACIÓN Y OPINIÓN |
|-------|----------------------|------------------------|
| 1 | ACUERDO | CONFORME |
| 2 | ACUERDO | CONFORME |
| 3 | ACUERDO | CONFORME |
| 4 | ACUERDO | CONFORME |
| 5 | ACUERDO | CONFORME |
| 6 | ACUERDO | CONFORME |


 Frazier Smith Barturen Noe
 INGENIERO CIVIL
 CIP-15740

III. Opinión de aplicabilidad del instrumento certificado de validez de contenido del instrumento

| | Dimensiones/Items | Claridad | | Contexto | | Congruencia | | Dominio del constructo | |
|---|---|----------|----|----------|----|-------------|----|------------------------|----|
| | | Si | No | Si | No | Si | No | Si | No |
| | Propiedades físicas de los agregados pétreos | | | | | | | | |
| 1 | Análisis granulométrico | Si | | Si | | Si | | Si | |
| 2 | Calidad de los agregados | Si | | Si | | Si | | Si | |
| | Propiedades físicas y mecánicas de la fibra de cerámica y de carbono | | | | | | | | |
| 3 | Densidad | Si | | Si | | Si | | Si | |
| 4 | Resistencia a la tensión | Si | | Si | | Si | | Si | |
| | Propiedades físicas y mecánicas de la mezcla asfáltica modificada con fibra de cerámica y de carbono | | | | | | | | |
| 5 | Estabilidad y Flujo Marshall | Si | | Si | | Si | | Si | |
| 6 | Rice | Si | | Si | | Si | | Si | |

Observaciones (precisar si hay suficiencia):

Opinión de aplicabilidad: Aplicable (X) Aplicable después de corregir () No aplicable ()

Apellidos y nombres del juez validador: BARTUREN NOE FRAZIER SMITH

Especialidad: Ing. Civil – Especialista



Frazier Smith Barturen Noe
INGENIERO CIVIL
CIP: 79706

Colegiatura N° 78600



Ficha de validación según AIKEN

I. Datos generales

| Apellidos y nombres del informante | Cargo o Institución donde labora | Nombre del instrumento de evaluación | Autor del Instrumento |
|---|----------------------------------|--|---|
| SABA EFFIO JUAN FRANCISCO | COORDINADOR LOMBARDI | Análisis Granulométrico, Calidad de los Agregados Densidad Resistencia a la tensión Estabilidad y Flujo Marshall Rice | Diaz Delgado Henry Salazar Valderrama Exon Jimmy Yair |
| Título de la Investigación: | | | |
| INFLUENCIA DE FIBRAS DE CERÁMICA Y DE CARBONO SOBRE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LA MEZCLA ASFÁLTICA MODIFICADA | | | |

II. Aspectos de validación de cada ítem

Estimado complete la siguiente tabla después de haber observado y evaluado el instrumento adjunto. Escriba (A) acuerdo o (D) desacuerdo en la segunda columna. Asimismo, si tiene alguna opción o propuesta de modificación, escriba en la columna correspondiente.

| ÍTEM | ACUERDO O DESACUERDO | MODIFICACIÓN Y OPINIÓN |
|------|----------------------|------------------------|
| 1 | ACUERDO | CONFORME |
| 2 | ACUERDO | CONFORME |
| 3 | ACUERDO | CONFORME |
| 4 | ACUERDO | CONFORME |
| 5 | ACUERDO | CONFORME |
| 6 | ACUERDO | CONFORME |


 JUAN FRANCISCO SABA EFFIO
 INGENIERO CIVIL
 REGISTRO C.I.P. 78600

III. Opinión de aplicabilidad del instrumento certificado de validez de contenido del instrumento

| | Dimensiones/Items | Claridad | | Contexto | | Congruencia | | Dominio del constructo | |
|---|---|----------|----|----------|----|-------------|----|------------------------|----|
| | | Si | No | Si | No | Si | No | Si | No |
| | Propiedades físicas de los agregados pétreos | Si | | Si | | Si | | Si | |
| 1 | Análisis granulométrico | Si | | Si | | Si | | Si | |
| 2 | Calidad de los agregados | Si | | Si | | Si | | Si | |
| | Propiedades físicas y mecánicas de la fibra de cerámica y de carbono | Si | No | Si | No | Si | No | Si | No |
| 3 | Densidad | Si | | Si | | Si | | Si | |
| 4 | Resistencia a la tensión | Si | | Si | | Si | | Si | |
| | Propiedades físicas y mecánicas de la mezcla asfáltica modificada con fibra de cerámica y de carbono | Si | No | Si | No | Si | No | Si | No |
| 5 | Estabilidad y Flujo Marshall | Si | | Si | | Si | | Si | |
| 6 | Rice | Si | | Si | | Si | | Si | |

Observaciones (precisar si hay suficiencia):

.....

Opinión de aplicabilidad: Aplicable (X) Aplicable después de corregir () No aplicable ()

Apellidos y nombres del juez validador: SABA EFFIO JUAN FRANCISCO

Especialidad: Ing. Civil – Especialista


 JUAN FRANCISCO SABA EFFIO
 INGENIERO CIVIL
 REGISTRO C.I. 79600

Ficha de validación según AIKEN

I. Datos generales

| Apellidos y nombres del informante | Cargo o Institución donde labora | Nombre del instrumento de evaluación | Autor del Instrumento |
|------------------------------------|---|--|---|
| Richard Anthony Becerra Pintado | Ingeniero de la Dirección de Estudios Gobierno Regional Lambayeque | Análisis Granulométrico, Calidad de los Agregados Densidad Resistencia a la tensión Estabilidad y Flujo Marshall Rice | Diaz Delgado Henry Salazar Valderrama Exon Jimmy Yair |

Título de la Investigación:

INFLUENCIA DE FIBRAS DE CERÁMICA Y DE CARBONO SOBRE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LA MEZCLA ASFÁLTICA MODIFICADA

II. Aspectos de validación de cada ítem

Estimado complete la siguiente tabla después de haber observado y evaluado el instrumento adjunto. Escriba (A) acuerdo o (D) desacuerdo en la segunda columna. Asimismo, si tiene alguna opción o propuesta de modificación, escriba en la columna correspondiente.

| ÍTEM | ACUERDO O DESACUERDO | MODIFICACIÓN Y OPINIÓN |
|------|----------------------|------------------------|
| 1 | ACUERDO | CONFORME |
| 2 | ACUERDO | CONFORME |
| 3 | ACUERDO | CONFORME |
| 4 | ACUERDO | CONFORME |
| 5 | ACUERDO | CONFORME |
| 6 | ACUERDO | CONFORME |



Richard A. Becerra Pintado
INGENIERO CIVIL
REG. CIP. 217432

III. Opinión de aplicabilidad del instrumento certificado de validez de contenido del instrumento

| | Dimensiones/ítems | Claridad | | Contexto | | Congruencia | | Dominio del constructo | |
|---|---|----------|----|----------|----|-------------|----|------------------------|----|
| | | Si | No | Si | No | Si | No | Si | No |
| | Propiedades físicas de los agregados pétreos | | | | | | | | |
| 1 | Análisis granulométrico | Si | | Si | | Si | | Si | |
| 2 | Calidad de los agregados | Si | | Si | | Si | | Si | |
| | Propiedades físicas y mecánicas de la fibra de cerámica y de carbono | Si | No | Si | No | Si | No | Si | No |
| 3 | Densidad | Si | | Si | | Si | | Si | |
| 4 | Resistencia a la tensión | Si | | Si | | Si | | Si | |
| | Propiedades físicas y mecánicas de la mezcla asfáltica modificada con fibra de cerámica y de carbono | Si | No | Si | No | Si | No | Si | No |
| 5 | Estabilidad y Flujo Marshall | Si | | Si | | Si | | Si | |
| 6 | Rice | Si | | Si | | Si | | Si | |

Observaciones (precisar si hay suficiencia):

Opinión de aplicabilidad: Aplicable (X) Aplicable después de corregir () No aplicable ()

Apellidos y nombres del juez validador: SABA EFFIO JUAN FRANCISCO

Especialidad: Ing. Civil – Especialista

J.F.
 JUAN FRANCISCO SABA EFFIO
 INGENIERO CIVIL
 REGISTRO C.I.E. 79600

Ficha de validación según AIKEN

i. Datos generales

| Apellidos y nombres del informante | Cargo o Institución donde labora | Nombre del instrumento de evaluación | Autor del Instrumento |
|---|--------------------------------------|--|--|
| <p>PORRAS PEÑA ESWIN ANIBAL</p> | <p>GERENTE GENERAL EGAPP</p> | <p>Análisis Granulométrico, Calidad de los Agregados Densidad Resistencia a la tensión Estabilidad y Flujo Marshall Rice</p> | <p>Díaz Delgado Henry Salazar Valderrama Exon Jimmy Yair</p> |
| <p>Título de la Investigación:</p> <p>INFLUENCIA DE FIBRAS DE CERÁMICA Y DE CARBONO SOBRE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LA MEZCLA ASFÁLTICA MODIFICADA</p> | | | |

ii. Aspectos de validación de cada ítem

Estimado complete la siguiente tabla después de haber observado y evaluado el instrumento adjunto. Escriba (A) acuerdo o (D) desacuerdo en la segunda columna. Asimismo, si tiene alguna opción o propuesta de modificación, escriba en la columna correspondiente.

| ITEMS | ACUERDO O DESACUERDO | MODIFICACIÓN Y OPINIÓN |
|-------|----------------------|------------------------|
| 1 | ACUERDO | CONFORME |
| 2 | ACUERDO | CONFORME |
| 3 | ACUERDO | CONFORME |
| 4 | ACUERDO | CONFORME |
| 5 | ACUERDO | CONFORME |
| 6 | ACUERDO | CONFORME |


ING. ESWIN ANIBAL PORRAS PEÑA
 GERENTE GENERAL
 EGAPP INGENIERIA Y CONSTRUCCION E.I.R.L

III. Opinión de aplicabilidad del instrumento certificado de validez de contenido del instrumento

| | Dimensiones/items | Claridad | | Contexto | | Congruencia | | Dominio del constructo | |
|---|--|----------|----|----------|----|-------------|----|------------------------|----|
| | | Si | No | Si | No | Si | No | Si | No |
| | Propiedades físicas de los agregados pétreos | Si | No | Si | No | Si | No | Si | No |
| 1 | Análisis granulométrico | Si | | Si | | Si | | Si | |
| 2 | Calidad de los agregados | Si | | Si | | Si | | Si | |
| | Propiedades físicas y mecánicas de la fibra de cerámica y de carbono | Si | No | Si | No | Si | No | Si | No |
| 3 | Densidad | Si | | Si | | Si | | Si | |
| 4 | Resistencia a la tensión | Si | | Si | | Si | | Si | |
| | Propiedades físicas y mecánicas de la mezcla asfáltica modificada con fibra de cerámica y de carbono | Si | No | Si | No | Si | No | Si | No |
| 5 | Estabilidad y Flujo Marshall | Si | | Si | | Si | | Si | |
| 6 | Rice | Si | | Si | | Si | | Si | |

Observaciones (precisar si hay suficiencia):

Opinión de aplicabilidad: Aplicable (X) Aplicable después de corregir () No aplicable ()

Apellidos y nombres del juez validador: SABA EFFIO JUAN FRANCISCO

Especialidad: Ing. Civil – Especialista


 JUAN FRANCISCO SABA EFFIO
 INGENIERO CIVIL
 REGISTRO C.I.E. 778600

| APU MEZCLA ASFÁLTICA CONVENCIONAL | | | | | |
|--|--|------------------|-----------------|-------------------|--------------------|
| Partida | PRODUCCIÓN DE MEZCLA ASFALT. EN CALIENTE PEN 60/70 | | | | |
| Rendimiento | 250 | | m3/día | | |
| Costo unitario directo por: m3 | S/ 513.32 | | | | |
| | Unidad | Cuadrilla | Cantidad | Precio S/. | Parcial S/. |
| Mano de Obra | | | | | |
| CAPATAZ | hh | 1 | 0.0320 | 33.25 | 1.06 |
| OFICIAL | hh | 1 | 0.0320 | 21.79 | 0.70 |
| OPERARIO | hh | 1 | 0.0320 | 27.71 | 0.89 |
| PEON | hh | 3 | 0.0960 | 19.71 | 5.68 |
| Materiales | | | | | |
| PETROLEO DIESEL # 2 | gal | | 5.800 | 10.84 | 62.87 |
| FILLER | m3 | | 0.019 | 0.88 | 0.02 |
| PIEDRA CHANCADA | m3 | | 0.467 | 53.39 | 24.95 |
| ARENA | m3 | | 0.458 | 49.15 | 22.50 |
| CEMENTO ASFÁLTICO PEN 60/70 | kg | | 134.94 | 2.61 | 352.19 |
| Equipos | | | | | |
| HERRAMIENTAS MANUALES | %MO | | 0.05 | 8.32 | 0.42 |
| CARGADOR SOBRE LLANTAS 125-155 HP 3 yd3 | hm | 1.00 | 0.032 | 257.52 | 8.24 |
| GRUPO ELECTROGENO 230 HP 150 KW | hm | 1.00 | 0.032 | 249.81 | 7.99 |
| GRUPO ELECTROGENO 116 HP 75 KW | hm | 2.00 | 0.064 | 202.52 | 12.96 |
| PLANTA DE ASFALTO DE 150 Tn/Hr. | hm | 1.00 | 0.032 | 401.46 | 12.85 |
| | | | | | S/ 42.46 |
| COSTO UNITARIO DIRECTO POR METRO CÚBICO | | | | | S/ 513.32 |

| APU MEZCLA ASFÁLTICA MODIFICADA | | | | | |
|--|--|------------------|-----------------|-------------------|--------------------|
| Partida | PRODUCCIÓN DE MEZCLA ASFALT. EN CALIENTE PEN 60/70 | | | | |
| Costo unitario directo por: m3 | S/ 669.12 | | | | |
| | Unidad | Cuadrilla | Cantidad | Precio S/. | Parcial S/. |
| Mano de Obra | | | | | |
| CAPATAZ | hh | 1 | 0.0320 | 33.25 | 1.06 |
| OFICIAL | hh | 1 | 0.0320 | 21.79 | 0.70 |
| OPERARIO | hh | 1 | 0.0320 | 27.71 | 0.89 |
| PEON | hh | 3 | 0.0960 | 19.71 | 5.68 |
| Materiales | | | | | |
| PETROLEO DIESEL # 2 | gal | | 5.800 | 10.84 | 62.87 |
| FILLER | m3 | | 0.019 | 0.88 | 0.02 |
| PIEDRA CHANCADA | m3 | | 0.458 | 53.39 | 24.47 |
| ARENA | m3 | | 0.449 | 49.15 | 22.07 |
| FIBRA DE CARBONO | kg | | 1.043 | 135.81 | 141.62 |
| FIBRA DE CERAMICA | kg | | 1.390 | 3.17 | 4.41 |
| CEMENTO ASFÁLTICO PEN 60/70 | kg | | 139.04 | 2.61 | 362.88 |
| Equipos | | | | | |
| HERRAMIENTAS MANUALES | %MO | | 0.05 | 8.32 | 0.42 |
| CARGADOR SOBRE LLANTAS 125-155 HP 3 yd3 | hm | 1.00 | 0.032 | 257.52 | 8.24 |
| GRUPO ELECTROGENO 230 HP 150 KW | hm | 1.00 | 0.032 | 249.81 | 7.99 |
| GRUPO ELECTROGENO 116 HP 75 KW | hm | 2.00 | 0.064 | 202.52 | 12.96 |
| PLANTA DE ASFALTO DE 150 Tn/Hr. | hm | 1.00 | 0.032 | 401.46 | 12.85 |
| | | | | | S/ 42.46 |
| COSTO UNITARIO DIRECTO POR METRO CÚBICO | | | | | S/ 669.12 |

Nota: Capeco 2024 - Marzo

Nota: En cuanto a la Cantidad de material por m³ en el análisis de precios unitarios, estos datos se calculan de acuerdo a la proporción obtenida para cada muestra de acuerdo a la combinación teórica de materiales, asimismo, la cuadrilla de la mano de obra como los equipos son establecidos de acuerdo al criterio de ingeniero encargado en la ejecución del proyecto.

Anexo VI. Panel Fotográfico

Visita a la planta de asfalto del Gobierno Regional





Ensayos de agregados pétreos



Secado de los agregados pétreos



Mezclado de agregados para la mezcla asfáltica



Registro de temperatura de los agregados para la mezcla asfáltica



Incorporación de ligante para la mezcla asfáltica



Pedestal para la compactación de la mezcla asfáltica



Prensa para desmoldar briquetas asfálticas



Briquetas asfálticas elaboradas



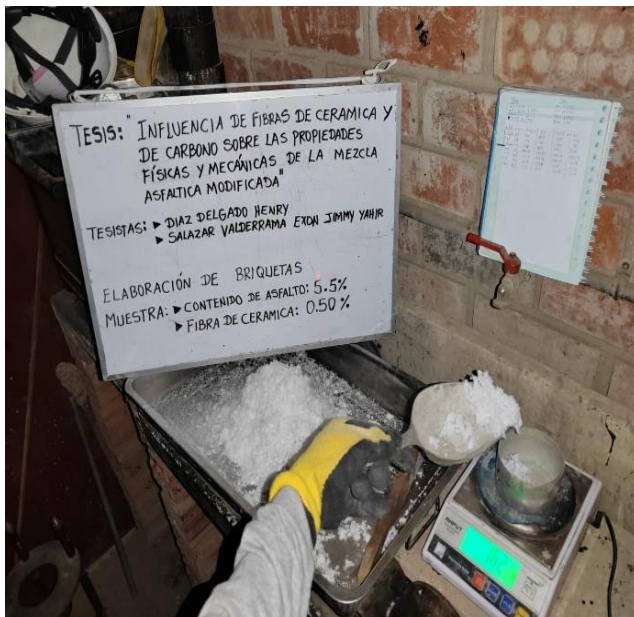
Equipo Marshall



Fibra de cerámica



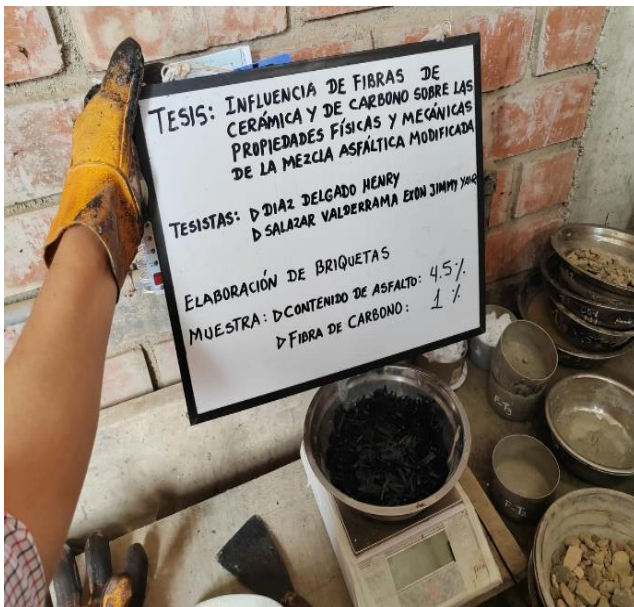
Peso de la fibra de cerámica



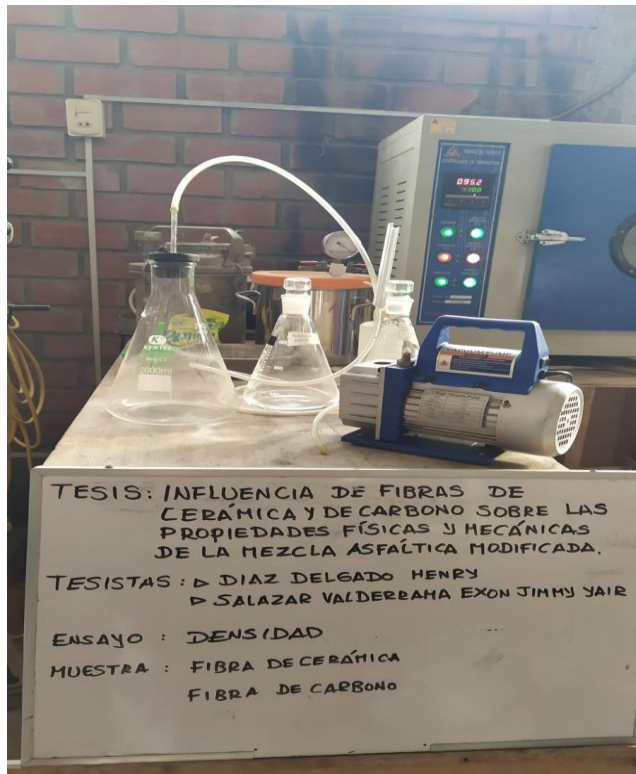
Fibra de carbono



Peso de fibra de carbono



Ensayo de densidad de las fibras de cerámica y de carbono



Ensayo de resistencia a la tracción de las fibras de cerámica y de carbono



Baño maría

