



**FACULTAD DE INGENIERÍA ARQUITECTURA Y
URBANISMO**

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

TESIS

**EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS
DE MEZCLAS ASFÁLTICAS USANDO VIDRIO
PULVERIZADO**

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

Autor

Bach. Armas Chinchayan Luis Fernando

<https://orcid.org/0000-0001-6830-6493>

Asesor:

Mg. Casas Lopez Arturo Elmer

<https://orcid.org/0000-0002-2157-4834>

Línea de Investigación:

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

Sub línea de Investigación

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

Pimentel – Perú

2024



Universidad
Señor de Sipán

DECLARACIÓN JURADA DE ORIGINALIDAD

Quien suscribe la DECLARACIÓN JURADA, soy egresado del Programa de Estudios de la **Escuela Profesional de Ingeniería Civil** de la Universidad Señor de Sipán S.A.C, declaro bajo juramento que soy autor del trabajo titulado:

EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE MEZCLAS ASFÁLTICAS USANDO VIDRIO PULVERIZADO

El texto de mi 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 con las citas y referencias bibliográficas, respetando el derecho de propiedad intelectual, por lo cual informo que la investigación cumple con ser inédito, original y autentico.

En virtud de lo antes mencionado, firman:

Armas Chinchayan Luis Fernando	DNI: 71061994	
--------------------------------	---------------	---

Pimentel, 16 de Agosto de 2023.

REPORTE DE SIMILITUD TURNITIN

Reporte de similitud	
NOMBRE DEL TRABAJO	AUTOR
TESIS RECORTADA - ARMAS (2).pdf	LUIS ARMAS
RECuento de palabras	RECuento de caracteres
9864 Words	45886 Characters
RECuento de páginas	Tamaño del archivo
52 Pages	2.2MB
FECHA DE ENTREGA	FECHA DEL INFORME
Oct 21, 2024 9:28 PM GMT-5	Oct 21, 2024 9:29 PM GMT-5
● 19% de similitud general	
El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para cada base de datos.	
<ul style="list-style-type: none">• 17% Base de datos de Internet• Base de datos de Crossref• 14% 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	
<ul style="list-style-type: none">• Material bibliográfico• Coincidencia baja (menos de 8 palabras)• Material citado	
Resumen	

EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE MEZCLA ASFÁLTICA USANDO VIDRIO PULVERIZADO

Aprobación del jurado

.....

DR. CORONADO ZULOETA OMAR

Presidente del Jurado de Tesis

.....

DR. SALINAS VÁSQUEZ NÉSTOR RAÚL

Secretario del Jurado de Tesis

.....

MG. VILLEGAS GRANADOS LUIS MARIANO

Vocal del Jurado de Tesis

Dedicatoria

A mis padres, Violeta y Martín por siempre apoyarme a pesar de las adversidades y su gran apoyo durante todos los años de estudio.

A mis hermanos Martín y Jazmín por siempre alegrarme. A mis abuelos Manuela y Juan por estar presentes durante mi formación inculcándome valores y conocimientos en mi niñez.

A Erika, por ser mi apoyo durante este último año, impulsándome a ser mejor cada día.

Agradecimientos

A Dios, a la virgen y a mi madre, por siempre creer en mí y me impulsaba diariamente a que pueda cumplir mi sueño en cada momento. A mis compañero, docentes que ayudaron con los conocimientos acerca de mi carrera de Ingeniería Civil.

ÍNDICE

I. INTRODUCCIÓN	12
II. MATERIAL Y MÉTODO	25
2.1. Tipo de Diseño de Investigación	25
2.2. Variables, Operacionalización	26
2.3. Población de estudio, muestra, muestreo y criterios de selección	29
2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad	29
2.5. Procedimiento de análisis de datos	30
2.4. Criterios éticos	35
III. RESULTADOS Y DISCUSIONES	36
3.1. Resultados	36
3.2. Discusión	54
IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	58
4.1. Conclusiones	58
4.2. Recomendaciones	59
REFERENCIAS	60
ANEXOS	65

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Operacionalización de variable independiente	27
Tabla 2. Operacionalización de variable dependiente	28
Tabla 3. Distribución de muestra	29
Tabla 4. Datos de diseño de agregados.....	36
Tabla 5. Resultados con C.A. 4.5%	36
Tabla 6. Resultados con C.A. 5%	37
Tabla 7. Diseño de mezcla C.A. 5.5%.....	37
Tabla 8. Diseño de mezcla C.A. 6%.....	37
Tabla 9. Diseño de mezcla C.A. 6.5%.....	38
Tabla 10. Resumen de resultados	38
Tabla 11. % de Vacíos de aire	40
Tabla 12. Diseño de mezcla agregando 3% y 5.71%.....	41
Tabla 13. Vacíos de aire con 3%	43
Tabla 14. Diseño de mezcla agregando vidrio 6% y C.A. 5.71%.....	44
Tabla 15. Vacíos con 6% de vidrio.....	46
Tabla 16. Diseño de mezcla 9% y C.A. 5.71%	47
Tabla 17. Vacíos con 9% de vidrio.....	49
Tabla 18. Diseño de mezcla 12% y C.A. 5.71%.....	50
Tabla 19. Vacíos con 12% de vidrio.....	52
Tabla 20. Prueba de hipótesis para la estabilidad.....	54
Tabla 21. Prueba de hipótesis para el flujo	55
Tabla 22. Prueba de hipótesis para la relación estabilidad/flujo	56
Tabla 23. Prueba de hipótesis para el porcentaje de vacíos	57
Tabla 24. Coeficiente de correlación intraclase.....	58
Tabla 25. Pruebas de normalidad	58

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Composición química del asfalto.....	21
Figura 2. Asfalto en una carretera.....	23
Figura 3. Cemento asfáltico	24
Figura 4. Pulverización de vidrio	31
Figura 5. Diagrama de flujo de elaboración de briquetas con adición de vidrio	32
Figura 6. Descripción de ensayo de Marshall	33
Figura 7. Estabilidad promedio	39
Figura 8. Flujo.....	39
Figura 9. Relación estabilidad/flujo	40
Figura 10. % de Vacíos de aire	41
Figura 11. Estabilidad con 3% de vidrio	42
Figura 12. Flujo con 3% de vidrio.....	42
Figura 13. Relación estabilidad/flujo	43
Figura 14. Porcentaje de vacíos con 3% de vidrio	44
Figura 15. Estabilidad con 6% de vidrio	45
Figura 16. Flujo con 6% de vidrio.....	45
Figura 17. Relación estabilidad/flujo con 6% de vidrio	46
Figura 18. % de vacíos con 6% de vidrio	47
Figura 19. Estabilidad con 9% de vidrio.	48
Figura 20. Flujo con 9% de vidrio.....	48
Figura 21. Relación estabilidad/flujo con 9% de vidrio	49
Figura 22. % de vacíos con 9% de vidrio	50
Figura 23. Estabilidad con 12% de vidrio	51
Figura 24. Flujo con 12% de vidrio.....	51
Figura 25. Relación estabilidad/flujo con 12% de vidrio	52
Figura 26. % de vacíos con 12% de vidrio	53

EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE MEZCLAS ASFÁLTICAS USANDO VIDRIO PULVERIZADO

Resumen

Los desechos de botellas de vidrio es un problema que aqueja a gran parte de la población mundial, por muchos lugares se encuentran decenas de botellas arrojadas por las calles, playas y distintos lugares. Por ende, con el fin de poder disminuir y tratar de eliminar ecológicamente el impacto ambiental, se trató de revisar la posibilidad de que dichas botellas de vidrio sirvan para la elaboración de mezclas asfálticas con la finalidad de evaluar las propiedades mecánicas de estas usando el vidrio pulverizado. Esta investigación fue de tipo aplicada y de enfoque cuantitativo con un nivel cuasi-experimental donde se consideró la adición del 3%, 6%, 9% y 12% de botellas de vidrio pulverizadas con el fin de poder obtener el porcentaje más acertado para dichas mezclas. En tanto los resultados demostraron que el porcentaje más acertado para la adición a la mezcla asfáltica es de 5.71% como mezcla asfáltica patrón 6% de vidrio pulverizado, con una relación estabilidad/flujo de 3970 kg/cm, la cual se encuentra dentro de las especificaciones de 1700 – 4000, estabilidad fue de 12.31 kN, flujo fue 12.83 mm, y un % de vacíos fue de 3.15%. Concluyendo que al adicionar el 6% el uso de vidrio pulverizado es viable para la producción de mezclas asfálticas y su incorporación en futuros trabajos de esta índole.

Palabras claves: Mezcla asfáltica, vidrio pulverizado, propiedades mecánicas, estabilidad, flujo.

EVALUATION OF MECHANICAL PROPERTIES OF ASPHALT MIXTURES USING POWDERED GLASS

Abstract

Glass bottle waste is a problem that afflicts a large part of the world's population; in many places there are dozens of bottles thrown on the streets, beaches and different places. Therefore, in order to be able to reduce and try to ecologically eliminate the environmental impact, an attempt was made to review the possibility that these glass bottles could be used for the preparation of asphalt mixtures in order to evaluate their mechanical properties using glass. pulverized. This research was applied and had a quantitative approach with a quasi-experimental level where the addition of 3%, 6%, 9% and 12% of pulverized glass bottles was considered in order to obtain the most accurate percentage for said mixtures. Meanwhile, the results showed that the most accurate percentage for the addition to the asphalt mixture is 5.71% as a 6% pulverized glass standard asphalt mixture, with a stability/flow ratio of 3970 kg/cm, which is within the specifications of 1700 – 4000, stability was 12.31 kN, flow was 12.83 mm, and a % void was 3.15%. Concluding that by adding 6% the use of pulverized glass is viable for the production of asphalt mixtures and their incorporation in future works of this nature.

Keywords: Asphalt mix, pulverized glass, mechanical properties, stability, flow

I. INTRODUCCIÓN

A nivel internacional, Al-Fakih et al. [1] mencionaron que la cantidad de residuos sólidos en Rusia llegan a un aproximado de 600 millones de toneladas, de los cuales el vidrio se encuentra entre el 10% y el 75% de la basura, esto resultó perjudicial para el medio ambiente, dado que el mundo se encuentra en una cuenta regresiva de un daño ecológico irreversible para nuestro ecosistema. Asimismo, Trezza y Rahhal [2] expresaron que, en Brasil, este problema no es ajeno, debido a las incontables toneladas de vidrio desechados, pudiendo ser una opción reciclable, sabiendo que no pierde sus propiedades mecánicas como físicas. Sin embargo, solo el 5% es rehusado. Mientras tanto Jurczak et al., sugirió que uno de los problemas de este gran golpe climático son las botellas de vidrios debido a que pueden degradarse alrededor de cinco mil años después, generando de esta manera que la basura aumente considerablemente [3].

Los desechos de vidrio en todo el mundo son millones, se estima que aproximadamente son 130 millones de botellas de vidrio que son eliminadas en calles, vertederos, ríos o avenidas. Por lo que, se ha creído conveniente buscar y encontrar nuevas formas en que las que se use este material y no se vea afectado el ecosistema, sino más bien logre ayudar a fusionarse con otros insumos para disminuir el cambio climático al que estamos expuestos; ayudando de esta manera a ser aplicados, por ejemplo, en el rubro de la construcción para mejorar la resistencia y ayuden a mejorar sus propiedades, como es el caso de las mezclas asfálticas.[4].

Al Nageim, afirma que el reciclaje de materiales ha adquirido mayor importancia a lo largo de los años en diversos aspectos, así mismo afirmó que la pavimentación es uno de los que más consumen cantidades de materia prima y por ende considerables cantidades de CO₂ que contaminan el medio ambiente, es por ello que se buscan nuevas formas de construcción para mezclas asfálticas en caliente [5]. Asimismo, George et al., buscan encontrar arduamente una forma de minimizar y revalorizar los residuos siendo tan solo en Sudáfrica que el vidrio se recicla un 23% de vidrio, siendo la basura a nivel nacional de 1 000

000 de toneladas, con el uso del vidrio se busca también mitigar el cambio en las mezclas asfálticas en caliente, con el fin de dar solución a disminuir el precio de la pavimentación y la resistencia del suelo [6].

En la investigación realizada, nos hizo ver que la resistencia de los pavimentos no es la óptima, por ende, se debe mejorar los mecanismos de construcción, ayudando así a poder mejorar la resistencia, estabilidad y demás propiedades para que el pavimento pueda durar mucho más tiempo, ayudando a mejorar el medio ambiente brindando una solución sostenible para reducir el impacto ambiental que viene golpeando a nuestro planeta con el pasar de los años. Asimismo, se tiene que de las mezclas asfálticas tanto, áridos y ligante bituminoso, es decir, materia prima considerable que genera contaminación de forma insostenible, generando de esta forma trabajos de investigación donde utilicen nuevos materiales, como el vidrio para el reemplazo en la mezcla asfáltica [7].

Asimismo, a nivel Nacional se tiene a Segura et al., aseguran que nuestro país no es ajeno al problema de la contaminación, el vidrio es uno de los principales contaminantes, se encuentra que cerca del 40% de los residuos es vidrio. Los desechos de vidrio generan que tasa de contaminación incrementa año tras año [8]. Al mismo tiempo, Durán et al., afirman que se tiene el problema de la pavimentación ya que el gobierno no encuentra la forma de llegar a todos los lugares del Perú que se ven menos favorecidos en obras de infraestructura, educación y salud, siendo las obras viales una de las formas de poder hacer llegar a estos pequeños pueblos la gran ansiada ayuda que esperan desde años anteriores, estas obras viales tienen un cierto grado de dificultad en estos lugares ya que el muestran baja resistencia y al corto tiempo son deterioradas o en su mayoría rotas, generando así mayor distanciamiento entre estos pueblos y las grandes ciudades de nuestro país [9]. La basura es uno de los problemas que más aqueja a nuestro país, se estima que cada uno de nosotros producen un total de 0.61 kg de residuos al día, y dentro de ello podemos encontrar al vidrio como una forma de rehusar para nuestro beneficio [10].

Según De la Cruz y Paredes, se encuentra un gran déficit con respecto a la construcción de pavimentos, en su mayoría en zonas rurales, mostrando en muchos casos

calles con huecos, lo que genera gran incomodidad en la población, perjudicando a la transitabilidad vehicular, esto genera que no se conecten puntos importantes para el desarrollo del comercio, haciendo difícil que ciudades se conecten entre sí, facilitando la economía tanto de zonas rurales como urbanas [11]. Se vive con gran incertidumbre, ya que las mezclas asfálticas presentan fallas en su superficie, y muchas veces estructurales, lo que puede generar un tráfico ineficiente que genera la molestia de moradores y viajeros [12].

Se observa que muchas veces que la mezcla asfáltica se encuentra en un estado muy deplorable, en principales ciudades se pueden encontrar fisuras, que muchas veces son debido al mal diseño, así como la mala elección de los materiales constructivos, generando deterioro y desintegración [13]. Es por ello que se buscan alternativas de construcción que aparte de ayudar a manejar este problema se aminoren precios y se haga un trabajo mucho mejor, con mejor resistencia y durabilidad. Muchas veces se encuentran fallas en las principales calles de ciudades como Lima, la cual es una ciudad sumamente transitada [14].

A nivel local, en nuestra región, el gobierno evaluó las condiciones ambientales, llegando a la conclusión que tan solo la región genera cerca de 601 toneladas de basura y casi 215,429 no son tratadas, lo que origina la contaminación de sus distritos [15]. Así mismo, en distintos puntos se genera debido a la falta de pavimentación la deficiencia en la transitabilidad de vehículos, lo cual genera fastidio a la población debido al polvo que genera que solo sean trochas, buscando soluciones viables para que se puedan realizar un correcto diseño [16]

Además, se generan aproximadamente cuatrocientos toneladas de residuos sólidos al día, de las que no son recogidas 220 toneladas, las cuales se encuentran almacenadas en las calles de la ciudad, en montículos, calles y avenidas [17]. Entre los años 2020-2021, en nuestra región algunas ciudades fueron declaradas como riesgo de salud pública, debido a la gran cantidad de desechos que se encontraban en las calles, avenidas, acequias, entre otras, vulnerando la salud de los pobladores, poniendo a niños y adultos mayores en peligro [18].

En Chiclayo, debido al mal estado de las pistas hace que en horas punta se retrase el tráfico, ya que deben manejar de manera lenta para que no se malogre su herramienta de trabajo, y muchas veces genere accidentes de tránsito por esquivar ciertos baches [19]

En mi opinión, el problema en el diseño de la mezcla asfáltica es uno de las grandes dificultades a los que no se han encontrado solución, podemos ver que las principales calles de Chiclayo se encuentran baches, huecos, dificultando de esta forma el tránsito vehicular, generando malestar entre los conductores y pasajeros. Además de ello, los desechos como vidrios, generan contaminación al medio ambiente, pudiendo ser reutilizado para otros fines como la construcción de obras civiles, siendo empleados para dar un mejor beneficio y satisfacer las necesidades de la población.

En cuanto a los antecedentes de estudio, a nivel internacional se tiene a Gedik [20], quien manifiesta que realizó su investigación en Nigeria que lleva por título “An exploration into the utilization of recycled waste glass as a surrogate powder to crushed stone dust in asphalt pavement construction”, tuvo como objetivo sustituir el polvo el vidrio reciclado en la construcción de mezclas asfálticas. Metodología, se usó el método Marshall para determinar su desempeño, con porcentajes de entre 2%, 4%, 6% y 8%, con 20 briquetas en total para determinar la estabilidad de las mezclas asfálticas al agregar vidrio triturado. En cuanto a resultados, mostraron que la adición de vidrio ayudó a mejorar la estabilidad, susceptibilidad a la humedad aumentando en un 13 al 25% aproximadamente, además la estabilidad tuvo un promedio de 1250 KN, siendo este en el 6% de agregado de vidrio triturado. En conclusión, el vidrio fue recomendado por el investigador, ya que gracias a ella se pudo aumentar la estabilidad

Gambolanga et al. [21] en su investigación “Valorization of waste foundry sand aggregates in hot – mix asphalt” los cuales presentaron como objetivo la evaluación de la arena de fundición como agregado en las mezclas asfálticas. La investigación fue experimental, aplicando el método Marshall. Los resultados mostraron que la adición del 10% logró una estabilidad de 658 kgf, un flujo de 2.5 mm y un porcentaje de vacíos de aire de

3.3%. Se llegó a concluir que las mezclas asfálticas con la adición de fundición de arena en un 10% logró mejorar las propiedades de las mezclas asfálticas.

Taciroğlu [22] en su investigación "Investigation of waste quartz sand as filler in hot-mix asphalt" tuvieron como objetivo evaluar en las mezclas asfálticas con residuos de arena de cuarzo como un relleno. Su metodología fue experimental e incluyó la sustitución de mezcla en 25%, 50%, 75% y 100%. Como resultados se obtuvo que la adición ideal de cemento asfáltico fue de 5.8% con una estabilidad de 750 kgf, un porcentaje de vacíos de aire de 3% y un flujo de 2.3 mm; asimismo, la adición de 50% mejoró las propiedades de mezcla asfáltica en caliente con una estabilidad de 850 kgf, un porcentaje de vacíos de aire de 3.3% y un flujo de 2.6 mm. Se llegó a la conclusión que las propiedades de la mezcla asfáltica caliente se vieron modificadas positivamente con arena de cuarzo al 50%.

Al mismo tiempo, se realizó la investigación de Park et al. [23] en Korea que lleva por título "Strengthening of hybrid glass fiber reinforced recycled hot-mix asphalt mixture", se tuvo como objetivo determinar las propiedades de la mezcla asfáltica agregando polvo de vidrio. En cuanto a su metodología, fue de tipo cuantitativa experimental, con porcentajes de agregado de entre 0%, 5%, 10%, 15% y 20%, donde se realizaron 18 briquetas para ser ensayadas mediante la prueba Marshall. Como principal resultado que se obtuvo una mayor estabilidad con respecto al 15% de agregado de vidrio con 1218 kg/cm², siendo la más alta entre las demás, disminuyendo gradualmente en el 20%. Se tuvo como conclusión que el vidrio mejora la resistencia del pavimento, además de brindarle mayor estabilidad.

Ming et al. [24] que llevó por título "Performanace of glass poder as bitumen modifier in hot mix asphalt", tuvieron como objetivo la evaluación de las características de la mezcla asfáltica en caliente con adición de botella de vidrio. Se tuvo una metodología experimental con porcentajes de adición de vidrio de 0%, 2%, 4%, 6%, 8% y 10%. Se obtuvieron como resultados que la mezcla asfáltica patrón obtuvo una estabilidad de 11.15 kN, mientras la adición de vidrio al 10%, mostró una estabilidad de 12.63 kN, sin embargo, al adicionar el 2% se logró la estabilidad más baja de 9.48 kN; asimismo, el flujo que presentó el 10% fue de 5.82 mm como valor más alto, mientras el patrón presentó 4 mm; por otro lado, la rigidez al

0% fue de 2.75 mm y el 8% presentó la mayor rigidez con 2,36 kN/mm. Se llegó a la conclusión, que el vidrio es una adición favorable para mejorar las propiedades de la mezcla asfáltica.

En los antecedentes a nivel nacional, se tiene a Ponce [25], quien durante el desarrollo de su investigación en Juliaca presentó, “Aplicación de fibras de vidrio en el diseño de mezcla asfáltica en caliente para rehabilitar pavimentos en Juliaca, 2021”, tuvo como objetivo evaluar la influencia que tienen las fibras de vidrio en su aplicación en el diseño de la mezcla asfáltica en caliente que permita rehabilitar los pavimentos flexibles y brindar más soluciones a problemas de asfalto. La metodología que rigió tuvo un enfoque cuantitativo, con nivel descriptivo – explicativo, tipo experimental, se realizó el diseño de mezcla asfáltica realizando 8 briquetas, a las que se le incorporaron fibras a 6 de ellas y 2 sin adición alguna, adicionando 1%, 3% y 5% de vidrio. Teniendo resultados positivos a la hora de comparar el asfalto modificado con el asfalto sin fibras de vidrio, se logró saber que el 3% de agregado de vidrio era el óptimo con una densidad de 2.204 g/cm³, entrando dentro de los parámetros establecidos por MTC E-504, asimismo la estabilidad fue de 1122 lb, y un flujo de 3.4 mm. En conclusión, se determinó que al agregar vidrio si mejora las propiedades de estabilidad, flujo y demás de las mezclas asfálticas.

García [26], presentó en su investigación “Propiedades físicas y mecánicas en mezclas de asfalto en caliente incorporando fibra de vidrio, Trujillo”. Se presentó como objetivo la influencia de la fibra de vidrio en las propiedades de la M. A. Se tuvo una metodología experimental, aplicada; con una muestra de 24 briquetas. Los resultados mostraron con el 5% de C. A. se obtuvo una estabilidad de 1554 kg, un % de vacíos de 3.8 y un flujo de 1.15 mm, siendo este su C. A. óptimo; además, con las adiciones de vidrio del 4% se presentó un % de vacíos de 5.45, un flujo de 1.302 mm y una estabilidad de 1735 kg. Se llegó a la conclusión que el 4% es la adición óptima de fibra de vidrio para mejorar las propiedades de mezcla asfáltica en caliente.

García [27], durante su investigación “Estudio de la adición del vidrio molido en la gradiente térmica de la mezcla asfáltica en caliente, ciudad de Huancayo, 2019” el objetivo

determinar la dosificación óptima de uso de vidrio molido en la mezcla asfáltica de la ciudad de Huancayo. En cuanto a su metodología, es de método experimental de tipo aplicada agregando 0%, 1%, 2%, 3%, 4%, 5%, 6%, 7%, 8%, 9%, 10%, realizando 33 briquetas para la realización de esta investigación, siendo validada por el Ensayo de Marshall. Tiene como principal resultado que los índices de estabilidad tienen una leve mejora con respecto al 6% de agregar vidrio, con un aproximado de 1370.7 Kg y un flujo de 3.46 mm, mejorando en un 8% con respecto a la muestra patrón. Se concluyó que el vidrio si influyó en las propiedades mecánicas del pavimento de manera positiva, mejorándolas.

Asimismo, Melendrez y Pinedo [28] presentó su tesis “Efecto del vidrio molido reciclado en la elaboración de mezcla asfáltica en caliente, utilizando agregados de la cantera La Soledad”, presentaron como objetivo la evaluación del vidrio sobre las mezclas de asfalto. La investigación precisó una metodología experimental, aplicada; aplicándose 24 briquetas con adiciones de 10%, 15% y 20%. Los resultados mostraron que con la adición de C.A. de 6.3% se logró establecer 1240 kg con respecto a su estabilidad y 3.3 de mm; además, reemplazando por agregado fino al 10% de mostró una estabilidad de 1154 kg, con el reemplazo de 15% se mostró una estabilidad de 1271 kg y con el 20% se apreció 1141 kg de estabilidad; además con el 15% se mostró un flujo de 3.20 mm. Se llegó a concluir que la adición de vidrio mejoró las propiedades de las mezclas asfálticas en caliente.

La investigación de Prada [30] sobre el “Comportamiento mecánico de mezclas asfálticas en caliente adicionando vidrio borosilicato para pavimentos flexibles en la Av. La Cultura, Cusco 2021” con el objetivo de poder mejorar las condiciones mecánicas del pavimento con la implementación del vidrio borosilicato. Su metodología, es una investigación de diseño experimental del tipo aplicada, con porcentajes de 4%, 5% y 6%, apoyadas en la prueba Marshall y comparada con respecto a la norma peruana y normas AASHTO, con un total de 9 briquetas, es decir 3 para cada tipo de porcentaje. En cuanto a sus resultados, se tiene que aumentar la estabilidad de 2600 kg, pero decrece cuando se le agrega mayor cantidad de vidrio, además se tiene que el porcentaje óptimo fue de 4% de adición de vidrio.

En conclusión, esta investigación afirma que el uso de vidrio aumenta la estabilidad del asfalto agregando vidrio usado.

Esta investigación se justifica desde el punto de vista teórico, se busca nuevas tecnologías para la utilización de mezclas asfálticas, que ayuden mejorar las propiedades de mezclas asfáltica, solucionando el problema de la contaminación parcialmente, además desde el punto de vista social Chiclayo, es una de las ciudades donde sus calles se encuentran más deterioradas y en malas condiciones, debido a ello muchas veces se genera congestión vehicular lo que en algunos casos origina accidentes de tránsito. Se busca así, satisfacer las necesidades de la población, ayudando a que se pueda tener una mejor transibilidad, innovar y formar parte de una nueva tecnología de construcción que pueda ser aplicada no solo a Chiclayo, sino también a nivel nacional. Desde el punto de vista metodológico se tiene un estudio experimental para determinar la influencia que tuvo en vidrio en las mezclas de asfalto.

Debido a ello, se formuló la siguiente pregunta de investigación, ¿De qué manera influye el uso de vidrio pulverizado en las propiedades mecánicas de mezcla asfáltica?

Se planteó como hipótesis que, el vidrio pulverizado influyó positivamente en las propiedades mecánicas de mezclas asfálticas.

La investigación, planteó como objetivo general, Evaluar las propiedades mecánicas de mezcla asfáltica usando vidrio pulverizado. Asimismo, se planteó como objetivos específicos: Determinar las propiedades mecánicas de la mezcla asfáltica patrón; determinar las propiedades mecánicas de la mezcla asfáltica al adicionar 3%, 6% y 9% y 12% de vidrio pulverizado; Establecer el porcentaje de vidrio pulverizado óptimo para su adición la mezcla asfáltica.

En cuanto a las teorías relacionadas, se presentó al pavimento, es definida como el tipo de estructura que permite la libre circulación de vehículos, en circunstancias favorables bajo la comodidad y seguridad durante un tiempo prolongado refiriéndose desde el punto de vista del usuario [32].

Así mismo, desde el punto de vista del ingeniero, el pavimento es considerado un tipo de estructura conformada por capa de rodadura, base y subbase, con el propósito de distribuir y resistir los esfuerzos que son originados por vehículos para brindar más seguridad y comodidad al libre tránsito vehicular con el fin de unir dos puntos [33].

El pavimento flexible es referido a un tipo de estructura compuesta tanto por subbase como base, constituidas por mortero asfáltico, mezcla asfáltica en frío y caliente, micro pavimentos. Está construida de forma distinta al hormigón, lo que genera que se flexione dependiendo la carga que soporte, suelen usarse en lugares con abundante tráfico [33].

Por otro lado, las mezclas asfálticas según Bailón, son: La mezcla asfáltica en caliente, como su nombre lo dice es someter a temperaturas altas (mayor a 140°C) a los agregados para conseguir de esa forma la fluidez del cemento asfáltico, logrando de esa forma la mezcla para su uso en la pavimentación requerida, distribuida por una máquina que se encarga de distribuirla y posteriormente compactarla con rodillo para que quede uniforme [34]. Y la mezcla asfáltica en frío, se diferencia de la mezcla asfáltica en caliente, debido a que esta está elaborada bajo temperatura ambiente, mezclando los agregados con o sin relleno natural, normalmente usando también el líquido asfáltico [34].

El asfalto es considerado un material muy versátil, el cuál lo hace útil para la construcción de carreteras, podemos decir que su composición química es muy compleja, pero presenta Naftalenos y Asfáltenos

Figura 1. Composición química del asfalto



Nota. Extraído de Bailón [34].

El método Marshall, es usado para determinar la resistencia de los pavimentos, es mucho más económico. Durante este proceso se ensayan las briquetas, ayuda a determinar la cantidad óptima de asfalto dependiendo de los materiales a usar, y si son correctos o no [35]. Se complementa con la norma ASTM 1559, presenta estabilidad, flujo, gravedad específica, rice.

El método Marshall es uno de los más usados en pavimentos, creado por Bruce Marshall, usado en un inicio solo en Estados Unidos, ayudando a la mezcla asfáltica a evaluar y ajustar con respecto a los agregados [30]. Se tiene en cuenta la norma AASTHO T-245, aplicada para el uso del ensayo de Marshall con el fin de indicar su estabilidad de la muestra asfáltica y la norma ASTM D – 1559, se realiza con el fin de determinar la resistencia de las mezclas asfálticas para los pavimentos. Puede ser usada en tanto en obra como en procesos de laboratorio.

Por otro lado, el vidrio es un material transparente, resalta por su resistencia, alta rigidez es un material duro, que se encuentra en la vida cotidiana de todos nosotros, podemos encontrar de forma natural y creada por nosotros en forma de botellas, ventanas, lentes y demás [36]. Pueden presentarse como:

- **Sodio-cálcico**

Se Este tipo de vidrio es usado por sus propiedades para la elaboración de botellas, debido a las propiedades. Formado por sílice, sodio y calcio, lo que le brinda estabilidad, teniendo un espeso de entre 75 y 100 mm, es uno de los vidrios más baratos y reutilizables [37].

- **Vidrio al plomo**

Este presenta mucha más densidad, es transparente, posee propiedades aislantes, por este tipo de características es usado mayormente en la fabricación de lentes, lo que lo hace un poco elevado su precio ya que puede absorber los rayos ultravioletas formando escudos contra los ojos. Es uno de los vidrios que al adicionarse plomo resuelve el problema de la fragilidad [37].

- **Vidrio de borosilicato**

Este tipo de vidrio es usado en su mayoría en los utensilios de cocina, es uno de los más resistentes y por ende uno de los más difíciles de quemar, debido a que debe alcanzar más de los 1600 grados centígrados. Presenta resistencia, es uno de los más usados comúnmente, pero también eleva su precio [37].

- **Vidrio tipo sílice**

Este vidrio presenta, sílice, boro, no se puede disolver. Soportan temperaturas mayores de los novecientos grados, se usan en la fabricación de materiales de laboratorio, tubos de ensayo y demás [37].

A) Vidrio pulverizado

Es el tipo de vidrio a usar durante esta investigación, generando ahorro de materias primas, el vidrio pasará por un proceso granulométrico, donde las botellas de vidrio pasarán

por un proceso de selección. Primero, se romperá la botella mediante el proceso de trituración, para luego pasar por el proceso de molienda por la máquina de los Ángeles, después, será tamizado y el material retenido por el tamiz N°04 realizará el procedimiento hasta completarse [31].

El asfalto, se define como un mineral de color oscuro de origen pétreo constituido principalmente de Betún [38]

Figura 2. Asfalto en una carretera



Nota. Extraído de Suarez [39].

El cemento asfáltico, es el comúnmente usado en la pavimentación por su alta resistencia, es consistente y puro. Es un material ya preparado, muestra resistencia a los ácidos y sales [38].

Estos se dividen a nivel comercial o grados de consistencia

- Cemento asfáltico 60-70
- Cemento asfáltico 70-90
- Cemento asfáltico 80-100

Los números señalan la penetración en el interior de la mezcla asfáltica en unidades milimétricas para la presentación del asfalto [40].

Figura 3. Cemento asfáltico



Nota. Extraído de Dávalos [40].

II. MATERIAL Y MÉTODO

2.1. Tipo de Diseño de Investigación

Esta investigación será de tipo aplicada y de enfoque cuantitativo ya que buscará dar a conocer el conocimiento mediante la parte práctica de la investigación o mejor dicho realizada con el uso y ayuda del laboratorio, con el fin de recolectar datos que respondan a los objetivos de la investigación [41].

En cuanto al diseño será experimental con un nivel cuasiexperimental debido a que, se realizará con el fin de dar una solución a un problema suscitado mediante nuevas formas o métodos que no son empleados con frecuencia, aplicando diversos ensayos en los laboratorios, además de la variable control aplicada [41].

GE ₍₁₎	X ₁	O ₁
GE ₍₂₎	X ₂	O ₂
GE ₍₃₎	X ₃	O ₃
GE ₍₄₎	X ₄	O ₄
GC	---	O ₅

Donde:

GE_{1,2,3,4}: Grupo experimental conformado por 40 briquetas con la adición de vidrio pulverizado.

GC: Grupo control conformado por 8 briquetas.

X_{1,2,3,4}: Tratamiento de grupo experimental, donde: X₁ = 3% de adición de vidrio, X₂ = 6% de adición de vidrio, X₃ = 9% de adición de vidrio, X₄ = 12% de adición de vidrio

O_{1,2,3}: Observación al añadirse vidrio pulverizado.

O₅: Observación de resultados de grupo control.

2.2. Variables, Operacionalización

2.2.1. Variable Independiente:

Vidrio Pulverizado

2.2.2. Variable Dependiente:

Propiedades mecánicas de mezcla asfáltica

Tabla 1. Operacionalización de variable independiente

Variable de estudio	Definición Conceptual	Definición operacional	Indicadores	Ítems	Instrumento	Escala de medición
Vidrio Pulverizado	Se denomina vidrio pulverizado al proceso de tamiz y rotura que pasa el vidrio para su agregado parcial de la mezcla asfáltico [31].	Se adicionó a la mezcla asfáltica	Dosificaciones	3% 6% 9% 12%	Ficha de formato de laboratorio	De razón

Tabla 2. Operacionalización de variable dependiente

Variable de estudio	Definición Conceptual	Definición operacional	Indicadores	Ítems	Instrumento	Escala de medición
Propiedades mecánicas de la mezcla asfáltica	Las propiedades mecánicas de la mezcla asfáltica están trazadas por la estabilidad, durabilidad, flexibilidad, resistencia, durabilidad [30].	Para la evaluación de estas propiedades utilizará la observación del ensayo de Marshall, para así evaluar las propiedades mecánicas de la mezcla asfáltica.	Propiedades mecánicas	% de vacíos	Ficha de formato de laboratorio	De razón
				Estabilidad		
				Flujo		
				Relación estabilidad/flujo		

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

Población de estudio, es el conjunto de sujetos u objetos que presentan características iguales o de forma similar. La población en esta investigación fueron las 40 briquetas adicionando el vidrio pulverizado con el fin de observar cómo cambian las propiedades mecánicas de la mezcla asfáltica.

Se realizó una muestra total de 27 briquetas donde se realizará el agregado parcial del vidrio pulverizado con porcentajes del 3, 6, 9 y 12 % en cada mezcla asfáltica, con ayuda de los ensayos realizados en laboratorio de la Universidad Señor de Sipán para dar con los objetivos planteados en la investigación.

Tabla 3. Distribución de muestra

Descripción	Cantidad de briquetas	% de Vidrio	Total
Briquetas con % de vidrio	3	3 %	12
	3	6 %	
	3	9 %	
	3	12 %	
Briquetas control	15	0%	15
Total			27 briquetas

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

Se aplicará como técnica la observación, con el fin de lograr evaluar cómo se comporta el pavimento al agregar el vidrio pulverizado y observar su reacción al aplicar el ensayo descrito en laboratorio. Y como instrumento se aplicarán las fichas de laboratorio.

- El ensayo Marshall estará definido por la el MTC 504
- ASTM - D 1559

La validez, será efectuado por ingenieros civiles colegiados con un mínimo de 5 años. Mientras tanto, la confiabilidad estará referida a la calibración de los equipos mencionados y mostrados en la parte de anexos.

2.5. Procedimiento de análisis de datos

Se realizará el diagrama de flujo correspondiente a la investigación con la ayuda de gráficos según los ensayos a realizar.

Figura 4. Pulverización de vidrio

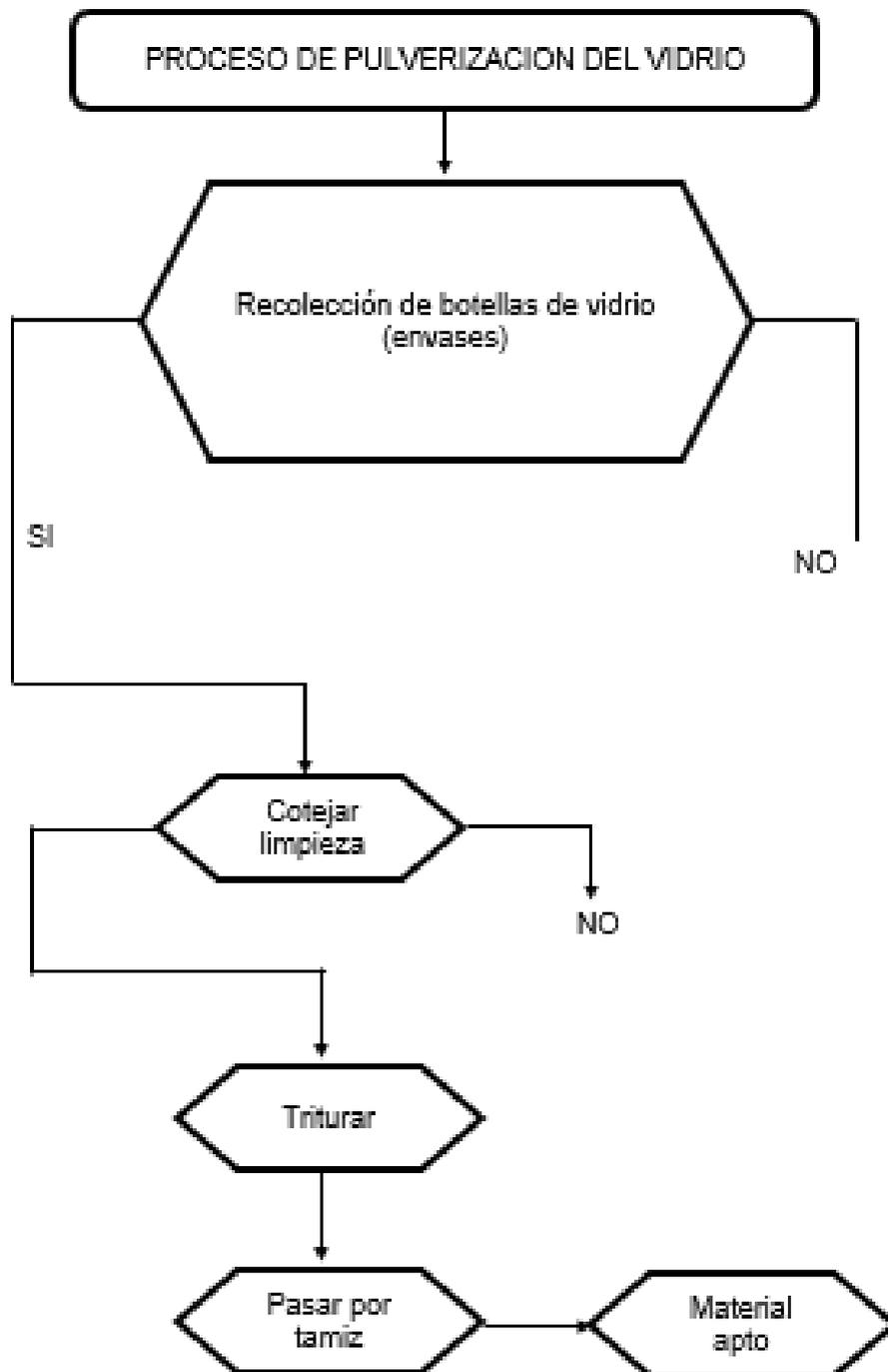


Figura 5. Diagrama de flujo de elaboración de briquetas con adición de vidrio

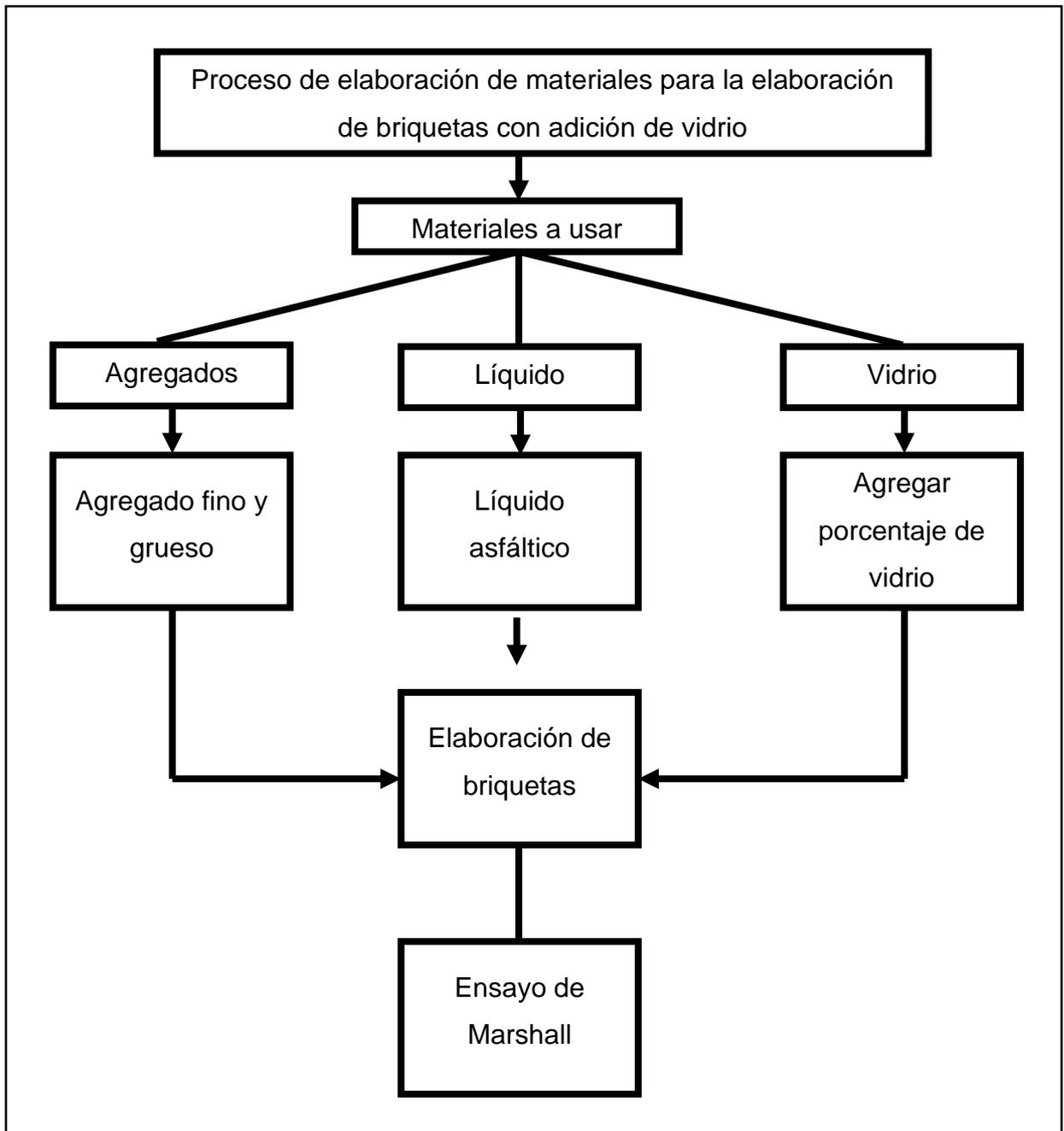
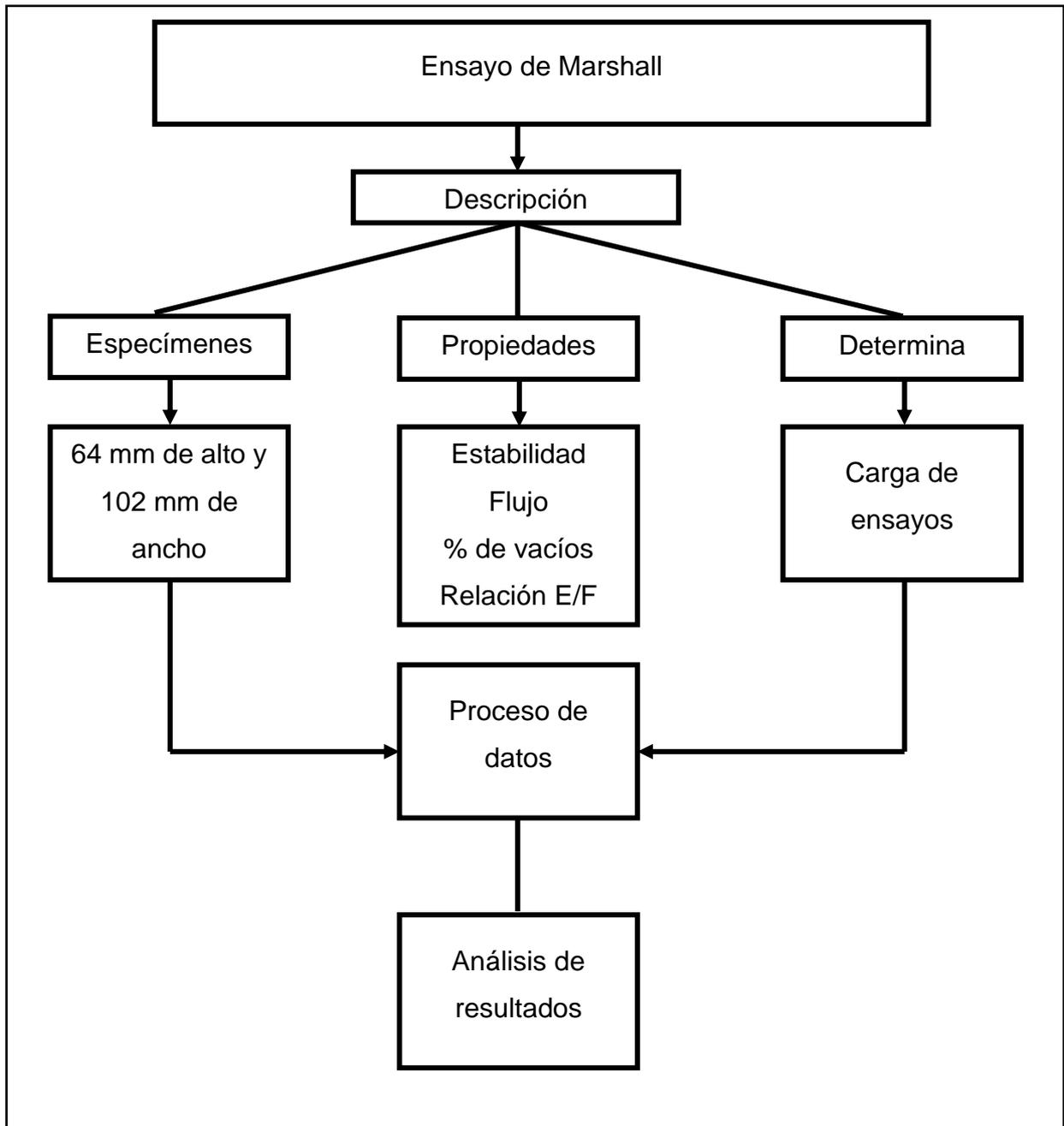


Figura 6. Descripción de ensayo de Marshall



2.6. Criterios éticos

Según lo expresado en el código de ética de la Universidad Señor de Sipán, se tuvo en cuenta el respeto total por la autoría intelectual de las investigaciones que se usaron dentro del presente estudio.

Además, las citas y referencias fueron usadas adecuadamente reconociendo de esta manera la contribución que tuvieron dentro de la investigación, según establece las normas internacionales.

Se mantuvo la honestidad científica, transparencia, dentro de los resultados de la investigación.

III. RESULTADOS Y DISCUSIONES

3.1. Resultados

Los resultados, representan y decretan los datos obtenidos en la investigación de acuerdo a lo planteado en los objetivos. Se plasmarán mediante tablas y figuras, siendo conciso, claro y preciso, siguiendo una secuencia lógica

3.1.1. Dosificación de concreto asfáltico del Mac óptimo (Método Marshall – ASTM – D 1559 AASTHO T – 245.

En el presente estudio se diseñaron briquetas con las diferentes cantidades de cemento asfáltico, con porcentajes crecientes de 0.5%, con la finalidad de obtener el porcentaje óptimo de contenido de cemento. Durante este proceso se elaboraron 3 briquetas por cada porcentaje, empezando por 4.5%

Procedimiento a seguir:

- Se realizó el pesaje de los materiales con el fin de obtener el diseño de Mac Óptimo.
- Se procedió a moldear las briquetas con el Mac Óptimo, realizándose por cada cara 75 golpes.
- Se dejó enfriar a temperatura ambiente.
- Se extrajeron las briquetas de los moldes.
- Se dejó remojando en agua por 15 minutos para posteriormente colocar en baño maría.
- Se ensayaron mediante la prueba Marshall.

3.1.2. Diseño de mezcla para las briquetas con diferentes porcentajes de Cemento Asfáltico (C.A.) y porcentajes de adición de vidrio.

En la tabla 5, se muestra el diseño de mezcla usado para los diferentes porcentajes de cemento asfáltico y vidrio pulverizados presentes en la investigación.

Mostrando grava chancada, arena chancada y zarandeada en porcentajes de 41%, 26% y 33% respectivamente, con un PEN 60/70

Tabla 4. Datos de diseño de agregados.

DATOS DE DISEÑO	
Grava chancada	41.0%
Arena chancada	26.0%
Arena zarandeada	33.0%
PEN 60/70	

3.1.3. Diseño Mac - Cemento Asfáltico

- **Resultado del Diseño Mac - 2 Óptimo. C.A. 4.5%**

En la tabla 5, se aprecia los datos obtenidos de los resultados con un porcentaje de cemento asfáltico de 4.5%. Se establece que se obtuvo una estabilidad promedio de 583 kg, un flujo promedio de 0.233 cm, logrando así una relación estabilidad/flujo promedio de 2505 kg/cm.

Tabla 5. Resultados con C.A. 4.5%

Descripción	#	Briquetas			Promedio
		1	2	3	
Estabilidad	kg	551	614	584	583
Estabilidad	kN	-	-	-	5.71
Flujo	mm	2.29	2.29	2.41	2.33
Flujo	cm	0.229	0.229	0.241	0.233
Flujo	-	-	-	-	9.17
Estabilidad/Flujo	Kg/cm	2410	2685	2422	2505

- **Resultado del Diseño Mac – 2, óptimo. C.A. 5%**

En la tabla 6, se aprecia los datos obtenidos de los resultados con un porcentaje de cemento asfáltico de 5%. Se establece que se obtuvo una estabilidad promedio de 745 kg, un flujo promedio de 0.271 cm, logrando así una relación estabilidad/flujo de 2755 kg/cm.

Tabla 6. Resultados con C.A. 5%

Descripción	Briquetas				Promedio
	#	1	2	3	
Estabilidad	kg	718	739	777	745
Estabilidad	kN	-	-	-	
Flujo	mm	2.79	2.54	2.79	2.71
Flujo	cm	0.279	0.254	0.279	0.271
Flujo	-	-	-	-	10.67
Estabilidad/Flujo	Kg/cm	2571	2911	2781	2755

• **Resultado de diseño de mezcla C.A. 5.5%**

En la tabla 7, se aprecia los datos obtenidos de los resultados con un porcentaje de cemento asfáltico de 5.5%. Se establece que se obtuvo una estabilidad promedio de 1161 kg, un flujo promedio de 0.322 cm, logrando así una relación estabilidad/flujo de 3614 kg/cm.

Tabla 7. Diseño de mezcla C.A. 5.5%

Descripción	Briquetas				Promedio
	#	1	2	3	
Estabilidad	kg	1139	1161	1183	1161
Estabilidad	kN	-	-	-	11.38
Flujo	mm	3.30	3.05	3.30	3.22
Flujo	cm	0.330	0.305	0.330	0.322
Flujo	-	-	-	-	12.68
Estabilidad/Flujo	Kg/cm	3450	3809	3852	3614

• **Resultado de diseño de mezcla C.A. 6%**

En la tabla 8, se aprecia los datos obtenidos de los resultados con un porcentaje de cemento asfáltico de 6%. Se establece que se obtuvo una estabilidad promedio de 1081 kg, un flujo promedio de 0.356 cm, logrando así una relación estabilidad/flujo de 3041 kg/cm.

Tabla 8. Diseño de mezcla C.A. 6%

Descripción	Briquetas				Promedio
	#	1	2	3	
Estabilidad	kg	1074	1095	1074	1081
Estabilidad	kN	-	-	-	10.60
Flujo	mm	3.56	3.56	3.56	3.56
Flujo	cm	0.356	0.356	0.356	0.356

Flujo	-	-	-	-	14.01
Estabilidad/Flujo	Kg/cm	3020	3081	3022	3041

- **Resultado de diseño de mezcla C.A. 6.5%**

En la tabla 9, se aprecia los datos obtenidos de los resultados con un porcentaje de cemento asfáltico de 6.5%. Se establece que se obtuvo una estabilidad promedio de 911 kg, un flujo promedio de 0.410 cm, logrando así una relación estabilidad/flujo de 2220 kg/cm.

Tabla 9. Diseño de mezcla C.A. 6.5%

Descripción	Briquetas				Promedio
	#	1	2	3	
Estabilidad	kg	907	940	886	911
Estabilidad	kN	-	-	-	8.93
Flujo	mm	4.06	4.06	4.19	4.10
Flujo	cm	0.406	0.406	0.419	0.410
Flujo	-	-	-	-	16.14
Estabilidad/Flujo	Kg/cm	2232	2314	2114	2220

- **Resumen de Cemento asfáltico en diferentes porcentajes**

En la tabla 10, figura 7, 8 y 9, se apreció un resumen de los resultados de cada uno de los porcentajes de cemento asfáltico de 4.5%, 5%, 5.5%, 6% y 6.5% con una estabilidad promedio de 583, 745, 1161, 1081 y 911 kg respectivamente. Del mismo modo, se apreció para cada uno de estos porcentajes un flujo promedio de 0.233, 0.271, 0.322, 0.356 y 0.410 cm respectivamente. Finalmente se encontró una relación E/F de 2505, 2755, 3614, 3041 y 2220 kg/cm.

Tabla 10. Resumen de resultados

C.A.	ESTABILIDAD PROMEDIO (E) kg	FLUJO EN PROMEDIO (F) cm	E/F kg/cm
4.5%	583	0.233	2505
5%	745	0.271	2755
5.5%	1161	0.322	3614
6.0%	1081	0.356	3041

6.5%	911	0.410	2220
------	-----	-------	------

Figura 7. Estabilidad promedio

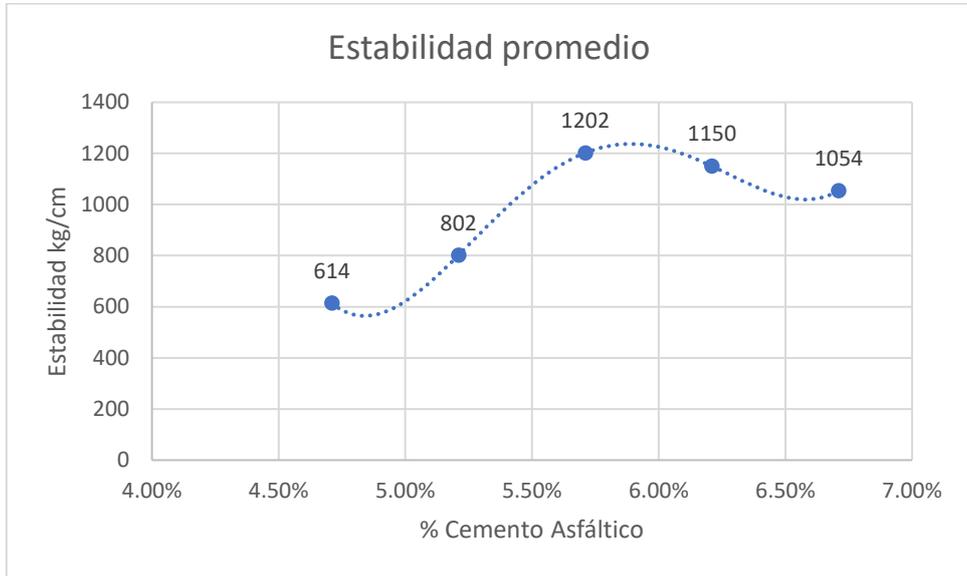


Figura 8. Flujo

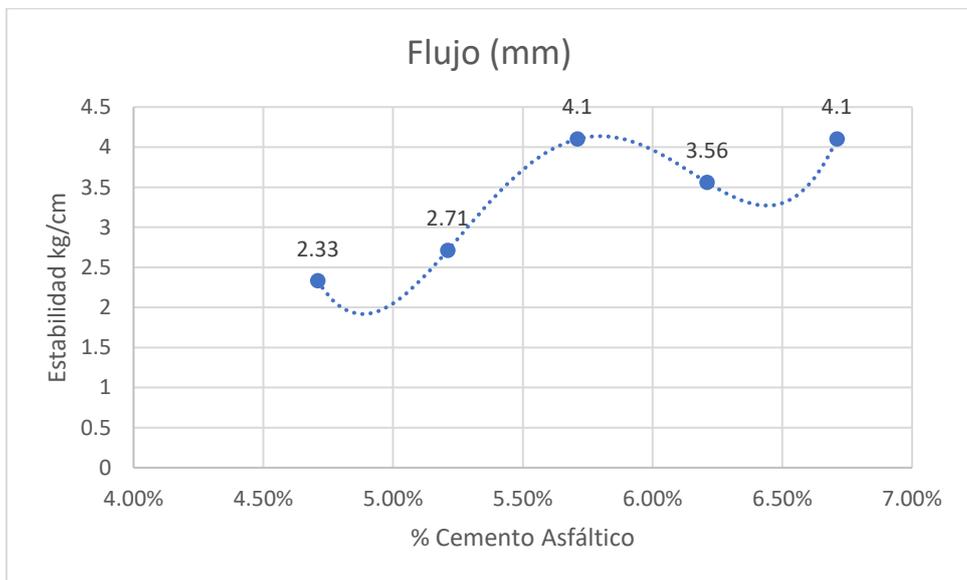
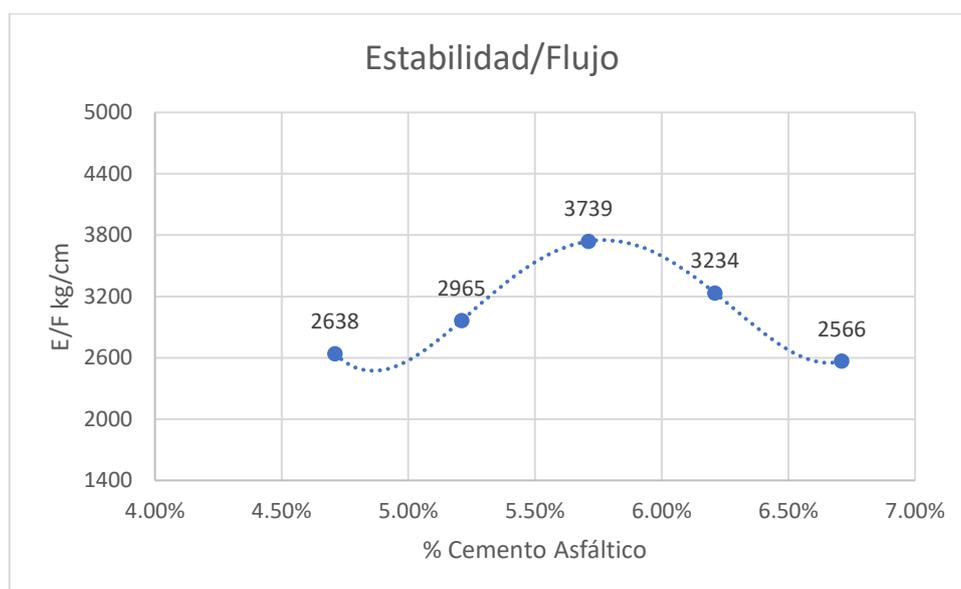


Figura 9. Relación estabilidad/flujo



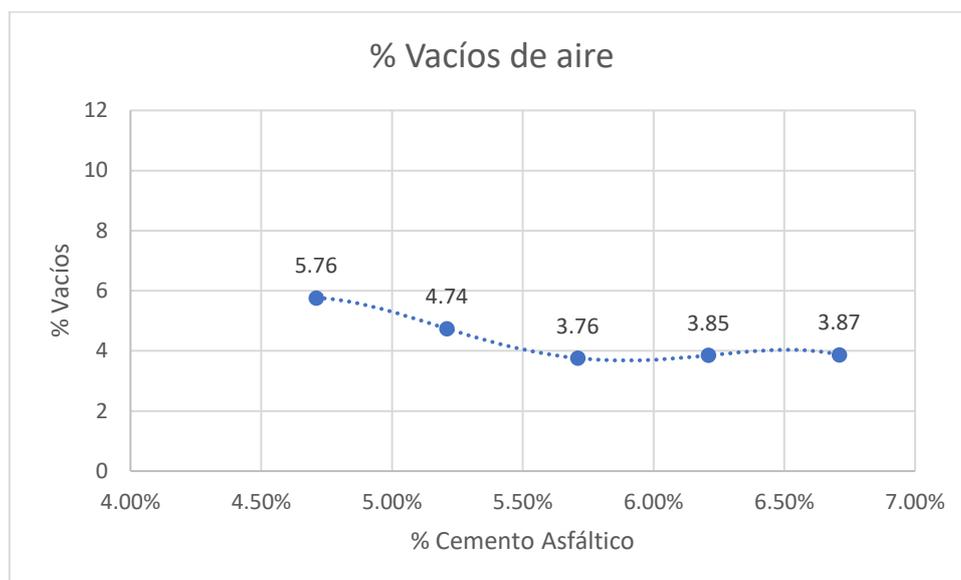
- **Vacíos de aire**

En la tabla 11 y figura 10, se muestran los % de C.A. de 4.5, 5, 5.5, 6 y 6.5 obtuvieron como resultado los % de vacíos de aire con 7.13, 5.97, 4.27, 4.09 y 4.45% respectivamente.

Tabla 11. % de Vacíos de aire

C.A.	Vacíos de aire (%)
4.5%	7.13
5%	5.97
5.5%	4.27
6.0%	4.09
6.5%	4.45

Figura 10. % de Vacíos de aire



Con esto, se mostró que con el 5.71%, una estabilidad de 11.78 kN, un flujo de 16.14, una relación estabilidad/flujo de 3739 kg/cm y % vacíos de aire fue de 4.09%, cumpliendo con los parámetros establecidos en la norma MTC E 504.

3.1.4. Diseño de mezcla con adición de 3% de vidrio pulverizado

- **Resultado de diseño de mezcla Agregando vidrio 3% y C.A. 5.71%**

En la tabla 12, figura 11, 12 y 13, se apreciaron los datos obtenidos de los resultados con un porcentaje de cemento asfáltico de 5.71% + 3% de vidrio pulverizado. Se establece que se obtuvo una estabilidad promedio de 11.79 kN, siendo mayor al establecido según norma de 8.15, un flujo promedio de 12.68 encontrándose dentro del rango 8-14, logrando así una relación estabilidad/flujo promedio de 3739 kg/cm, encontrándose dentro de 1700 – 4000 kg/cm.

Tabla 12. Diseño de mezcla agregando 3% y 5.71%

Descripción	Briquetas				Promedio
	#	1	2	3	
Estabilidad	kg	1231	1171	1204	1202
Estabilidad	kN	-	-	-	11.79
Flujo	mm	3.30	3.05	3.30	3.22
Flujo	cm	0.330	0.305	0.330	0.322
Flujo	-	-	-	-	12.68

Estabilidad/Flujo	Kg/cm	3727	3841	3647	3739
-------------------	-------	------	------	------	------

Figura 11. Estabilidad con 3% de vidrio

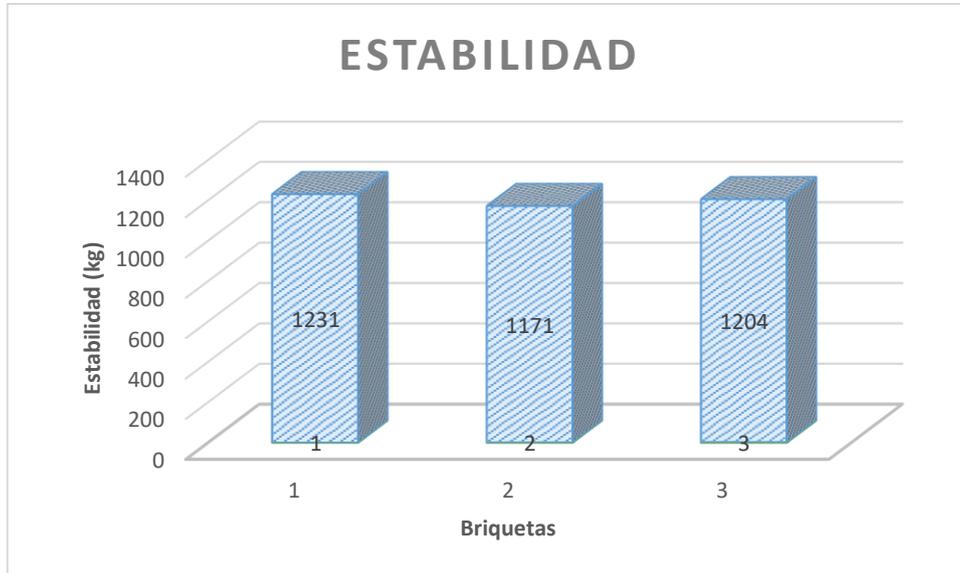


Figura 12. Flujo con 3% de vidrio

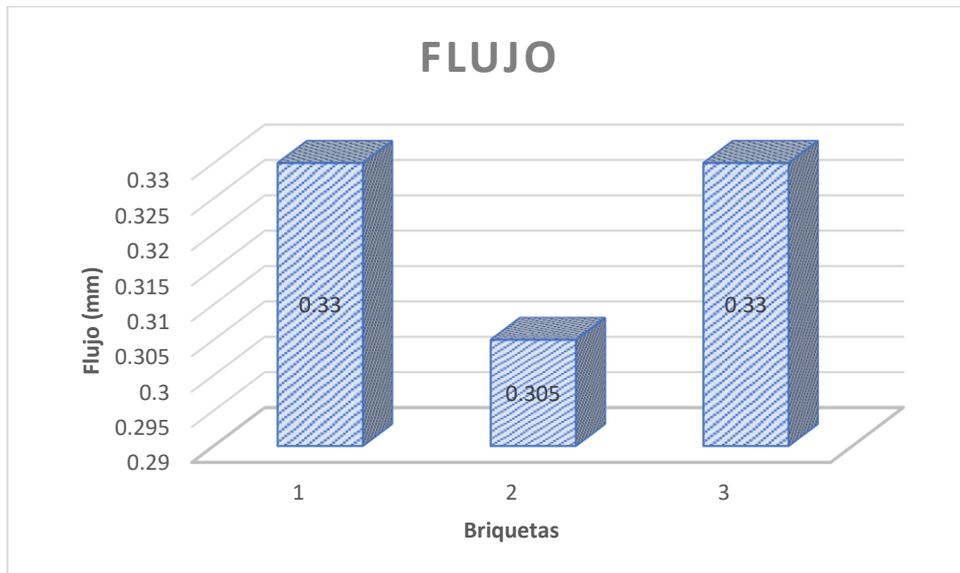
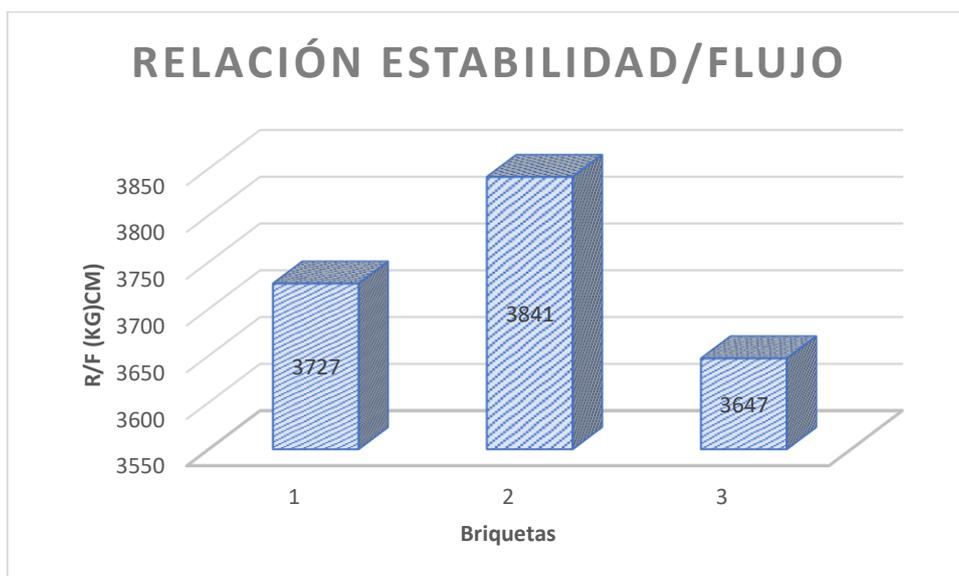


Figura 13. Relación estabilidad/flujo



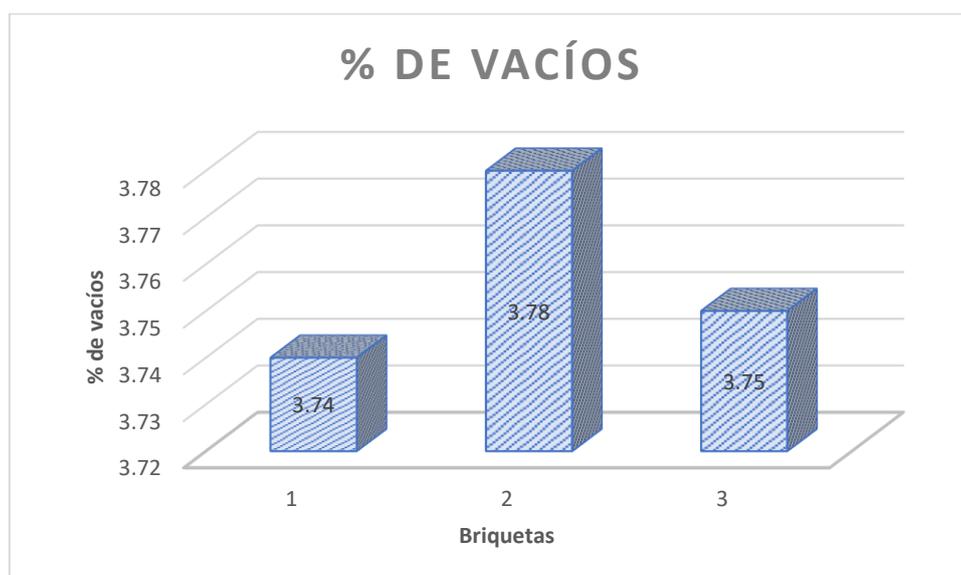
- **Vacíos de aire**

En la tabla 13 y figura 14, mostraron con C.A. de 5.71% + 3% de vidrio pulverizado, como resultado los % de vacíos de aire con 3.74, 3.78 y 3.75, obtenidos en las tres briquetas ensayadas, apreciando un promedio de 3.76 encontrándose dentro del rango 3 – 5.

Tabla 13. Vacíos de aire con 3%

Descripción	Briquetas			Promedio	
	#	1	2		3
%Vacíos	%	3.74	3.78	3.75	3.76

Figura 14. Porcentaje de vacíos con 3% de vidrio



3.1.5. Diseño de mezcla con adición de 6% de vidrio pulverizado

- **Resultado de diseño de mezcla agregando vidrio 6% y C.A. 5.71%**

En la tabla 14 y figura 15, 16 y 17 se aprecia los datos obtenidos de los resultados con un porcentaje de cemento asfáltico de 5.71% + 6% de vidrio pulverizado. Se establece que se obtuvo una estabilidad promedio de 12.31 kN que se mayor al mínimo establecido de 8.15 kN, un flujo promedio de 12.83 dentro del rango de 8 -14, logrando así una relación estabilidad/flujo promedio de 3850 kg/cm que se encontró dentro del rango 1700 – 4000.

Tabla 14. Diseño de mezcla agregando vidrio 6% y C.A. 5.71%

Descripción	Briquetas				Promedio
	#	1	2	3	
Estabilidad	kg	1255	1267	1242	1255
Estabilidad	kN	-	-	-	12.31
Flujo	mm	3.30	3.30	3.18	3.26
Flujo	cm	0.330	0.330	0.318	0.326
Flujo	-	-	-	-	12.83
Estabilidad/Flujo	Kg/cm	3800	3838	3912	3850

Figura 15. Estabilidad con 6% de vidrio

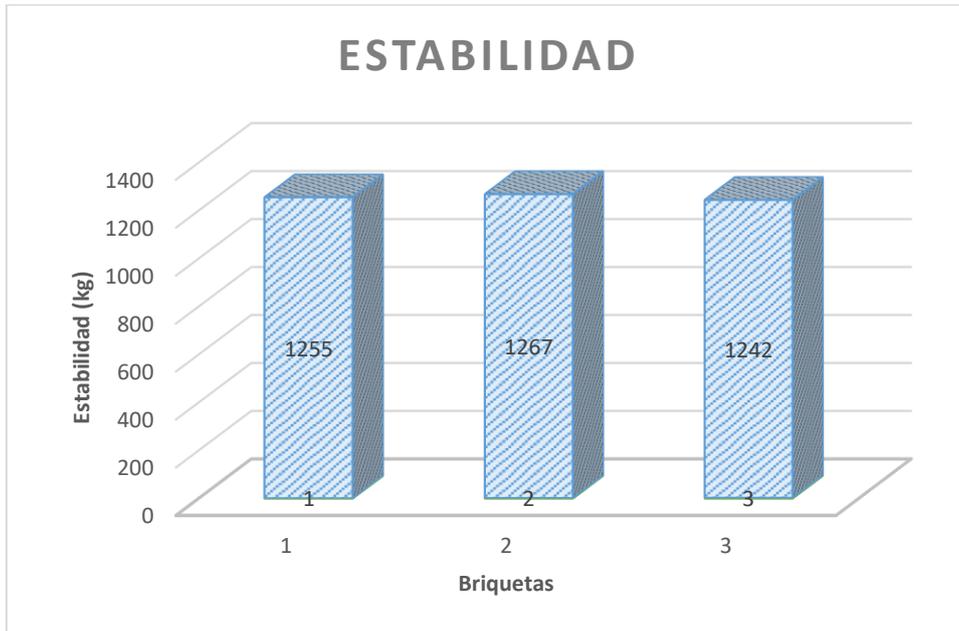


Figura 16. Flujo con 6% de vidrio

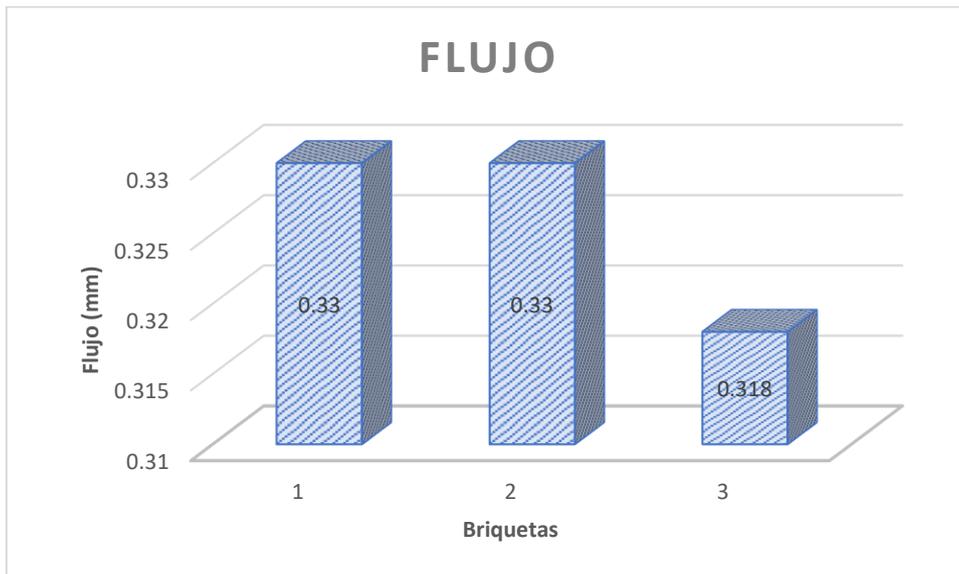
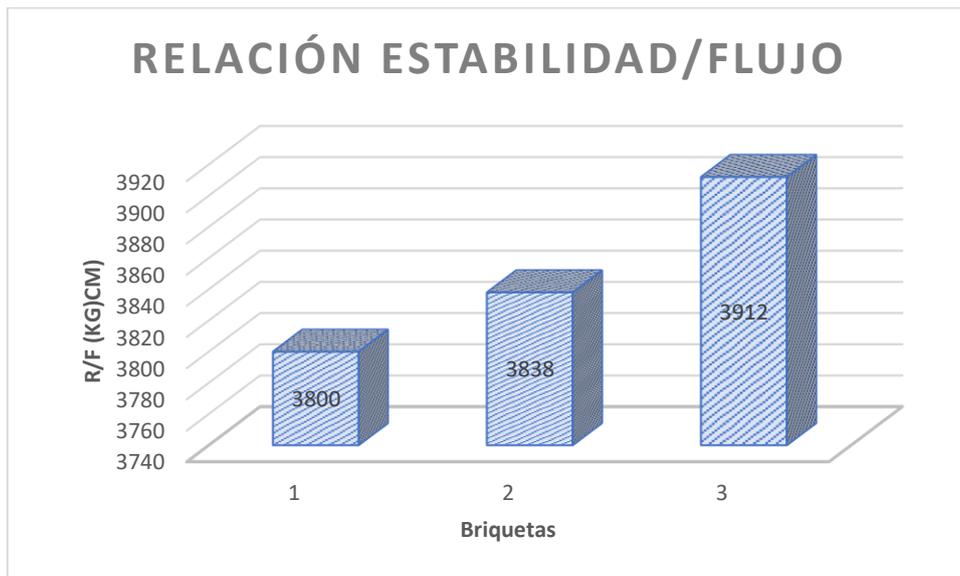


Figura 17. Relación estabilidad/flujo con 6% de vidrio



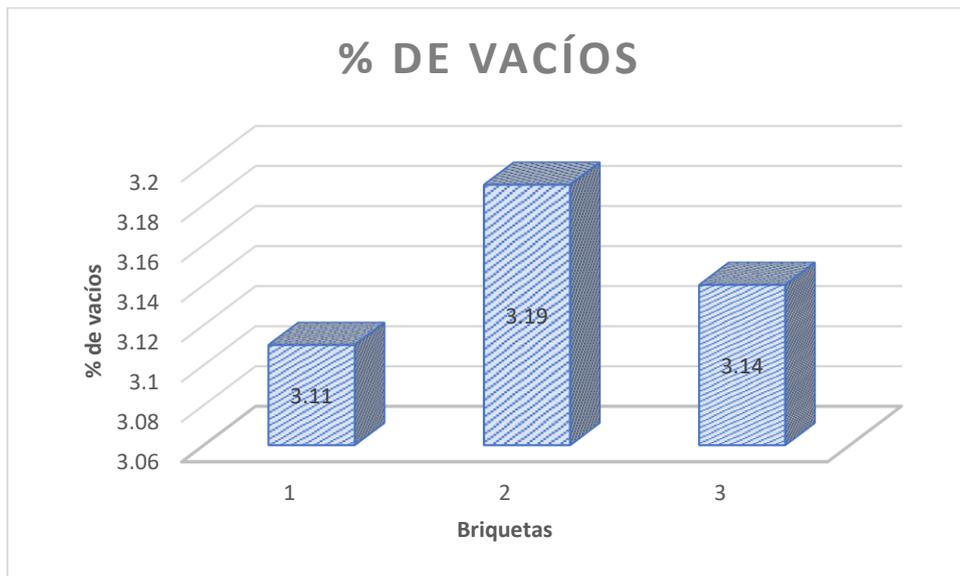
- **Vacíos de aire**

En la tabla 15 y figura 18, mostraron con C.A. de 5.71% + 6% de vidrio pulverizado, como resultado los % de vacíos de aire con 3.11, 3.19 y 3.14, obtenidos en las tres briquetas ensayadas, apreciando un promedio de 3.15 que se encontró dentro del rango 3 – 5.

Tabla 15. Vacíos con 6% de vidrio

Descripción	Briquetas			Promedio	
	#	1	2		3
%Vacíos	%	3.11	3.19	3.14	3.15

Figura 18. % de vacíos con 6% de vidrio



3.1.6. Diseño de mezcla con adición de 9% de vidrio pulverizado

- **Resultado de diseño de mezcla Agregando vidrio 9% y C.A. 5.71%**

En la tabla 16 y figura 19, 20 y 21, se aprecia los datos obtenidos de los resultados con un porcentaje de cemento asfáltico de 5.71% + 9% de vidrio pulverizado. Se establece que se obtuvo una estabilidad promedio de 11.38 kN siendo un valor mayor a 8.15 kN, un flujo promedio de 11.50 encontrándose dentro de 8 - 14, logrando así una relación estabilidad/flujo promedio de 3970 kg/cm, este valor está dentro de los parámetros 1700 – 4000 kg/cm.

Tabla 16. Diseño de mezcla 9% y C.A. 5.71%

Descripción	Briquetas				Promedio
	#	1	2	3	
Estabilidad	kg	1171	1129	1179	1160
Estabilidad	kN	-	-	-	11.38
Flujo	mm	2.92	2.92	2.92	2.92
Flujo	cm	0.292	0.292	0.292	0.292
Flujo	-	-	-	-	11.50
Estabilidad/Flujo	Kg/cm	4008	3865	4037	3970

Figura 19. Estabilidad con 9% de vidrio.



Figura 20. Flujo con 9% de vidrio

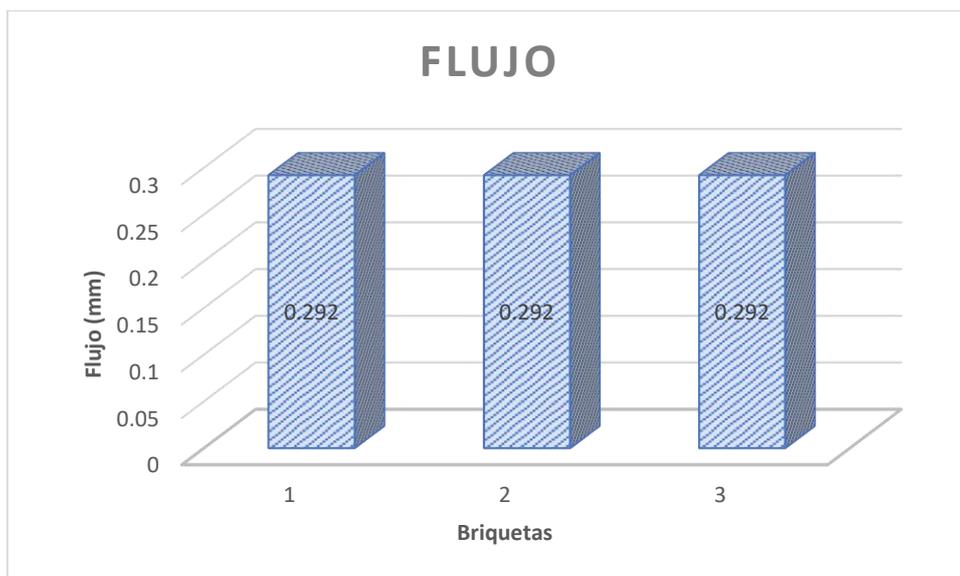
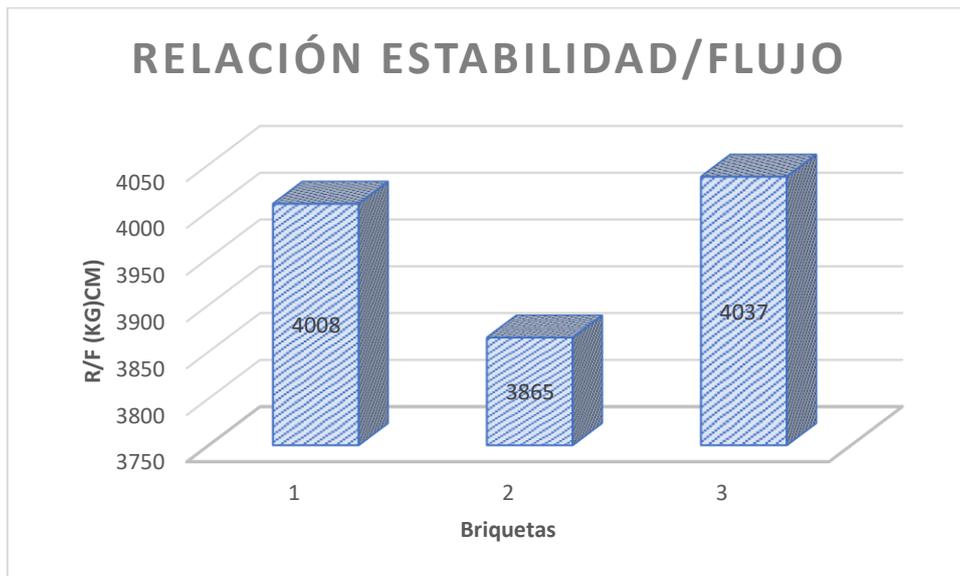


Figura 21. Relación estabilidad/flujo con 9% de vidrio



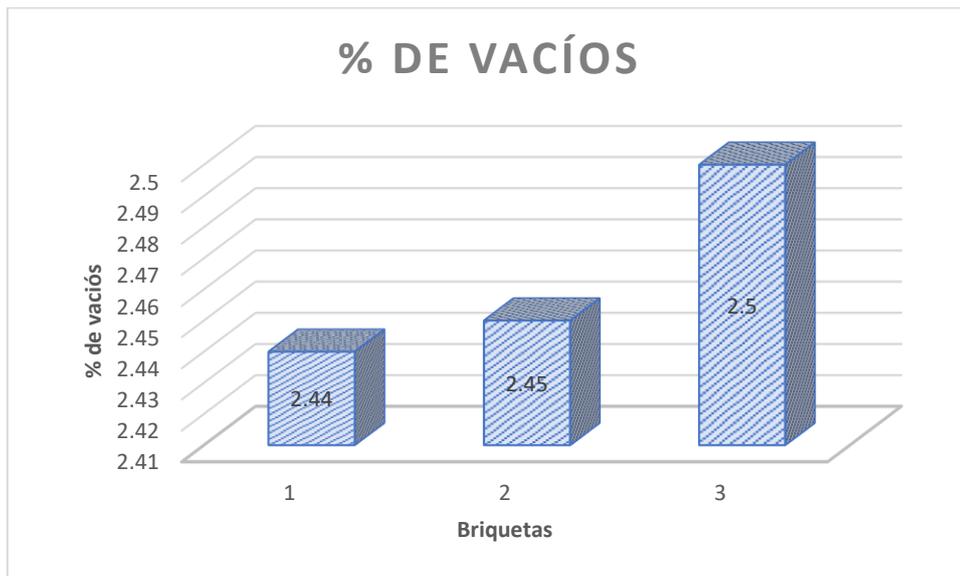
- **Vacíos de aire**

En la tabla 17 y figura 22, mostraron con C.A. de 5.71% + 9% de vidrio pulverizado, como resultado los % de vacíos de aire con 2.44, 2.45 y 2.5, obtenidos en las tres briquetas ensayadas, apreciando un promedio de 2.46, que no se encontraba dentro de lo establecido normativamente de 3 – 5.

Tabla 17. Vacíos con 9% de vidrio

Descripción	Briquetas				Promedio
	#	1	2	3	
%Vacíos	%	2.44	2.45	2.5	2.46

Figura 22. % de vacíos con 9% de vidrio



3.1.7. Diseño de mezcla con adición de 12% de vidrio pulverizado

- **Resultado de diseño de mezcla Agregando vidrio 12% y C.A. 5.71%**

En la tabla 18 y figura 23, 24 y 25, se aprecia los datos obtenidos de los resultados con un porcentaje de cemento asfáltico de 5.71% + 12% de vidrio pulverizado. Se establece que se obtuvo una estabilidad promedio de 9.82 kN, ligeramente superior a 8.15 kN, un flujo promedio de 10 encontrándose dentro de 8 - 14, logrando así una relación estabilidad/flujo promedio de 3940 kg/cm que se encontró dentro de 1700 – 4000 kg/cm.

Tabla 18. Diseño de mezcla 12% y C.A. 5.71%

Descripción	Briquetas				Promedio
	#	1	2	3	
Estabilidad	kg	982	1009	1012	1001
Estabilidad	kN	-	-	-	9.82
Flujo	mm	2.54	2.54	2.54	2.54
Flujo	cm	0.254	0.254	0.254	0.254
Flujo	-	-	-	-	10
Estabilidad/Flujo	Kg/cm	3868	3971	3983	3940

Figura 23. Estabilidad con 12% de vidrio

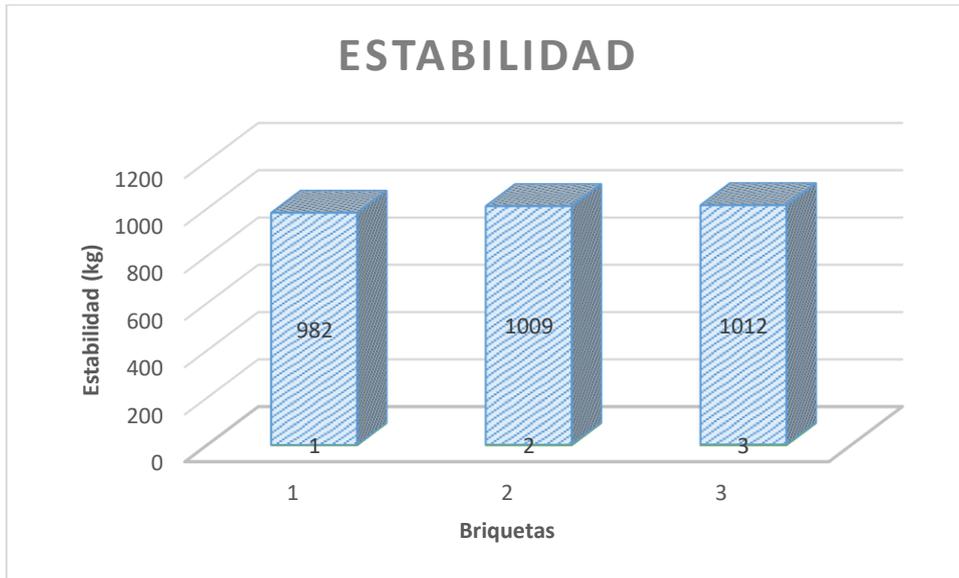


Figura 24. Flujo con 12% de vidrio

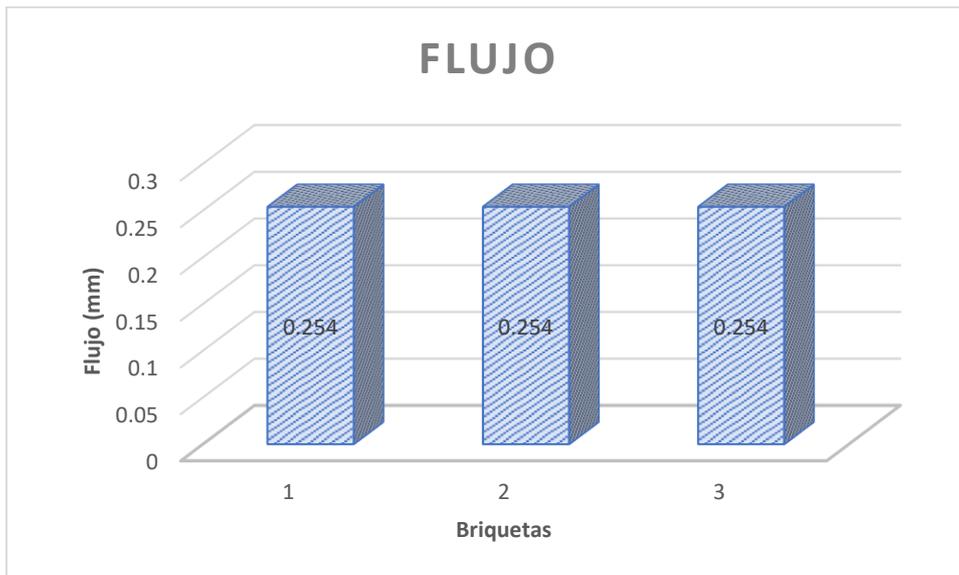
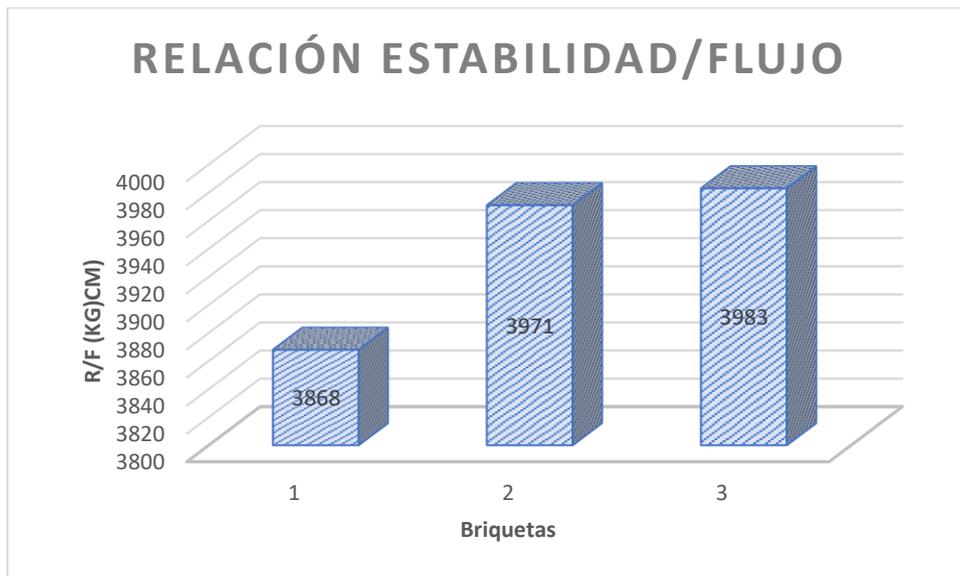


Figura 25. Relación estabilidad/flujo con 12% de vidrio



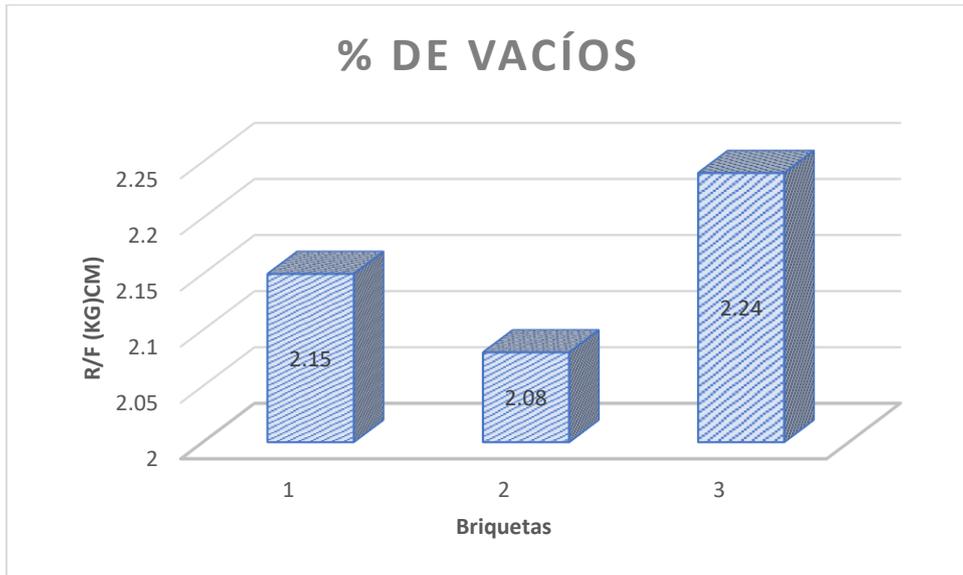
- **Vacíos de aire**

En la tabla 19 y figura 26, mostraron con C.A. de 5.71% + 12% de vidrio pulverizado, como resultado los % de vacíos de aire con 2.15, 2.06 y 2.24, obtenidos en las tres briquetas ensayadas, apreciando un promedio de 2.16 que no estaba dentro de los parámetros de norma 3 – 5.

Tabla 19. Vacíos con 12% de vidrio

Descripción	Briquetas			Promedio	
	#	1	2		3
%Vacíos	%	2.15	2.08	2.24	2.16

Figura 26. % de vacíos con 12% de vidrio



3.1.8. Prueba de hipótesis para la diferencia de medias

Prueba de hipótesis para la estabilidad al utilizar vidrio pulverizado como refuerzo al 3%, 6%, 9% y 12%; para mejorar las propiedades mecánicas de mezclas asfálticas

Tabla 20. Prueba de hipótesis para la estabilidad

		Media	N	Desv. Desviación	Desv. Error promedio
Par 1	Patrón	11,7600	3	,05292	,03055
	VP 3%	11,7667	3	,27154	,15677
Par 2	Patrón	11,7600	3	,05292	,03055
	VP 6%	12,3033	3	,12503	,07219
Par 3	Patrón	11,7600	3	,05292	,03055
	VP 9%	11,3733	3	,25716	,14847
Par 4	Patrón	11,7600	3	,05292	,03055
	VP 12%	11,1467	3	,68223	,39388

		t	gl	Sig. (bilateral)
Par 1	Patrón – VP 3%	,037	2	,974
Par 2	Patrón – VP 6%	6,552	2	,023
Par 3	Patrón – VP 9%	2,466	2	,132
Par 4	Patrón – VP 12%	1,656	2	,240

En la tabla se observa que en todas las pruebas de hipótesis comparativa para diferencias de medias del patrón con vidrio pulverizado como refuerzo al 3%, 6%, 9% y 12% para la estabilidad es significativas ($p < 0.05$) y optima al 6% ($t = 6,552$) para mejorar las propiedades mecánicas de mezclas asfálticas.

Prueba de hipótesis para el flujo al utilizar vidrio pulverizado como refuerzo al 3%, 6%, 9% y 12%; para mejorar las propiedades mecánicas de mezclas asfálticas

Tabla 21. Prueba de hipótesis para el flujo

		Media	N	Desv. Desviación	Desv. Error promedio
Par 1	Patrón	15,8033	3	1,42514	,82281
	VP 3%	12,6633	3	,56580	,32667
Par 2	Patrón	15,8033	3	1,42514	,82281
	VP 6%	10,0833	3	1,19709	,69114
Par 3	Patrón	15,8033	3	1,42514	,82281
	VP 9%	11,5000	3	,00000	,00000
Par 4	Patrón	15,8033	3	1,42514	,82281
	VP 12%	10,3333	3	,57735	,33333

		t	gl	Sig. (bilateral)
Par 1	Patrón – VP 3%	6,009	2	,027
Par 2	Patrón – VP 6%	7,117	2	,019
Par 3	Patrón – VP 9%	5,230	2	,035
Par 4	Patrón – VP 12%	6,653	2	,022

En la tabla se observa que en todas las pruebas de hipótesis comparativa para diferencias de medias del patrón con vidrio pulverizado como refuerzo al 3%, 6%, 9% y 12% para el flujo es significativas ($p < 0.05$) y óptima al 6% ($t = 7,117$) para mejorar las propiedades mecánicas de mezclas asfálticas.

Prueba de hipótesis para relación estabilidad/flujo al utilizar vidrio pulverizado como refuerzo al 3%, 6%, 9% y 12%; para mejorar las propiedades mecánicas de mezclas asfálticas

Tabla 22. Prueba de hipótesis para la relación estabilidad/flujo

		Media	N	Desv. Desviación	Desv. Error promedio
Par 1	Patrón	3739,6667	3	10,01665	5,78312
	VP 3%	3738,3333	3	97,49530	56,28894
Par 2	Patrón	3739,6667	3	10,01665	5,78312
	VP 6%	3940,6667	3	63,21656	36,49810
Par 3	Patrón	3739,6667	3	10,01665	5,78312
	VP 9%	3970,0000	3	92,08149	53,16327
Par 4	Patrón	3739,6667	3	10,01665	5,78312
	VP 12%	3850,0000	3	56,95612	32,88363

		t	gl	Sig. (bilateral)
Par 1	Patrón – VP 3%	,022	2	,985
Par 2	Patrón – VP 6%	5,572	2	,031
Par 3	Patrón – VP 9%	4,804	2	,041
Par 4	Patrón – VP 12%	3,781	2	,063

En la tabla se observa que en todas las pruebas de hipótesis comparativa para diferencias de medias del patrón con vidrio pulverizado como refuerzo al al 3%, 6%, 9% y 12% para la relación de la estabilidad de flujo es significativas ($p < 0.05$) y optima al 6% ($t = 5,572$) para mejorar las propiedades mecánicas de mezclas asfálticas.

Prueba de hipótesis para porcentaje de vacíos al utilizar vidrio pulverizado como refuerzo al 3%, 6%, 9% y 12%; para mejorar las propiedades mecánicas de mezclas asfálticas

Tabla 23. Prueba de hipótesis para el porcentaje de vacíos

		Media	N	Desv. Desviación	Desv. Error promedio
Par 1	Patrón	4,0900	3	,00000	,00000
	VP 3%	3,7567	3	,02082	,01202
Par 2	Patrón	4,0900	3	,00000	,00000
	VP 6%	2,4633	3	,03215	,01856
Par 3	Patrón	4,0900	3	,00000	,00000
	VP 9%	2,2633	3	,10017	,05783
Par 4	Patrón	4,0900	3	,00000	,00000
	VP 12%	2,1567	3	,08021	,04631

		t	gl	Sig. (bilateral)
Par 1	Patrón – VP 3%	27,735	2	,001
Par 2	Patrón – VP 6%	87,647	2	,000
Par 3	Patrón – VP 9%	31,586	2	,001
Par 4	Patrón – VP 12%	41,749	2	,001

En la tabla se observa que en todas las pruebas de hipótesis comparativa para diferencias de medias del patrón con vidrio pulverizado como refuerzo al al 3%, 6%, 9% y 12% para el porcentaje de vacíos es altamente significativas ($p < 0.01$) y optima al 6% ($t = 87,647$) para mejorar las propiedades mecánicas de mezclas asfálticas.

3.1.9. Confiabilidad

Tabla 24. Coeficiente de correlación intraclase

	Correlación intraclase	95% de intervalo de confianza		Prueba F con valor verdadero 0			
		Límite inferior	Límite superior	Valor	gl1	gl2	Sig
estabilidad	,765	-,578	,968	3,527	2	8	,047
flujo	,782	-,564	,993	3,874	2	8	,042
relación estabilidad flujo	,809	-,635	1,023	4,334	2	8	,027
porcentaje de vacíos	,827	-,664	1,154	4,603	2	8	,012

Como los valores del coeficiente de correlación intraclase para variables cuantitativas sobre los valores de las propiedades mecánicas de mezclas asfálticas para la estabilidad, flujo, relación estabilidad flujo y porcentaje de vacíos son consistentes (correlación interclase > 0.75) y significativos ($p < 0,05$)

3.1.10. Pruebas de normalidad

Tabla 25. Pruebas de normalidad

	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.
Patron	,893	3	,363
VP3	,989	3	,797
VP6	,999	3	,956
VP9	,871	3	,298
VP12	,827	3	,180

La tabla siguiente muestra que los valores de la prueba de Shapiro-Wilk no es significativo ($p > 0.05$), lo que indica que los puntajes de los ensayos tienden a una distribución normal y por lo tanto para probar la hipótesis se utilizó la prueba t student para la diferencia de medias.

3.2. Discusión

Discusión 1: Determinar las propiedades mecánicas de las mezclas asfálticas (% de vacíos, flujo, estabilidad y relación estabilidad/flujo) para determinar el % de C.A. óptimo.

Se realizó el ensayo de Marshall para la mezcla asfáltica patrón, para usarse al agregar el vidrio pulverizado. De esta forma se obtuvo que las propiedades mecánicas de la mezcla asfáltica patrón según el Método Marshall ASTM – D 1559 AASTHO T – 245, tuvieron los siguientes resultados para un porcentaje de cemento asfáltico de 5.71%, estabilidad promedio 1202 kg, se tuvo un flujo de 0.410 cm y una relación estabilidad/flujo de 3739 kg/cm y % vacíos de aire fue de 4.09%.

Teniendo en cuenta los antecedentes de Gedik [20] el cual en su investigación al realizar la prueba Marshall ASTM – D 1559 AASTHO T – 245, tuvo valores relativamente cercanos a los ya mencionados, teniendo en cuenta el peso unitario 2.585 gr/cm², % de vacíos de aire 4.1%, fluencia Marshall 3.29 mm, estabilidad 1200 kg, rigidez 3545 kg, esta variación pudo ser debió al tipo de agregado que se usó en las diferentes investigaciones y a las diferentes canteras de las cuales fueron extraídas los materiales para la mezcla asfáltica patrón. Mientras Prada [30] refiere que su mezcla asfáltica patrón tienen valores parecidos a los obtenidos con un peso unitario de 2.450 gr/cm², % de vacíos de aire 4.0% el cual coincide con el realizado en la investigación, una fluencia Marshall de 3.35 m.m., una estabilidad de 1200 kg, con una rigidez de 3510 kg, valores similares a los obtenidos. Esto se puede deber al tipo de agregados y el tipo de procedimiento empleado, no obstante, los resultados tienen una variación mínima en cada una de las propiedades mecánicas, es decir, en un porcentaje de aire coinciden, mientras en la fluencia Marshall varía mínimamente. Asimismo, García [26] mencionó que la adición de 5% de C.A. se mostró una estabilidad promedio de 1554 kg, un % de vacíos de 3.8 y un flujo de 1.15 mm. Por último se mostró a Melendrez y Pinedo [28], quien mencionó que la adición de 6.3% de C.A. fue el porcentaje óptimo.

Discusión 2: Determinar las propiedades mecánicas (% de vacíos de aire, flujo, estabilidad y relación estabilidad/flujo) de la mezcla asfáltica al agregar 3%, 6% y 9% y 12% de vidrio pulverizado.

Con ayuda de la prueba Marshall se determinó las propiedades mecánicas de la mezcla asfáltica en sus cuatro porcentajes, donde se obtuvo que la mezcla asfáltica al agregar el 3% de vidrio pulverizado, tuvo los siguientes resultados; estabilidad fue de 1202 kg, 0.410 cm para el flujo, relación estabilidad/flujo de 3739 kg/cm y un % de vacíos de aire de 3.76%. Así mismo, se determinó las propiedades mecánicas de la mezcla asfáltica al agregar el 6% de vidrio pulverizado, tuvo los siguientes resultados; % de vacíos fue de 3.15%, flujo de 0.326 cm, estabilidad de 1255 kg, relación estabilidad/flujo de 3850 kg/cm. Al agregar el 9% de vidrio pulverizado a la mezcla asfáltica se obtuvieron los siguientes resultados: estabilidad fue de 1160 kg, flujo fue 0.292 cm, relación estabilidad/flujo fue de 3970 kg/cm y un % de vacíos fue de 2.46%. Y al agregar el 12% de vidrio pulverizado se obtuvo una estabilidad de 1001, flujo fue 0.254, relación estabilidad/flujo fue de 3940 kg/cm y un % de vacíos fue de 2.16%.

Mientras García [27], agregó el 8% presentó datos similares a los ya mostrados mediante la Prueba Marshall, como, por ejemplo: % de vacíos 3.5%, flujo de 3.30 mm, estabilidad de 1100 kg, rigidez de 3890, es decir, reaccionaron en condiciones muy similares, pese a ser de mayor porcentaje por lo que no varió mucho porque el tipo de vidrio que se utilizó fue el mismo al usado en la investigación. Al mismo tiempo Gedik [20] al agregar el 6% presenta datos muy parecidos a los ya mencionados, con la diferencia que se agregó una relación polvo asfalto con un 1.05 con el que se pudo determinar un ensayo con más precisión. Mientras Park [23] presentan rigideces muy parecidas con el 4326 en la investigación realizada y él muestra 4325 de Rigidez, estando en óptimo estado para el uso y cumplimiento de la norma AASTHO. Asimismo, García [26], mencionó que con la adición de 4% se logró un % de vacíos de 5%, un flujo de 1.302 mm y una estabilidad de 1735 kg. Datos parecidos mostraron Melendrez y

Pinero [28] quienes mencionaron que con el 10% de mostró una estabilidad de 1154 kg, con el reemplazo de 15% se mostró una estabilidad de 1271 kg y con el 20% se apreció 1141 kg

Discusión 3: Establecer el porcentaje de vidrio pulverizado más acertado para su adición a la mezcla asfáltica

Para poder determinar el porcentaje de vidrio pulverizado óptimo o más acertado para la adición de la mezcla asfáltica, tendremos en cuenta la relación estabilidad/flujo de cada uno de los porcentajes desde 3%, 6%, 9% y 12%. En donde se obtuvo que el 6% es el resultado óptimo para la adición a la mezcla asfáltica debido a que su estabilidad/flujo es relativamente superior a los demás porcentajes, además del flujo, y % de vacíos se entraron dentro de lo establecido normativamente. Mientras tanto Prada [30] el porcentaje óptimo es del 4% debido a la estabilidad/flujo que se presentaron en sus ensayos de laboratorio, debido al tipo de vidrio usado en su caso vidrio borosilicato. Asimismo, García mencionó que su porcentaje de adición óptimo fue del 4%. Un poco más alto, Melendrez y Pinedo mencionaron que la adición de 10% de vidrio fue el porcentaje óptimo.

IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1. Conclusiones

Se llegó a la conclusión que al desarrollar el ensayo de Marshall para la mezcla asfáltica patrón. Se obtuvo que para un porcentaje de cemento asfáltico de 5.71%, se mostró una estabilidad promedio de 11.78 kN, un flujo de 16.14 mm, una relación estabilidad/flujo de 3739 kg/cm y % vacíos de aire fue de 4.09%, cumpliendo con los parámetros establecidos en la norma ASTM – D -1559, AASTHO T – 245 y el MTC E 504.

Se determinó las propiedades mecánicas de la mezcla asfáltica al agregar 3%, 6%, 9% y 12%, obteniéndose así en el 3% de vidrio pulverizado, tuvo los siguientes resultados; estabilidad fue de 11.79 kN, 12.68 mm para el flujo, relación estabilidad/flujo de 3739 kg/cm y un % de vacíos de aire de 3.76%; 6% de vidrio pulverizado, tuvo los siguientes resultados; % de vacíos fue de 3.15%, flujo de 12.83 mm, estabilidad de 12.31 kN, relación estabilidad/flujo de 3850 kg/cm; 9% de vidrio pulverizado a la mezcla asfáltica se obtuvieron los siguientes resultados: estabilidad fue de 11.38 kN, flujo fue 11.50 mm, relación estabilidad/flujo fue de 3970 kg/cm y un % de vacíos fue de 2.46%; y 12% de vidrio pulverizado se obtuvo un estabilidad de 9.82 kN, flujo fue 10 mm, relación estabilidad/flujo fue de 3940 kg/cm y un % de vacíos fue de 2.16%.

Se estableció el porcentaje óptimo para agregar a la mezcla asfáltica, el cual es el 9% debido a la relación estabilidad/flujo con un 3850 kg/cm, un flujo de 12.83 mm y un % de vacíos de 3.15, ya que esta se encuentra dentro de los parámetros establecidos en el MTC E 504 los cuales sus valores pueden ser entre 1700 – 4000.

4.2. Recomendaciones

Se recomienda realizar la investigación con otros porcentajes de cemento asfáltico para la mezcla asfáltica patrón, de esta forma se podrá obtener diferentes resultados que ayuden a las investigaciones

Se recomienda, probar con otros porcentajes de vidrio o con otras variables para ver como afectan dentro de las propiedades mecánicas de mezclas asfálticas y si logran mejorar o no.

Se recomienda usar los porcentajes de vidrio óptimo para las mezclas asfálticas dentro de obras viales para mejorar sus propiedades.

REFERENCIAS

- [1] A. Al-Fakih *et al.*, «Bituminous mineral compositions for paving with cullet», *Case Stud. Constr. Mater.*, vol. 12, p. e00317, jun. 2020, doi: 10.1016/j.cscm.2019.e00317.
- [2] M. A. Trezza y V. F. Rahhal, «Comportamiento del residuo de vidrio molido en cementos mezcla: Estudio comparativo con microsilice», *Matér. Rio Jan.*, vol. 23, 2018.
- [3] R. Jurczak, F. Szmatura, T. Rudnicki, y J. Korentz, «Effect of Ground Waste Glass Addition on the Strength and Durability of Low Strength Concrete Mixes», *Mater. Basel*, vol. 14, n.º 1, p. 190, 2021, doi: 10.3390/ma14010190.
- [4] H. Ubeid, S. Mahmoud, y A. Shakir, «Mechanical Properties, Energy Impact Capacity and Bond Resistance of concrete incorporating waste glass powder», *IOP Conf. Ser. Mater. Sci. Eng.*, vol. 745, 2020, doi: 10.1088/1757-899X/745/1/012111.
- [5] H. Al Nageim *et al.*, «The development of an eco-friendly cold mix asphalt using wastewater sludge ash», *J. Environ. Manage.*, vol. 329, p. 117015, mar. 2023, doi: 10.1016/j.jenvman.2022.117015.
- [6] T. B. George, J. K. Anochie-Boateng, y K. J. Jenkins, «Laboratory performance and modelling behaviour of hot-mix asphalt with recycled crushed glass», *J. South Afr. Inst. Civ. Eng.*, vol. 62, n.º 3, pp. 10-22, 2020, doi: <http://dx.doi.org/10.17159/2309-8775/2020/v62n3a2>.
- [7] G. Martínez-Arguelles, B. Caicedo, D. González, L. Celis, L. Fuentes, y V. Torres, «Trece años de continuo desarrollo con mezclas asfálticas modificadas con Grano de Caucho Reciclado en Bogotá: Logrando sostenibilidad en pavimentos», *Rev. Ing. Constr.*, vol. 33, n.º 1, pp. 41-50, 2018, doi: <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-50732018000100041>.
- [8] L. A. Segura, R. W. Sigüenza, Á. S. Solar, y J. E. Zamora, «Efecto del uso de vidrio reciclado en el diseño de concreto», *Rev. Univ. Soc.*, vol. 14, n.º 1, pp. 179-192, 2022.
- [9] G. Ayala, A. Rosadio, y G. Durán, «Estudio del efecto de adición de ceniza proveniente de ladrilleras artesanales en la estabilización de suelos arcillosos para pavimentos», *Ind. Innov. Infrastruct. Sustain. Cities Communities Proc. 17th LACCEI Int. Multi-Conf. Eng. Educ. Technol.*, 2019, doi: 10.18687/LACCEI2019.1.1.115.
- [10] Y. Issa, «EFFECT OF ADDING CRUSHED GLASS TO ASPHALT MIX», *Arch. Civ. Eng.*, vol. 62, n.º 2, pp. 35-44, 2016, doi: 10.1515/ace-2015-0063.

- [11] G. Paredes, «Diseño de infraestructura vial con pavimento flexible para mejora de transitabilidad de la avenida Industrial, Lurín, Lima», Tesis de Pregrado, Universidad César Vallejo, Callao - Perú, 2021. [En línea]. Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/74124>
- [12] P. Guerra y C. Guerra, «Diseño de un pavimento rígido permeable como sistema urbano de drenaje sostenible», *Fides Ratio - Rev. Difus. Cult. Científica Univ. Salle En Boliv.*, vol. 20, n.º 20, pp. 121-140, 2020.
- [13] K. Córdova y L. Cruz, «FACTORES QUE INFLUYEN EN EL DESGASTE DEL PAVIMENTO DE LA AV. RAMÓN CASTILLA EN CHULUCANAS - PIURA 2019», *Ing. Cienc. Tecnol. E Innov.*, vol. 7, n.º 1, 2020, doi: <https://doi.org/10.26495/icti.v7i1.1353>.
- [14] L. Avila, D. Esenarro, C. Rodríguez, P. Paredes, y L. Metzger, «Application of pavement index for the evaluation of the running surface of the Lima-Peru roads», *J. Green Eng.*, vol. 10, n.º 10, pp. 8129-8141, 2020.
- [15] Gobierno Regional de Lambayeque, «Basura en Chiclayo, un problema de contaminación», Gobierno Regional de Lambayeque». [En línea]. Disponible en: <https://www.regionlambayeque.gob.pe/web/?pass=Mg==>
- [16] J. Ramirez y C. Sausa, «Estudio definitivo de la pavimentación en la localidad de Cachinche del distrito de Pitipo, provincia de Ferreñafe, región Lambayeque», Tesis de Pregrado, Universidad Pedro Ruiz Gallo, Lambayeque, 2020. [En línea]. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.12893/8762>
- [17] Radio Programa del Perú, «Chiclayo | La ciudad donde el tratamiento de la basura fracasó por la corrupción». [En línea]. Disponible en: <https://rpp.pe/peru/lambayeque/chiclayo-la-ciudad-donde-el-tratamiento-de-la-basura-fracaso-por-la-corrupcion-noticia-1182592>
- [18] Y. Vega, «Chiclayo se asfixia por aumento de basura en plena pandemia por COVID-19», *La República*. [En línea]. Disponible en: <https://larepublica.pe/sociedad/2021/10/09/chiclayo-se-asfixia-por-aumento-de-basura-en-plena-pandemia-por-covid-19-lrnd>
- [19] W. Serquén, «Pistas en Chiclayo lucen en mal estado y afectan a transportistas», *Correo*. [En línea]. Disponible en: <https://diariocorreo.pe/edicion/lambayeque/pistas-en-mal-estado-en-la-ciudad-de-chiclayo-849709/>
- [20] A. Gedik, «An exploration into the utilization of recycled waste glass as a surrogate powder to crushed stone dust in asphalt pavement construction», *Constr. Build. Mater.*, vol. 300, p. 123980, sep. 2021, doi: 10.1016/j.conbuildmat.2021.123980.

- [21] B. Gambalunga *et al.*, «Valorization of waste foundry sand aggregates in hot-mix asphalt», *Process Saf. Environ. Prot.*, vol. 173, pp. 277-288, may 2023, doi: 10.1016/j.psep.2023.03.025.
- [22] M. V. Taciroğlu, F. Ergezer, T. Baykal, E. Eriskin, y S. Terzi, «Investigation of waste quartz sand as filler in hot-mix asphalt», *Constr. Build. Mater.*, vol. 342, p. 128004, ago. 2022, doi: 10.1016/j.conbuildmat.2022.128004.
- [23] K. S. Park, T. Shoukat, P. J. Yoo, y S. H. Lee, «Strengthening of hybrid glass fiber reinforced recycled hot-mix asphalt mixtures», *Constr. Build. Mater.*, vol. 258, p. 118947, oct. 2020, doi: 10.1016/j.conbuildmat.2020.118947.
- [24] N. C. Ming, R. Putra Jaya, H. Awang, N. L. Siaw Ing, M. R. Mohd Hasan, y Z. H. Al-Saffar, «Performance of glass powder as bitumen modifier in hot mix asphalt», *Phys. Chem. Earth Parts ABC*, vol. 128, p. 103263, dic. 2022, doi: 10.1016/j.pce.2022.103263.
- [25] A. Ponce, «Aplicación de fibras de vidrio en el diseño de mezcla asfáltica en caliente para rehabilitar pavimentos flexibles en Juliaca, 2021», Tesis de Pregrado, Universidad César Vallejo, Lima, 2021. [En línea]. Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/75823>
- [26] D. García, «Propiedades físicas y mecánicas en mezclas de asfalto en caliente incorporando fibra de vidrio, Trujillo», Tesis de Pregrado, Universidad César Vallejo, Trujillo, 2023. [En línea]. Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/130027>
- [27] E. García, «Estudio de la adición del vidrio molido en la gradiente térmica de la mezcla asfáltica en caliente, ciudad de Huancayo, año 2019», Tesis de Pregrado, Universidad Nacional del Centro del Perú, Huancayo, 2020. [En línea]. Disponible en: <https://repositorio.uncp.edu.pe/handle/20.500.12894/6797>
- [28] Ji. Melendrez y W. Pinedo, «Efecto del vidrio molido reciclado en la elaboración de mezcla asfáltica en caliente, utilizando agregados de la cantera La Soledad», Tesis de Pregrado, Universidad César Vallejo, Trujillo, 2020. [En línea]. Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/44315>
- [29] A. Gutierrez, «ASFALTOS MODIFICADOS CON VIDRIO Y SU COMPARACIÓN TÉCNICO Y ECONÓMICO CON LOS ASFALTOS CONVENCIONALES», Tesis de Pregrado, Universidad Peruana de los Andes, Huancayo, 2018. [En línea]. Disponible en: <https://repositorio.upla.edu.pe/handle/20.500.12848/936>
- [30] J. Prada, «Comportamiento mecánico de mezclas asfálticas en caliente adicionando vidrio borosilicato para pavimentos flexibles en la Av. La Cultura, Cusco 2021», Tesis de Pregrado, Universidad César Vallejo, Lima, 2021. [En línea]. Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/80770>

- [31] L. Ochoa, «Evaluación de la influencia del vidrio reciclado molido como reductor de agregado fino para el diseño de mezclas de concreto en pavimentos urbanos», Tesis de Pregrado, Universidad Señor de Sipán, Pimentel, 2018. [En línea]. Disponible en: <https://repositorio.uss.edu.pe/handle/20.500.12802/4571>
- [32] J. Tosticarelli, «La ingeniería de pavimentos, esquema conceptual», Quito, Simposio Iberoamericano de Pavimentos, 2006.
- [33] Ministerio de Transportes y Comunicaciones, *Manual de carreteras: suelos, geología, geotecnia y pavimentos*. Lima, 2014.
- [34] B. Bailon, «Evaluación de las propiedades mecánicas en la utilización de plásticos reciclados para la mezcla de asfalto», Tesis de Pregrado, Universidad Señor de Sipán, Pimentel, 2023. [En línea]. Disponible en: <https://repositorio.uss.edu.pe/handle/20.500.12802/11088>
- [35] K. Freire, «Uso de vidrio molido en las mezclas asfálticas, con el propósito de reducir la contaminación», Tesis de Pregrado, Pontificia Universidad Católica del Ecuador, 2018. [En línea]. Disponible en: <http://repositorio.puce.edu.ec/handle/22000/15089>
- [36] A. Quintos, «Propiedades mecánicas del concreto adicionando vidrio y PET reciclado en el uso de pavimentos rígidos, Lima 2019», Tesis de Pregrado, Universidad César Vallejo, Lima, 2020. [En línea]. Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/50881>
- [37] J. Juna y D. Sánchez, «Incidencia de la adición de tipos de vidrio en el análisis de las propiedades físico mecánicas de adoquines de hormigón», Universidad Central del Ecuador, Quito, 2019. [En línea]. Disponible en: <https://www.dspace.uce.edu.ec/bitstreams/ee1f328d-2173-478c-b979-f4245c55ef51/download>
- [38] M. Valenzuela, «El asfalto, en la conservación de pavimentos», Tesis de Pregrado, Universidad Austral de Chile, Chile, 2003. [En línea]. Disponible en: <http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2003/bmfciv161a/sources/bmfciv161a.pdf>
- [39] E. Suárez, «El Asfalto – Usos y sus Características», IngeCivil. [En línea]. Disponible en: <https://www.ingecivil.net/2019/08/12/el-asfalto-usos-y-sus-caracteristicas/>
- [40] Y. Dávalos, «Obtención de mezclas asfálticas mediante la adición de material reciclado: poliestireno expandido», Tesis de Pregrado, Universidad Nacional de San Agustín, Arequipa, 2015. [En línea]. Disponible en: <https://repositorio.unsa.edu.pe/items/cf701e67-b007-4eff-bf5d-85fcabe8cc4f>
- [41] R. Hernández-Sampieri y C. Mendoza, *Metodología de la investigación: Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta*. McGraw-Hill, 2020.

- [42] Colegio de Ingenieros del Perú, «Código de Ética del Colegio de Ingenieros del Perú», 2018. [En línea]. Disponible en: https://www.cip.org.pe/publicaciones/reglamentosCNCD2018/codigo_de_etica_de_l_cip.pdf
- [43] O. Moses y E. Segun, «EVALUATION OF THE EFFECTS OF WASTE GLASS IN ASPHALT CONCRETE USING THE MARSHALL TEST», *Eng. Rev.*, vol. 40, n.º 2, pp. 24-33, 2020.

ANEXOS

Anexo 1. Acta de revisión de similitud de la investigación



ACTA DE REVISIÓN DE SIMILITUD DE LA INVESTIGACIÓN

Yo **Atilio Rubén López Carranza** docente del curso de **Investigación II** del Programa de Estudios de la **Escuela Profesional de Ingeniería Civil** y revisor de la investigación del estudiante, **Luis Fernando Armas Chinchayan**, titulada:

EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE MEZCLA ASFÁLTICA USANDO VIDRIO PULVERIZADO

Se deja constancia que la investigación antes indicada tiene un índice de similitud del **23%**, verificable en el reporte final del análisis de originalidad mediante el software de similitud TURNITIN. Por lo que se concluye que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio y cumple con lo establecido en la Directiva sobre índice de similitud de los productos académicos y de investigación en la Universidad Señor de Sipán S.A.C., aprobada mediante Resolución de Directorio N° 145-2022/PD-USS.

En virtud de lo antes mencionado, firma:

López Carrasco Atilio Rubén	DNI: 32965940	
-----------------------------	---------------	--

Pimentel, 16 de Agosto de 2023.

Anexo 2. Acta de aprobación de asesor



ACTA DE APROBACIÓN DEL ASESOR

Yo **Arturo Elmer Casas Lopez**, quien suscribe como asesor designado mediante Resolución de Facultad N° 0774-2023/FIAU-USS, del proyecto de investigación titulado **EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE MEZCLAS ASFÁLTICAS USANDO VIDRIO PULVERIZADO**, desarrollado por el(los) estudiante(s): **Luis Fernando Armas Chinchayan**, del programa de estudios de **Pregrado de la Universidad Señor de Sipán**, acredito haber revisado, y declaro expedito para que continúe con el trámite pertinentes.

En virtud de lo antes mencionado, firman:

Casas Lopez Arturo Elmer (Asesor)	DNI: 16762948	
-----------------------------------	---------------	---

Pimentel, 14 de octubre de 2024

Anexo 3. Correo de recepción de manuscrito remitido por la revista

← 📁 🕒 🗑️ | 📧 🕒 ↻ | 📁 🗨️ ⋮ 1 de 162 < >

[redin] Acuse de recibo del envío Externo Recibidos x 📄 🗨️

 **Maryory Astrid Gómez Botero** <revistaingenieria@udea.edu.co> 15:12 (hace 0 minutos) ☆ ↶ ⋮
para mí ▾

Luis Fernando Armas:

Gracias por enviar el manuscrito "Evaluación de las propiedades mecánicas de mezclas asfálticas usando vidrio pulverizado" a Revista Facultad de Ingeniería Universidad de Antioquia. Con el sistema de gestión de publicaciones en línea que utilizamos podrá seguir el progreso a través del proceso editorial tras iniciar sesión en el sitio web de la publicación:

URL del manuscrito: <https://revistas.udea.edu.co/index.php/ingenieria/authorDashboard/submission/358600>
Nombre de usuario/a: ferman17ar

Si tiene alguna duda puede ponerse en contacto conmigo. Gracias por elegir esta editorial para mostrar su trabajo.

Maryory Astrid Gómez Botero
Sandra Hernández
Asistente Editorial
Revista Facultad de Ingeniería
ISSN: 0120-6230
e-ISSN: 2422-2844

Anexo 4. Matriz de consistencia

FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	HIPÓTESIS	OBJETIVOS	VARIABLES	MARCO TEÓRICO (ESQUEMA)	INDICADORES	MÉTODOS				
Problema general	El vidrio pulverizado influyó positivamente en las propiedades mecánicas de mezclas asfálticas.	Objetivo General	V.I.: Vidrio Pulverizado	1. Vidrio 1.1. Definición 1.2. Tipos y usos 1.2.1. Sodio-cálcico 1.2.2. Vidrio al plomo 1.2.3. Vidrio de borosilicato 1.2.4. Vidrio de tipo sílice 1.3. Vidrio Pulverizado	Dosificaciones	Tipo: Aplicada Enfoque: Cuantitativa Diseño: Cuasi Experimental Muestra: 27 briquetas. Técnicas: Observación Instrumentos Guías de laboratorio Métodos D				
Problemas Específicas 1. ¿Cuál es el % de C.A. óptimo para adicionar a la mezcla asfáltica?		Objetivos específicos Determinar las propiedades mecánicas de la mezcla asfáltica patrón					V.D.: Propiedades mecánicas de la mezcla asfáltica	1. Pavimento 1.1. Definición 1.2. Tipos de pavimento 1.2.1. Pavimento flexible 1.2.2. Pavimento semirrígido 1.2.3. Pavimento rígido 1.3. Mezclas asfálticas 1.3.1. Mezcla asfáltica en caliente 1.3.2. Mezcla asfáltica en frío 1.3.3. Propiedades mecánicas de las	Propiedades mecánicas	e Análisis D e Investigación: Método de Marshall
2. ¿Cuáles son las propiedades mecánicas de la mezcla asfáltica al agregar 3%, 6%, 9% y 12% de vidrio pulverizado?		Determinar las propiedades mecánicas de la mezcla asfáltica al adicionar 3%, 6% y 9% y 12% de vidrio pulverizado								

<p>3. ¿Cuál de los porcentajes de vidrio pulverizado es el más acertado para su adición en la mezcla asfáltica?</p>		<p>Establecer el porcentaje de vidrio pulverizado óptimo para su adición la mezcla asfáltica.</p>		<p>mezclas asfálticas 1.4. Composición química de la mezcla asfáltica 1.5. Métodos de Marshall</p>		
---	--	---	--	--	--	--

Anexo 5. Ensayos de laboratorio

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.



Av. Vicente Ruso Lote 1 S/N - Distrito de Chiclayo - Provincia de Chiclayo - Lambayeque RUC: 20487357465



Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos



948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250

E-mail: servicios_lab@hotmail.com.

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO (NORMA MTC E 204)

PROYECTO : "Evaluación de las propiedades mecánicas de mezclas asfálticas usando vidrio pulverizado".
UBICACIÓN : Chiclayo - Lambayeque
CANTERA : Tres Tomas - Ferreñafe **RESP. LAB.** : S.B.F.
MATERIAL : Piedra chancada **TEC. LAB.** : D.A.C.Q.
SOLICITANTE : Luis Fernando Armas Chinchayan **FECHA** : 12/06/2023

DATOS DE LA MUESTRA

MUESTRA : M-01

DATOS DEL ENSAYO

Tamices ASTM	Abertura en MM	Peso Retenido	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulativo	% que Pasa	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
3"	76.200					
2 1/2"	63.500					
2"	50.800					
1 1/2"	38.100				100.0	
1"	25.400		0.0	0.0	100.0	
3/4"	19.050		0.0	0.0	100.0	
1/2"	12.700	1246	27.5	27.5	72.5	PESO TOTAL : 4528.0 g
3/8"	9.525	1433	31.6	59.2	40.8	
1/4"	6.350					
N° 4	4.760	1696	37.5	96.6	3.4	
N° 8	2.380					
N° 10	2.000	153	3.4	100.0	0.0	
N° 16	1.190		0.0	100.0		
N° 20	0.840					
N° 30	0.590					
N° 40	0.420					
N° 50	0.297					
N° 60	0.250					
N° 100	0.149					
N° 200	0.074					
PAN						
TOTAL		4528				
% PERDIDA						

MALLAS US STANDARD



Observaciones :

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.

Danny A. Caceres Quiroz
 TÉCNICO DE LABORATORIO
 LABORATORIO DE ASFALTO

E.M.P. ASFALTOS
 SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.

Secundino Buzza Fernandez
 ING. CIVIL
 REG. CIP. 159278



SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.



Av. Vicente Ruso Lote 1 S/N - Distrito de Chiclayo - Provincia de Chiclayo - Lambayeque RUC: 20487357465

Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos

948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250

E-mail: servicios_lab@hotmail.com.

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

(NORMA MTC E 204)

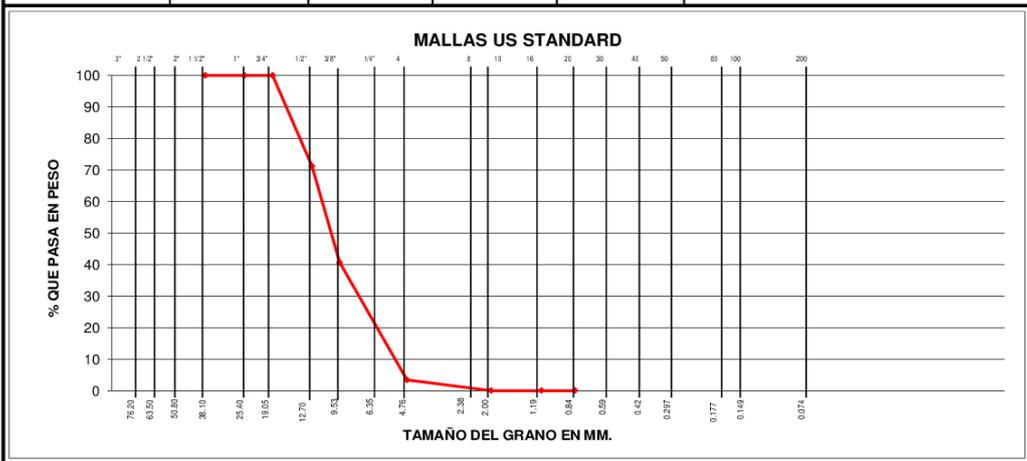
PROYECTO	: "Evaluación de las propiedades mecánicas de mezclas asfálticas usando vidrio pulverizado".	RESP. LAB.	: S.B.F.
UBICACIÓN	: Chiclayo - Lambayeque	TEC. LAB.	: D.A.C.Q.
CANtera	: Tres Tomas - Ferreñafe	FECHA	: 12/06/2023
MATERIAL	: Piedra chancada		
SOLICITANTE	: Luis Fernando Armas Chinchayan		

DATOS DE LA MUESTRA

MUESTRA	: M-02
----------------	--------

DATOS DEL ENSAYO

Tamices ASTM	Abertura en MM	Peso Retenido	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulativo	% que Pasa	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
3"	76.200					
2 1/2"	63.500					
2"	50.800					
1 1/2"	38.100				100.0	
1"	25.400		0.0	0.0	100.0	
3/4"	19.050		0.0	0.0	100.0	PESO TOTAL : 4604.0 g
1/2"	12.700	1323	28.7	28.7	71.3	
3/8"	9.525	1411	30.6	59.4	40.6	
1/4"	6.350					
N° 4	4.760	1712	37.2	96.6	3.4	
N° 8	2.380					
N° 10	2.000	158	3.4	100.0	0.0	
N° 16	1.190		0.0	100.0		
N° 20	0.840					
N° 30	0.590					
N° 40	0.420					
N° 50	0.297					
N° 60	0.250					
N° 100	0.149					
N° 200	0.074					
TOTAL		4604				
% PERDIDA						



Observaciones :

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.
Danny A. Caycay Quiroz
 TÉCNICO DE LABORATORIO
 LABORATORIO DE ASFALTO

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.
Secundino Buzga Fernandez
 ING. CIVIL
 REG. CIP. 169278



SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.



Av. Vicente Ruso Lote 1 S/N - Distrito de Chiclayo - Provincia de Chiclayo - Lambayeque RUC: 20487357465

Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP ASFALTOS

948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250

E-mail: servicios_lab@hotmail.com

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO (NORMA MTC E 204)

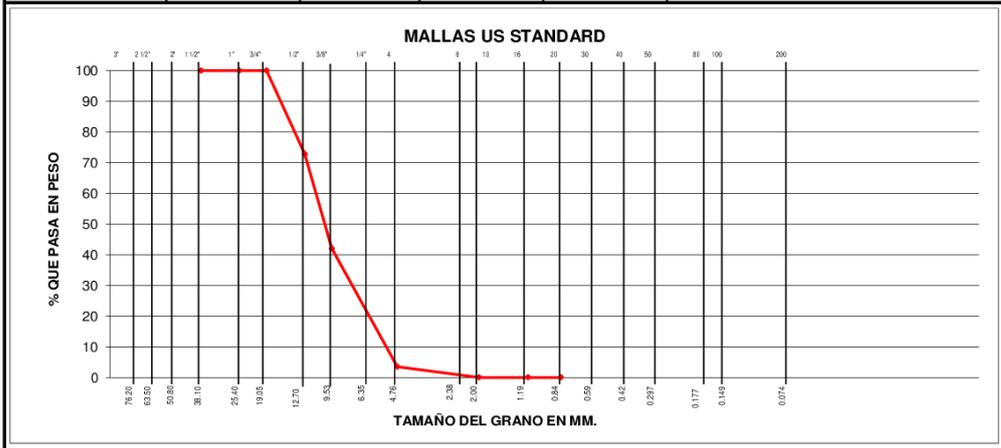
PROYECTO	: "Evaluación de las propiedades mecánicas de mezclas asfálticas usando vidrio pulverizado".	
UBICACIÓN	: Chiclayo - Lambayeque	
CANTERA	: Tres Tomas - Ferreñafe	RESP. LAB. : S.B.F.
MATERIAL	: Piedra chancada	TEC. LAB. : D.A.C.Q.
SOLICITANTE	: Luis Fernando Armas Chinchayan	FECHA : 12/06/2023

DATOS DE LA MUESTRA

MUESTRA	: M-03
----------------	--------

DATOS DEL ENSAYO

Tamices ASTM	Abertura en MM	Peso Retenido	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulativo	% que Pasa	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
3"	76.200					
2 1/2"	63.500					
2"	50.800					
1 1/2"	38.100				100.0	
1"	25.400		0.0	0.0	100.0	
3/4"	19.050		0.0	0.0	100.0	PESO TOTAL : 4705.0 g
1/2"	12.700	1280	27.2	27.2	72.8	
3/8"	9.525	1445	30.7	57.9	42.1	
1/4"	6.350					
Nº 4	4.760	1815	38.5	96.5	3.5	
Nº 8	2.380					
Nº 10	2.000	165	3.5	100.0	0.0	
Nº 16	1.190		0.0	100.0		
Nº 20	0.840					
Nº 30	0.590					
Nº 40	0.420					
Nº 50	0.297					
Nº 60	0.250					
Nº 100	0.149					
Nº 200	0.074					
PAN						
TOTAL		4705				
% PERDIDA						



Observaciones :

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.
Danny A. Caycoy Quiroz
 TÉCNICO DE LABORATORIO
 LABORATORIO DE ASFALTO

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.
Secundino Buzza Fernandez
 ING. CIVIL
 REG. CIP. 189278



SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.



Av. Vicente Ruso Lote 1 S/N - Distrito de Chiclayo - Provincia de Chiclayo - Lambayeque RUC: 20487357465

Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP ASFALTOS

948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250

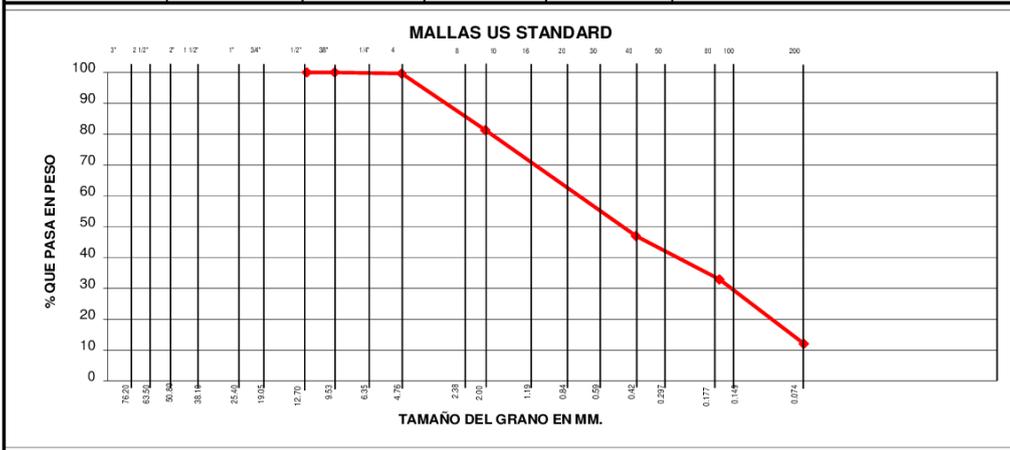
E-mail: servicios_lab@hotmail.com.

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO (NORMA MTC E 204)

PROYECTO	: "Evaluación de las propiedades mecánicas de mezclas asfálticas usando vidrio pulverizado".	
UBICACIÓN	: Chiclayo - Lambayeque	
CANTERA	: Tres Tomas - Ferreñafe	RESP. LAB. : S.B.F.
MATERIAL	: Arena chancada	TEC. LAB. : D.A.C.Q.
SOLICITANTE	: Luis Fernando Armas Chinchayan	FECHA : 12/06/2023

DATOS DE LA MUESTRA	
MUESTRA	: M-01

DATOS DEL ENSAYO						
Tamices ASTM	Abertura en MM	Peso Retenido	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulativo	% que Pasa	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
3"	76.200					
2 1/2"	63.500					
2"	50.800					
1 1/2"	38.100					
1"	25.400					
3/4"	19.050					
1/2"	12.700					PESO TOTAL : 600.0 g
3/8"	9.525		0.0	0.0	100.0	
1/4"	6.350					
N° 4	4.760	2.1	0.4	0.4	99.7	
N° 8	2.380					
N° 10	2.000	109.8	18.3	18.7	81.4	
N° 16	1.190					
N° 20	0.840					
N° 30	0.590					
N° 40	0.420	206.2	34.4	53.0	47.0	
N° 50	0.297					
N° 80	0.177	84.3	14.1	67.1	32.9	
N° 100	0.149					
N° 200	0.074	124.9	20.8	87.9	12.1	
PAN		72.7	12.1	100.0	0.0	
TOTAL						
% PERDIDA						



Observaciones :

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.

Danny A. Caycay Quiroz
TÉCNICO DE LABORATORIO
LABORATORIO DE ASFALTO

Secundino Buzga Fernández
ING. CIVIL
REG. CIP. 189278



SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.



Av. Vicente Ruso Lote 1 S/N - Distrito de Chiclayo - Provincia de Chiclayo - Lambayeque RUC: 20487357465

Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos

948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250

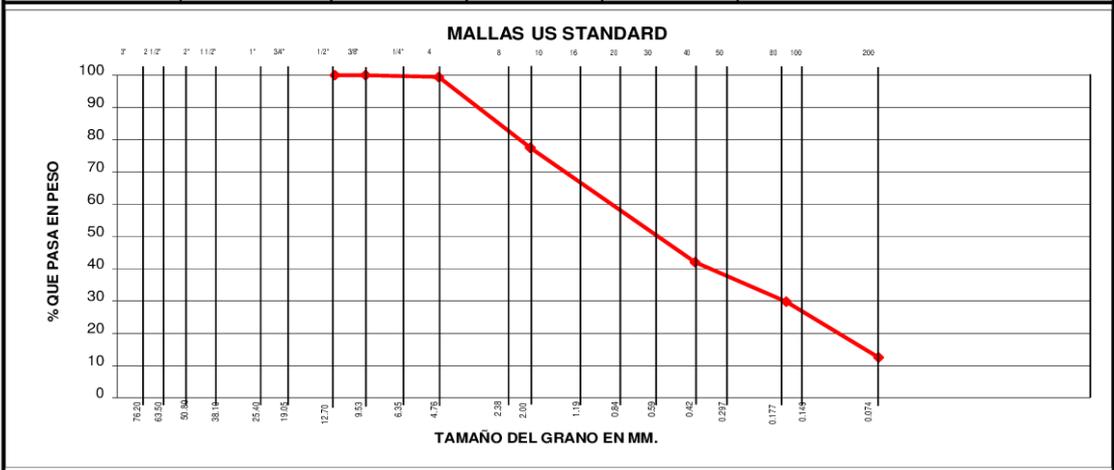
E-mail: servicios_lab@hotmail.com.

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO (NORMA MTC E 204)

PROYECTO	: "Evaluación de las propiedades mecánicas de mezclas asfálticas usando vidrio pulverizado".	
UBICACIÓN	: Chiclayo - Lambayeque	
CANTERA	: Tres Tomas - Ferreñafe	RESP. LAB. : S.B.F.
MATERIAL	: Arena chancada	TEC. LAB. : D.A.C.Q.
SOLICITANTE	: Luis Fernando Armas Chinchayan	FECHA : 12/06/2023

DATOS DE LA MUESTRA	
MUESTRA	: M-02

DATOS DEL ENSAYO						
Tamices ASTM	Abertura en MM	Peso Retenido	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulativo	% que Pasa	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
3	76.200					
2 1/2"	63.500					
2"	50.800					
1 1/2"	38.100					
1"	25.400					
3/4"	19.050					
1/2"	12.700					
3/8"	9.525		0.0	0.0	100.0	
1/4"	6.350					
N° 4	4.760	3.1	0.5	0.5	99.5	
N° 8	2.380					
N° 10	2.000	131.6	21.9	22.5	77.6	
N° 16	1.190					
N° 20	0.840					
N° 30	0.590					
N° 40	0.420	212.9	35.5	57.9	42.1	
N° 50	0.297					
N° 80	0.177	73.6	12.3	70.2	29.8	
N° 100	0.149					
N° 200	0.074	103.6	17.3	87.5	12.5	
PAV		75.2	12.5	100.0	0.0	
TOTAL						
% PERDIDA						



Observaciones :

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.

Danny A. Caycay Quiroz
TÉCNICO DE LABORATORIO
LABORATORIO DE ASFALTO

E.M.P.
ASFALTOS

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.

Secundino Buzza Fernandez
ING. CIVIL
REG. CIP. 169278



SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.



Av. Vicente Ruso Lote 1 S/N - Distrito de Chiclayo - Provincia de Chiclayo - Lambayeque RUC: 20487357465

Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos

948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250

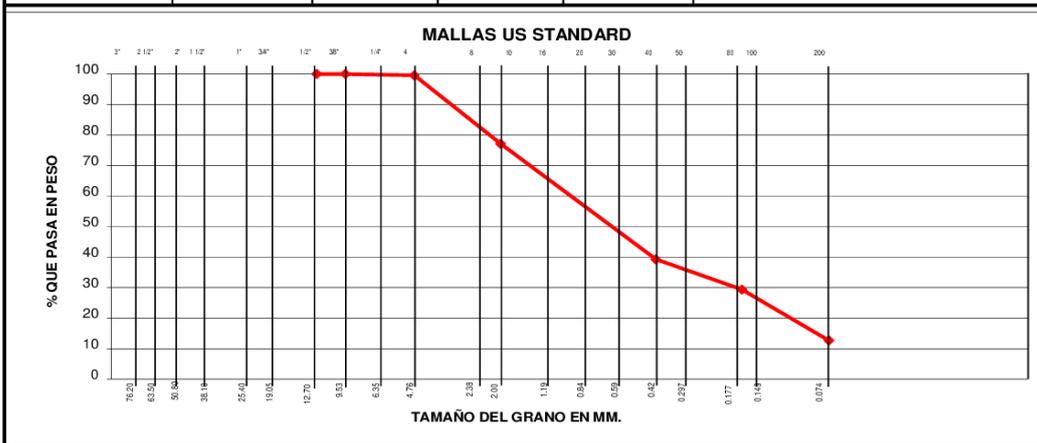
E-mail: servicios_lab@hotmail.com.

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO (NORMA MTC E 204)

PROYECTO	: "Evaluación de las propiedades mecánicas de mezclas asfálticas usando vidrio pulverizado".	RESP. LAB.	: S.B.F.
UBICACIÓN	: Chiclayo - Lambayeque	TEC. LAB.	: D.A.C.Q.
CANTERA	: Tres Tomas - Ferreñafe	FECHA	: 12/06/2023
MATERIAL	: Arena chancada		
SOLICITANTE	: Luis Fernando Armas Chinchayan		

DATOS DE LA MUESTRA	
MUESTRA	: M-03

DATOS DEL ENSAYO						
Tamices ASTM	Abertura en MM	Peso Retenido	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulativo	% que Pasa	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
3"	76.200					
2 1/2"	63.500					
2"	50.800					
1 1/2"	38.100					
1"	25.400					
3/4"	19.050					
1/2"	12.700					PESO TOTAL : 600.0 g
3/8"	9.525		0.0	0.0	100.0	
1/4"	6.350					
N° 4	4.760	2.5	0.4	0.4	99.6	
N° 8	2.380					
N° 10	2.000	134.7	22.5	22.9	77.1	
N° 16	1.190					
N° 20	0.840					
N° 30	0.590					
N° 40	0.420	227.1	37.9	60.7	39.3	
N° 50	0.297					
N° 80	0.177	59.7	10.0	70.7	29.3	
N° 100	0.149					
N° 200	0.074	99.8	16.6	87.3	12.7	
PAN		76.2	12.7	100.0	0.0	
TOTAL						
% PERDIDA						



Observaciones :

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.
Danny A. Caycay Quiroz
 TÉCNICO DE LABORATORIO
 LABORATORIO DE ASFALTO

EMP ASFALTOS
 SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.
Secundino Buzga Fernandez
 ING. CIVIL
 REG. CIP. 189278



SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.



Av. Vicente Ruso Lote 1 S/N - Distrito de Chiclayo - Provincia de Chiclayo - Lambayeque RUC: 20487357465

Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos

948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250

E-mail: servicios_lab@hotmail.com.

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO (NORMA MTC E 204)

PROYECTO	: "Evaluación de las propiedades mecánicas del pavimento usando vidrio pulverizado".	RESP. LAB.	: S.B.F.
UBICACIÓN	: Chiclayo - Lambayeque	TEC. LAB.	: D.A.C.Q.
CANTERA	: Tres Tomas - Ferreñafe	FECHA	: 14/06/2023
MATERIAL	: Arena zarandeada		
SOLICITANTE	: Luis Fernando Armas Chinchayan		

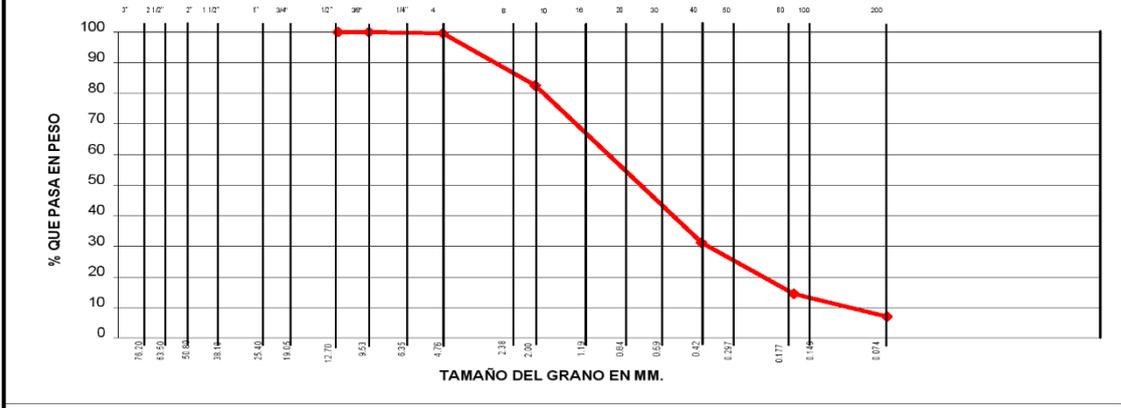
DATOS DE LA MUESTRA

MUESTRA	: M-01
----------------	--------

DATOS DEL ENSAYO

Tamices ASTM	Abertura en MM	Peso Retenido	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulativo	% que Pasa	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
3"	76.200					
2 1/2"	63.500					
2"	50.800					
1 1/2"	38.100					
1"	25.400					
3/4"	19.050					
1/2"	12.700					
3/8"	9.525				100.0	
1/4"	6.350					PESO TOTAL : 600.0 g
N° 4	4.750	2.5	0.4	0.4	99.6	
N° 8	2.380					
N° 10	2.000	102.1	17.0	17.4	82.6	
N° 16	1.190					
N° 20	0.840					
N° 30	0.600					
N° 40	0.420	308.5	51.4	68.9	31.2	
N° 50	0.297					
N° 60	0.250	100.1	16.7	85.5	14.5	
N° 100	0.149					
N° 200	0.074	44.5	7.4	93.0	7.1	
PAN		42.3	7.0	100.0	0.0	
TOTAL						
% PERDIDA						

MALLAS US STANDARD



Observaciones :

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.

Danny A. Caycay Quiroz
TÉCNICO DE LABORATORIO
LABORATORIO DE ASFALTO

E.M.P.
ASFALTOS

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.

Secundino Buaya Fernandez
ING. CIVIL
REG. CIP. 189278



SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.



Av. vicente rosco lote 1 3/14 - Distrito de Chiclayo - Provincia de Chiclayo - Lambayeque - RUC: 20487337403

Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos

948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250

E-mail: servicios_lab@hotmail.com.

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO (NORMA MTC E 204)

PROYECTO	: "Evaluación de las propiedades mecánicas del pavimento usando vidrio pulverizado".	RESP. LAB. :	S.B.F.
UBICACIÓN	: Chiclayo - Lambayeque	TEC. LAB. :	D.A.C.Q.
CANTERA	: Tres Tomas - Ferreñafe	FECHA :	14/06/2023
MATERIAL	: Arena zarandeada		
SOLICITANTE	: Luis Fernando Armas Chinchayan		

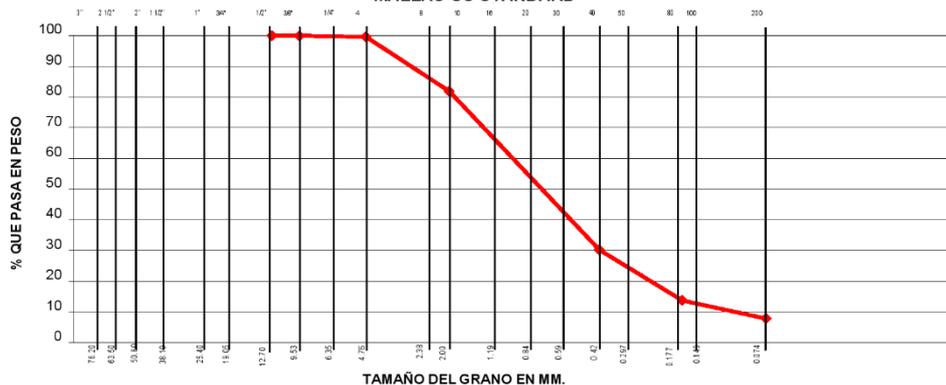
DATOS DE LA MUESTRA

MUESTRA : M-02

DATOS DEL ENSAYO

Tamices ASTM	Abertura en MM	Peso Retenido	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulativo	% que Pasa	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
3"	76.200					
2 1/2"	63.500					
2"	50.800					
1 1/2"	38.100					
1"	25.400					
3/4"	19.050					
1/2"	12.700					PESO TOTAL: 600.0 g
3/8"	9.525		0.0	0.0	100.0	
1/4"	6.350					
N° 4	4.750	2.4	0.4	0.4	99.6	
N° 8	2.380					
N° 10	2.000	106.3	17.7	18.1	81.9	
N° 16	1.190					
N° 20	0.840					
N° 30	0.590					
N° 40	0.420	310.1	51.7	69.8	30.2	
N° 50	0.297					
N° 60	0.177	96.6	16.3	86.3	13.7	
N° 100	0.149					
N° 200	0.074	35.6	6.0	92.2	7.8	
PAN		46.6	7.8	100.0	0.0	
TOTAL						
% PERDIDA						

MALLAS US STANDARD



SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.



Av. Vicente Raso lote 1 3/4 - Distrito de Chiclayo - Provincia de Chiclayo - Lambayeque - IROC: 20407337403

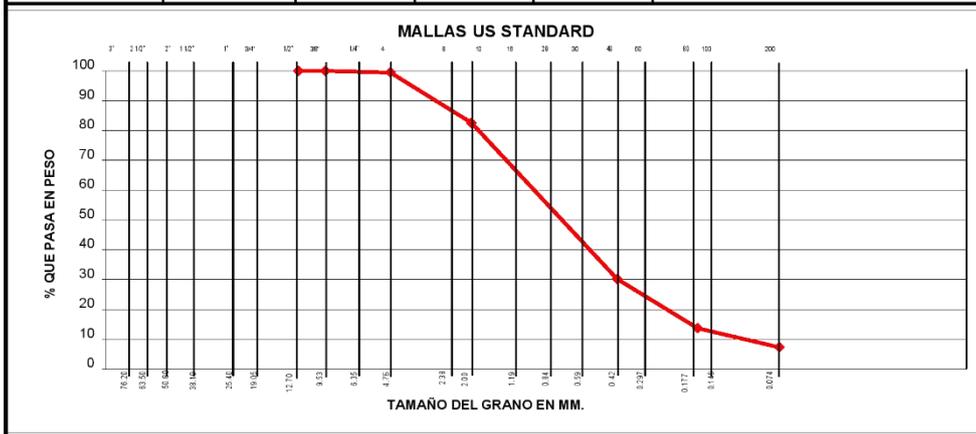
Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos
 948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250
 E-mail: servicios_lab@hotmail.com.

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO (NORMA MTC E 204)

PROYECTO	: "Evaluación de las propiedades mecánicas del pavimento usando vidrio pulverizado".	RESP. LAB.	: S.B.F.
UBICACIÓN	: Chiclayo - Lambayeque	TEC. LAB.	: D.A.C.Q.
CANTERA	: Tres Tomas - Ferreñafe	FECHA	: 14/06/2023
MATERIAL	: Arena zarandeada		
SOLICITANTE	: Luis Fernando Armas Chinchayan		

DATOS DE LA MUESTRA	
MUESTRA	: M-03

DATOS DEL ENSAYO						
Tamices ASTM	Abertura en MM	Peso Retenido	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulativo	% que Pasa	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
3"	76.200					
2 1/2"	63.500					
2"	50.800					
1 1/2"	38.100					
1"	25.400					
3/4"	19.050					
1/2"	12.700					
3/8"	9.525		0.0	0.0	100.0	PESO TOTAL : 600.0 g
1/4"	6.350					
N° 4	4.750	3.2	0.5	0.5	99.5	
N° 8	2.360					
N° 10	2.000	101.1	16.9	17.4	82.6	
N° 16	1.190					
N° 20	0.840					
N° 30	0.590					
N° 40	0.420	314.5	52.4	69.8	30.2	
N° 50	0.297					
N° 60	0.177	96.8	16.3	86.3	13.7	
N° 100	0.149					
N° 200	0.074	38.5	6.4	92.7	7.3	
PAN		43.9	7.3	100.0	0.0	
TOTAL						
% PERDIDA						



Observaciones :

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.
Danny A. Cayay Quiroz
 TÉCNICO DE LABORATORIO
 LABORATORIO DE ASFALTO

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.
Secundino Buzza Fernandez
 ING. CIVIL
 REG. CIP. 189278



SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.



Av. Vicente Ruso Lote 1 S/N - Distrito de Chiclayo - Provincia de Chiclayo - Lambayeque RUC: 20487357465

 Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos
 948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250
 E-mail: servicios_lab@hotmail.com.

PESO ESPECIFICO Y ABSORCION DE LOS AGREGADOS

(NTP 400.021, MTC E 206)

PROYECTO	: "Evaluación de las propiedades mecánicas de mezclas asfálticas usando vidrio pulverizado".		
UBICACIÓN	: Chiclayo - Lambayeque		
DISEÑO	: MAC-2 ('Cemento Asfáltico Pen 60/70)	RESP. LAB.	: S.B.F.
CANTERA	: Tres Tomas - Ferreñafe	TEC. LAB.	: D.A.C.Q.
SOLICITANTE	: Luis Fernando Armas Chinchayan	FECHA	: 15/06/2023

DATOS DE LA MUESTRA

MUESTRA	: M-01
----------------	--------

AGREGADO GRUESO

A	Peso Mat.Sat. Sup. Seca (En Aire) (g)	1945.2	2023.1		
B	Peso Mat.Sat. Sup. Seca (En Agua) (g)	1216.5	1263.0		
C	Vol. de masa + vol de vacíos = A-B (g)	728.7	760.1		
D	Peso material seco en estufa (105 °C)(g)	1934.1	2011.4		
E	Vol. de masa = C- (A - D) (g)	717.6	748.4		PROMEDIO
	Pe bulk (Base seca) = D/C	2.654	2.646		2.650
	Pe bulk (Base saturada) = A/C	2.669	2.662		2.666
	Pe Aparente (Base Seca) = D/E	2.695	2.688		2.691
	% de absorción = ((A - D) / D * 100)	0.57	0.58		0.58%

Observaciones :

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.


 Danny A. Caycay Quiroz
 TÉCNICO DE LABORATORIO
 LABORATORIO DE ASFALTO

E.M.P.
ASFALTOS

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.


 Secundino Burgos Fernandez
 ING. CIVIL
 REG. CIP. 169278



SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.



Av. Vicente Ruso Lote 1 S/N - Distrito de Chiclayo - Provincia de Chiclayo - Lambayeque RUC: 20487357465

Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos

948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250

E-mail: servicios_lab@hotmail.com.

DURABILIDAD AL SULFATO DE MAGNESIO

(NTP 400.016, MTC E-209)

PROYECTO	: "Evaluación de las propiedades mecánicas de mezclas asfálticas usando vidrio pulverizado".	
UBICACIÓN	: Chiclayo - Lambayeque	
DISEÑO	: MAC-2 ('Cemento Asfáltico Pen 60/70)	RESP. LAB. : S.B.F.
CANTERA	: Tres Tomas - Ferreñafe	TEC. LAB. : D.A.C.Q.
SOLICITANTE	: Luis Fernando Armas Chinchayan	FECHA : 15/06/2023

DATOS DE LA MUESTRA

MUESTRA	: M-01
----------------	--------

DATOS DEL ENSAYO

FRACCION		GRADACION ORIGINAL %		Peso de fracción ensayada	Peso retenido después del ensayo	Perdida después del ensayo (gr)	Perdida después del ensayo (%)	Perdida corregida
PASA	RETIENE	Peso retenido	% retenido					
			A	B	C	D	E	F
2 1/2"	2"							
2"	1 1/2"							
1 1/2"	1"							
1"	3/4"							
3/4"	1/2"	1246.0	28.5	675.0	621.5	53.5	7.9	2.26
1/2"	3/8"	1433.0	32.8	300.0	269.4	30.6	10.2	3.34
3/8"	Nº 4	1696.0	38.8	300.0	273.3	26.7	8.9	3.45
	< Nº 4							
TOTALES		4375.0	100.0	1275.0				9.0

Observaciones :

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.

Danny A. Cayay Quiroz
 TÉCNICO DE LABORATORIO
 LABORATORIO DE ASFALTO

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.

Secundino Buzza Fernandez
 ING. CIVIL
 REG. C.I.P. 189278



SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.



Av. Vicente Ruso Lote 1 S/N - Distrito de Chiclayo - Provincia de Chiclayo - Lambayeque RUC: 20487357465

Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos

948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250

E-mail: servicios_lab@hotmail.com.

ENSAYO DE ABRASION (MAQUINA DE LOS ANGELES) (NTP 400.019, MTC E - 207)

PROYECTO	: "Evaluación de las propiedades mecánicas de mezclas asfálticas usando vidrio pulverizado".		
UBICACIÓN	: Chiclayo - Lambayeque		
DISEÑO	: MAC-2 (Cemento Asfáltico Pen 60/70)	RESP. LAB.	: S.B.F.
CANTERA	: Tres Tomas - Ferreñafe	TEC. LAB.	: D.A.C.Q.
SOLICITANTE	: Luis Fernando Armas Chinchayan	FECHA	: 15/06/2023

DATOS DE LA MUESTRA

MUESTRA	: M-01
----------------	--------

DATOS DEL ENSAYO

TAMIZ		A	B	C	D
PASA	RETIENE				
2"	1 1/2"				
1 1/2"	1"				
1"	3/4"				
3/4"	1/2"		2500		
1/2"	3/8"		2500		
3/8"	1/4"				
1/4"	N°4				
N°4	N°8				
PESO TOTAL			5000		
PESO RETENIDO EN TAMIZ N°12			3945		
PERDIDA DESPUES DEL ENSAYO			1055		
N° DE ESFERAS			11		
PESO DE LAS ESFERAS			4532		
TIEMPO DE ROTACIONES (m)			15		
% DE DESGASTE			21		

Observaciones:

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.

Danny A. Cayay Quiroz
 TÉCNICO DE LABORATORIO
 LABORATORIO DE ASFALTO

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.

Secundino Burgos Fernandez
 ING. CIVIL
 REG. CIP. 189278



SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.



Av. Vicente Ruso Lote 1 S/N - Distrito de Chiclayo - Provincia de Chiclayo - Lambayeque RUC: 20487357465

Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos
 948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250
 E-mail: servicios_lab@hotmail.com

ENSAYOS DE AFINIDAD AGREGADO - BITUMEN DETERMINACION DEL PORCENTAJE DE ADHERENCIA (ASTM D1664)

PROYECTO	: "Evaluación de las propiedades mecánicas de mezclas asfálticas usando vidrio pulverizado".	
UBICACIÓN	: Chiclayo - Lambayeque	
DISEÑO	: MAC-2 (Cemento Asfáltico Pen 60/70)	RESP. LAB. : S.B.F.
CANTERA	: Tres Tomas - Ferreñafe	TEC. LAB. : D.A.C.Q.
SOLICITANTE	: Luis Fernando Armas Chinchayan	FECHA : 15/06/2023

MATERIAL	METODO DE ENSAYO	ESPECIFICACION	ADITIVO MEJORADOR DE ADHERENCIA								ASFALTO TEMPERTURA DE ENSAYO °C	ENSAYO SIN ADITIVO	ENSAYO CON ADITIVO
			%	%	%	%	%	%	%	%			
			0.30	0.40	0.50	0.60	0.70	0.80	0.90	1.00			
Piedra chancada	MTC E 519	+95	-	-	-	-	-	-	-	-	90 ²	-95	-

Observaciones :

LOS VALORES INDICAN PORCENTAJES DE ADHERENCIA DESPUES DEL ENSAYO
 LA ADHERENCIA PASIVA ESTA REFERIDA AL PORCENTAJE DE REVESTIMIENTO OBSERVADO LUEGO DE CULMINADO EL ENSAYO

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.

Danny A. Caycay Quiroz
 TÉCNICO DE LABORATORIO
 LABORATORIO DE ASFALTO

 SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.

Secundino Burga Fernandez
 ING. CIVIL
 REG. CIP. 169278



SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.



Av. Vicente Ruso Lote 1 S/N - Distrito de Chiclayo - Provincia de Chiclayo - Lambayeque RUC: 20487357465
 Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos
 948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250
 E-mail: servicios_lab@hotmail.com.

ENSAYOS DE AFINIDAD AGREGADO - BITUMEN DETERMINACION DEL PORCENTAJE DE ADHERENCIA (ASTM D1664)

PROYECTO	: "Evaluación de las propiedades mecánicas de mezclas asfálticas usando vidrio pulverizado".	
UBICACIÓN	: Chiclayo - Lambayeque	
DISEÑO	: MAC-2 (Cemento Asfáltico Pen 60/70)	
CANTERA	: Tres Tomas - Ferreñafe	RESP. LAB. : S.B.F.
SOLICITANTE	: Luis Fernando Armas Chinchayan	TEC. LAB. : D.A.C.Q. FECHA : 15/06/2023

MATERIAL	METODO DE ENSAYO	ESPECIFICACION	ADITIVO MEJORADOR DE ADHERENCIA								ASFALTO TEMPERTURA DE ENSAYO °c	ENSAYO SIN ADITIVO	ENSAYO CON ADITIVO
			%	%	%	%	%	%	%	%			
			0.30	0.40	0.50	0.60	0.70	0.80	0.90	1.00			
Piedra chancada	MTC E 519	+95	-	-	-	-	-	-	-	-	90º	-95	-

Observaciones :

LOS VALORES INDICAN PORCENTAJES DE ADHERENCIA DESPUES DEL ENSAYO
 LA ADHERENCIA PASIVA ESTA REFERIDA AL PORCENTAJE DE REVESTIMIENTO OBSERVADO LUEGO DE CULMINADO EL ENSAYO

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.
 Danny A. Caycay Quiroz
 TÉCNICO DE LABORATORIO
 LABORATORIO DE ASFALTO

E.M.P.
 SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.
 Secundino Buzga Fernández
 ING. CIVIL
 REG. CIP. 189278



SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.



Av. Vicente Ruso Lote 1 S/N - Distrito de Chiclayo - Provincia de Chiclayo - Lambayeque RUC: 20487357465

Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos

948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250

E-mail: servicios_lab@hotmail.com.

INDICE DE DURABILIDAD AGREGADO GRUESO

(MTC E214)

PROYECTO	: "Evaluación de las propiedades mecánicas de mezclas asfálticas usando vidrio pulverizado".	
UBICACIÓN	: Chiclayo - Lambayeque	
DISEÑO	: MAC-2 (Cemento Asfáltico Pen 60/70)	RESP. LAB. : S.B.F.
CANTERA	: Tres Tomas - Ferreñafe	TEC. LAB. : D.A.C.Q.
SOLICITANTE	: Luis Fernando Armas Chinchayan	FECHA : 15/06/2023

DATOS DE LA MUESTRA

MUESTRA	: M-01
----------------	--------

DATOS DEL ENSAYO

TAMAÑOS DE MALLAS				Muestra	Agitación Muestra	Contenido de
PASA	RETENIDO		PESO (gr.)	Peso (gr.)	(10 minutos)	Agua Destilada (ml)
3/4"	1/2"		1070	1060	10'	1000.0
1/2"	3/8"		560	560		
3/8"	Nº 4		910	900		

DESCRIPCION	IDENTIFICACION		
Nº DE ENSAYO	1	2	Promedio
Hora de entrada a decantación	08:56	08:58	
Hora de salida de decantación (mas 20)	09:16	09:18	
Altura máxima de material fino (pulg.0.1")	1.59	1.61	
Indice de Durabilidad (De la tabla)	55.5	54.6	55.1

Observaciones :

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.

Danny A. Caycay Quiroz
 TÉCNICO DE LABORATORIO
 LABORATORIO DE ASFALTO

E.M.P. ASFALTOS
 SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.

Secundino Buzza Fernandez
 ING. CIVIL
 REG. CIP. 189278



SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.



Av. Vicente Ruso Lote 1 S/N - Distrito de Chiclayo - Provincia de Chiclayo - Lambayeque RUC: 20487357465

Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos

948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250

E-mail: servicios_lab@hotmail.com.

PORCENTAJE DE PARTICULAS CHATAS Y ALARGADAS EN LOS AGREGADOS (NTP 400.040, MTC 223)

PROYECTO	: "Evaluación de las propiedades mecánicas de mezclas asfálticas usando vidrio pulverizado".		
UBICACIÓN	: Chiclayo - Lambayeque		
DISEÑO	: MAC-2 (Cemento Asfáltico Pen 60/70)	RESP. LAB.	: S.B.F.
CANTERA	: Tres Tomas - Ferreñafe	TEC. LAB.	: D.A.C.Q.
SOLICITANTE	: Luis Fernando Armas Chinchayan	FECHA	: 15/06/2023

DATOS DE LA MUESTRA	
MUESTRA	: M-01

INDICE DE APLANAMIENTO (PARTICULAS CHATAS) :						
DATOS DEL ENSAYO						
TAMAÑO DEL AGREGADO		MUESTRA TOTAL (g)	PARTICULAS CHATAS	PORCENTAJE DE PARTICULAS CHATAS	PORCENTAJE PARCIAL	PROMEDIO DE PARTICULAS CHATAS
PASA TAMIZ	RETENIDO EN TAMIZ					
1 1/2"	1"					
1"	3/4"					
3/4"	1/2"	1246.0	51.6	4.14	46.5	193
1/2"	3/8"	1433.0	61.5	4.29	53.5	230
		2679.0			100.0	422
PORCENTAJE PARTICULAS CHATAS ($\Sigma E / \Sigma D$)				= 4.2 %		

INDICE DE ALARGAMIENTO (PARTICULAS ALARGADAS) :						
DATOS DEL ENSAYO						
TAMAÑO DEL AGREGADO		MUESTRA TOTAL (g)	PARTICULAS ALARGADAS	PORCENTAJE DE PARTICULAS ALARGADAS	PORCENTAJE PARCIAL	PROMEDIO DE PARTICULAS ALARGADAS
PASA TAMIZ	RETENIDO EN TAMIZ					
1 1/2"	1"					
1"	3/4"					
3/4"	1/2"	1246.0	56.2	4.51	46.5	210
1/2"	3/8"	1433.0	69.6	4.86	53.5	260
		2679.0			100.0	470
PORCENTAJE CON UNA CARA FRACTURADA ($\Sigma E / \Sigma D$)				= 4.7 %		

% PARTICULAS CHATAS + % PARTICULAS ALARGADAS = 8.9

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.

Danny A. Caycay Quiroz
 TÉCNICO DE LABORATORIO
 LABORATORIO DE ASFALTO

E.M.P. ASFALTOS
 SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.

Secundino Buzza Fernandez
 ING. CIVIL
 REG. CIP. 159278



SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.



Av. Vicente Ruso Lote 1 S/N - Distrito de Chiclayo - Provincia de Chiclayo - Lambayeque RUC: 20487357465

Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos

948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250

E-mail: servicios_lab@hotmail.com.

PARTICULAS FRACTURADAS EN EL AGREAGDO GRUESO (MTC E210-2000)

PROYECTO	: "Evaluación de las propiedades mecánicas de mezclas asfálticas usando vidrio pulverizado".		
UBICACIÓN	: Chiclayo - Lambayeque		
DISEÑO	: MAC-2 (Cemento Asfáltico Pen 60/70)	RESP. LAB.	: S.B.F.
CANTERA	: Tres Tomas - Ferreñafe	TEC. LAB.	: D.A.C.Q.
SOLICITANTE	: Luis Fernando Armas Chinchayan	FECHA	: 15/06/2023

DATOS DE LA MUESTRA	
MUESTRA	: M-01

A.- CON DOS O MAS CARAS FRACTURADAS:						
DATOS DEL ENSAYO						
TAMAÑO DEL AGREGADO		MUESTRA TOTAL (g)	CARAS FRACTURADAS	PORCENTAJE DE CARAS FRACTURADAS	PORCENTAJE PARCIAL	PROMEDIO DE CARAS FRACTURADAS
PASA TAMIZ	RETENIDO EN TAMIZ					
1 1/2"	1"					
1"	3/4"					
3/4"	1/2"	1246.0	1246.0	100.00	46.5	4651
1/2"	3/8"	1433.0	1433.0	100.00	53.5	5349
		2679.0			100.0	10000
%				% DE DOS O MAS CARAS FRACTURADAS ($\Sigma E / \Sigma D$) = 100.0 %		

B.- CON UNA CARA FRACTURADA:						
DATOS DEL ENSAYO						
TAMAÑO DEL AGREGADO		MUESTRA TOTAL (g)	CARAS FRACTURADAS	PORCENTAJE DE CARAS FRACTURADAS	PORCENTAJE PARCIAL	PROMEDIO DE CARAS FRACTURADAS
PASA TAMIZ	RETENIDO EN TAMIZ					
1 1/2"	1"					
1"	3/4"					
3/4"	1/2"	1246.0	1246.0	100.00	46.5	4651
1/2"	3/8"	1433.0	1433.0	100.00	53.5	5349
		2679.0			100.0	10000
PORCENTAJE CON UNA CARA FRACTURADA ($\Sigma E / \Sigma D$)				= 100.0 %		

Observaciones :

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.
Danny A. Caycay Quiroz
TÉCNICO DE LABORATORIO
LABORATORIO DE ASFALTO

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.
Secundino Burgos Fernandez
ING. CIVIL
REG. CIP. 189278



SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.



Av. Vicente Ruso Lote 1 S/N - Distrito de Chiclayo - Provincia de Chiclayo - Lambayeque RUC: 20487357465

Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos

948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250

E-mail: servicios_lab@hotmail.com.

CONTENIDO DE SALES SOLUBLES EN LOS SUELOS

(NTP 339.152, MTC E 219)

PROYECTO	: "Evaluación de las propiedades mecánicas de mezclas asfálticas usando vidrio pulverizado".	
UBICACIÓN	: Chiclayo - Lambayeque	
DISEÑO	: MAC-2 ("Cemento Asfáltico Pen 60/70)	RESP. LAB. : S.B.F.
CANTERA	: Tres Tomas - Ferreñafe	TEC. LAB. : D.A.C.Q.
SOLICITANTE	: Luis Fernando Armas Chinchayan	FECHA : 15/06/2023

DATOS DE LA MUESTRA

MUESTRA : M-01

DATOS DEL ENSAYO

MUESTRA	IDENTIFICACION				Promedio
	1	2			
(1) Peso Tarro (Biker 100 ml.) Pyres	57.81	91.46			
(2) Peso Tarro + agua + sal	100.37	128.66			
(3) Peso Tarro Seco + sal	57.83	91.47			
(4) Peso de Sal (3 -1)	0.02	0.01			
(5) Peso de Agua (2-3)	42.56	37.20			
(6) Porcentaje de Sal	0.04 %	0.03 %			0.03 %

Observaciones :

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE
SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.

Danny A. Caycay Quiroz
TÉCNICO DE LABORATORIO
LABORATORIO DE ASFALTO

**SERVICIOS DE LABORATORIOS
DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C**
Secundino Burga Fernández
ING. CIVIL
REG. CIP. 189278



SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.



Av. Vicente Ruso Lote 1 S/N - Distrito de Chiclayo - Provincia de Chiclayo - Lambayeque RUC: 20487357465

Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos
 948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250
 E-mail: servicios_lab@hotmail.com.

GRAVEDAD ESPECIFICA Y ABSORCION DE LOS AGREGADOS (NTP 400.021, MTC E 205)

PROYECTO	: "Evaluación de las propiedades mecánicas de mezclas asfálticas usando vidrio pulverizado".	
UBICACIÓN	: Chiclayo - Lambayeque	
DISEÑO	: MAC-2 (Cemento Asfáltico Pen 60/70)	RESP. LAB. : S.B.F.
CANTERA	: Tres Tomas - Ferreñafe	TEC. LAB. : D.A.C.Q.
SOLICITANTE	: Luis Fernando Armas Chinchayan	FECHA : 18/06/2023

DATOS DE LA MUESTRA	
MUESTRA	: M-01

AGREGADO FINO					
A	Peso Mat. Sat. Sup. Seco (en Aire) (g)	300.0	300.0		
B	Peso Frasco + agua	676.1	681.2		
C	Peso Frasco + agua + A (g)	976.1	981.2		
D	Peso del Mat. + agua en el frasco (g)	860.5	865.8		
E	Vol de masa + vol de vacío = C-D (g)	115.6	115.4		
F	Pe. De Mat. Seco en estufa (105°C) (g)	296.5	296.5		
G	Vol de masa = E - (A - F) (g)	112.1	111.9		PROMEDIO
	Pe bulk (Base seca) = F/E	2.565	2.569		2.567
	Pe bulk (Base saturada) = A/E	2.595	2.600		2.597
	Pe aparente (Base Seca) = F/G	2.645	2.649		2.647
	% de absorción = ((A - F)/F)*100	1.18	1.17		1.18%

Observaciones :

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.

Danny A. Caycay Quiroz
 TÉCNICO DE LABORATORIO
 LABORATORIO DE ASFALTO

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.

Secundino Burga Fernandez
 ING. CIVIL
 REG. CIP. 189278



SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.



Av. Vicente Ruso Lote 1 S/N - Distrito de Chiclayo - Provincia de Chiclayo - Lambayeque RUC: 20487357465

Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos

948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250

E-mail: servicios_lab@hotmail.com.

EQUIVALENTE DE ARENA

(NTP 339.146, MTC E 114)

PROYECTO	: "Evaluación de las propiedades mecánicas de mezclas asfálticas usando vidrio pulverizado".	
UBICACIÓN	: Chiclayo - Lambayeque	
DISEÑO	: MAC-2 ('Cemento Asfáltico Pen 60/70)	RESP. LAB. : S.B.F.
CANTERA	: Tres Tomas - Ferreñafe	TEC. LAB. : D.A.C.Q.
SOLICITANTE	: Luis Fernando Armas Chinchayan	FECHA : 18/06/2023

DATOS DE LA MUESTRA

MUESTRA : M-01

DATOS DEL ENSAYO

MUESTRA	01	02	03			
HORA DE ENTRADA	10:24	10:26	10:28			
HORA DE SALIDA	10:34	10:36	10:38			
HORA DE ENTRADA	10:36	10:38	10:40			
HORA DE SALIDA	10:56	10:58	11:00			
ALTURA DE NIVEL MATERIAL FINO (A)	5.6	5.8	5.4			
ALTURA DE NIVEL ARENA (B)	3.6	3.7	3.4			
EQUIVALENTE DE ARENA (B x 100/A)	64.3%	63.8%	63.0%			
PROMEDIO:	64%					

Observaciones :

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.

Danny A. Caycay Quiroz
TÉCNICO DE LABORATORIO
LABORATORIO DE ASFALTO



SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.

Secundino Burega Fernandez
ING. CIVIL
REG. CIP. 169278



SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.



Av. Vicente Ruso Lote 1 S/N - Distrito de Chiclayo - Provincia de Chiclayo - Lambayeque RUC: 20487357465

 Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos
 948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250
 E-mail: servicios_lab@hotmail.com.

ANGULARIDAD DEL AGREGADO FINO (MTC E 222)

PROYECTO	: "Evaluación de las propiedades mecánicas de mezclas asfálticas usando vidrio pulverizado".		
UBICACIÓN	: Chiclayo - Lambayeque		
DISEÑO	: MAC-2 (Cemento Asfáltico Pen 60/70)	RESP. LAB.	: S.B.F.
CANTERA	: Tres Tomas - Ferreñafe	TEC. LAB.	: D.A.C.Q.
SOLICITANTE	: Luis Fernando Armas Chinchayan	FECHA	: 18/06/2023

DATOS DE LA MUESTRA	
MUESTRA	: M-01

DATOS DEL ENSAYO					
ENSAYO	Nº	1	2	3	
PESO DEL AGREGADO FINO + MOLDE	g	238.90	237.90	238.74	
PESO DEL MOLDE	g	102.80	102.80	102.80	
PESO DEL AGREGADO FINO	(w)	136.10	135.10	135.94	
VOLUMEN DEL CILINDRO	(v)	105.29	105.29	105.29	
GRAVEDAD ESPECÍFICA DE AGREGADO FINO	G _{sb}	2.647	2.647	2.647	
VACÍOS NO COMPACTADOS	%	51.2	51.5	51.2	
PROMEDIO	%	51.3			

Observaciones :

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.
Danny A. Caycay Quiroz
 TÉCNICO DE LABORATORIO LABORATORIO DE ASFALTO

 SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.
Secundino Burga Fernandez
 ING. CIVIL
 REG. CIP. 169278



SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.



Av. Vicente Ruso Lote 1 S/N - Distrito de Chiclayo - Provincia de Chiclayo - Lambayeque RUC: 20487357465

Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos

948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250

E-mail: servicios_lab@hotmail.com.

LIMITES DE CONSISTENCIA MATERIAL PASANTE DE LA MALLA N°40 (NTP 339.129, MTC E - 110, MTC E 111)

PROYECTO	: "Evaluación de las propiedades mecánicas de mezclas asfálticas usando vidrio pulverizado".		
UBICACIÓN	: Chiclayo - Lambayeque		
DISEÑO	: MAC-2 (Cemento Asfáltico Pen 60/70)	RESP. LAB.	: S.B.F.
CANTERA	: Tres Tomas - Ferreñafe	TEC. LAB.	: D.A.C.Q.
SOLICITANTE	: Luis Fernando Armas Chinchayan	FECHA	: 19/06/2023

DATOS DE LA MUESTRA

MUESTRA	: M-01
----------------	--------

DATOS DE ENSAYO

LIMITE LIQUIDO				
Nº TARRO				
TARRO + SUELO HUMEDO				
TARRO + SUELO SECO				
AGUA				
PESO DEL TARRO				
PESO DEL SUELO SECO	10.65	12.41	12.74	12.74
% DE HUMEDAD	18.35	16.42	14.26	14.26
Nº DE GOLPES				
LIMITE PLASTICO				
Nº TARRO				
TARRO + SUELO HUMEDO				
TARRO + SUELO SECO				
AGUA				
PESO DEL TARRO				
PESO DEL SUELO SECO				
% DE HUMEDAD				
LL :	NP	%	LP :	NP %
			IP :	NP %

No es posible efectuar el ensayo, por que las dos mitades de la muestra tienden a deslizarse bruscamente.

Observaciones:

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.
Danny A. Caycay Quiroz
TÉCNICO DE LABORATORIO LABORATORIO DE ASFALTO

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.
Secundino Burgos Fernandez
ING. CIVIL
REG. CIP: 189278



SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.



Av. Vicente Ruso Lote 1 S/N - Distrito de Chiclayo - Provincia de Chiclayo - Lambayeque RUC: 20487357465

Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos

948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250

E-mail: servicios_lab@hotmail.com.

INDICE DE DURABILIDAD AGREGADO FINO

(MTC E 214)

PROYECTO	: "Evaluación de las propiedades mecánicas de mezclas asfálticas usando vidrio pulverizado".		
UBICACIÓN	: Chiclayo - Lambayeque		
DISEÑO	: MAC-2 ('Cemento Asfáltico Pen 60/70)	RESP. LAB.	: S.B.F.
CANTERA	: Tres Tomas - Ferreñafe	TEC. LAB.	: D.A.C.Q.
SOLICITANTE	: Luis Fernando Armas Chinchayan	FECHA	: 19/06/2023

DATOS DE LA MUESTRA

MUESTRA : M-01

DATOS DEL ENSAYO

TAMAÑOS DE MALLAS				Agitación Muestra	Contenido de	Muestra Lata
PASA	RETENIDO		PESO (gr.)	(10 minutos)	Agua Destilada (ml)	(ml.)
# 4	Nº200		500		1000.0	85

DESCRIPCION	IDENTIFICACION		
Nº DE ENSAYO	1	2	Promedio
Hora de entrada a saturación	11:16	11:18	
Hora de salida de saturación (mas 10')	11:26	11:28	
Hora de entrada a decantación	11:28	11:30	
Hora de salida de decantación (mas 20')	11:48	11:50	
Altura máxima de la arcilla (pulg.0.1")	5.20	5.25	
Altura máxima de la arena (pulg.0.1")	2.95	2.96	
Indice de Durabilidad ($D_f = L.arena/L.arcilla \cdot 100$)	56.7	56.4	56.6

Observaciones :

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.

Danny A. Cayay Quiroz
TÉCNICO DE LABORATORIO
LABORATORIO DE ASFALTO

E.M.P.
ASFALTOS

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.

Secundino Bunga Fernandez
ING. CIVIL
REG. CIP. 189278



SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.



Av. Vicente Ruso Lote 1 S/N - Distrito de Chiclayo - Provincia de Chiclayo - Lambayeque RUC: 20487357465

Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos

948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250

E-mail: servicios_lab@hotmail.com.

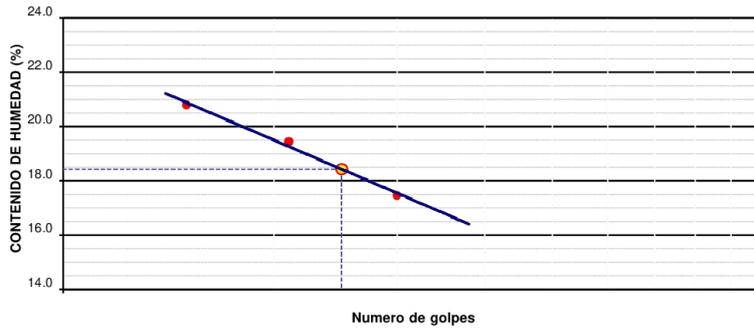
LIMITES DE CONSISTENCIA MATERIAL PASANTE DE LA MALLA N°200
(NTP 339.129 MTC E - 110, MTC E 111)

PROYECTO	: "Evaluación de las propiedades mecánicas de mezclas asfálticas usando vidrio pulverizado".		
UBICACIÓN	: Chiclayo - Lambayeque		
DISEÑO	: MAC-2 ('Cemento Asfáltico Pen 60/70)	RESP. LAB.	: S.B.F.
CANTERA	: Tres Tomas - Ferreñafe	TEC. LAB.	: D.A.C.Q.
SOLICITANTE	: Luis Fernando Armas Chinchayan	FECHA	: 19/06/2023

DATOS DE LA MUESTRA	
MUESTRA	: M-01

DATOS DE ENSAYO					
LIMITE LIQUIDO					
N° TARRO	31	18	16		
TARRO + SUELO HUMEDO	48.56	35.62	26.90		
TARRO + SUELO SECO	47.03	33.74	25.18		
AGUA	1.53	1.88	1.72		
PESO DEL TARRO	38.27	24.07	16.91		
PESO DEL SUELO SECO	8.76	9.67	8.27		
% DE HUMEDAD	17.47	19.44	20.80		
N° DE GOLPES	30	21	15		
LIMITE PLASTICO					
N° TARRO	4	19			
TARRO + SUELO HUMEDO	16.91	17.45			
TARRO + SUELO SECO	15.68	16.16			
AGUA	1.23	1.29			
PESO DEL TARRO	38.27	8.62			
PESO DEL SUELO SECO	7.12	7.54			
% DE HUMEDAD	17.28	17.11			
LL :	18	LP :	17	IP :	1

% DE HUMEDAD A 25 GOLPES



Observaciones :

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.
Danny A. Caycay Quiroz
TECNICO DE LABORATORIO LABORATORIO DE ASFALTO

E.M.P. SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.
Secundino Buena Fernandez
ING. CIVIL REG. CIP. 189278



SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.



Av. Vicente Ruso Lote 1 S/N - Distrito de Chiclayo - Provincia de Chiclayo - Lambayeque RUC: 20487357465

Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos

948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250

E-mail: servicios_lab@hotmail.com.

ADHESIVIDAD DE LOS LIGANTES BITUMINOSOS A LOS ARIDOS FINOS (PROCEDIMIENTO RIEDEL - WEBER) (MTC E 220)

PROYECTO	: "Evaluación de las propiedades mecánicas de mezclas asfálticas usando vidrio pulverizado".		
UBICACIÓN	: Chiclayo - Lambayeque		
DISEÑO	: MAC-2 (Cemento Asfáltico Pen 60/70)		RESP. LAB. : S.B.F.
CANTERA	: Tres Tomas - Ferreñafe		TEC. LAB. : D.A.C.Q.
SOLICITANTE	: Luis Fernando Armas Chinchayan		FECHA : 19/06/2023

DATOS DE LA MUESTRA	
MUESTRA	: M-01

DATOS DEL ENSAYO				
Denominación			Desprendimiento árido - asfalto	Resultados
Agua destilada		0	No hay desprendimiento	
Concentración de carbonato sódico	M/256	1	No hay desprendimiento	
	M/128	2	No hay desprendimiento	
	M/64	3	No hay desprendimiento	
	M/32	4	No hay desprendimiento	Parcial: 6
	M/16	5	No hay desprendimiento	
	M/8	6	No hay desprendimiento	Total: 9
	M/4	7	Desprendimiento parcial	
	M/2	8	Desprendimiento parcial	
M/1	9	Desprendimiento parcial		

Observaciones : Para el ensayo se ha utilizado aditivo mejorador de adherencia Quimibond 3000, un 0.6% del peso del cemento asfáltico.

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE
SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.

Danny A. Caycay Quiroz
TÉCNICO DE LABORATORIO
LABORATORIO DE ASFALTO



SERVICIOS DE LABORATORIOS
DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C

Secundino Burgos Fernandez
ING. CIVIL
REG. CIP. 169278



SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.



Av. Vicente Ruso Lote 1 S/N - Distrito de Chiclayo - Provincia de Chiclayo - Lambayeque RUC: 20487357465

 Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos
 948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250
 E-mail: servicios_lab@hotmail.com.

CONTENIDO DE SALES SOLUBLES EN LOS SUELOS (NTP 339.152, MTC E 219)

PROYECTO	: "Evaluación de las propiedades mecánicas de mezclas asfálticas usando vidrio pulverizado".		
UBICACIÓN	: Chiclayo - Lambayeque		
DISEÑO	: MAC-2 (Cemento Asfáltico Pen 60/70)	RESP. LAB.	: S.B.F.
CANTERA	: Tres Tomas - Ferreñafe	TEC. LAB.	: D.A.C.Q.
SOLICITANTE	: Luis Fernando Armas Chinchayan	FECHA	: 19/06/2023

DATOS DE LA MUESTRA

MUESTRA	: M-01
----------------	--------

DATOS DEL ENSAYO

MUESTRA	IDENTIFICACION				Promedio
	1	2			
(1) Peso Tarro (Biker 100 ml.) Pyres	131.45	146.91			
(2) Peso Tarro + agua + sal	174.01	197.01			
(3) Peso Tarro Seco + sal	131.47	146.93			
(4) Peso de Sal (3 -1)	0.02	0.02			
(5) Peso de Agua (2-3)	42.56	50.10			
(6) Porcentaje de Sal	0.05 %	0.04 %			0.04 %

Observaciones :

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.


Danny A. Córdova Quiroz
 TÉCNICO DE LABORATORIO
 LABORATORIO DE ASFALTO

 SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.


Secundino Buzza Fernandez
 ING. CIVIL
 REG. CIP. 189278



SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.



Av. Vicente Ruso Lote 1 S/N - Distrito de Chiclayo - Provincia de Chiclayo - Lambayeque RUC: 20487357465

 Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos

 948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250

E-mail: servicios_lab@hotmail.com.

ARCILLA EN TERRONES Y PARTICULAS DESMENUZABLES (NORMA NTP 400.015, MTC E 212)

PROYECTO	: "Evaluación de las propiedades mecánicas de mezclas asfálticas usando vidrio pulverizado".		
UBICACIÓN	: Chiclayo - Lambayeque		
DISEÑO	: MAC-2 ('Cemento Asfáltico Pen 60/70)	RESP. LAB.	: S.B.F.
CANTERA	: Agregado Global	TEC. LAB.	: D.A.C.Q.
SOLICITANTE	: Luis Fernando Armas Chinchayan	FECHA	: 19/06/2023

DATOS DE LA MUESTRA	
MUESTRA	: M-01

DATOS DEL ENSAYO			
Peso Inicial de muestra : Agregado Fino	Pasa (3/8")	Retiene (N°04")	1000.0 g
Peso Final de muestra			999.98 g
Porcentaje de Terrones de arcilla			0.002 %

Observaciones:

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.

Danny A. Caycay Quiroz
 TÉCNICO DE LABORATORIO
 LABORATORIO DE ASFALTO

 SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.

Secundino Burga Fernandez
 ING. CIVIL
 REG. CIP. 169278



SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.



Av. Vicente Ruso Lote 1 S/N - Distrito de Chiclayo - Provincia de Chiclayo - Lambayeque RUC: 20487357465



Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP ASFALTOS

948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250

E-mail: servicios_lab@hotmail.com.

DOSIFICACION DE CONCRETO ASFALTICO METODO MARSHALL - ASTM - D 1559 AASTHO T -245

PROYECTO	: "Evaluación de las propiedades mecánicas de mezclas asfálticas usando vidrio pulverizado".	
UBICACIÓN	: Chiclayo - Lambayeque	
DISEÑO	: MAC-2 (Cemento Asfáltico Pen 60/70)	RESP. LAB. : S.B.F.
CANTERA	: Tres Tomas - Ferreñafe	TEC. LAB. : D.A.C.Q.
SOLICITANTE	: Luis Fernando Armas Chinchayan	FECHA : 25/06/2023

DATOS DE DISEÑO	
Grava Chancada	41.0%
Arena Chancada	26.0%
Arena Zarandeada	33.0%
PEN 60/70	

Material	% Mezcla
A Grava Triturada	39.82
B Arena.	60.18

	% Que Pasa el Tamiz									
	1"	3/4"	1/2"	3/8"	Nº 4	Nº 10	Nº 40	Nº 80	Nº 200	< Nº 200
Mezcla	100.0	100.0	88.6	75.9	60.2	47.6	21.3	12.4	5.4	
Especificaciones	100	100	80-100	70-88	51-68	38 - 52	17 - 28	8-17	4-8	

#	Descripción	1	2	3	Prom.
1	Numero de probeta				
2	C.A. en peso de la mezcla	4.5	4.5	4.5	
3	% de grava triturada en peso de la mezcla(mayor #4)	38.02	38.02	38.02	
4	% de arenas combinadas en peso de mezcla(menor #4)	57.48	57.48	57.48	
5	% de filler en peso de mezcla(minimo 65% pasa malla #200)	0.00	0.00	0.00	
6	Peso especifico aparente de cemento asfaltico	g/cc.	1.021	1.021	1.021
7	Peso especifico Bulk de la grava (>#4) (ASTM C 127 , AASHTO T 85 , MTC E 206)	g/cc.	2.650	2.650	2.650
8	Peso especifico Aparente de la grava (>#4) (ASTM C 127 , AASHTO T 85 , MTC E 206)	g/cc.	2.691	2.691	2.691
9	Peso especifico Bulk de la arena(<#4) (ASTM C 128 , AASHTO T 84 , MTC E 205)	g/cc.	2.567	2.567	2.567
10	Peso especifico Aparente de la arena(<#4) (ASTM C 128 , AASHTO T 84 , MTC E 205)	g/cc.	2.647	2.647	2.647
11	Peso especifico aparente del filler	g/cc.	0.86	0.86	0.86
12	Altura promedio de la probeta	cm.			
13	Peso de la probeta en el aire	g	1190.2	1165.9	1178.2
14	Peso de la probeta saturada superficialmente seca	g	1200.0	1171.0	1184.1
15	Peso de la Probeta en el Agua	g	679.2	662.1	668.9
16	Volumen de la Probeta 14-15	cm.	520.8	508.9	515.2
17	Peso Unitario de la Probeta 13/16 (ASTM D 2726 , MTC E 514)	g/cc.	2.285	2.291	2.287
18	Peso especifico teorico maximo (R/ice) (ASTM D 2041 , AASHTO T 209 , MTC E 508)	g/cc.	2.463	2.463	2.463
19	Maxima densidad teorica de los agregados $100/((2/6)+(3^2/(7+8))+4^2/(9+10))$	g/cc.	2.358	2.358	2.358
20	% de vacios con aire $100(1-17/18)$ (ASTM D 3203 , MTC E 505)	%	7.23	7.00	7.17
21	Peso especifico Bulk del Agregado Total $(100-2)/((3/7)+(4/9)+(5/11))$	g/cc.	2.632	2.632	2.632
22	Peso especifico Aparente del agregado total $(100-21)/((3/8)+(4/10)+(5/11))$	g/cc.	2.664	2.664	2.664
23	Peso especifico efectivo del agregado total $(3+4)/((3/P-8)+(4*P-10))$	g/cc.	2.639	2.639	2.639
24	Asfalto absorbido por el agregado total $100-6(23-21)/(23^2*1)$ (ASTM D 4469 , MTC E 511)	%	0.11	0.11	0.11
25	% del vol.del Agregado / Volumen Bruto de la Probeta $(3+4)^*17/21$	%	82.92	83.13	82.98
26	% del volumen de asfalto efectivo /volumen de probeta $100-(25+20)$	%	9.84	9.87	9.85
27	% vacios del agregado mineral $100-25$	%	17.08	16.87	17.02
28	Asfalto efectivo / peso de la mezcla $2 - (24/100)*(3+4)$	%	4.40	4.40	4.40
29	Relacion betun vacios $(26/27)*100$	%	57.65	58.50	57.88
30	Lectura del aro.	kg	130	145	138
31	Estabilidad sin corregir (tabla de calibración del anillo)	kg	550.9	613.7	584.4
32	Factor de estabilidad		1.00	1.00	1.00
33	Estabilidad corregida 31^*32	kg	551	614	584
34	Lectura del fleximetro $(0.01^*) (35 / 0.254)$	pul.	9	9	9.5
34	Fluencia	m.m.	2.29	2.29	2.41
35	Relacion Estabilidad / Fluencia	kg/cm	2410	2685	2422

Observaciones :

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.

Danny A. Caycay Quiroz
TECNICO DE LABORATORIO
LABORATORIO DE ASFALTO

EMP ASFALTOS
SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.

Secundino Bustos Fernandez
ING. CIVIL
REG. CIP. 189278



SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.



Av. Vicente Ruso Lote 1 S/N - Distrito de Chiclayo - Provincia de Chiclayo - Lambayeque RUC: 20487357465



Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos

948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250

E-mail: servicios_lab@hotmail.com.

DOSIFICACION DE CONCRETO ASFALTICO METODO MARSHALL - ASTM - D 1559 AASTHO T -245

PROYECTO	: "Evaluación de las propiedades mecánicas de mezclas asfálticas usando vidrio pulverizado".	RESP. LAB.	: S.B.F.
UBICACIÓN	: Chiclayo - Lambayeque	TEC. LAB.	: D.A.C.Q.
DISEÑO	: MAC-2 (Cemento Asfáltico Pen 60/70)	FECHA	: 25/06/2023
CANTERA	: Tres Tomas - Ferreñafe		
SOLICITANTE	: Luis Fernando Armas Chinchayan		

DATOS DE DISEÑO	
Grava Chancada	41.0%
Arena Chancada	26.0%
Arena Zarandeada	33.0%
PEN 60/70	

Material	% Mezcla
A Grava Triturada	39.82
B Arena	60.18

Mezcla	% Que Pasa el Tamiz								
	100.0	100.0	88.6	75.9	60.2	47.6	21.3	12.4	5.4
Especificaciones	100	100	80-100	70-88	51-68	38 - 52	17 - 28	8-17	4-8

1	Numero de probeta	#	1	2	3	Prom.
2	C.A. en peso de la mezcla	%	5.0	5.0	5.0	
3	% de grava triturada en peso de la mezcla(mayor #4)	%	37.82	37.82	37.82	
4	% de arenas combinadas en peso de mezcla(menor #4)	%	57.18	57.18	57.18	
5	% de filler en peso de mezcla(minimo 65% pasa malla #200)	%	0.00	0.00	0.00	
6	Peso especifico aparente de cemento asfaltico	g/cc.	1.021	1.021	1.021	
7	Peso especifico Bulk de la grava (>#4) (ASTM C 127 , AASHTO T 85 , MTC E 206)	g/cc.	2.650	2.650	2.650	
8	Peso especifico Aparente de la grava (>#4) (ASTM C 127 , AASHTO T 85 , MTC E 206)	g/cc.	2.691	2.691	2.691	2.671
9	Peso especifico Bulk de la arena(<#4) (ASTM C 128 , AASHTO T 84 , MTC E 205)	g/cc.	2.567	2.567	2.567	
10	Peso especifico Aparente de la arena(<#4) (ASTM C 128 , AASHTO T 84 , MTC E 205)	g/cc.	2.647	2.647	2.647	2.607
11	Peso especifico aparente del filler	g/cc.	0.86	0.86	0.86	
12	Altura promedio de la probeta	cm.				
13	Peso de la probeta en el aire	g	1182.5	1187.8	1184.0	
14	Peso de la probeta saturada superficialmente seca	g	1186.9	1190.9	1188.0	
15	Peso de la Probeta en el Agua	g	677.0	678.5	678.2	
16	Volumen de la Probeta	c.c.	509.9	512.4	509.8	
17	Peso Unitario de la Probeta	g/cc.	2.319	2.318	2.322	2.320
18	Peso especifico teorico maximo (Rice)	g/cc.	2.467	2.467	2.467	
19	Maxima densidad teorica de los agregados	g/cc.	2.331	2.331	2.331	
20	% de vacios con aire	%	6.00	6.04	5.86	5.97
21	Peso especifico Bulk del Agregado Total	g/cc.	2.632	2.632	2.632	
22	Peso especifico Aparente del agregado total	g/cc.	2.664	2.664	2.664	
23	Peso especifico efectivo del agregado total	g/cc.	2.666	2.666	2.666	
24	Asfalto absorbido por el agregado total	%	0.49	0.49	0.49	
25	% del vol.del Agregado / Volumen Bruto de la Probeta	%	83.71	83.67	83.83	
26	% del volumen de asfalto efectivo / volumen de probeta	%	10.29	10.29	10.31	
27	% vacios del agregado mineral	%	16.29	16.33	16.17	16.26
28	Asfalto efectivo / peso de la mezcla	%	4.53	4.53	4.53	
29	Relacion betun vacios	%	63.18	63.02	63.75	63.32
30	Lectura del aro.	kg	170	175	184	
31	Estabilidad sin corregir (tabla de calibración del anillo)	kg	718	739	777	
32	Factor de estabilidad		1.00	1.00	1.00	
33	Estabilidad corregida	kg	718	739	777	745
34	Lectura del fleximetro	pul.	11	10	11	11
34	Fluencia	m.m.	2.79	2.54	2.79	
35	Relacion Estabilidad/ Fluencia	kg/cm	2571	2911	2781	2755

Observaciones :

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.
Danny A. Cayco Quiroz
 TECNICO DE LABORATORIO
 LABORATORIO DE ASFALTO

E.M.P. ASFALTOS
 SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.
Secundino Burga Fernandez
 ING. CIVIL
 REG. CIP. 189278



SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.



Av. Vicente Ruso Lote 1 S/N - Distrito de Chiclayo - Provincia de Chiclayo - Lambayeque RUC: 20487357465



Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP ASFALTOS
948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250
E-mail: servicios_lab@hotmail.com.

DOSIFICACION DE CONCRETO ASFALTICO METODO MARSHALL - ASTM - D 1559 AASTHO T -245

PROYECTO	: "Evaluación de las propiedades mecánicas de mezclas asfálticas usando vidrio pulverizado".	
UBICACIÓN	: Chiclayo - Lambayeque	
DISEÑO	: MAC-2 (Cemento Asfáltico Pen 60/70)	RESP. LAB. : S.B.F.
CANTERA	: Tres Tomas - Ferreñate	TEC. LAB. : D.A.C.Q.
SOLICITANTE	: Luis Fernando Armas Chinchayan	FECHA : 25/06/2023

DATOS DE DISEÑO	
Grava Chancada	41.0%
Arena Chancada	26.0%
Arena Zarandeada	33.0%
PEN 60/70	

Material	% Mezcla	% Que Pasa el Tamiz											
		1"	3/4"	1/2"	3/8"	Nº 4	Nº 10	Nº 40	Nº 80	Nº 200	< Nº 200		
A Grava Triturada	39.82												
B Arena.	60.18												
Mezcla	100	100.0	88.6	75.9	60.2	47.6	21.3	12.4	5.4				
Especificaciones	100	100	80-100	70-88	51-68	38 - 52	17 - 28	8-17	4-8				

1	Numero de probeta	#	1	2	3	Prom.
2	C.A. en peso de la mezcla	%	6.0	6.0	6.0	
3	% de grava triturada en peso de la mezcla(mayor #4)	%	37.43	37.43	37.43	
4	% de arenas combinadas en peso de mezcla(menor #4)	%	56.57	56.57	56.57	
5	% de filler en peso de mezcla(minimo 65% pasa malla #200)	%	0.00	0.00	0.00	
6	Peso especifico aparente de cemento asfaltico	g/cc.	1.021	1.021	1.021	
7	Peso especifico Bulk de la grava (>#4) (ASTM C 127, AASHTO T 85, MTC E 206)	g/cc.	2.650	2.650	2.650	
8	Peso especifico Aparente de la grava (>#4) (ASTM C 127, AASHTO T 85, MTC E 206)	g/cc.	2.691	2.691	2.691	2.671
9	Peso especifico Bulk de la arena(<#4) (ASTM C 128, AASHTO T 84, MTC E 205)	g/cc.	2.567	2.567	2.567	
10	Peso especifico Aparente de la arena(<#4) (ASTM C 128, AASHTO T 84, MTC E 205)	g/cc.	2.647	2.647	2.647	2.607
11	Peso especifico aparente del filler	g/cc.	0.86	0.86	0.86	
12	Altura promedio de la probeta	cm.				
13	Peso de la probeta en el aire	g	1180.2	1197.6	1198.6	
14	Peso de la probeta saturada superficialmente seca	g	1183.0	1200.9	1201.0	
15	Peso de la Probeta en el Agua 25 °C	g	679.9	690.1	691.0	
16	Volumen de la Probeta 14-15	c.c.	503.1	510.8	510.0	
17	Peso Unitario de la Probeta 13/16 (ASTM D 2726, MTC E 514)	g/cc.	2.346	2.345	2.350	2.347
18	Peso especifico teorico maximo (Rice) (ASTM D 2041, AASHTO T 209, MTC E 508)	g/cc.	2.447	2.447	2.447	
19	Maxima densidad teorica de los agregados $100 / ((2.6) + (3 \cdot 2) / (7 + 8) + (4 \cdot 2) / (9 + 10))$	g/cc.	2.279	2.279	2.279	
20	% de vacios con aire $100 \cdot (1 - 17/18)$ (ASTM D 3203, MTC E 505)	%	4.13	4.19	3.96	4.09
21	Peso especifico Bulk del Agregado Total $(100 - 2) / ((3 \cdot 7) + (4 \cdot 9) + (5 \cdot 11))$	g/cc.	2.632	2.632	2.632	
22	Peso especifico Aparente del agregado total $(100 - 2) / ((3 \cdot 8) + (4 \cdot 10) + (5 \cdot 11))$	g/cc.	2.664	2.664	2.664	
23	Peso especifico efectivo del agregado total $(3 + 4) / ((3 \cdot 8) + (4 \cdot 10))$	g/cc.	2.686	2.686	2.686	
24	Asfalto absorbido por el agregado total $100 - ((23 \cdot 21) / (23 \cdot 21))$ (ASTM D 4469, MTC E 511)	%	0.79	0.79	0.79	
25	% del vol.del Agregado / Volumen Bruto de la Probeta $(3 + 4) / 17 \cdot 21$	%	83.78	83.74	83.94	
26	% del volumen de asfalto efectivo / volumen de probeta $100 - (25 + 20)$	%	12.08	12.08	12.11	
27	% vacios del agregado mineral 100-25	%	16.22	16.26	16.06	16.18
28	Asfalto efectivo / peso de la mezcla $2 - (24 / 100) \cdot (3 + 4)$	%	5.26	5.26	5.26	
29	Relacion betun vacios $(26 / 27) \cdot 100$	%	74.52	74.26	75.38	74.72
30	Lectura del aro.	kg	245	260	255	
31	Estabilidad sin corregir (tabla de calibración del anillo)	kg	1033	1095	1074	
32	Factor de estabilidad		1.04	1.00	1.00	
33	Estabilidad corregida 31'32	kg	1074	1095	1074	1081
34	Lectura del fleximetro $(0.01") (35 / 0.254)$	pul.	14	14	14	14
34	Fluencia	m.m.	3.56	3.56	3.56	
35	Relacion Estabilidad / Fluencia	kg/cm	3020	3081	3022	3041

Observaciones :

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.
Danny A. Caycay Quiroz
 TÉCNICO DE LABORATORIO
 LABORATORIO DE ASFALTO

E.M.P. ASFALTOS
 SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.
Secundino Blanca Fernandez
 ING. CIVIL
 REG. CIR. 199278



SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.



Av. Vicente Ruso Lote 1 S/N - Distrito de Chiclayo - Provincia de Chiclayo - Lambayeque RUC: 20487357465



Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos
948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250
E-mail: servicios_lab@hotmail.com.

DOSIFICACION DE CONCRETO ASFALTICO METODO MARSHALL - ASTM - D 1559 AASTHO T -245

PROYECTO	: "Evaluación de las propiedades mecánicas de mezclas asfálticas usando vidrio pulverizado".	
UBICACIÓN	: Chiclayo - Lambayeque	
DISEÑO	: MAC-2 (Cemento Asfáltico Pen 60/70)	RESP. LAB. : S.B.F.
CANTERA	: Tres Tomas - Ferreñafe	TEC. LAB. : D.A.C.C.
SOLICITANTE	: Luis Fernando Armas Chinchayan	FECHA : 25/06/2023

DATOS DE DISEÑO	
Grava Chancada	41.0%
Arena Chancada	26.0%
Arena Zarandeada	33.0%
PEN 60/70	

Material	% Mezcla	% Que Pasa el Tamiz												
		1"	3/4"	1/2"	3/8"	Nº 4	Nº 10	Nº 40	Nº 80	Nº 200	< Nº 200			
A Grava Triturada	39.82													
B Arena.	60.18													
Mezcla	100.0	100.0	88.6	75.9	60.2	47.6	21.3	12.4	5.4					
Especificaciones	100	100	80-100	70-88	51-68	38-52	17-28	8-17	4-8					

#	1	2	3	Prom.
1	Numero de probeta			
2	C.A. en peso de la mezcla	6.5	6.5	6.5
3	% de grava triturada en peso de la mezcla(mayor #4)	37.23	37.23	37.23
4	% de arenas combinadas en peso de mezcla(menor #4)	56.27	56.27	56.27
5	% de filler en peso de mezcla(minimo 65% pasa malla #200)	0.00	0.00	0.00
6	Peso especifico aparente de cemento asfaltico	1.021	1.021	1.021
7	Peso especifico Bulk de la grava (>#4) (ASTM C 127 , AASHTO T 85 , MTC E 206)	2.650	2.650	2.650
8	Peso especifico Aparente de la grava (>#4) (ASTM C 127 , AASHTO T 85 , MTC E 206)	2.691	2.691	2.691
9	Peso especifico Bulk de la arena(<#4) (ASTM C 128 , AASHTO T 84 , MTC E 205)	2.567	2.567	2.567
10	Peso especifico Aparente de la arena(<#4) (ASTM C 128 , AASHTO T 84 , MTC E 205)	2.647	2.647	2.647
11	Peso especifico aparente del filler	0.86	0.86	0.86
12	Altura promedio de la probeta	cm.		
13	Peso de la probeta en el aire	1189.1	1193.2	1196.6
14	Peso de la probeta saturada superficialmente seca	1190.7	1195.0	1198.4
15	Peso de la Probeta en el Agua 25 °C	681.0	682.7	686.0
16	Volumen de la Probeta 14-15	c.c.	509.7	512.3
17	Peso Unitario de la Probeta 13/16 (ASTM D 2726 , MTC E 514)	g/cc.	2.333	2.329
18	Peso especifico teorico maximo (Rice) (ASTM D 2041 , AASHTO T 209 , MTC E 508)	g/cc.	2.441	2.441
19	Maxima densidad teorica de los agregados 100/((2/6)+(3/2)+(7+8)+(4/2)+(9+10))	g/cc.	2.254	2.254
20	% de vacios con aire 100*(1-17/18) (ASTM D 3203 , MTC E 505)	%	4.43	4.59
21	Peso especifico Bulk del Agregado Total (100-2)/((3/7)+(4/9)+(5/11))	g/cc.	2.632	2.632
22	Peso especifico Aparente del agregado total (100-2)/((3/8)+(4/10)+(5/11))	g/cc.	2.664	2.664
23	Peso especifico efectivo del agregado total (3+4)/((3/P-8)+(4/P-10))	g/cc.	2.702	2.702
24	Asfalto absorbido por el agregado total 100-6(23-21)/(23*21) (ASTM D 4489 , MTC E 511)	%	1.01	1.01
25	% del vol.del Agregado / Volumen Bruto de la Probeta (3+4)*17/21	%	82.88	82.74
26	% del volumen de asfalto efectivo / volumen de probeta 100-(25+20)	%	12.69	12.67
27	% vacios del agregado mineral 100-25	%	17.12	17.26
28	Asfalto efectivo / peso de la mezcla 2 - (24/100)*(3+4)	%	5.55	5.55
29	Relacion betun vacios (26/27)*100	%	74.13	73.42
30	Lectura del arco.	kg	215	223
31	Estabilidad sin corregir (tabla de calibración del anillo)	kg	907	940
32	Factor de estabilidad		1.00	1.00
33	Estabilidad corregida 31*32	kg	907	940
34	Lectura del fleximetro (0.01") (35/0.254)	pul.	16	16
34	Fluencia	m.m.	4.06	4.06
35	Relacion Estabilidad / Fluencia	kg/cm	2232	2314

Observaciones :

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.
Danny A. Caceres Quiroz
TÉCNICO DE LABORATORIO LABORATORIO DE ASFALTO

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.
Secundino Buzza Fernandez
ING. CIVIL REG. CIP. 169278



SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.



Av. Vicente Ruso Lote 1 S/N - Distrito de Chiclayo - Provincia de Chiclayo - Lambayeque RUC: 20487357465



Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos

948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250

E-mail: servicios_lab@hotmail.com.

GRAVEDAD ESPECIFICA DE MEZCLA BITUMINOSA ENSAYO RICE AASHTO T-209 ASTM D-2041

PROYECTO : "Evaluación de las propiedades mecánicas de mezclas asfálticas usando vidrio pulverizado".

UBICACIÓN : Chiclayo - Lambayeque

DISEÑO : MAC-2 (Cemento Asfáltico Pen 60/70)

CANTERA : Tres Tomas - Ferreñafe

SOLICITANTE : Luis Fernando Amas Chinchayan

RESP. LAB. : S.B.F.

TEC. LAB. : D.A.C.Q.

FECHA : 25/06/2023

PORCENTAJE DE ASFALTO	4.5	5.0	5.5	6.0	6.5	
1.- PESO DEL MATERIAL	1201.2	1198.5	1201.5	1202.2	1203.2	
2.- PESO DEL AGUA + FRASCO RICE	3239.3	3239.3	3239.3	3239.3	3239.3	
3.- PESO DEL MATERIAL + FRASCO + AGUA (EN AIRE)	4440.5	4437.8	4440.8	4441.5	4442.5	
4.- PESO DEL MATERIAL + FRASCO + AGUA (EN AGUA)	3952.9	3952.0	3950.1	3950.2	3949.6	
5.- VOLUMEN DEL MATERIAL	487.6	485.8	490.7	491.3	492.9	
6.- PESO ESPECÍFICO MÁXIMO	2.463	2.467	2.449	2.447	2.441	
PESO ESPECIFICO MAXIMO DE LA MUESTRA	2.463	2.467	2.449	2.447	2.441	

CONTENIDO C.A %	FECHA PRODUCCION	OBSERVACIONES
5.71	DISEÑO	

Observaciones :

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.
Danny A. Cayay Quiroz
TÉCNICO DE LABORATORIO
LABORATORIO DE ASFALTO

EMP ASFALTOS
SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.
Secundino Burgos Fernandez
ING. CIVIL
REG. CIP. 169278



SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.



Av. Vicente Ruso Lote 1 S/N - Distrito de Chiclayo - Provincia de Chiclayo - Lambayeque RUC: 20487357465



Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP ASFALTOS



948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250

E-mail: servicios_lab@hotmail.com.

DOSIFICACION DE CONCRETO ASFALTICO METODO MARSHALL - ASTM - D 1559 AASTHO T -245

PROYECTO	: "Evaluación de las propiedades mecánicas de mezclas asfálticas usando vidrio pulverizado".	RESP. LAB.:	S.B.F.
UBICACIÓN	: Chiclayo - Lambayeque	TEC. LAB.:	D.A.C.Q.
DISEÑO	: MAC-2 (Cemento Asfáltico Pen 60/70)	FECHA:	26/06/2023
CANTERA	: Tres Tomas - Ferrefafe		
SOLICITANTE	: Luis Fernando Armas Chinchayan		

DATOS DE DISEÑO	
Grava Chancada	41.0%
Arena Chancada	26.0%
Arena Zarandeada	30.0%
Vidrio pulverizado	3.0%
PEN 60/70	

Material	% Mezcla	% Que Pasa el Tamiz												
		1"	3/4"	1/2"	3/8"	Nº 4	Nº 10	Nº 40	Nº 80	Nº 200	< Nº 200			
A Grava Triturada	39.82													
B Arena	60.18													
Mezcla	100.0	100.0	88.6	75.9	60.2	47.6	21.3	12.4	5.4					
Especificaciones	100	100	80-100	70-88	51-68	38 - 52	17 - 28	8-17	4-8					

1	Numero de probeta	#	1	2	3	Prom.
2	C.A. en peso de la mezcla	%	5.71	5.71	5.71	
3	% de grava triturada en peso de la mezcla (mayor #4)	%	37.54	37.54	37.54	
4	% de arenas combinadas en peso de mezcla (menor #4)	%	56.75	56.75	56.75	
5	% de filler en peso de mezcla (mínimo 65% pasa malla #200)	%	0.00	0.00	0.00	
6	Peso específico aparente de cemento asfáltico	g/cc	1.021	1.021	1.021	
7	Peso específico Bulk de la grava (>#4) (ASTM C 127, AASHTO T 85, MTC E 206)	g/cc	2.650	2.650	2.650	
8	Peso específico Aparente de la grava (>#4) (ASTM C 127, AASHTO T 85, MTC E 206)	g/cc	2.691	2.691	2.691	2.671
9	Peso específico Bulk de la arena (<#4) (ASTM C 128, AASHTO T 84, MTC E 205)	g/cc	2.567	2.567	2.567	
10	Peso específico Aparente de la arena (<#4) (ASTM C 128, AASHTO T 84, MTC E 205)	g/cc	2.647	2.647	2.647	2.607
11	Peso específico aparente del filler	g/cc	0.86	0.86	0.86	
12	Altura promedio de la probeta	cm.				
13	Peso de la probeta en el aire	g	1194.5	1199.5	1197.5	
14	Peso de la probeta saturada superficialmente seca	g	1197.5	1201.2	1199.6	
15	Peso de la Probeta en el Agua	g	689.0	690.4	689.8	
16	Volumen de la Probeta 14-15	c.c.	508.5	510.8	509.8	
17	Peso Unitario de la Probeta 13/16 (ASTM D 2726, MTC E 514)	g/cc	2.349	2.348	2.349	2.349
18	Peso específico teórico máximo (Rice) (ASTM D 2041, AASHTO T 209, MTC E 508)	g/cc	2.440	2.440	2.440	
19	Máxima densidad teórica de los agregados $100 / ((2/6) + (3/2) + (7/8) + (4/2) + (9/10))$	g/cc	2.294	2.294	2.294	
20	% de vacíos con aire $100 * (1 - 17/18)$ (ASTM D 3203, MTC E 505)	%	3.74	3.78	3.75	3.76
21	Peso específico Bulk del Agregado Total $(100 - 2) / ((3/7) + (4/9) + (5/11))$	g/cc	2.632	2.632	2.632	
22	Peso específico Aparente del agregado total $(100 - 2) / ((3/8) + (4/10) + (5/11))$	g/cc	2.664	2.664	2.664	
23	Peso específico efectivo del agregado total $(3 + 4) / ((3/P - 8) + (4/P - 10))$	g/cc	2.665	2.665	2.665	
24	Asfalto absorbido por el agregado total $100 - 6 / (23 - 2) / (23 - 2)$ (ASTM D 4469, MTC E 511)	%	0.48	0.48	0.48	
25	% del vol. del Agregado / Volumen Bruto de la Probeta $(3 + 4) * 17/21$	%	84.16	84.13	84.15	
26	% del volumen de asfalto efectivo / volumen de probeta $100 - (25 + 20)$	%	12.10	12.10	12.10	
27	% vacíos del agregado mineral 100-25	%	15.84	15.87	15.85	15.85
28	Asfalto efectivo / peso de la mezcla $2 - (24/100) * (3 + 4)$	%	5.26	5.26	5.26	
29	Relación betún vacíos $(26/27) * 100$	%	76.37	76.21	76.35	76.31
30	Lectura del aro.	kg	281	278	286	
31	Estabilidad sin corregir (tabla de calibración del anillo)	kg	1183	1171	1204	
32	Factor de estabilidad		1.04	1.00	1.00	
33	Estabilidad corregida 31*32	kg	1231	1171	1204	1202
34	Lectura del flexímetro (0.01") $(35 / 0.254)$	pul.	13	13.5	13.5	13
34	Fluencia	m.m.	3.30	3.43	3.43	
35	Relación Estabilidad / Fluencia	kg/cm	3727	3415	3512	3551

Observaciones :

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.
Danny A. Caycay Quiroz
 TÉCNICO DE LABORATORIO
 LABORATORIO DE ASFALTO

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.
Secundino Buzza Fernandez
 ING. CIVIL
 REG. CIR. 199278



SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.



Av. Vicente Ruso Lote 1 S/N - Distrito de Chiclayo - Provincia de Chiclayo - Lambayeque RUC: 20487357465
 Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos
 948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250
 E-mail: servicios_lab@hotmail.com.



GRAVEDAD ESPECIFICA DE MEZCLA BITUMINOSA ENSAYO RICE AASHTO T - 209 ASTM D- 2041

PROYECTO	: "Evaluación de las propiedades mecánicas de mezclas asfálticas usando vidrio pulverizado".	
UBICACIÓN	: Chiclayo - Lambayeque	RESP. LAB. : S.B.F.
DISEÑO	: MAC-2 (Cemento Asfáltico Pen 60/70)	TEC. LAB. : D.A.C.Q.
CANTERA	: Tres Tomas - Ferreñafe	FECHA : 26/06/2023
SOLICITANTE	: Luis Fernando Armas Chinchayan	

PORCENTAJE DE ASFALTO	4.71	5.21	5.71	6.21	6.71	
1.- PESO DEL MATERIAL	1202.3	1203.3	1204.1	1203.6	1204.4	
2.- PESO DEL AGUA + FRASCO RICE	3239.3	3239.3	3239.3	3239.3	3239.3	
3.- PESO DEL MATERIAL + FRASCO + AGUA (EN AIRE)	4441.6	4442.6	4443.4	4442.9	4443.7	
4.- PESO DEL MATERIAL + FRASCO + AGUA (EN AGUA)	3952.1	3951.8	3950.0	3950.0	3949.9	
5.- VOLUMEN DEL MATERIAL	489.5	490.8	493.4	492.9	493.8	
6.- PESO ESPECÍFICO MÁXIMO	2.456	2.452	2.440	2.442	2.439	
PESO ESPECIFICO MAXIMO DE LA MUESTRA	2.456	2.452	2.440	2.442	2.439	

CONTENIDO C.A %	FECHA PRODUCCION	OBSERVACIONES
5.71	DISEÑO	

Observaciones :

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.
Danny A. Cayo Quiroz
 TÉCNICO DE LABORATORIO
 LABORATORIO DE ASFALTO

E.M.P. ASFALTOS
 SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.
Secundino Barba Fernandez
 ING. CIVIL
 REG. CIP. 189278



SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.



Av. Vicente Ruso Lote 1 S/N - Distrito de Chiclayo - Provincia de Chiclayo - Lambayeque RUC: 20487357465



Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos

948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250

E-mail: servicios_lab@hotmail.com.

DOSIFICACION DE CONCRETO ASFALTICO METODO MARSHALL - ASTM - D 1559 AASTHO T -245

PROYECTO	: "Evaluación de las propiedades mecánicas de mezclas asfálticas usando vidrio pulverizado".	RESP. LAB. : S.B.F.
UBICACIÓN	: Chiclayo - Lambayeque	TEC. LAB. : D.A.C.Q.
DISEÑO	: MAC-2 (Cemento Asfáltico Pen 60/70)	FECHA : 28/06/2023
CANTERA	: Tres Tomas - Ferreñafe	
SOLICITANTE	: Luis Fernando Armas Chinchayan	

DATOS DE DISEÑO	
Grava Chancada	41.0%
Arena Chancada	26.0%
Arena Zarandeada	27.0%
Vidrio pulverizado	6.0%
PEN 60/70	

Material	% Mezcla	% Que Pasa el Tamiz												
		1"	3/4"	1/2"	3/8"	Nº 4	Nº 10	Nº 40	Nº 80	Nº 200	< Nº 200			
A Grava Triturada	39.82													
B Arena.	60.18													
Mezcla		100.0	100.0	88.6	75.9	60.2	47.6	21.3	12.4	5.4				
Especificaciones		100	100	80-100	70-88	51-68	38 - 52	17 - 28	8-17	4-8				

1	Numero de probeta	#	1	2	3	Prom.
2	C.A. en peso de la mezcla	%	5.71	5.71	5.71	
3	% de grava triturada en peso de la mezcla(mayor #4)	%	37.54	37.54	37.54	
4	% de arenas combinadas en peso de mezcla(menor #4)	%	56.75	56.75	56.75	
5	% de filler en peso de mezcla(minimo 65% pasa malla #200)	%	0.00	0.00	0.00	
6	Peso especifico aparente de cemento asfáltico	g/cc.	1.021	1.021	1.021	
7	Peso especifico Bulk de la grava (>#4) (ASTM C 127, AASHTO T 85, MTC E 206)	g/cc.	2.650	2.650	2.650	
8	Peso especifico Aparente de la grava (>#4) (ASTM C 127, AASHTO T 85, MTC E 206)	g/cc.	2.691	2.691	2.691	2.671
9	Peso especifico Bulk de la arena(<#4) (ASTM C 128, AASHTO T 84, MTC E 205)	g/cc.	2.567	2.567	2.567	
10	Peso especifico Aparente de la arena(<#4) (ASTM C 128, AASHTO T 84, MTC E 205)	g/cc.	2.647	2.647	2.647	2.607
11	Peso especifico aparente del filler	g/cc.	0.86	0.86	0.86	
12	Altura promedio de la probeta	cm.				
13	Peso de la probeta en el aire	g	1201.1	1204.6	1202.0	
14	Peso de la probeta saturada superficialmente seca	g	1202.3	1206.3	1204.9	
15	Peso de la Probeta en el Agua 25 °C	g	692.1	694.2	694.2	
16	Volumen de la Probeta 14-15	c.c.	510.2	512.1	510.7	
17	Peso Unitario de la Probeta 13/16 (ASTM D 2726, MTC E 514)	g/cc.	2.354	2.352	2.354	2.353
18	Peso especifico teorico maximo (Rice) (ASTM D 2041, AASHTO T 209, MTC E 508)	g/cc.	2.430	2.430	2.430	
19	Maxima densidad teorica de los agregados 100((2/6)+(3*2)/(7+8)+(4*2)/(9+10))	g/cc.	2.394	2.394	2.394	
20	% de vacios con aire 100*(1-17/18) (ASTM D 3203, MTC E 505)	%	3.11	3.19	3.14	3.15
21	Peso especifico Bulk del Agregado Total (100-2)/((3/7)+(4/9)+(5/11))	g/cc.	2.632	2.632	2.632	
22	Peso especifico Aparente del agregado total (100-21)/((3/8)+(4/10)+(5/11))	g/cc.	2.664	2.664	2.664	
23	Peso especifico efectivo del agregado total (3+4)/((3P-8)+(4P-10))	g/cc.	2.651	2.651	2.651	
24	Asfalto absorbido por el agregado total 100-6(23-21)/(23*21) (ASTM D 4469, MTC E 511)	%	0.28	0.28	0.28	
25	% del vol. del Agregado / Volumen Bruto de la Probeta (3+4)*17/21	%	84.34	84.27	84.32	
26	% del volumen de asfalto efectivo / volumen de probeta 100*(25+20)	%	12.55	12.54	12.54	
27	% vacios del agregado mineral 100-25	%	15.66	15.73	15.68	15.69
28	Asfalto efectivo / peso de la mezcla 2 - (24/100)*(3+4)	%	5.44	5.44	5.44	
29	Relacion betun vacios (26/27)*100	%	80.12	79.71	80.00	79.95
30	Lectura del aro.	kg	298	301	295	
31	Estabilidad sin corregir (tabla de calibración del anillo)	kg	1255	1267	1242	
32	Factor de estabilidad		1.00	1.00	1.00	
33	Estabilidad corregida 31*32	kg	1255	1267	1242	1255
34	Lectura del fleximetro (0.01") (35 / 0.254)	pul.	13	13	12.5	13
34	Fluencia	m.m.	3.30	3.30	3.18	
35	Relacion Estabilidad / Fluencia	kg/cm	3800	3838	3912	3850

Observaciones :

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.
Danny A. Caycay Quiroz
 TECNICO DE LABORATORIO
 LABORATORIO DE ASFALTO

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.
Secundino Busta Fernandez
 ING. CIVIL
 REG. CIP. 159278



SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.



Av. Vicente Ruso Lote 1 S/N - Distrito de Chiclayo - Provincia de Chiclayo - Lambayeque RUC: 20487357465



Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos

948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250

E-mail: servicios_lab@hotmail.com.

GRAVEDAD ESPECIFICA DE MEZCLA BITUMINOSA

ENSAYO RICE AASHTO T - 209 ASTM D-2041

PROYECTO	: "Evaluación de las propiedades mecánicas de mezclas asfálticas usando vidrio pulverizado".	
UBICACIÓN	: Chiclayo - Lambayeque	
DISEÑO	: MAC-2 (Cemento Asfáltico Pen 60/70)	RESP. LAB. : S.B.F.
CANTERA	: Tres Tomas - Ferreñafe	TEC. LAB. : D.A.C.Q.
SOLICITANTE	: Luis Fernando Armas Chinchayan	FECHA : 28/06/2023

PORCENTAJE DE ASFALTO	4.71	5.21	5.71	6.21	6.71	
1.- PESO DEL MATERIAL	1198.5	1201.1	1199.6	1201.1	1202.3	
2.- PESO DEL AGUA + FRASCO RICE	3239.3	3239.3	3239.3	3239.3	3239.3	
3.- PESO DEL MATERIAL + FRASCO + AGUA (EN AIRE)	4437.8	4440.4	4438.9	4440.4	4441.6	
4.- PESO DEL MATERIAL + FRASCO + AGUA (EN AGUA)	3948.9	3947.5	3945.2	3945.7	3945.2	
5.- VOLUMEN DEL MATERIAL	488.9	492.9	493.7	494.7	496.4	
6.- PESO ESPECÍFICO MÁXIMO	2.451	2.437	2.430	2.428	2.422	
PESO ESPECIFICO MAXIMO DE LA MUESTRA	2.451	2.437	2.430	2.428	2.422	

CONTENIDO C.A %	FECHA PRODUCCION	OBSERVACIONES
5.71	DISEÑO	

Observaciones :

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.
Danny A. Caycay Quiroz
 TÉCNICO DE LABORATORIO
 LABORATORIO DE ASFALTO

EMP ASFALTOS
 SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.
Secundino Buena Fernandez
 ING. CIVIL
 REG. CIP. 105278



SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.



Av. Vicente Ruso Lote 1 S/N - Distrito de Chiclayo - Provincia de Chiclayo - Lambayeque RUC: 20487357465



Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP ASFALTOS

948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250

E-mail: servicios_lab@hotmail.com

DOSIFICACION DE CONCRETO ASFALTICO METODO MARSHALL - ASTM - D 1559 AASTHO T -245

PROYECTO	: "Evaluación de las propiedades mecánicas de mezclas asfálticas usando vidrio pulverizado".	RESP. LAB.	: S.B.F.
UBICACIÓN	: Chiclayo - Lambayeque	TEC. LAB.	: D.A.C.Q.
DISEÑO	: MAC-2 (Cemento Asfáltico Pen 60/70)	FECHA	: 01/07/2023
CANTERA	: Tres Tomas - Ferrefafe		
SOLICITANTE	: Luis Fernando Armas Chinchayan		

DATOS DE DISEÑO	
Grava Chancada	41.0%
Arena Chancada	26.0%
Arena Zandeada	24.0%
Vidrio pulverizado	9.0%
PEN 60/70	

Material	% Mezcla	% Que Pasa el Tamiz									
		1"	3/4"	1/2"	3/8"	Nº 4	Nº 10	Nº 40	Nº 80	Nº 200	< Nº 200
A Grava Triturada	39.82										
B Arena	60.18										
Mezcla	100.0	100.0	88.6	75.9	60.2	47.6	21.3	12.4	5.4		
Especificaciones	100	100	80-100	70-88	51-68	38 - 52	17 - 28	8-17	4-8		

1	Numero de probeta	#	1	2	3	Prom.
2	C.A. en peso de la mezcla	%	5.71	5.71	5.71	
3	% de grava triturada en peso de la mezcla(mayor #4)	%	37.54	37.54	37.54	
4	% de arenas combinadas en peso de mezcla(menor #4)	%	56.75	56.75	56.75	
5	% de filler en peso de mezcla(minimo 65% pasa malla #200)	%	0.00	0.00	0.00	
6	Peso especifico aparente de cemento asfaltico	g/cc	1.021	1.021	1.021	
7	Peso especifico Bulk de la grava (>#4) (ASTM C 127 , AASHTO T 85 , MTC E 206)	g/cc	2.650	2.650	2.650	
8	Peso especifico Aparente de la grava (>#4) (ASTM C 127 , AASHTO T 85 , MTC E 206)	g/cc	2.691	2.691	2.691	2.671
9	Peso especifico Bulk de la arena(<#4) (ASTM C 128 , AASHTO T 84 , MTC E 205)	g/cc	2.567	2.567	2.567	
10	Peso especifico Aparente de la arena(<#4) (ASTM C 128 , AASHTO T 84 , MTC E 205)	g/cc	2.647	2.647	2.647	2.607
11	Peso especifico aparente del filler	g/cc	0.86	0.86	0.86	
12	Altura promedio de la probeta	cm.				
13	Peso de la probeta en el aire	g	1205.5	1204.6	1206.6	
14	Peso de la probeta saturada superficialmente seca	g	1207.6	1206.3	1208.8	
15	Peso de la Probeta en el Agua 25 °C	g	696.5	695.5	696.9	
16	Volumen de la Probeta 14-15	c.c.	511.1	510.8	511.9	
17	Peso Unitario de la Probeta 13/16 (ASTM D 2726 , MTC E 514)	g/cc	2.359	2.358	2.357	2.358
18	Peso especifico teorico maximo (Rice) (ASTM D 2041 , AASHTO T 209 , MTC E 508)	g/cc	2.418	2.418	2.418	
19	Maxima densidad teorica de los agregados 100((2/6)+(3*2)/(7+8)+(4*2)/(9+10))	g/cc	2.294	2.294	2.294	
20	% de vacios con aire 100*(1-17/18) (ASTM D 3203 , MTC E 505)	%	2.44	2.45	2.50	2.46
21	Peso especifico Bulk del Agregado Total (100-2)/((3/7)+(4/9)+(5/11))	g/cc	2.632	2.632	2.632	
22	Peso especifico Aparente del agregado total (100-21)/((3/8)+(4/10)+(5/11))	g/cc	2.664	2.664	2.664	
23	Peso especifico efectivo del agregado total (3+4)/((3*P-8)+(4*P-10))	g/cc	2.636	2.636	2.636	
24	Asfalto absorbido por el agregado total 100-6(23-21)/(23*21) (ASTM D 4469 , MTC E 511)	%	0.06	0.06	0.06	
25	% del vol del Agregado / Volumen Bruto de la Probeta (3+4)*17/21	%	84.50	84.49	84.44	
26	% del volumen de asfalto efectivo / volumen de probeta 100-(25+20)	%	13.06	13.06	13.05	
27	% vacios del agregado mineral 100-25	%	15.50	15.51	15.56	15.52
28	Asfalto efectivo / peso de la mezcla 2 - (24/100)*(3+4)	%	5.65	5.65	5.65	
29	Relacion betun vacios (26/27)*100	%	84.27	84.19	83.92	84.13
30	Lectura del aro.	kg	278	268	280	
31	Estabilidad sin corregir (tabla de calibración del anillo)	kg	1171	1129	1179	
32	Factor de estabilidad		1.00	1.00	1.00	
33	Estabilidad corregida 31*32	kg	1171	1129	1179	1160
34	Lectura del flexmetro (0.01") (35 / 0.254)	pul.	11.5	11.5	11.5	12
34	Fluencia	m.m.	2.92	2.92	2.92	
35	Relacion Estabilidad / Fluencia	kg/cm	4008	3865	4037	3970

Observaciones :

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.
Darry A. Cayco Quiroz
 TÉCNICO DE LABORATORIO
 LABORATORIO DE ASFALTO

E.M.P.
 SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.
Secundino Buzza Fernandez
 ING. CIVIL
 REG. CIP. 189278



SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.



Av. Vicente Ruso Lote 1 S/N - Distrito de Chiclayo - Provincia de Chiclayo - Lambayeque RUC: 20487357465



Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos

948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250

E-mail: servicios_lab@hotmail.com.

GRAVEDAD ESPECIFICA DE MEZCLA BITUMINOSA ENSAYO RICE AASHTO T - 209 ASTM D- 2041

PROYECTO	: "Evaluación de las propiedades mecánicas de mezclas asfálticas usando vidrio pulverizado".				
UBICACIÓN	: Chiclayo - Lambayeque				
DISEÑO	: MAC-2 (Cemento Asfáltico Pen 60/70)				
CANTERA	: Tres Tomas - Ferreñafe				
SOLICITANTE	: Luis Fernando Armas Chinchayan				
				RESP. LAB. :	S.B.F.
				TEC. LAB. :	D.A.C.Q.
				FECHA :	01/07/2023

PORCENTAJE DE ASFALTO	4.71	5.21	5.71	6.21	6.71	
1.- PESO DEL MATERIAL	1201.2	1203.6	1202.5	1204.1	1206.3	
2.- PESO DEL AGUA + FRASCO RICE	3239.3	3239.3	3239.3	3239.3	3239.3	
3.- PESO DEL MATERIAL + FRASCO + AGUA (EN AIRE)	4440.5	4442.9	4441.8	4443.4	4445.6	
4.- PESO DEL MATERIAL + FRASCO + AGUA (EN AGUA)	3942.4	3944.5	3944.4	3945.2	3943.2	
5.- VOLUMEN DEL MATERIAL	498.1	498.4	497.4	498.2	502.4	
6.- PESO ESPECÍFICO MÁXIMO	2.412	2.415	2.418	2.417	2.401	
PESO ESPECIFICO MAXIMO DE LA MUESTRA	2.412	2.415	2.418	2.417	2.401	

CONTENIDO C.A %	FECHA PRODUCCION	OBSERVACIONES
5.71	DISEÑO	

Observaciones :

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.
Danny A. Caycay Quiroz
 TÉCNICO DE LABORATORIO
 LABORATORIO DE ASFALTO

EMP ASFALTOS
 SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.
Secundino Buzza Fernandez
 ING. CIVIL
 REG. CIP 169278



SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.



Av. Vicente Ruso Lote 1 S/N - Distrito de Chiclayo - Provincia de Chiclayo - Lambayeque RUC: 20487357465
 Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP ASFALTOS
 948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250
 E-mail: servicios_lab@hotmail.com

DOSFICACION DE CONCRETO ASFALTICO METODO MARSHALL - ASTM - D 1559 AASTHO T-245

PROYECTO	: "Evaluación de las propiedades mecánicas de mezclas asfálticas usando vidrio pulverizado".	RESP. LAB. : S.B.F.
UBICACIÓN	: Chiclayo - Lambayeque	TEC. LAB. : D.A.C.Q.
DISEÑO	: MAC-2 (Cemento Asfáltico Pen 60/70)	FECHA : 05/07/2023
CANTERA	: Tres Tomas - Ferreñafe	
SOLICITANTE	: Luis Fernando Armas Chinchayan	

DATOS DE DISEÑO	
Grava Chancada	41.0%
Arena Chancada	26.0%
Arena Zerlandeada	24.0%
Vidrio pulverizado	12.0%
PEN 60/70	

Material	% Mezcla	% Que Pasa el Tamiz									
		1"	3/4"	1/2"	3/8"	Nº 4	Nº 10	Nº 40	Nº 80	Nº 200	< Nº 200
A Grava Triturada	39.82										
B Arena	60.18										
Mezcla	100.0	100.0	88.6	75.9	60.2	47.6	21.3	12.4	5.4		
Especificaciones	100	100	80-100	70-88	51-68	38 - 52	17 - 28	8-17	4-8		

1	Numero de probeta	#	1	2	3	Prom.
2	C.A. en peso de la mezcla	%	5.71	5.71	5.71	
3	% de grava triturada en peso de la mezcla (mayor #4)	%	37.54	37.54	37.54	
4	% de arenas combinadas en peso de mezcla (menor #4)	%	56.75	56.75	56.75	
5	% de filler en peso de mezcla (mínimo 85% pasa malla #200)	%	0.00	0.00	0.00	
6	Peso específico aparente de cemento asfáltico	g/cc	1.021	1.021	1.021	
7	Peso específico Bulk de la grava (>#4) (ASTM C 127, AASHTO T 85, MTC E 206)	g/cc	2.650	2.650	2.650	
8	Peso específico Aparente de la grava (>#4) (ASTM C 127, AASHTO T 85, MTC E 206)	g/cc	2.691	2.691	2.691	2.671
9	Peso específico Bulk de la arena (<#4) (ASTM C 128, AASHTO T 84, MTC E 205)	g/cc	2.567	2.567	2.567	
10	Peso específico Aparente de la arena (<#4) (ASTM C 128, AASHTO T 84, MTC E 205)	g/cc	2.647	2.647	2.647	2.607
11	Peso específico aparente del filler	g/cc	0.86	0.86	0.86	
12	Altura promedio de la probeta	cm.				
13	Peso de la probeta en el aire	g	1191.1	1192.2	1193.2	
14	Peso de la probeta saturada superficialmente seca	g	1192.3	1193.3	1194.5	
15	Peso de la Probeta en el Agua 25 °C	g	684.2	685.1	685.0	
16	Volumen de la Probeta 14-15	c.c.	508.1	508.2	509.5	
17	Peso Unitario de la Probeta 13/16 (ASTM D 2726, MTC E 514)	g/cc	2.344	2.346	2.342	2.344
18	Peso específico teórico máximo (Rice) (ASTM D 2041, AASHTO T 209, MTC E 508)	g/cc	2.396	2.396	2.396	
19	Máxima densidad teórica de los agregados $100 / ((2/6) + (3 \cdot 2 / (7 + 8)) + (4 \cdot 2 / (9 + 10)))$	g/cc	2.294	2.294	2.294	
20	% de vacíos con aire $100 \cdot (1 - 17/18)$ (ASTM D 3203, MTC E 505)	%	2.15	2.08	2.24	2.16
21	Peso específico Bulk del Agregado Total $(100 - 2) / ((3/7) + (4/9) + (5/11))$	g/cc	2.632	2.632	2.632	
22	Peso específico Aparente del agregado total $(100 - 2) / ((3/8) + (4/10) + (5/11))$	g/cc	2.664	2.664	2.664	
23	Peso específico efectivo del agregado total $(3 + 4) / ((3/P - 8) + (4/P - 10))$	g/cc	2.608	2.608	2.608	
24	Asfalto absorbido por el agregado total $100 - 6(23 - 21) / (23 - 21)$ (ASTM D 4469, MTC E 511)	%	-0.35	-0.35	-0.35	
25	% del vol del Agregado / Volumen Bruto de la Probeta $(3 + 4) / 17.21$	%	83.98	84.04	83.90	
26	% del volumen de asfalto efectivo / volumen de probeta 100 - (25 + 20)	%	13.87	13.88	13.86	
27	% vacíos del agregado mineral 100 - 25	%	16.02	15.96	16.10	16.02
28	Asfalto efectivo / peso de la mezcla $2 - (24/100) \cdot (3 + 4)$	%	6.04	6.04	6.04	
29	Relación betún vacíos $(26/27) \cdot 100$	%	86.60	86.99	86.06	86.55
30	Lectura del aro.	kg	224	230	240	
31	Estabilidad sin corregir (tabla de calibración del anillo)	kg	945	970	1012	
32	Factor de estabilidad		1.04	1.04	1.00	
33	Estabilidad corregida $31 \cdot 32$	kg	982	1009	1012	1001
34	Lectura del flexímetro $(0.01 \cdot) (35 / 0.254)$	pul.	10	10	10	10
34	Fluencia	m.m.	2.54	2.54	2.54	
35	Relación Estabilidad / Fluencia	kg/cm	3868	3971	3983	3940

Observaciones :

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.
Danny A. Cayccay Quiroz
 TÉCNICO DE LABORATORIO
 LABORATORIO DE ASFALTO

E.M.P. 2014-1153
 SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.
Secundino Buzza Fernandez
 ING. CIVIL
 REG. CIP. 169278



SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.



Av. Vicente Ruso Lote 1 S/N - Distrito de Chiclayo - Provincia de Chiclayo - Lambayeque RUC: 20487357465



Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos

948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250

E-mail: servicios_lab@hotmail.com.

GRAVEDAD ESPECIFICA DE MEZCLA BITUMINOSA ENSAYO RICE AASHTO T - 209 ASTM D- 2041

PROYECTO	: "Evaluación de las propiedades mecánicas de mezclas asfálticas usando vidrio pulverizado".	RESP. LAB.	: S.B.F.
UBICACIÓN	: Chiclayo - Lambayeque	TEC. LAB.	: D.A.C.Q.
DISEÑO	: MAC-2 (Cemento Asfáltico Pen 60/70)	FECHA	: 05/07/2023
CANTERA	: Tres Tomas - Ferreñafe		
SOLICITANTE	: Luis Fernando Armas Chinchayan		

PORCENTAJE DE ASFALTO	4.71	5.21	5.71	6.21	6.71	
1.- PESO DEL MATERIAL	1199.2	1201.1	1201.9	1198.5	1198.7	
2.- PESO DEL AGUA + FRASCO RICE	3239.3	3239.3	3239.3	3239.3	3239.3	
3.- PESO DEL MATERIAL + FRASCO + AGUA (EN AIRE)	4438.5	4440.4	4441.2	4437.8	4438.0	
4.- PESO DEL MATERIAL + FRASCO + AGUA (EN AGUA)	3940.0	3942.8	3939.5	3939.0	3941.5	
5.- VOLUMEN DEL MATERIAL	498.5	497.6	501.7	498.8	496.5	
6.- PESO ESPECÍFICO MÁXIMO	2.406	2.414	2.396	2.403	2.414	
PESO ESPECIFICO MAXIMO DE LA MUESTRA	2.406	2.414	2.396	2.403	2.414	

CONTENIDO C.A %	FECHA PRODUCCION	OBSERVACIONES
5.71	DISEÑO	

Observaciones :

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.

Danny A. Cayday Quiroz
 TÉCNICO DE LABORATORIO
 LABORATORIO DE ASFALTO

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.

Secundino Buzza Fernandez
 ING. CIVIL
 REG. CIP. 189278



Anexo 7. Calibración de equipos



LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO
POR EL ORGANISMO DE ACREDITACIÓN
INACAL-DA CON REGISTRO
N°LC 020



Registro N°LC - 020

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

Página 1 de 3

N° de Certificado	: 1587-MPES-C-2022	La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar combinada por el factor de cobertura $k=2$. Este valor ha sido calculado para un nivel de confianza aproximado del 95 % determinada según la "Guía para la Expresión de la incertidumbre en la medición".
N° de Orden de trabajo	: 0624	
1. SOLICITANTE	: SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.	Los resultados sólo están relacionados con los items calibrados y son válidos en el momento y en las condiciones 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 reglamentaciones vigentes.
Dirección	: Av. Vicente Ruso Lote 1, Fundo el Cerrito	
2. INSTRUMENTO DE MEDICIÓN	: BALANZA	PESATEC PERU 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. Los resultados de este certificado de calibración no debe ser utilizado como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.
Marca	: OHAUS	
Modelo	: R31P30	
Número de Serie	: 8335320494	
Alcance de Indicación	: 30000 g	
Division de escala real (d)	: 10 g	
Division de escala de verificación (e)	: 10 g	
Procedencia	: China	
Identificación	: BAL-41 (*)	
Tipo de indicación	: Electrónica	
Ubicación	: Laboratorio	
Fecha de Calibración	: 2022-11-08	
3. MÉTODO DE CALIBRACIÓN	Comparación directa entre las indicaciones de lectura de la balanza y las cargas aplicadas mediante pesas patrones, según: Procedimiento para la Calibración de instrumento de pesaje de funcionamiento no automático clase III y IIII (PC - 001 del INACAL, Primera Edición - Mayo 2019.	
4. LUGAR DE CALIBRACIÓN	Av. Vicente Ruso Lote 1, Fundo el Cerrito	

Sello



Fecha de Emisión

Firmado digitalmente por
JURUPE
MELGAREJO
SANDRA
ESPERANZA
Fecha: 2022-11-14
19:19:05
2022-11-14

Autorizado por

Sandra Jurupe Melgarejo
Gerente Técnico

RT08-F09 Rev 06

Elaborado: JCFA

Revisado: JMSE

Aprobado: NGJC

Av. Condevilla 1269 Urb. EL OLIVAR - Callao | Telef: 4848092 - 4847633 - 7444303 - 7444306 | Celular994080329 - 975525151

Email: ventas@pesatec.com | Website: www.pesatec.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE PESATEC PERU SAC

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° 1587-MPES-C-2022

Página 2 de 3

5. CONDICIONES AMBIENTALES

	Inicial	Final
Temperatura	20,9 °C	21,3 °C
Humedad Relativa	71 %	71 %

6. TRAZABILIDAD

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

Trazabilidad	Patrón utilizado	Identificación	Certificado de calibración
Patrones de referencia de PESATEC PERU S.A.C.	Pesas (Clase de exactitud M2)	ZT20	1063-MPES-C-2022
		MT05 y MT06	1170-MPES-C-2022
		MT266 a MT275	1466-MPES-C-2022

7. OBSERVACIONES

Los errores máximos permitidos (e.m.p.) para esta balanza corresponden a los e.m.p. para balanzas en uso de funcionamiento no automático de clase de exactitud III, según la Norma Metrológica Peruana 003 - 2009. Instrumentos de Pesaje de Funcionamiento no Automático.

Se colocó una etiqueta con la indicación de "CALIBRADO".

(*) Código indicado en una etiqueta adherida al instrumento.

8. RESULTADOS DE MEDICIÓN

INSPECCIÓN VISUAL			
AJUSTE DE CERO	TIENE	ESCALA	NO TIENE
OSCILACIÓN LIBRE	TIENE	CURSOR	NO TIENE
PLATAFORMA	TIENE	SIST. DE TRABA	NO TIENE
NIVELACIÓN	TIENE		

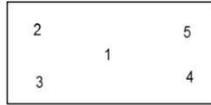
ENSAYO DE REPETIBILIDAD

Temp. (°C)	Inicial	Final
	20,9 °C	20,9 °C

Medición N°	Carga L1= 15 001 g			Carga L2= 30 001 g		
	I(g)	ΔL(mg)	E(mg)	I(g)	ΔL(mg)	E(mg)
1	15 000	5 000	-1 000	30 000	2 000	2 000
2	15 000	5 000	-1 000	30 000	3 000	1 000
3	15 000	4 000	0	30 000	2 000	2 000
4	15 000	4 000	0	30 000	3 000	1 000
5	15 000	5 000	-1 000	30 000	3 000	1 000
6	15 000	5 000	-1 000	30 000	3 000	1 000
7	15 000	5 000	-1 000	30 000	3 000	1 000
8	15 000	5 000	-1 000	30 000	2 000	2 000
9	15 000	4 000	0	30 000	2 000	2 000
10	15 000	4 000	0	30 000	3 000	1 000
Diferencia Máxima			1 000			1 000
Error máximo permitido	± 20 000 mg			± 30 000 mg		

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° 1587-MPES-C-2022

Página 3 de 3



Vista Frontal

ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

Posición de la Carga	Determinación de E ₀				Determinación del Error corregido				
	Carga mínima (g)	l(g)	ΔL(mg)	E ₀ (mg)	Carga (g)	l(g)	ΔL(mg)	E(mg)	E _c (mg)
1	100	100	6 000	-1 000	10 001	10 000	5 000	-1 000	0
2		100	6 000	-1 000		10 000	3 000	1 000	2 000
3		100	5 000	0		10 000	2 000	2 000	2 000
4		100	4 000	1 000		10 000	3 000	1 000	0
5		100	3 000	2 000		10 000	3 000	1 000	-1 000

Carga mínima : valor entre 0 y 10 e

Temp. (°C) Inicial: 21,0 °C Final: 21,1 °C

Error máximo permitido : ± 20 000 mg

ENSAYO DE PESAJE

Carga L(g)	CRECIENTES				DECRECIENTES				emp ±(mg)
	l(g)	ΔL(mg)	E(mg)	E _c (mg)	l(g)	ΔL(mg)	E(mg)	E _c (mg)	
100	100	6 000	-1 000						
200	200	5 000	0	1 000	200	3 000	2 000	3 000	10 000
500	500	5 000	0	1 000	500	3 000	2 000	3 000	10 000
1 000	1 000	4 000	1 000	2 000	1 000	3 000	2 000	3 000	10 000
2 000	2 000	4 000	1 000	2 000	2 000	4 000	1 000	2 000	10 000
5 000	5 000	4 000	1 000	2 000	5 000	3 000	2 000	3 000	10 000
10 001	10 000	3 000	1 000	2 000	10 000	4 000	0	1 000	20 000
15 001	15 000	3 000	1 000	2 000	15 000	3 000	1 000	2 000	20 000
20 000	20 000	4 000	1 000	2 000	20 000	3 000	2 000	3 000	20 000
25 000	25 000	4 000	1 000	2 000	25 000	3 000	2 000	3 000	30 000
30 001	30 000	3 000	1 000	2 000	30 000	3 000	1 000	2 000	30 000

emp: error máximo permitido

Lectura corregida e incertidumbre expandida del resultado de una pesada

$$R_{\text{corregida}} = R - 0,00011 \times R$$

$$U_R = 2\sqrt{17,27 \text{ g}^2 + 0,0000000049 \times R^2}$$

R: Lectura de la balanza ΔL: Carga Incrementada E: Error encontrado E_c: Error en cero E_c: Error corregido

Fin del certificado de calibración



SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C

SERVICIOS DE LABORATORIO DE ENSAYO DE SUELOS Y PAVIMENTOS, CALIBRACION Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
SLSP - LT - 008-2022**

Área de Metrología

LABORATORIO DE TEMPERATURA

pág. 1 de 5

- 1.- Expediente** : 008
2.- Cliente : SERVICIOS DE LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C
 Dirección : Av. Vicente Ruso Lote 1, Fundo El Cerrito (Al Costado de la Quinta Arellano - Prolongación Bolognesi).
3.- Equipo: : BAÑO MARÍA
 Alcance Máximo : 60 °C
 Marca : A&A INSTRUMENT
 Modelo : STSY-3
 Numero de serie : 0150705
 Código de Identificación : EQ-BM-01

Descripción	Instrumento de medición
Alcance	0 °C a 60 °C
Div. Escala/Resolución	0.1
Tipo	DIGITAL

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

Los resultados son 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.

Servicios de Laboratorio de Suelos y Pavimentos 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.

4.- Fecha y lugar de calibración

- Fecha de calibración : 21/07/2022
 Lugar de calibración : Av. Vicente Ruso Lote 1, Fundo El Cerrito (Al Costado de la Quinta Arellano - Prolongación Bolognesi).

Fecha de Emisión: 22/07/2022

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELO Y PAVIMENTOS S.A.C.

Ing. Secundino Burga Fernández
 JEFE DE METROLOGÍA
 REG. CIP 1699378

Ing. Secundino Burga Fernández
 Jefe del Laboratorio de Metrología



SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELO Y PAVIMENTOS S.A.C.

Jan Carlos Chavesta Reyes
 TÉCNICO DE METROLOGÍA

Jan Carlos Chavesta Reyes
 Técnico de Metrología

Av. Vicente Ruso Lote 1, Fundo El Cerrito (Al Costado de la Quinta Arellano - Prolongación Bolognesi)
 Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos
 948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250
 emp_calibraciones@hotmail.com
 servicios_lab@hotmail.com



SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C

SERVICIOS DE LABORATORIO DE ENSAYO DE SUELOS Y PAVIMENTOS, CALIBRACION Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO

Área de Metrología
LABORATORIO DE TEMPERATURA

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
SLSP - LT - 008-2022

pág. 2 de 5

5.- Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	18.0 °C	18.2 °C
Humedad	69 % HR	69 % HR

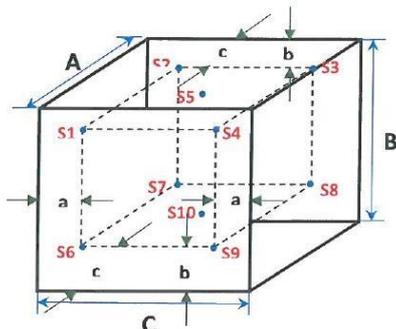
6.- Método de calibración

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 Baños Termostáticos PC-019; 2da edición; abril 2009, del SNM-INDECOPI.

7.- Patrones de referencia

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado
PESATEC (LABORATORIO ACREDITADO)	SE UTILIZO TERMOMETRO DE 12 CANALES	0039-TPES-C-2022

DISTRIBUCION DE LOS SENSORES DENTRO DEL MEDIO ISOTERMO



Dimensiones internas

A= 31.00 cm

B= 33.00 cm

C= 46.50 cm



: Sensor de Temperatura

A,B,C: Dimensiones del volumen interno.

a,b,c: Aproximadamente 1/10 a 1/4 de las dimensiones del volumen interno.

Los sensores S5 y S10 están ubicados aproximadamente en el centro de sus respectivos niveles.



Av. Vicente Ruso Lote 1, Fundo El Cerrito (Al Costado de la Quinta Arellano - Prolongación Bolognesi)
Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos



emp_calibraciones@hotmail.com
servicios_lab@hotmail.com.



SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C

SERVICIOS DE LABORATORIO DE ENSAYO DE SUELOS Y PAVIMENTOS, CALIBRACION Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
SLSP - LT - 008-2022**

Área de Metrología
LABORATORIO DE TEMPERATURA

pág. 3 de 5

8.- RESULTADOS DE MEDICIÓN

Tiempo (min)	Termómetro del equipo (°C)	TEMPERATURAS EN LAS POSICIONES DE MEDICIÓN										T _{prom}	T _{max-Tmin}
		NIVEL SUPERIOR					NIVEL INFERIOR						
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
0	60.0	59.8	59.4	59.7	60.2	59.6	59.7	59.8	59.3	60.0	60.6	59.8	1.3
2	59.9	59.9	59.5	59.7	60.2	59.7	59.8	59.8	59.3	60.1	60.8	59.9	1.5
4	60.0	59.8	59.5	59.7	60.2	59.6	59.8	59.8	59.4	60.1	60.6	59.8	1.2
6	60.0	59.9	59.6	59.7	60.3	59.7	59.8	59.9	59.4	60.0	60.6	59.9	1.2
8	59.9	59.9	59.6	59.8	60.3	59.7	59.9	60.0	59.4	60.1	60.7	59.9	1.3
10	59.9	59.9	59.6	59.8	60.3	59.7	59.9	60.0	59.5	60.2	60.8	60.0	1.3
12	59.9	59.8	59.5	59.8	60.3	59.7	59.9	59.9	59.3	60.1	60.6	59.9	1.3
14	59.9	59.8	59.5	59.8	60.3	59.6	59.9	59.9	59.3	60.0	60.6	59.9	1.3
16	60.0	59.9	59.6	59.8	60.3	59.7	59.9	60.0	59.5	60.1	60.6	59.9	1.1
18	60.0	60.0	59.7	59.8	60.4	59.8	59.9	60.0	59.5	60.2	60.7	60.0	1.2
20	60.0	59.9	59.6	59.8	60.3	59.7	59.9	60.0	59.4	60.1	60.7	59.9	1.3
22	60.0	59.9	59.6	59.8	60.4	59.7	59.9	60.0	59.4	60.1	60.6	59.9	1.2
24	60.1	59.9	59.6	59.8	60.6	59.7	59.9	60.0	59.5	60.1	60.8	60.0	1.3
26	60.1	59.9	59.5	59.8	60.3	59.6	59.9	59.9	59.3	60.1	60.6	59.9	1.3
28	60.1	59.9	59.6	59.8	60.4	59.7	59.9	59.9	59.5	60.0	60.7	59.9	1.2
30	60.0	60.0	59.6	59.8	60.4	59.7	59.9	59.9	59.4	60.1	60.8	60.0	1.4
32	60.0	60.0	59.7	59.9	60.4	59.8	59.9	60.1	59.5	60.0	60.8	60.0	1.3
34	59.9	60.0	59.7	59.9	60.4	59.8	59.9	60.0	59.5	60.2	60.7	60.0	1.2
36	59.9	60.0	59.7	59.9	60.4	59.8	59.9	60.1	59.5	60.1	60.7	60.0	1.2
38	59.9	60.1	59.7	60.0	60.5	59.8	60.0	60.1	59.5	60.1	60.8	60.1	1.3
40	60.0	60.1	59.8	60.0	60.5	59.9	60.0	60.1	59.7	60.2	60.8	60.1	1.1
42	60.0	60.1	59.7	60.0	60.5	59.9	60.0	60.1	59.6	60.2	60.9	60.1	1.3
44	60.0	60.1	59.8	60.0	60.5	59.9	60.0	60.1	59.6	60.3	60.8	60.1	1.2
46	60.0	60.1	59.8	60.0	60.5	59.9	60.0	60.1	59.7	60.2	60.8	60.1	1.1
48	60.0	60.1	59.8	60.1	60.6	59.9	60.1	60.2	59.7	60.4	60.9	60.2	1.2
50	60.1	60.1	59.8	60.1	60.5	60.0	60.1	60.2	59.8	60.3	60.9	60.2	1.1
52	60.0	60.1	59.8	60.0	60.6	59.9	60.0	60.1	59.6	60.2	60.8	60.1	1.2
54	59.9	60.1	59.8	60.0	60.7	59.9	60.1	60.1	59.6	60.3	60.8	60.1	1.2
56	59.9	60.1	59.8	60.0	60.6	59.9	60.2	60.1	59.7	60.3	60.9	60.2	1.2
58	60.0	60.2	59.8	60.0	60.6	59.9	60.1	60.1	59.7	60.4	61.0	60.2	1.3
60	60.0	60.2	59.9	60.0	60.6	60.0	60.1	60.1	59.7	60.3	61.0	60.2	1.3
T.PROM	60.0	60.0	59.7	59.9	60.4	59.8	59.9	60.0	59.5	60.1	60.7	60.0	
T.MAX	60.1	60.2	59.9	60.1	60.7	60.0	60.2	60.2	59.8	60.4	61.0		
T.MIN	59.9	59.8	59.4	59.7	60.2	59.6	59.7	59.8	59.3	60.0	60.6		
DTT	0.2	0.4	0.5	0.4	0.5	0.4	0.5	0.4	0.5	0.4	0.4		



Av. Vicente Ruso Lote 1, Fundo El Cerrito (Al Costado de la Quinta Arellano - Prolongación Bolognesi)
 Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos emp_calibraciones@hotmail.com
 948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250 servicios_lab@hotmail.com



SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C

SERVICIOS DE LABORATORIO DE ENSAYO DE SUELOS Y PAVIMENTOS, CALIBRACION Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
SLSP - LT - 008-2022**

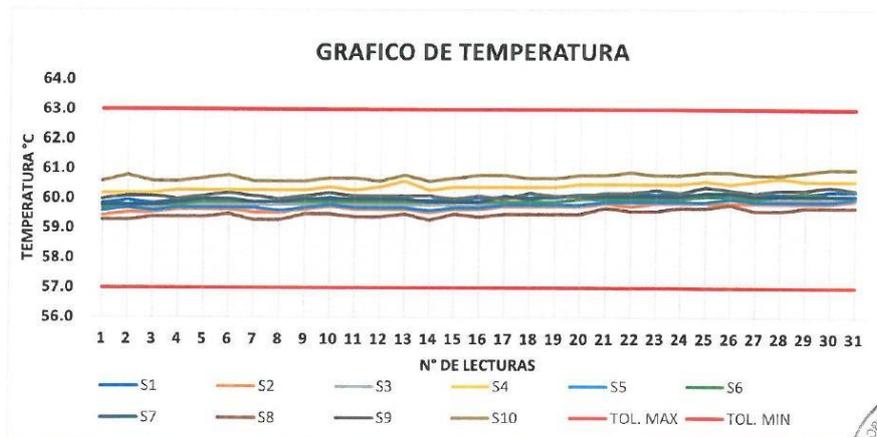
Área de Metrología
LABORATORIO DE TEMPERATURA

pág. 4 de 5

PARAMETRO	VALOR °C	INCERTIDUMBRE EXPANDIDA (°c)
Maxima temperatura medida	61.0	0.4
Mínima temperatura medida	59.3	0.4
Desviación temperatura medida en el tiempo	0.5	0.1
Desviación temperatura medida en el espacio	1.2	0.3
Estabilidad Medida (±)	0.3	0.04
Uniformidad Medida	1.5	0.4

- T.PROM : Promedio de la temperatura en una posición de medición durante el tiempo de calibración.
- Tprom : Promedio de las temperaturas en la diez posiciones de medición para 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 máxia 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.
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.



Av. Vicente Ruso Lote 1, Fundo El Cerrito (Al Costado de la Quinta Arellano - Prolongación Bolognesi)
Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos
948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250



emp_calibraciones@hotmail.com
servicios_lab@hotmail.com.

9.- 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.

10.- Observaciones

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación de CALIBRADO.
- El laboratorio no se hace responsable de mala manipulación del equipo.
- La periodicidad de la calibración depende del uso, mantenimiento y conservación del instrumento de medición.



Fig. 01: Horno ALFA calibrado



SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C

SERVICIOS DE LABORATORIO DE ENSAYO DE SUELOS Y PAVIMENTOS, CALIBRACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN SLSP - LF - 015-2022

Área de Metrología
Laboratorio de Fuerza

pág. 1 de 3

1.- Expediente : 015
2.- Cliente : SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C
Dirección : Av. Vicente Ruso Lote 1, Fundo El Cerrito (Al costado de la Quinta Arellano - Prolongación Bolognesi).

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).

3.- Equipo: : PRENSA MARSHALL
Marca : TAMIEQUIPOS LTDA
Modelo : TCP 812
N° Serie : 762
Procedencia : BOGOTA - COLOMBIA
Identificación : PM-01
Clase: : NO INDICA
Indicador (tipo): : DIGITAL
Marca : PERUTEST SAC
Modelo : NO INDICA
N° Serie: : NO INDICA
Capacidad máxima: : 5000 (kgf)
Resolución : 0.1 (kgf)

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.

Servicios de Laboratorio de Suelos y Pavimentos 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.

4.- Fecha y lugar de calibración

Fecha de calibración : 12/07/2022
Lugar de calibración : Av. Vicente Ruso Lote 1, Fundo El Cerrito (Al costado de la Quinta Arellano - Prolongación Bolognesi).

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.- 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 Ensayos Uniaxiales Estáticos. Parte 1: Máquinas de ensayo de tracción/compresión. Verificación y calibración del Sistema de medida de Fuerza."-Julio 2006.

6.- Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	21,9 °C	21,9 °C
Humedad	67 %HR	66 %HR

Fecha de Emisión: 12/07/2022

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.
Ing. Secundino Burga Fernandez
JEFE DE METROLOGÍA
REG. CIR. 169278

Ing. Secundino Burga Fernandez
Jefe del Laboratorio de Metrología



SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.
Ing. Carlos Chavesta Reyes
TÉCNICO DE METROLOGÍA

Técnico de Metrología

Av. Vicente Ruso Lote 1, Fundo El Cerrito (Al Costado de la Quinta Arellano - Prolongación Bolognesi)
Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos
948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250
emp_calibraciones@hotmail.com
servicios_lab@hotmail.com



SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C

SERVICIOS DE LABORATORIO DE ENSAYO DE SUELOS Y PAVIMENTOS, CALIBRACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
SLSP - LF - 015-2022**

Área de Metrología
Laboratorio de Fuerza

pág. 2 de 3

7.- Patrones de referencia

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado
LABORATORIO DE ESTRUCTURAS ANTISISMICAS (PUCP)	CELDA DE CARGA DE 4500 kgf	INF - LE 262 - 21 B

8.- 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)
9.0	4.4	4.4	4.4	4.4	4.4
18.0	8.8	8.8	8.8	8.8	8.8
27.0	13.2	13.2	13.2	13.2	13.2
36.0	17.7	17.6	17.6	17.6	17.6
45.0	22.1	22.1	22.1	22.0	22.1
54.0	26.5	26.5	26.4	26.5	26.5
63.0	30.9	30.9	30.9	30.9	30.9
72.0	35.3	35.3	35.3	35.3	35.3
81.0	39.7	39.7	39.7	39.7	39.7
90.0	44.1	44.1	44.1	44.1	44.1
Retorno a cero		0.0	0.0	0.0	0.0

Indicación del Equipo F (kN)	Errores Encontrados en el Sistema de Medición			Incertidumbre expandida (k = 2)	
	Error de medida q (%)	Repetibilidad b (%)	Resol.Relativa a (%)	(u)	(u %)
4.4	-0.34	0.04	2	0.06	1.31
8.8	-0.20	0.07	1.13	0.06	0.66
13.2	-0.09	0.03	0.76	0.06	0.44
17.7	-0.11	0.08	0.57	0.06	0.33
22.1	-0.06	0.04	0.45	0.12	0.55
26.5	-0.09	0.05	0.38	0.06	0.22
30.9	-0.08	0.08	0.32	0.06	0.20
35.3	-0.04	0.02	0.28	0.06	0.17
39.7	-0.03	0.01	0.25	0.06	0.15
44.1	-0.06	0.07	0.23	0.06	0.14

Incertidumbre por error de cero u ₀	0.00
--	------

9.- Incertidumbre

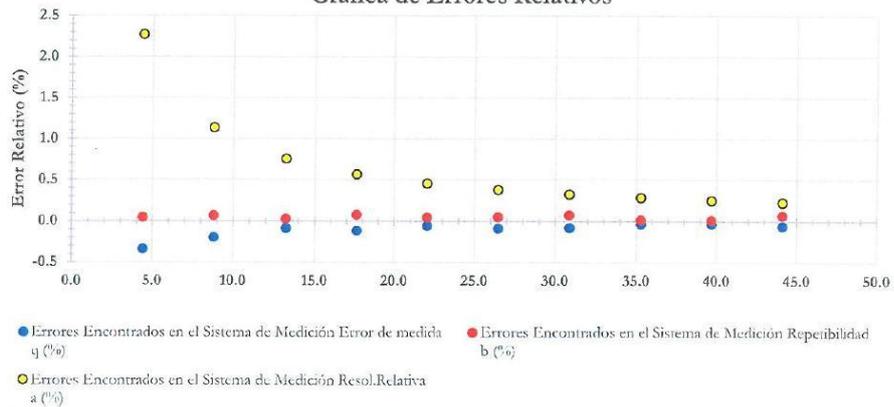
La incertidumbre expandida de medición se ha obtenido multiplicando la incertidumbre estándar de la medición por el factor de cobertura K=2, el cual corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente 95%.

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.



Av. Vicente Ruso Lote 1, Fundo El Cerrito (Al Costado de la Quinta Arellano - Prolongación Bolognesi)
 Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos emp_calibraciones@hotmail.com
 948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250 servicios_lab@hotmail.com.

Gráfica de Errores Relativos



10. Observaciones

- Se colocó una etiqueta con la indicación CALBRADO.
- 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.



Anexo 8. Ficha de juicio de expertos



Colegiatura N° 75063

Ficha de validación según AIKEN

I. Datos generales

Apellidos y nombres del informante	Cargo o Institución donde labora	Nombre del instrumento de evaluación	Autores del Instrumento
Villegas Granados Luis Mariano	Universidad Señor de Sipán	Propiedades mecánicas de mezclas asfálticas usando vidrio pulverizado	Armas Chinchayan Luis Fernando
Título de la Investigación:			
EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE MEZCLAS ASFÁLTICAS USANDO VIDRIO PULVERIZADO			

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
Propiedades mecánicas de mezclas asfálticas		
1	A	Todo bien
2	A	Todo bien
3	A	Todo bien
4	A	Todo bien

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 mecánicas								
1	% de vacíos de aire	X		X		X		X	
2	Flujo,	X		X		X		X	
3	Estabilidad	X		X		X		X	
4	Relación estabilidad/flujo	X		X		X		X	

Observaciones (precisar si hay suficiencia):

.....

Opinión de aplicabilidad:

- Aplicable (X)
- Aplicable después de corregir ()
- No aplicable ()

Apellidos y nombres del juez validador: Villegas Granados Luis Mariano
Especialidad: Ing. Civil



Mariano Villegas Granados
INGENIERO CIVIL
CIP. 75063

Colegiatura N° 77532

Ficha de validación según AIKEN

I. Datos generales

Apellidos y nombres del informante	Cargo o Institución donde labora	Nombre del instrumento de evaluación	Autores del Instrumento
Casas López Arturo Elmer	Universidad Cesar Vallejo	Propiedades mecánicas de mezclas asfálticas usando vidrio pulverizado	Armas Chinchayan Luis Fernando
Título de la Investigación:			
EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE MEZCLAS ASFÁLTICAS USANDO VIDRIO PULVERIZADO			

II. Aspectos de validación de cada Item

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
Propiedades mecánicas de mezclas asfálticas		
1	A	Todo bien
2	A	Todo bien
3	A	Todo bien
4	A	Todo bien

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 mecánicas								
1	% de vacíos de aire	X		X		X		X	
2	Flujo	X		X		X		X	
3	Estabilidad	X		X		X		X	
4	Relación estabilidad/flujo	X		X		X		X	

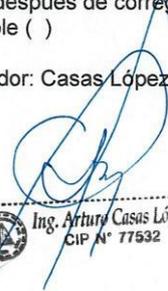
Observaciones (precisar si hay suficiencia):

.....

Opinión de aplicabilidad:

- Aplicable (X)
- Aplicable después de corregir ()
- No aplicable ()

Apellidos y nombres del juez validador: Casas López Arturo Elmer
Especialidad: Ing. Civil


.....
Ing. Arturo Casas López
CIP N° 77532

Colegiatura N° 30694

Ficha de validación según AIKEN

I. Datos generales

Apellidos y nombres del informante	Cargo o Institución donde labora	Nombre del instrumento de evaluación	Autores del Instrumento
Salinas Vásquez Néstor Raúl	Residente de obra privadas	Propiedades mecánicas de mezclas asfálticas usando vidrio pulverizado	Armas Chinchayan Luis Fernando
Título de la Investigación:			
EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE MEZCLAS ASFÁLTICAS USANDO VIDRIO PULVERIZADO			

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.

ÍTEMS	ACUERDO O DESACUERDO	MODIFICACIÓN Y OPINIÓN
Propiedades mecánicas de mezclas asfálticas		
1	A	Todo bien
2	A	Todo bien
3	A	Todo bien
4	A	Todo bien

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 mecánicas								
1	% de vacíos de aire	X		X		X		X	
2	Flujo	X		X		X		X	
3	Estabilidad	X		X		X		X	
4	Relación estabilidad/flujo	X		X		X		X	

Observaciones (precisar si hay suficiencia):
.....

Opinión de aplicabilidad:

Aplicable (X)

Aplicable después de corregir ()

No aplicable ()

Apellidos y nombres del juez validador: Salinas Vásquez Néstor Raúl
Especialidad: Ing. Civil


Néstor Raúl Salinas Vásquez
INGENIERO CIVIL
Reg. del Colegio de Ingenieros Nº 30894

Colegiatura N° 187608

Ficha de validación según AIKEN

I. Datos generales

Apellidos y nombres del informante	Cargo o Institución donde labora	Nombre del instrumento de evaluación	Autores del Instrumento
Becerra Vásquez Wilmer Antonio	Ing. Estructural – DJM Arquitectos.	Propiedades mecánicas de mezclas asfálticas usando vidrio pulverizado	Armas Chinchayan Luis Fernando
Título de la Investigación: EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE MEZCLAS ASFÁLTICAS USANDO VIDRIO PULVERIZADO			

II. Aspectos de validación de cada Item

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
Propiedades mecánicas de mezclas asfálticas		
1	A	Todo bien
2	A	Todo bien
3	A	Todo bien
4	A	Todo bien

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 mecánicas								
1	% de vacíos de aire	X		X		X		X	
2	Flujo	X		X		X		X	
3	Estabilidad	X		X		X		X	
4	Relación estabilidad/flujo	X		X		X		X	

Observaciones (precisar si hay suficiencia):
.....

Opinión de aplicabilidad:

- Aplicable (X)
- Aplicable después de corregir ()
- No aplicable ()

Apellidos y nombres del juez validador: Becerra Vásquez Wilmer Antonio
Especialidad: Ingeniero Civil



Wilmer Antonio Becerra Vásquez
Ingeniero Civil
Reg. CIP: 187908

Colegiatura N° 220126

Ficha de validación según AIKEN

I. Datos generales

Apellidos y nombres del informante	Cargo o Institución donde labora	Nombre del instrumento de evaluación	Autores del Instrumento
Miguel Angel Santamaría Cajusol.	Municipalidad provincial de Lambayeque	Propiedades mecánicas de mezclas asfálticas usando vidrio pulverizado	Armas Chinchayan Luis Fernando
Título de la Investigación: EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE MEZCLAS ASFÁLTICAS USANDO VIDRIO PULVERIZADO			

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
Propiedades mecánicas de mezclas asfálticas		
1	A	Todo bien
2	A	Todo bien
3	A	Todo bien
4	A	Todo bien

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 mecánicas								
1	% de vacíos de aire	X		X		X		X	
2	Flujo	X		X		X		X	
3	Estabilidad	X		X		X		X	
4	Relación estabilidad/flujo	X		X		X		X	

Observaciones (precisar si hay suficiencia):

.....

Opinión de aplicabilidad:

- Aplicable (X)
- Aplicable después de corregir ()
- No aplicable ()

Apellidos y nombres del juez validador: Santamaría Cajusol Miguel Angel
Especialidad: Ing. Civil


MIGUEL ANGEL SANTAMARIA CAJUSOL
INGENIERO CIVIL
REG. CIP. 220126

**INSTRUMENTOS DE VALIDACION ESTADISTICA
CON CRITERIO JUECES EXPERTOS Y CRITERIO
MUESTRA PILOTO**

VALIDEZ Y CONFIABILIDAD POR 5 JUECES EXPERTOS

**EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE MEZCLA ASFÁLTICA
USANDO VIDRIO PULVERIZADO**

JUEZ/ESTACION	CLARIDAD			
	Propiedades mecánicas de mezcla asfáltica			
	% de vacíos de aire	Flujo	estabilidad	Relación estabilidad/flujo
JUEZ 1	1	1	1	1
JUEZ 2	1	1	1	1
JUEZ 3	1	1	1	1
JUEZ 4	1	1	1	1
JUEZ 5	1	1	1	1
s	5	5	5	5
n	5	5	5	5
c	2	2	2	2
V de AIKEN por pregunta	1.00	1.00	1.00	1.00
V de AIKEN por Dimensión	1.00			

JUEZ/ESTACION	CONTEXTO			
	Propiedades mecánicas de mezcla asfáltica			
	% de vacíos de aire	Flujo	estabilidad	Relación estabilidad/flujo
JUEZ 1	1	1	1	1
JUEZ 2	1	1	1	1
JUEZ 3	1	1	1	1
JUEZ 4	1	1	1	1
JUEZ 5	1	1	1	1
s	5	5	5	5
n	5	5	5	5
c	2	2	2	2
V de AIKEN por pregunta	1.00	1.00	1.00	1.00
V de AIKEN por Dimensión	1.00			

JUEZ/ESTACION	CONGRUENCIA			
	Propiedades mecánicas de mezcla asfáltica			
	% de vacíos de aire	Flujo	estabilidad	Relación estabilidad/flujo
JUEZ 1	1	1	1	1
JUEZ 2	1	1	1	1
JUEZ 3	1	1	1	1
JUEZ 4	1	1	1	1
JUEZ 5	1	1	1	1
s	5	5	5	5
n	5	5	5	5
c	2	2	2	2
V de AIKEN por pregunta	1.00	1.00	1.00	1.00
V de AIKEN por Dimensión	1.00			

JUEZ/ESTACION	DOMINIO DEL CONSTRUCTOR			
	Propiedades mecánicas de mezcla asfáltica			
	% de vacíos de aire	Flujo	estabilidad	Relación estabilidad/flujo
JUEZ 1	1	1	1	1
JUEZ 2	1	1	1	1
JUEZ 3	1	1	1	1
JUEZ 4	1	1	1	1
JUEZ 5	1	1	1	1
s	5	5	5	5
n	5	5	5	5
c	2	2	2	2
V de AIKEN por pregunta	1.00	1.00	1.00	1.00
V de AIKEN por Dimensión	1.00			

V de Aiken del instrumento por jueces expertos

1.00

A.P.
Luis Arturo Montenegro Canacho
 LIC. ESTADÍSTICA
 MG. INVESTIGACIÓN
 DR. EDUCACIÓN
 COESPE 262

VALIDEZ Y CONFIABILIDAD PILOTO PARA LA EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE MEZCLA ASFÁLTICA USANDO VIDRIO PULVERIZADO

Estadísticas de fiabilidad

Alfa de Cronbach	N de elementos
,866	4

Medidas	Dimensiones	Correlación total de	Alfa de Cronbach si
		elementos corregida	el elemento se ha suprimido
% de vacíos de aire	Propiedades	,751	,894
Flujo	mecánicas de	,632	,903
Estabilidad	mezcla asfáltica	,779	,871
Relación estabilidad/flujo		,872	,899

ANOVA

		Suma de	gl	Media	F	Sig
		cuadrados		cuadrática		
Inter sujetos		8526,357	2	4263,179		
Intra sujetos	Entre elementos	22914511,088	3	7638170,363	5386,348	,000
	Residuo	8508,366	6	1418,061		
	Total	22923019,454	9	2547002,162		
Total		22931545,811	11	2084685,983		

En las tablas se observa que, el instrumento sobre la evaluación de las propiedades mecánicas de mezcla asfáltica usando vidrio pulverizado es válido (correlaciones de Pearson superan al valor de 0.30 y el valor de la prueba del análisis de varianza es altamente significativo ($p < 0.01$) y confiable (el valor de consistencia alfa de cronbach es mayor a 0.80).

Al.
Luis Arzoo Montenegro Camacho
 LIC. ESTADÍSTICA
 M.G. INVESTIGACIÓN
 DR. EDUCACIÓN
 COESPE 262

Anexo 9. Análisis de costos

Análisis de costos para mezcla asfáltica patrón para 1 m3

APU MEZCLA ASFÁLTICA CONVENCIONAL

Partida	PRODUCCIÓN DE MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE PEN 60/70
Rendimiento	m3/DÍA
Costo unitario	s/409.72 (sin igv)

Mano de obra	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
Oficial	hh	1	0.0321	15.94	0.51
Operario	hh	1	0.0321	19.23	0.62
Peón	Hh	1	0.0964	14.33	4.14
Total					s/ 5.27

Materiales	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
Petróleo	gln		5.80	12.82	74.36
Arena natural	m3		0.23	40.00	9.05
Piedra chancada	m3		0.41	54.00	21.89
Arena chancada	m3		0.30	60.00	18.10
Cemento asfáltico 60/70	gln		29.17	8.00	233.36
Filler	Kg		18.10	0.67	12.13
Total					s/ 368.88

Equipos	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
Herramientas manuales	%MO		5.00	2.62	13.10
Cargador frontal	hm	1	0.0321	170.08	5.46
Planta de asfalto	hm	1	0.0321	530	17.01
Total					s/ 35.57

Luego de realizar la investigación de precio de los diferentes materiales e insumos que son utilizados para la mezcla asfáltica. Se obtuvo el costo por m3, que resulta S/.409.72. soles

Análisis de costos para mezclas asfálticas con adición de 9% de vidrio pulverizado

APU MEZCLA ASFÁLTICA CON 9% DE VIDRIO

Partida	PRODUCCIÓN DE MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE PEN 60/70
Rendimiento	m3/DÍA
Costo unitario	s/440.67 (sin igv)

Mano de obra	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
Oficial	hh	1	0.0321	15.94	0.51
Operario	hh	1	0.0321	19.23	0.62
Peón	Hh	1	0.0964	14.33	4.14
Total					s/ 5.27

Materiales	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
Petróleo	gln		5.80	12.82	74.36
Arena natural	m3		0.23	40.00	9.05
Piedra chancada	m3		0.41	54.00	21.89
Arena chancada	m3		0.30	60.00	18.10
Cemento asfáltico 60/70	gln		29.17	8.00	233.36
Filler	Kg		18.10	0.67	12.13
Vidrio	Kg		18.10	1.71	30.95
Total					s/ 399.83

Equipos	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
Herramientas manuales	%MO		5.00	2.62	13.10
Cargador frontal	hm	1	0.0321	170.08	5.46
Planta de asfalto	hm	1	0.0321	530	17.01
Total					s/ 35.57

Luego de realizar la investigación de precio de los diferentes materiales e insumos que son utilizados para la mezcla asfáltica. Se obtuvo el costo por m3, que resulta S/.440.67. soles

Anexo 10. Panel fotográfico





Preparación de materiales



Ensayo de abrasion los ángeles



Colocación de vidrio en máquina de los ángeles



Extracción de vidrio después de triturar



Vidrio triturado



Vidrio triturado en los agregados



Líquido asfáltico para la adición



Pesaje de materiales para mezcla asfáltica patrón



Añadir líquido asfáltico a los agregados



Toma de temperatura llegando a 145°



Peso de Mezcla asfáltica preparada



Moldeo de briquetas



Moldeado de briquetas (75 golpes por cara)



Briquetas enfriando a temperatura ambiente



Briquetas enfriando a temperatura ambiente



Extrayendo briquetas



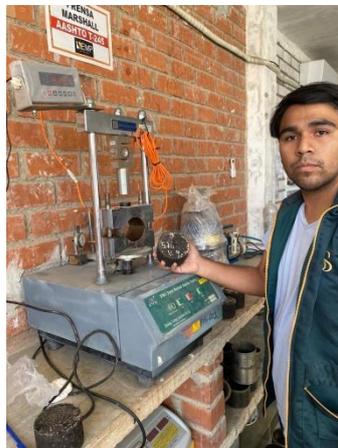
Peso de briquetas después de extraerlas



Remojando briquetas



Briquetas en baño maría



Ensayo Marshall



Briquetas con temperature ambiente



Briquetas a ensayar con diferentes porcentajes



Briquetas antes de ensayar



Briqueta a ensayar