

**UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL**



**Influencia de las fibras de polipropileno en mezclas asfálticas en caliente elaboradas con agregados reciclados de carpetas asfálticas**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE**

**INGENIERO CIVIL**

**AUTOR**

**Giancarlo André Panta Tapia**

**ASESOR**

**Joaquin Hernan Rojas Oblitas**

<https://orcid.org/0000-0002-6521-0215>

**Chiclayo, 2026**

**Influencia de las fibras de polipropileno en mezclas asfálticas  
en caliente elaboradas con agregados reciclados de carpetas  
asfálticas**

PRESENTADA POR

**Giancarlo André Panta Tapia**

A la Facultad de Ingeniería de la  
Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo  
para optar el título de

**INGENIERO CIVIL**

APROBADA POR

Angel Alberto Lorren Palomino

PRESIDENTE

Manuel Alejandro Borja Suarez

SECRETARIO

Joaquin Hernan Rojas Oblitas

VOCAL

## **Dedicatoria**

A Dios por ser mi guía en todo este camino  
A mis padres, a mi hermana, por su amor incondicional, su apoyo y sacrificio. Siempre confiaron en mí y han sido el motor que me ha impulsado a alcanzar todas mis metas.  
A mis compañeros y profesores que confiaron en mí y me apoyaron cuando lo necesitaba.

## **Agradecimientos**

Agradezco principalmente a Dios y a mi familia por darme la fortaleza y la confianza necesaria para superar cada desafío.  
A mis compañeros, por su apoyo, compañía y amistad hicieron más llevadero este camino.  
También agradecer a mi asesor el Ing. Rojas Oblitas, Joaquín Hernán y al Ing. López Carranza, Atilio Rubén por compartir su conocimiento y orientarme en esta investigación

## Influencia de las fibras de polipropileno en mezclas asfáltica en caliente elaboradas con agregados reciclados de carpetas asfálticas

### INFORME DE ORIGINALIDAD



### FUENTES PRIMARIAS

1	<a href="https://tesis.usat.edu.pe">tesis.usat.edu.pe</a> Fuente de Internet	6%
2	<a href="https://hdl.handle.net">hdl.handle.net</a> Fuente de Internet	3%
3	<a href="https://repositorio.ucv.edu.pe">repositorio.ucv.edu.pe</a> Fuente de Internet	1%
4	<a href="https://upc.aws.openrepository.com">upc.aws.openrepository.com</a> Fuente de Internet	1%
5	<a href="https://repositorio.continental.edu.pe">repositorio.continental.edu.pe</a> Fuente de Internet	1%
6	Submitted to Universidad Andina del Cusco Trabajo del estudiante	1%
7	<a href="https://tesis.ucsm.edu.pe">tesis.ucsm.edu.pe</a> Fuente de Internet	1%
8	<a href="http://www.repositorio.usac.edu.gt">www.repositorio.usac.edu.gt</a> Fuente de Internet	1%

# Índice

<b>Resumen.....</b>	<b>6</b>
<b>Abstract.....</b>	<b>7</b>
<b>Introducción .....</b>	<b>8</b>
<b>Revisión de la literatura.....</b>	<b>10</b>
<b>Materiales y métodos .....</b>	<b>26</b>
<b>Resultados y discusión .....</b>	<b>56</b>
<b>Conclusiones .....</b>	<b>77</b>
<b>Recomendaciones .....</b>	<b>78</b>
<b>Referencias.....</b>	<b>79</b>
<b>Anexos.....</b>	<b>82</b>

## Resumen

En la presente investigación, se evalúa la influencia de las fibras de polipropileno en las propiedades físico mecánicas de mezclas asfálticas en caliente elaboradas con agregados reciclados de carpetas asfálticas. Para este estudio se incorporaron diferentes porcentajes de fibra de polipropileno (0.25%, 0.50%, 0.75% y 1.00%) a mezclas asfálticas en caliente usando un óptimo de carpeta asfáltica reciclada (RAP) que para este caso fue 60%. Para evaluar las propiedades físico mecánicas se utilizaron los ensayos Marshall, Cántabro y Lottman modificado, los resultados mostraron que las adiciones de 0.25% y 0.50% de fibras de polipropileno mejoraron significativamente la estabilidad flujo de la mezcla asfáltica. La durabilidad mostró una reducción de desgaste significativa, teniendo un desgaste de 4.77% para la muestra convencional y un desgaste mínimo de 0.53% para la muestra con incorporación de fibras de polipropileno. Asimismo, mediante el ensayo Lottman se halló que la razón de esfuerzo a tensión (TSR) de las mezclas asfálticas superaron el 80% mínimo permitido, alcanzando valores de hasta 95.747% para TSR.

**Palabras clave:** Fibras de polipropileno, carpeta asfáltica reciclada, propiedades físico mecánicas, mezcla asfáltica.

## Abstract

In the present investigation, the influence of polypropylene fibers on the physical-mechanical properties of hot mix asphalt mixtures made with recycled asphalt binder aggregates is evaluated. For this study, different percentages of polypropylene fiber (0.25%, 0.50%, 0.75% and 1.00%) were incorporated into hot mix asphalt mixtures using an optimum recycled asphalt binder (RAP), which in this case was 60%. To evaluate the physical-mechanical properties, the Marshall, Cantabro and modified Lottman tests were used. The results showed that the additions of 0.25% and 0.50% of polypropylene fibers significantly improved the flow stability of the asphalt mixture. Durability showed a significant reduction in wear, with a wear of 4.77% for the conventional sample and a minimum wear of 0.53% for the sample with the addition of polypropylene fibers. Likewise, by means of the Lottman test, it was found that the tensile stress ratio (TSR) of the asphalt mixtures exceeded the minimum 80% allowed, reaching values of up to 95.747% for TSR.

**Keywords:** Polypropylene fibers, recycled asphalt binder, physical-mechanical properties, asphalt mixture.

## Introducción

El pavimento flexible se compone principalmente de una subbase, una base granular y una carpeta asfáltica, y dura de 10 a 15 años. Las cargas de vehículos producen deformaciones en las capas del pavimento. Las capas de base y revestimiento absorben las tensiones perpendiculares de compresión del terreno de fundación. La principal función de la carpeta asfáltica es proteger la subrasante, brindarle impermeabilización de agentes contaminantes y también resistencia a la acción de tránsito. Además, la base apoya la carpeta asfáltica y transmite las cargas a las capas inferiores correctamente. Finalmente, la subbase cumple una función generalmente económica al permitir el uso de material de menor calidad en relación al porcentaje de espesor del pavimento. Además, actúa como un filtro al separar la base de la subrasante, evitando daños estructurales [10]. La reutilización de pavimentos flexibles es una técnica innovadora que permite reconstruir pavimentos asfálticos deteriorados o crear nuevos usando los materiales originales. Esta técnica ofrece varias ventajas, como la disponibilidad in situ de la mayoría del material y la reutilización del asfalto, que es difícil de desechar. Así, se evita que el asfalto se deseche en vertederos, dándole un nuevo uso y contribuyendo a la sostenibilidad [12].

Perú ha experimentado un importante desarrollo en estos últimos años, lo que ha aumentado la accesibilidad a muchos lugares, lo que ha impulsado la economía del país. Por esta razón, mantener las vías de tránsito bien pavimentadas es esencial para garantizar el confort y seguridad de los pasajeros. Esta necesidad se convierte en un deber por parte del gobierno peruano de mantener el sistema de carreteras del país en perfecto estado mediante un estrecho seguimiento del pavimento y el desarrollo de planes para maximizar los esfuerzos de reparación [10]. Los pavimentos están expuestos a ciclos repetitivos de cargas que pueden causar fallas o degradaciones en su estructura. Esto puede deberse a una conservación insuficiente, errores en el cálculo, mala ejecución o mantenimiento deficiente. Además, desastres naturales como lluvias intensas pueden dañar los pavimentos si el drenaje es insuficiente, acelerando su deterioro. Para mantener las vías en condiciones óptimas y ante la escasez de agregados para su construcción, es esencial recuperar las vías mediante métodos que resulten en caminos duraderos. En diversos lugares o ciudades, las vías asfaltadas se encuentran en un estado muy deteriorado. Las calles asfaltadas no proporcionan la seguridad ni el confort necesario para los usuarios. El daño en el asfalto es común, agravado por

fenómenos como El Niño, el mantenimiento inadecuado y el poco cuidado que les dan a los pavimentos, lo cual representa un problema significativo para la población. Con el objetivo de mejorar la calidad de los pavimentos flexibles, se han estado implementando diversas técnicas, incluyendo el uso de aditivos y otros materiales, para aumentar su resistencia al tráfico pesado. [10]

Ante esta problemática, planteamos la siguiente pregunta de investigación: "¿En qué medida la inclusión de fibras de polipropileno influirá en las propiedades físico y mecánicas de mezclas asfálticas elaboradas con carpetas asfálticas recicladas?". En respuesta a esta pregunta, formulamos la siguiente hipótesis: " La incorporación de fibras de polipropileno permite mejorar las propiedades físico y mecánicas de mezclas asfálticas elaboradas con carpetas asfálticas recicladas". Este enunciado no solo tiene como objetivo explorar las posibles mejoras que podrían derivarse de la fibra y la carpeta asfáltica reciclada, sino también ofrecer una solución sostenible a los desafíos actuales en la construcción. Además, la creciente preocupación por la sostenibilidad en la construcción de carreteras ha impulsado la creación de soluciones innovadoras. En este contexto, la incorporación de fibras de polipropileno a mezclas asfálticas en caliente elaboradas con carpetas asfálticas recicladas surge como una prometedora alternativa para mejorar estas mezclas. Aunque ha habido avances en el uso de materiales reciclados en construcciones viales, la integración específica de fibras de polipropileno aún requiere más investigación y justificación.

Este estudio responde a la necesidad de desarrollar procesos de construcción de carreteras que sean sostenibles y eficientes. Utilizar materiales como la fibra de polipropileno, presenta una estrategia innovadora para mejorar las propiedades de los aglutinantes bituminosos y enfrentar los desafíos de la construcción vial. La justificación de esta investigación es aportar al conocimiento técnico y práctico en el diseño de superficies viales duraderas y resilientes. Se busca mejorar las propiedades mecánicas de las capas asfálticas y, al mismo tiempo, gestionar residuos mediante el reciclaje de carpetas asfálticas. Se espera que los resultados de este trabajo tengan un impacto favorable en el sector económico al reutilizar material reciclado y ofrecer alternativas más sostenibles. En general, el potencial de la fibra de polipropileno como parte del agregado de asfaltos reciclados presenta una oportunidad interesante para mejorar la sostenibilidad y el rendimiento de la infraestructura vial, justificando así este estudio.

Para concluir, se establecieron objetivos fundamentales que ayudarán a llevar a cabo la investigación actual. Teniendo como objetivo general evaluar la influencia de

las fibras de polipropileno en las propiedades físico mecánicas de mezclas asfálticas en caliente elaboradas con agregados reciclados de carpetas asfálticas. Los objetivos específicos que se consideraron son determinar la resistencia a la estabilidad y flujo de la mezcla asfáltica con la incorporación de fibra de polipropileno. Determinar el porcentaje de durabilidad de la mezcla asfáltica con la incorporación de fibra de polipropileno. Determinar la resistencia al daño por humedad de la mezcla asfáltica con la incorporación de fibra de polipropileno. Determinar el contenido de asfalto óptimo para mi muestra patrón, y luego utilizar la adición de fibra de polipropileno en sus diferentes porcentajes. Comparar los resultados obtenidos de la adición con fibra de polipropileno con los de la muestra patrón.

## **Revisión de la literatura**

### **Antecedentes Internacionales:**

En su estudio [5], Jiménez Ariza Diana y Castillo Siatame Juan Andrés informan que utilizaron una mezcla asfáltica tibia reciclada, adicionada con HUSIL, y sustituyeron el 21% de los agregados gruesos por RCA, el cual obtuvieron de una planta de residuos aprobada por el (IDU) en Bogotá, D. C. Se realizaron pruebas de carga tanto dinámicas como monotónicas. Se utilizaron agregados naturales y asfalto CA 60-70. Se comprobó que la eficacia de la mezcla mejoraba utilizando el aditivo HUSIL, reduciendo la temperatura de mezclado en 25°C y sustituyendo el 21% de las partículas gruesas por ACR. En comparación con la mezcla de control, este producto demostró una notable mejora de la dureza tanto bajo carga monótona como dinámica, así como una resistencia superior a la humedad y una mayor capacidad para soportar la deformación permanente.

En el artículo [6], H. Jia et al. examina la investigación pertinente sobre las cualidades y usos de las fibras sintéticas para mejorar una serie de propiedades mecánicas de mezclas asfálticas, sirviendo como recurso para futuras investigaciones y desarrollos en pavimentos.

En este estudio también se examina el impacto de la adición de fibras sintéticas en las

cualidades mecánicas del hormigón asfáltico, incluida su resistencia al desgaste, a la tracción, al agua y a la fisuración. Los resultados muestran que, aunque las fibras de poliéster, poliamida y carbono aumentan la resistencia del pavimento asfáltico a la deformación permanente, las fibras de aramida, vidrio y poliéster aumentan la resistencia de la mezcla asfáltica al agrietamiento por fatiga.

Según S. Tapkın en el artículo [7], fabrica muestras de concreto asfáltico con fibras de polipropileno y el contenido óptimo de betún. Se observó que las muestras reforzadas con fibras mostraron un incremento en los valores de estabilidad Marshall y un notable descenso en los valores de flujo. Además, la vida a fatiga de estas muestras también se incrementó. Estas mejoras en las propiedades del hormigón asfáltico destacan el efecto positivo de las fibras de polipropileno. La mezcla asfáltica reforzada con fibra demostró buena resistencia al ahuellamiento, mayor durabilidad a la fatiga y menos agrietamiento por reflexión. En conclusión, al incorporar fibras de polipropileno mejora significativamente la mezcla asfáltica.

Según Shobha Rani Nadupuru, R.K. Jain, Deepa A. Joshi, Radhika Menon en el artículo [8], desarrollan un método para mezclar fibras de polipropileno, poliéster y restos de mezclilla con betún, logrando una dispersión uniforme de las fibras. Se analizaron los efectos de estas fibras sintéticas en el hormigón bituminoso. El proyecto investigó tanto el betún tradicional como el modificado con fibras, calculando el contenido óptimo de aglutinante (OBC) y de fibra (OFC) mediante el procedimiento Marshall. Se prepararon mezclas de hormigón asfáltico con dosis de fibra entre el 5% y el 15% del peso del aglutinante, y se realizaron pruebas exhaustivas en el laboratorio para determinar los parámetros volumétricos y las propiedades de resistencia y estabilidad Marshall.

### **Antecedentes Nacionales:**

En su estudio [10], Pinedo Diaz, Diana Isabel y Vaca Lopez, Renson Relmer señala que los resultados de acuerdo al MTC E 504 arrojaron que el contenido óptimo de cemento asfáltico fue de 5.3 %, obteniéndose una estabilidad de 1215 kg y un valor de flujo de 3.35 mm. En cuanto a las mezclas con adición de fibra de polipropileno en

proporciones de 0.5 %, 1.5 % y 2.5 %, se registraron estabilidades de 1154 kg, 1271 kg y 1141 kg, respectivamente, con flujos correspondientes de 2.95 mm, 3.19 mm y 3.46 mm. A partir de estos datos, se determinó que la mejor combinación se alcanzó con un 1.4 % de fibra, logrando una estabilidad de 1270 kg y un flujo de 3.16 mm. Por otro lado, según el ensayo MTC E 515, los valores de pérdida por desgaste fueron de 3.17 %, 3.04 % y 3.36 % para las mezclas con 0.5 %, 1.5 % y 2.5 % de fibra, respectivamente, mientras que la mezcla sin modificar presentó una pérdida del 4.0 %. De estos resultados se concluye que la mezcla con 1.5 % de fibra de polipropileno mostró la menor pérdida por desgaste.

En su investigación [2], Ochoa Laurente Jesús investigó los efectos de la sustitución de agregados en mezclas asfálticas por 0.2% de fibra de polipropileno y 25% de escoria de acero.

La inclusión de fibras de polipropileno y escoria de acero aumentó la estabilidad de la mezcla en un 37% y fluencia en un 17,9%, según los datos. Además, en comparación con el TSR del 88% de la mezcla tradicional, el TSR del 91,8% de las briquetas modificadas mostró una mayor resistencia a la degradación inducida por la humedad y a la deformación bajo carga, así como una vida útil más larga.

En su investigación [3], Acosta Payano Renzo Angelo Joao Da Silva Cespedes Caio Marco examinó las ventajas de la modificación de mezclas asfálticas mediante la adición de fibras de polipropileno en pavimentos flexibles, utilizando el método ASTM D-1559 para optimizar las proporciones y el desempeño de los materiales.

Una combinación de 5,35% de contenido de asfalto y 0,75% de fibras de polipropileno mejora el comportamiento mecánico de la mezcla, obteniendo el mayor valor de estabilidad, que fue 16,35% mayor, disminuyendo el flujo en 2,91%, y aumentando la relación estabilidad/flujo en 20,07% en comparación con una mezcla asfáltica convencional, de acuerdo con la evaluación de la metodología Marshall.

En su estudio [4], Merma Hilario Ridel Darwin señala que el objetivo fue evaluar el impacto de las fibras de polipropileno en las características del concreto utilizado en pavimento rígido.

Para ello se elaboraron 12 probetas y 24 vigas de concreto, tanto ordinarias como modificadas con fibras de polipropileno en cantidades de 100g a 500g. En estos

especímenes se realizaron pruebas de flexión y compresión. Los principales resultados mostraron que, en comparación con el hormigón normal, la inclusión de fibras de polipropileno mejoraba el módulo de rotura del hormigón en un 10% y su resistencia a la compresión en un 27,2%, especialmente cuando se añadían 300 g de fibras de polipropileno.

### **Bases teóricas**

#### **Fibras sintéticas:**

Los polímeros termoplásticos del grupo de los elastómeros se utilizan para fabricar fibras sintéticas. Cuando se calientan, estas fibras se moldean de manera fácil y, cuando se enfrían, mantienen su forma. El polipropileno, el cloruro de polivinilo, el polietileno, el etileno acetato y las poliamidas son ejemplos de termoplásticos comunes. [2]

#### **Fibra de polipropileno:**

Este material o fibra mejora la resistencia a la tracción y a la compresión del hormigón, disminuye la fisuración por retracción y reduce el agrietamiento. Además, su permeabilidad mejora las propiedades mecánicas de las mezclas asfálticas y protege al concreto de los daños causados por el agua. [10]

*TABLA I*

*Caracterización de la fibra de polipropileno*

Absorción: Ninguna
Gravedad específica: 0.9.
Resistencia a ácidos y sales.
Punto de fusión: 160 - 170° C.
Módulo de elasticidad: 15,000 Kg/cm <sup>2</sup>
Alargamiento a la rotura: 20 - 30%.
Tamaño de las fibras: 12 mm.
Resistencia a la tracción: 560 - 765 MPA.

**Fuente:** z aditivos

**Asfalto:**

El asfalto es un material derivado del petróleo, sólido, negro y pegajoso, compuesto principalmente de carbono, nitrógeno, hidrógeno, oxígeno y azufre. Su estado líquido al calentarse facilita el recubrimiento de los áridos en el proceso de fabricación. El petróleo crudo debe refinarse para obtenerlo. [10]

Las siguientes características físicas del asfalto son cruciales para el diseño, mantenimiento y construcción de carreteras:

- **Durabilidad:** Capacidad del asfalto para mantener sus características originales a pesar de la degradación.
- **Susceptibilidad a la temperatura:** Esto se refiere a que el asfalto debe ser lo suficientemente fluido a altas temperaturas para crear una capa que cubra los agregados adecuadamente.
- **Adhesión:** Capacidad que tiene el asfalto para integrarse con los agregados.
- **Cohesión:** Capacidad que tiene el asfalto para mantener firmemente unidas las partículas de los agregados.
- **Susceptibilidad al envejecimiento y endurecimiento:** Debido a la oxidación, el asfalto tiene tendencia a solidificarse durante la construcción y el acabado del pavimento. [10]

**Carpeta asfáltica:**

Antes del mecanizado o la construcción, las imperfecciones de una superficie existente se nivelan utilizando la capa superior de este pavimento flexible, que viene en espesores variables. Se aplica sobre la base de apoyo y consiste en una capa de material pétreo cuidadosamente elegido y un producto asfáltico que cambia en función de la aplicación prevista. Para evitar fracturas imperceptibles, es necesario confirmar la dureza del material pétreo mediante pruebas de desgaste, densidad y resistencia. Esto garantizará que el material es sólido y no se rompe. La cantidad total necesaria para crear una capa del grosor necesario, capaz de soportar varios impactos de tráfico sin problemas, se conoce como contenido óptimo de asfalto. [2]

**Agregados:**

Materiales pétreos y áridos que se utilizan para la elaboración de materiales en proyectos de construcción. En la construcción, los agregados son materiales granulares inertes que se mezclan con cemento, agua y posibles aditivos para formar hormigón o mortero. Estos materiales desempeñan un papel crucial en la resistencia, durabilidad y características físicas del concreto o mortero final. Aquí te doy una descripción detallada de los agregados más comunes utilizados:

- **Agregado grueso:** Compuesto por fragmentos de roca de tamaño mayor a 4.75 mm (0.1875 pulgadas). La grava puede ser de origen natural (de ríos o canteras) o triturada (procesada a partir de roca más grande).
- **Agregado fino:** Compuesto por partículas pequeñas de roca con tamaño menor a 4.75 mm (0.1875 pulgadas). La arena puede ser natural (de lechos de ríos) o manufacturada (procesada por trituración de rocas).
- **Agregado ligero:** Incluye materiales como arcilla expandida, escoria de alto horno expandida, perlita y vermiculita. Estos materiales son utilizados en aplicaciones donde se requiere peso reducido o aislamiento térmico.
- **Agregado reciclado:** Proviene de materiales reciclados como concreto triturado o escoria, que se utilizan para reducir la cantidad de desechos y la demanda de agregados naturales.

Los agregados son seleccionados cuidadosamente según las especificaciones del diseño de ingeniería para optimizar propiedades como la resistencia a la compresión, la trabajabilidad, la durabilidad y la resistencia a la segregación. La calidad y la correcta selección de los agregados son fundamentales para garantizar la longevidad y el rendimiento estructural de las construcciones. Los ensayos para los agregados están definidos en nuestra normativa:

Para agregado grueso:

*TABLA II*  
*Requerimientos de calidad para los agregados gruesos*

Ensayos	Norma	Requerimiento	
		Altitud (msnm)	
		≤ 3.000	> 3.000
Durabilidad (al Sulfato de Magnesio)	MTC E 209	18% máx.	15% máx.
Abrasión Los Ángeles	MTC E 207	40% máx.	35% máx.
Adherencia	MTC E 517	95	95
Índice de Durabilidad	MTC E 214	35% mín.	35% mín.
Partículas chatas y alargadas	ASTM 4791	10% máx.	10% máx.
Caras fracturadas	MTC E 210	85/50	90/70
Sales Solubles Totales	MTC E 219	0.5% máx.	0.5% máx.
Absorción	MTC E 206	1.0% máx.	1.0% máx.

Fuente: MTC (EG, 2013)

Para agregado fino:

*TABLA III*  
*Requerimientos de calidad para los agregados finos*

Ensayos	Norma	Requerimiento	
		Altitud (msnm)	
		≤ 3.000	> 3.000
Equivalente de Arena	MTC E 114	60	70
Angularidad del agregado fino	MTC E 222	30	40
Azul de metileno	AASTHO TP 57	8 máx	8 máx
Índice de Plasticidad (malla N°40)	MTC E 111	NP	NP
Durabilidad (al sulfato de Magnesio)	MTC E 209	-	18% máx.
Índice de Durabilidad	MTC E 214	35 mín.	35 mín.
Índice de Plasticidad (malla N°200)	MTC E 111	4 máx.	NP
Sales Solubles Totales	MTC E 219	0.5% máx.	0.5% máx.
Absorción	MTC E 205	0.5% máx.	0.5% máx.

Fuente: MTC (EG, 2013)

## Ensayos para determinar el comportamiento de la Mac.

### Método de Marshall:

El objetivo del diseño Marshall es determinar la mezcla ideal del asfalto para una determinada mezcla de áridos o agregados. Además, esta técnica nos va a permite hallar las densidades ideales y los contenidos de vacíos requeridos para la construcción de pavimentos, así como las características de la MAC. El diseño de mezcla asfáltica elegido debe cumplir económicamente a todas las especificaciones de diseño de la metodología Marshal y garantizar los siguientes elementos:

- Suficiente asfalto para cubrir el árido, mantenerlo cohesionado y proporcionar una capa impermeable que garantice la longevidad.
- Suficiente resistencia de la mezcla para tolerar deformaciones continuas cuando el tráfico carga la carretera mientras está en uso.
- Suficiente trabajabilidad para una compactación y colocación eficaces sin segregación. [14]

*TABLA IV*  
*Requisitos del diseño Marshall*

Parámetros de diseño	Clase de mezcla		
	A	B	C
Marshall MTC E 504			
Compactación, número de golpes por lado	75	50	35
Estabilidad (mínimo)	8.15 KN	5.44 KN	4.53 KN
Flujo 0.01" (0.25 mm)	8-14	8-16	8-20
Porcentaje de vacíos con aire (1)(MTC E 505)	3-5	3-5	3-5
Relación estabilidad/flujo (kg/cm) (Rigidez) (2)	1.700 - 4000		

Fuente: MTC (EG, 2013)

### Ensayo de Lottman:

Uno de manera para evaluar la susceptibilidad de una mezcla asfáltica a los daños por humedad es la prueba de Lottman modificada, creada por Kandhal y aprobada por la AASHTO en 1985. Este ensayo es el proceso más empleado al momento de analizar la

susceptibilidad desde que el sistema Superpave lo seleccionó como método obligatorio para diagnosticar los daños por humedad. [15]

De acuerdo al MTC E 522, es una prueba utilizada para determinar el daño causado por la humedad en las MAC se produce por la pérdida de adhesión del C.A y los agregados. El cálculo se va a realizar a través del índice y se usarán las siguientes ecuaciones:

$$ITS = [(2 \times P) / (\pi \times D \times H)]$$

Dónde:

P: Carga máxima sometida a la muestra hasta la rotura.

D: Diámetro de la muestra de ensayo.

H: Altura de la muestra de ensayo.

Se calculará el valor correspondiente de ITS para cada grupo de muestras saturadas y secas. A continuación, se establecerá la relación de TSR al dividir el valor de ITS de las muestras saturadas por el valor de ITS de las muestras secas.

$$TSR = ITS_{saturado} / ITS_{seco} \times 100$$

### **Ensayo de Cántabro:**

Esta prueba es rápida, fácil de usar y lo suficientemente sensible como para calcular la pérdida y determinar las principales características de los aglutinantes, como la cohesión, la adhesividad, el envejecimiento y la susceptibilidad al calor.

El ensayo cántabro de pérdida por desgaste se realiza colocando en el molino con el que trabaja el ensayo de la máquina de los ángeles, en una probeta o briqueta marshal, someterla a la prueba por desgaste sin incluir ningún tipo de carga abrasiva. Durante este ensayo, se van disgregando por impacto y abrasión, las arenas más superficiales de la probeta, obteniendo tras esto un número de revoluciones, 100, 200 ó 300, la diferencia de peso medido de la probeta, en porcentaje, al peso inicial.

### Durabilidad (al Sulfato de Magnesio) – MTC E 209

Prueba empleada para medir la resistencia de los agregados finos y gruesos a la desintegración mediante la inmersión en sulfato de magnesio. Además, se deben tener en cuenta las siguientes consideraciones:

*TABLA V*  
*Tamices para el agregado fino*

Abertura serie fina	
Nominal	Tamiz Normalizado
N° 100	150 $\mu$ m
N° 50	300 $\mu$ m
N° 30	600 $\mu$ m
N° 16	1,18 mm
N° 8	2,36 mm
N° 5	4,00 m
N° 4	4,75 mm

Fuente: MTC (EG, 2013)

*TABLA VI*  
*Tamices para el agregado grueso*

Tamaño (tamices normalizados de abertura cuadrada)	Peso en g
Consistiendo de:	
9,5 mm (3/8") a 4,75 mm (N°4)	300 $\pm$ 5
19,0 mm (3/4") a 9,5 mm (3/8")	1 000 $\pm$ 10
Consistiendo de:	
Material de 12,5 mm (1/2") a 9,5 mm (3/8")	300 $\pm$ 5
Material de 19,0 mm (3/4") a 12,5 mm (1/2")	670 $\pm$ 10
37,5 mm (1 1/2") a 19,0 mm (3/4")	1 500 $\pm$ 50
Consistiendo de:	
Material de 25,0 mm (1") a 19,0 mm (3/4")	500 $\pm$ 30
Material de 37,5 mm (1 1/2") a 25,0 mm (1")	1 000 $\pm$ 50
63,0 mm (2 1/2") a 37,5 mm (1 1/2")	5 000 $\pm$ 300
Consistiendo de:	
Material de 50,0 mm (2") a 37,5 mm (1 1/2")	2 000 $\pm$ 200
Material de 63,0 mm (2 1/2") a 50,0 mm (2")	3 000 $\pm$ 300
Para Tamaños mayores se aumentará el tamaño del tamiz en incrementos de 25,0 mm (1") para cada fracción.	7 000 $\pm$ 1 000

Fuente: MTC (EG, 2013)

### Abrasión Los Ángeles – MTC E 207

Prueba realizada en la Máquina de Los Ángeles para evaluar la resistencia a la separación de partículas de agregados gruesos de tamaños más pequeños por abrasión. Además, se debe considerar la carga y gradación que se aprecia a continuación:

*TABLA VII*

*Carga según tipo de gradación para el ensayo de abrasión.*

Gradación	Número de esferas	Masa de la carga (g)
A	12	5000 ± 25
B	11	4584 ± 25
C	8	3330 ± 20
D	6	2500 ± 15

Fuente: MTC (EG, 2013)

*TABLA VIII*

*Gradación de las muestras de ensayo*

Medida del tamiz (abertura cuadrada)		Masa de tamaño indicado, g			
Que pasa	Retenido sobre	Gradación			
		A	B	C	D
37,5 mm (1 ½")	25,0 mm (1")	1250 ± 25	-	-	-
25,0 mm (1")	19,0 mm (¾")	1250 ± 25	-	-	-
19,0 mm (¾")	12,5 mm (½")	1250 ± 10	2500 ± 10	-	-
12,5 mm (½")	9,5 mm (3/8")	1250 ± 10	2500 ± 10	-	-
9,5 mm (3/8")	6,3 mm (1/4")	-	-	2500 ± 10	-
6,3 mm (1/4")	4,75 mm (Nº 4)	-	-	2500 ± 10	-
4,75 mm (Nº 4)	2,36 mm (Nº 8)	-	-	-	5000
TOTAL		5000 ± 10	5000 ± 10	5000 ± 10	5000 ± 10

Fuente: MTC (EG, 2013)

### Partículas chatas y alargadas – MTC E 223

Prueba utilizada para hallar el porcentaje de partículas alargadas o chatas en el agregado grueso que están relacionadas con la ruptura de partículas durante el proceso de elaboración de la mezcla y compactación. Los pesos mínimos según su tamaño máximo nominal también deben tenerse en cuenta:

TABLA IX

*Pesos mínimos requeridos dependiendo del tamaño máximo nominal*

Tamaño máximo nominal malla cuadrada mm - (pulgada)	Peso mínimo de la muestra de ensayo kg - (lb)
9,5 (3/8")	1 (2)
12,5 (1/2")	2 (4)
19,0 (3/4")	5 (11)
25,0 (1")	10 (22)
37,5 (1 1/2")	15 (33)
50,0 (2")	20 (44)
63,0 (2 1/2")	35 (77)
75,0 (3")	60 (130)
90,0 (3 1/2")	100 (220)
100 (4")	150 (330)
112 - (4 1/2")	200 (440)
125 (5)	300 (660)
150 (6)	500 (1100)

Fuente: MTC (EG, 2013)

Para los índices de alargamiento y aplanamiento de cada ensayo se utilizarán las siguientes fórmulas:

$$\text{Índice de aplanamiento } (I_{ai}) = \frac{P_{ai}}{P_i} \times 100$$

$$\text{Índice de alargamiento } (I_{ai}) = \frac{P_{li}}{P_i} \times 100$$

### **Sales Solubles Totales – MTC E 219**

Prueba empleada para medir la cantidad de sulfatos disueltos en agua. Además, se debe considerar el peso de la muestra cómo se indicará a continuación:

TABLA X

*Peso de muestra según el tipo de agregado*

Agregado Pétreo	Cantidad mínima (g)	Aforo mínimo (mL)
Grava 50 - 20 mm	1000	500
Grava 20 - 5 mm	500	500
Arena 20 mm	100	500

Fuente: MTC (EG, 2013)

Calculamos mediante la siguiente relación:

$$\text{Sales solubles (\%)} = \frac{1}{\frac{C \times A}{D \times B} - 1} \times 100$$

### Caras Fracturadas – MTC E 210

Prueba empleada para calcular el porcentaje de partículas fracturadas en una muestra de agregado grueso. Además, deben considerar los siguientes requisitos según su tamaño máximo nominal:

*TABLA XI*

*Peso de muestra con relación al tamaño del agregado*

Tamaño Máximo Nominal Muestra de ensayo mínima mm (pulg.)	Abertura Cuadrada, mm (pulg.) Masa, g (aprox. lb.)
9,5 (3/8")	200 (0,5)
12,5 (1/2)	500 (1)
19,0 (3/4)	1 500 (3)
25,0 (1)	3 000 (6,5)
37,5 (1 1/2")	7 500 (16,5)
50,0 (2")	15 000 (33)
63,0 (2 1/2)	30 000 (66)
75,0 (3)	60 000 (132)
90,0 (3 1/2)	90 000 (198)

Fuente: MTC (EG, 2013)

Para el cálculo del porcentaje de masa con el número especificado de caras fracturadas se emplea la siguiente fórmula:

$$P = \frac{F}{(F + N)} \times 100$$

Donde:

P = porcentaje de partículas con el número de caras fracturadas,

F = cantidad de partículas fracturadas con al menos el número especificado de caras fracturadas.

N = cantidad de partículas no fracturadas o que no entran en el criterio de partícula fracturada.

### **Peso específico y absorción de Agregados gruesos – MTC E 206**

Prueba utilizada para establecer la gravedad concreta de una muestra deshidratada, saturada con superficie seca y pesada en comparación con la absorción del agregado grueso. Los cálculos se efectúan empleando las fórmulas siguientes:

*TABLA XII*

*Peso mínimo de la muestra de ensayo*

Tamaño Máximo Nominal mm (pulg)	Peso Mínimo de la Muestra de Ensayo Kg (lb)
12,5 (1/2) o menos	2 (4,4)
19,0 (3/4)	3 (6,6)
25,0 (1)	4 (8,8)
37,5 (1 ½)	5 (11)
50,0 (2)	8 (18)
63,0 (2 ½)	12 (26)
75,0 (3)	18 (40)
90,0 (3 ½)	25 (55)
100,0 (4)	40 (88)
112,0 (4 ½)	50 (110)
125,0 (5)	75 (165)
150,0 (6)	125 (276)

Fuente: MTC (EG, 2013)

Para el cálculo se utilizan las siguientes fórmulas:

$$Pe_m = \frac{A}{(B - C)} \times 100$$

Dónde:

A = Peso de la muestra seca en el aire.

B = Peso de la muestra saturada superficialmente seca en el aire.

C = Peso en el agua de la muestra saturada.

Peso específico de masa saturada con superficie seca

$$Pe_{sss} = \frac{B}{(B - C)} \times 100$$

Peso específico aparente

$$Pe_a = \frac{A}{(A - C)} \times 100$$

Absorción

$$A_b = \frac{(B - A)}{A} \times 100$$

### **Equivalente de arena – MTC E 114**

Prueba empleada para medir la presencia de polvo, finos plásticos y suelos arcillosos consiste en calcular el equivalente de arena utilizando la siguiente fórmula:

$$SE = (Lectura\ de\ arena / lectura\ de\ arcilla) \times 100$$

Donde:

SE = Arena equivalente

### **Azul de Metileno – AASHTO TP 57**

Prueba utilizada para detectar arcillas en agregados mediante el uso del azul de metileno. El procedimiento se suspenderá cuando se aprecie el color azul. Para calcular su cantidad, se utiliza la siguiente fórmula:

$$MBV = \frac{C_{sol}}{C_{filler}}$$

Dónde:

MBV [mg/g] = Valor de azul de metileno.

Csol [mg] = Cantidad de azul de metileno necesario para alcanzar el punto final del ensayo.

Cfiller [g] = Cantidad de material contenido en la suspensión.

### Gravedad específica y absorción de agregados finos – MTC E 205

Prueba utilizada para determinar la gravedad específica de una muestra deshidratada, saturada con superficie seca y pesada en comparación con la absorción del agregado fino. Los cálculos se realizan utilizando las siguientes fórmulas:

$$Pe_m = \frac{W_o}{(V - V_a)} \times 100$$

Dónde:

Pe<sub>m</sub> = Peso específico de masa

W<sub>o</sub> = Peso en el aire de la muestra secada en el horno.

V = Volumen del frasco.

V<sub>a</sub> = Peso en gramos o volumen de agua añadida al frasco.

Peso específico de masa saturado con superficie seca

$$Pe_{sss} = \frac{500}{(V - V_a)} \times 100$$

Peso específico aparente (Pe<sub>a</sub>)

$$Pe_a = \frac{W_o}{(V - V_a) - (500 - W_o)} \times 100$$

Absorción (A<sub>b</sub>)

$$A_b = \frac{500 - W_o}{V_a} \times 100$$

**Materiales y métodos****Cemento asfáltico:**

Se utilizará cemento asfáltico con grado de penetración 60/70, de acuerdo con la normativa del MTC.

**Agregados naturales:**

Los agregados provienen de la cantera Tres Tomas de la provincia de Ferreñafe en el departamento de Lambayeque. Se verificará que cumplan con los requisitos establecidos por el MTC.

**Filler:**

Se utilizará cemento Portland tipo I para mejorar la unión entre los áridos y el ligante.

**Carpeta asfáltica reciclada:**

Se utilizó un porcentaje óptimo del 60% de RAP.

**Fibras de polipropileno:**

En porcentajes de adición del 0,25%, 0,50%, 0,75% y 1,00% respecto al peso de la mezcla.

**Tipo y Nivel de Investigación:****Tipo de Investigación:**

Desde la perspectiva del objetivo planteado, esta investigación se clasifica como aplicada, ya que busca abordar una problemática a través de la introducción de una propuesta. En cuanto a la recolección y análisis de datos, se identifica como una investigación cuantitativa, ya que su intención es obtener resultados numéricos y medibles.

**Nivel de Investigación:**

Para asegurar la precisión y validez de los resultados, este estudio ha adoptado un diseño experimental avanzado. De acuerdo con Sampieri [9], los diseños experimentales son caracterizados o reconocidos por manipular de forma intencional de variables independientes, consideradas como causas, y la observación de los efectos resultantes en variables dependientes. En este caso, la manipulación consiste en la incorporación de fibras de polipropileno en carpetas asfálticas recicladas, con el propósito de evaluar su impacto en las propiedades físico-mecánicas del mismo. Este diseño implica la observación cuidadosa de los cambios en dichas propiedades al introducir las fibras en distintas dosificaciones durante el proceso de producción de briquetas.

Además de ser un diseño experimental, la investigación también adopta un enfoque cuasiexperimental. Esto se debe a que, además de las unidades experimentales que utilizan fibras de polipropileno y carpeta asfáltica reciclada, se incorpora una muestra de control que son elaboradas de manera tradicional. Este enfoque permite una comparación más sólida y contrastante entre las propiedades físicas y mecánicas de las briquetas reforzados con fibras y los fabricados de manera tradicional.

**Población Muestra y Muestreo****Población y Muestra:**

La población y la muestra están compuestas por todas las briquetas teniendo un total de 89 muestras de las cuales se realizarán las pruebas respectivas. A cada una de las muestras se le añadirá la fibra en porcentajes de 0.25%,0.50%,0.75% y 1.00%.

**Muestreo:**

Los 3 ensayos a realizar contienen un número específico de briquetas debidamente reglamentadas para hacer un diseño de mezcla asfáltica:

- Marshall MTC E 504: Mínimo 3 briquetas por ensayo.
- Cántabro MTC E 515: Mínimo 4 briquetas por ensayo.
- Lottman modificado AASHTOT283: Mínimo 6 briquetas por ensayo.

La muestra patrón consistirá en un tipo de tráfico, el cual será Tráfico Pesado.

La normativa del MTC establece que las muestras de mezclas bituminosas deben

desarrollarse en un rango del 4% al 8%, con un mínimo de 5 porcentajes que variarán entre ellos un 0.5% según el diseño de la muestra patrón. Posteriormente, se determinan los porcentajes elegidos. Por lo tanto, se evaluarán los porcentajes del 4 %, 4,5 %, 5 %, 5,5 % y 6 % para cumplir con las especificaciones mínimas del MTC para MAC de Tráfico Pesado.

*TABLA XIII*  
*Muestreo para contenido óptimo de asfalto*

	4%	4.5%	5%	5.5%	6%
Pesado	3	3	3	3	3
	<b>TOTAL</b>				15

Fuente: Propia

Tendremos entonces un total de 15 briquetas que se realizarán para encontrar nuestro contenido óptimo de asfalto. Una vez encontrado el contenido óptimo de asfalto realizaremos nuestras muestras modificadas con RAP. Los porcentajes de RAP planteados fueron en relación a mis antecedentes, en el caso de Armas Hereña, Alberto; Huanco Gonzalo, David Charle en su investigación [1], que utilizaron un porcentaje de RAP del 70% al 90%, donde obtuvieron como mejor resultado el 70% ya que esta mezcla arroja óptimos valores de estabilidad y flujo.

Según García Orozco, Ana en su estudio [12], emplearon un porcentaje de RAP que parte desde el 10% al 30%, obteniendo el mejor comportamiento de RAP al 10% reemplazando tanto al agregado grueso como al fino.

Así que, para nuestra investigación, vamos a utilizar un 20%,40% y 60% de RAP, ya que la normativa nos indica que la carpeta asfáltica a reciclar no debe ser mayor al 40%, pero como observamos en mis antecedentes hay investigaciones que llegan hasta el 90%. Así que aparte de basarnos en la norma, con un fin investigativo he optado agregar un porcentaje más, que sería el 60% de RAP. Con los porcentajes que tenemos de RAP teniendo en total 9 briquetas a ensayar, vamos a hallar el porcentaje óptimo para con este poder trabajar nuestra adición de fibra.

*TABLA XIV*  
*Muestreo para hallar el %óptimo de RAP*

	20%	40%	60%
Pesado	3	3	3
	<b>TOTAL</b>		9

Fuente: Propia

Después de evaluar nuestro RAP, vamos a incorporar nuestra fibra de polipropileno. Los porcentajes de fibra empleados también fueron en relación a mis antecedentes como el caso de Ochoa Laurente, Jesus Brian en su investigación [2] donde emplearon un porcentaje de 0.2%,0.4% y 0.6% las cuales provocaron un aumento en la estabilidad Marshall de 10%, 7% y 1% respectivamente.

Según Pinedo Diaz Diana en su investigación [10] donde utilizaron 0.5%, 1.5% y 2%, siendo la estabilidad adecuada obtenida de la curva de 1270 kg y un flujo de 3.16 mm con un porcentaje óptimo de fibra de 1.4 %.

De igual manera Da Silva Céspedes, Caio; Acosta Payano, Renzo en su estudio [3] emplearon 0.5%, 0.75% y 1% donde obtuvieron el mejor comportamiento al utilizar 0.75% de la fibra con respecto al peso de la briqueta.

Así que basándonos en nuestros antecedentes, vamos a utilizar 0.25%, 0.50%, 0.75% y 1.00% de fibra de polipropileno con el contenido óptimo de RAP hallado anteriormente.

*TABLA XV*  
*Muestreo para contenido óptimo de RAP con fibras de polipropileno*

	Patrón	0.25%	0.50%	0.75%	1.00%
Pesado	3	3	3	3	3
	<b>TOTAL</b>				15

Fuente: Propia

Tendremos entonces un total de 15 briquetas que se realizarán para evaluarlas mediante el ensayo de Marshall.

*TABLA XVI*  
*Muestreo para el ensayo de Cántabro*

	<b>Patrón</b>	<b>0.25%</b>	<b>0.50%</b>	<b>0.75%</b>	<b>1.00%</b>
<b>Pesado</b>	4	4	4	4	4
<b>TOTAL</b>					20

Fuente: Propia

Para Cántabro, tendremos entonces un total de 20 briquetas.

Ahora realizaremos el ensayo de Lottman modificado.

*TABLA XVII*  
*Muestreo para ensayo de Lottman Modificado*

	<b>Patrón</b>	<b>0.25%</b>	<b>0.50%</b>	<b>0.75%</b>	<b>1.00%</b>
<b>Pesado</b>	6	6	6	6	6
<b>TOTAL</b>					30

Fuente: Propia

Para Lottman Modificado tendremos un total de 30 briquetas. Sumando todas las briquetas a realizar de cada ensayo, tendremos un total de 89 briquetas.

**Operacionalización de Variables:***TABLA XVIII**Operacionalización de Variables (Independiente)*

VARIABLE		INDICADOR	UNIDAD DE MEDICIÓN	RANGO DE VARIABILIDAD	MÉTODO DE MEDICIÓN
TIPO	DIMENSIÓN				
INDEPENDIENTE	fibras de polipropileno	proporción de fibras	%	0%	Balanza electrónica
				0.25%	
				0.50%	
				0.75%	
				1.00%	

Fuente: Propia

*TABLA XIX**Operacionalización de Variables (Independiente)*

VARIABLE		INDICADOR	UNIDAD DE MEDICIÓN	MÉTODO DE MEDICIÓN
TIPO	DIMENSIÓN			
DEPENDIENTE	Propiedades físico mecánicas	Estabilidad	kg/cm <sup>2</sup>	Método de ensayo Marshall MTC E 504/ASTDM D 1559
		Fluencia	kg/cm <sup>2</sup>	Método de ensayo Marshall MTC E 504/ASTDM D 1559
		Pérdida por desgaste	kg/cm <sup>2</sup>	Ensayo Cantabro MTC E 515
		Resistencia a la humedad inducida	kg/cm <sup>2</sup>	Ensayo de Lottman Modificado AASHTO T283

Fuente: Propia

*TABLA XX*  
*Operacionalización de Variables (Independiente)*

VARIABLES		UNIDAD DE MEDICIÓN	VALOR	MÉTODO DE MEDICIÓN
TIPO	DIMENSIÓN			
INTERVINIENTE	Medida de la fibra	mm	12	Wincha
	Carpeta asfáltica reciclada	%	Porcentaje óptimo	Balanza

Fuente: Propia

### Ensayos de laboratorio:

#### Gravedad Específica y Absorción de Agregados Finos – MTC E 205

- Se tamizó una muestra de material por la malla N°4 para retener las partículas gruesas.



**Fig 1.** Tamizado de los agregados.  
**Fuente:** Propia

- Se introdujo en una fiola una muestra de 500g, luego se llenó con agua hasta la marca de 500 cm<sup>3</sup>. Luego se eliminó las burbujas de aire atrapado agitando manualmente por 10 minutos.



**Fig 2.** Muestra de 500g.  
**Fuente:** Propia

- Una vez eliminadas las burbujas de aire, se pesó la fiola con la muestra y el agua. Luego, se retiró el agregado fino del frasco y se dejó secar en el horno. Por último, se pesó la muestra seca.



**Fig 3.** Muestra a dejar en el horno.  
**Fuente:** Propia

## Peso Específico y Absorción de Agregados Gruesos – MTC E 206

- Se pesó 3kg del agregado y se dejó sumergir en agua durante 24 h. Posteriormente se sacó el agregado del agua y se dejó secar para tenerlo en estado saturado con superficie seca. Asimismo, se pesó la cantidad de agregado.

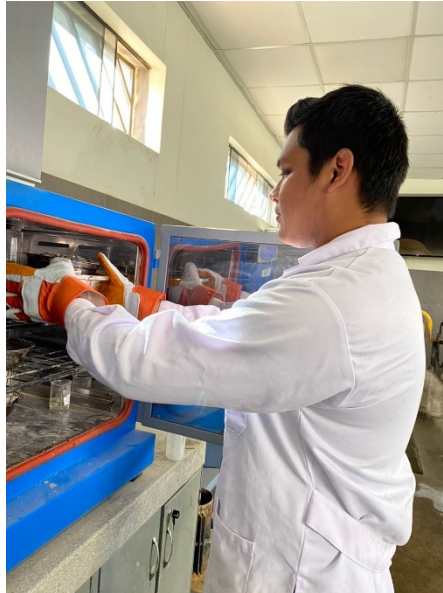


**Fig 4.** Muestra saturada superficialmente seca.  
**Fuente:** Propia

- El agregado se colocó en una canastilla y se determinó su peso sumergido en agua. Por último, se llevó la muestra al horno 24h y luego se pesó.



**Fig 5.** Colocado de canastilla.  
**Fuente:** Propia



**Fig 6.** Muestra en el horno.  
**Fuente:** Propia

#### **Abrasión Los Ángeles – MTC E 207**

- Se colocó la muestra correspondiente en la máquina de Los Ángeles y se hizo rotar a 500 revoluciones.



**Fig 7.** Colocación de la muestra en la Máquina de los Ángeles.  
**Fuente:** Propia

- Finalizado el número de revoluciones, se retiró el material de la máquina y se tamizó por la malla N°12, luego se pesó lo retenido en dicha malla.



**Fig 8.** Material resultante de la Máquina de los Ángeles.  
**Fuente:** Propia

#### **Durabilidad (al Sulfato de Magnesio) – MTC E 209**

- Se tamizó el agregado grueso y fino por sus mallas correspondientes.



**Fig 9.** Tamizado de los agregados.  
**Fuente:** Propia

- Una vez tamizado, comenzó el periodo de inmersión del sulfato. Se realizaron 5 ciclos, los cuales consistieron en retirar el sulfato y colocar las muestras en el horno.



**Fig 10.** Muestras con sulfato.  
**Fuente:** Propia

#### **Caras fracturadas – MTC E 210**

- Se tamizó la muestra de agregado grueso en sus mallas correspondientes y se determinó el peso retenido de cada malla. Luego se expandió la muestra retenida de cada tamiz en una superficie que permita la inspección de las partículas fracturadas.



**Fig 11.** Muestras retenidas en sus mallas correspondientes.  
**Fuente:** Propia

- Se separó y pesó en dos grupos las partículas inspeccionadas, tanto caras fracturadas (angulosas y rugosas) como no fracturadas (redondeadas con superficies lisas).



**Fig 12.** Caras redondeadas.  
**Fuente:** Propia



**Fig 13.** Caras angulares.  
**Fuente:** Propia

### Sales Solubles Totales – MTC E 219

- Se tamizó la muestra de agregado grueso y fino por malla N°10 y se pesó 50 gramos de cada muestra.



**Fig 14.** Muestra tamizada por la malla N°10.  
**Fuente:** Propia

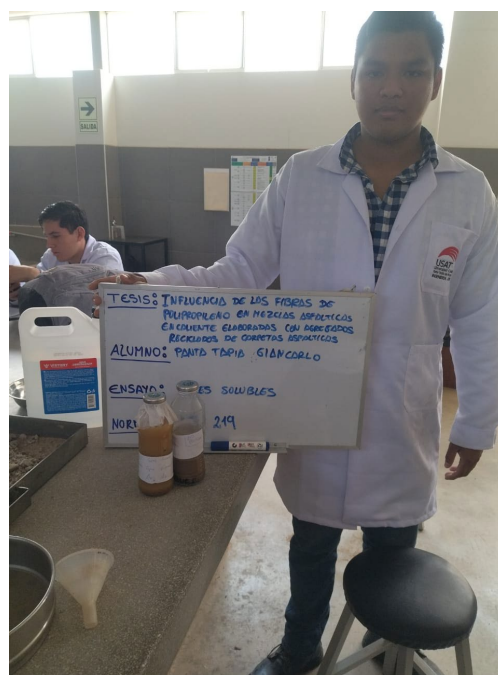


**Fig 15.** Tamizado de la muestra.  
**Fuente:** Propia

- Se vertió la muestra en dos frascos con agua destilada y se dejó reposar 24 h.



**Fig 16.** Vertido de agua destilada.  
**Fuente:** Propia



**Fig 17.** Muestra a dejar en reposo.  
**Fuente:** Propia

- Se usó papel filtro para verter el agua del frasco en el beaker y posteriormente se pesó la muestra y se dejó en el horno 24 h.



**Fig 18.** Beaker con agua ya filtrada.  
**Fuente:** Propia

#### **Partículas chatas y alargadas – ASTM 4791**

- Se pesaron 2 kg de agregado grueso, posteriormente se tamizó el agregado y se determinó el porcentaje de las partículas largas y chatas



**Fig 19.** Pesado del agregado grueso.  
**Fuente:** Propia



**Fig 20.** Partículas chatas.  
**Fuente:** Propia

#### **Equivalente de Arena – MTC E 114**

- Se tomó una muestra representativa de agregado fino que pase por la malla N° 4.



**Fig 21.** Muestra de agregado fino.  
**Fuente:** Propia

- Se vertieron los especímenes de ensayo en los cilindros apoyándose de un embudo para no derramar la muestra. Se golpeó la base de cada cilindro para eliminar el aire atrapado y se dejó saturar por 30 minutos.



**Fig 22.** Vertido de muestra en los cilindros.  
**Fuente:** Propia



**Fig 23.** Muestras en reposo.  
**Fuente:** Propia

### Azul de metileno – AASHTO TP 57

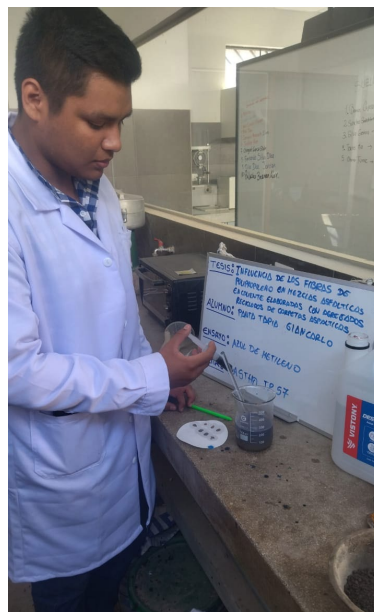
- Se pesó 10 gramos de muestra de agregado fino que pasa la malla N° 200.



**Fig 24.** Muestra tamizada por la malla N°200.

**Fuente:** Propia

- Se vertió agua destilada en un vaso precipitado y se mezcló con la muestra. Posteriormente se añadió la solución de azul de metileno en dosificaciones de 0.5 ml, luego se retiraron gotas de la mezcla y se echaron sobre el papel filtro hasta que la gota sea de color azul.



**Fig 25.** Azul de metileno.

**Fuente:** Propia

## Diseño para muestra patrón

Para el diseño patrón, hemos tomado en cuenta diversos porcentajes de asfalto, ligante, agregado fino y grueso. Tras realizar los ensayos pertinentes y cumplir con los criterios de la normativa técnica peruana para el diseño de mezclas asfálticas, hemos llevado a cabo nuestro diseño patrón para conseguir nuestro contenido ideal de asfalto. Las estimaciones para los porcentajes se toman en cuenta en el muestreo y población, empleando de esta manera 4%, 4.5%, 5%, 5.5% y 6% para las muestras patrón, considerando el diseño para tráfico pesado.

*TABLA XXI*

*Porcentajes de MAC*

Grava Chancada 3/4"	45%
Arena Chancada 1/4"	55%
Cemento (Filer)	1%
CEMENTO ASFALTICO PEN 60/70	

Fuente: Propia

Para 4%:

*TABLA XXII*

*Cantidad de agregados para diseño de MAC AL 4%*

PARA UNA BOLSA	PARA 3 BOLSAS
Piedra	1923.75
Arena	2351.25

Fuente: Propia

Para 4.5%:

*TABLA XXIII*

*Cantidad de agregados para diseño de MAC AL 4.5%*

PARA UNA BOLSA	PARA 3 BOLSAS
Piedra	1913.625
Arena	2338.875

Fuente: Propia

Para 5%:

*TABLA XXIV*

*Cantidad de agregados para diseño de MAC AL 5%*

PARA UNA BOLSA	PARA 3 BOLSAS
Piedra	1903.50
Arena	2326.50

Fuente: Propia

Para 5.5%:

*TABLA XXV*

*Cantidad de agregados para diseño de MAC AL 5.5%*

PARA UNA BOLSA	PARA 3 BOLSAS
Piedra	1893.375
Arena	2314.125

Fuente: Propia

Para 6%:

*TABLA XXVI*

*Cantidad de agregados para diseño de MAC AL 6%*

PARA UNA BOLSA	PARA 3 BOLSAS
Piedra	1893.375
Arena	2314.125

Fuente: Propia

Ahora que tenemos las cantidades de agregados para los distintos porcentajes, procedemos a realizar nuestras briquetas, las cuales hemos considerado 15 en total para tráfico pesado.

#### **Preparación de las muestras:**

Calentamos las muestras simultáneamente en las taras, y las mezclamos de acuerdo a las cantidades establecidas para cada porcentaje:



**Fig 26.** Mezclado de los agregados.

**Fuente:** Propia

Elaboramos las briquetas y posteriormente las vertimos en los moldes y dejamos reposar hasta que se encuentren a temperatura ambiente:



**Fig 27.** Elaboración de briquetas.  
**Fuente:** Propia

Luego retiramos de los moldes una vez ya están a temperatura ambiente, con la desmoldadora una por una:



**Fig 28.** Desmoldado de briquetas.  
**Fuente:** Propia

Una vez realizadas las briquetas, procedemos a realizar ensayo de Marshall, para determinar tu estabilidad y flujo.



**Fig 29.** Ensayo Marshall.  
**Fuente:** Propia

Con los datos obtenidos, empleamos el material de cada briqueta evaluada y la derretimos para llevar a cabo un ensayo de Rice con el objetivo de determinar su porcentaje de vacíos. Este experimento implica añadir agua hasta la mitad de su capacidad, pesarlo y posteriormente agregar la muestra. Luego se realiza una presión parcial del aire de 30 mm de Hg. período de 15 minutos. Finalmente, se pesa el recipiente con el agua y se obtiene la muestra definitiva. Procedemos a pesar el material, igualmente pesamos el recipiente sin agua y con agua, y sometemos la muestra a un vacío parcial para eliminar el aire.



**Fig 30.** Ensayo Rice.  
**Fuente:** Propia



**Fig 31.** Bomba de vacíos.  
**Fuente:** Propia



**Fig 32.** Briqueta triturada.  
**Fuente:** Propia



**Fig 33.** Pesado de la muestra.  
**Fuente:** Propia

### **Muestras con adición de RAP:**

Para este proceso, hemos decidido emplear 3 porcentajes. En este escenario, la normativa establece que el material de carpeta asfáltica a reciclar no debe exceder el 40% del total de la muestra a examinar. En este contexto, ya se han conseguido las cantidades de material de asfalto óptimas, que serían el 4.9% para tránsito pesado. Así pues, las cantidades a evaluar en este caso son las siguientes y vamos a llevar a cabo el siguiente proceso:

- Nuestros datos de asfalto ideal y la de cemento (Ligante) no sufrirán ninguna alteración.
- Las cantidades de agregado grueso y fino en este caso serán modificadas para la relación de los porcentajes establecidos de RAP, para poder evaluarlas mediante el ensayo de Marshall y calcular cual de éstas tiene mejor relación de estabilidad y flujo, para posteriormente ya realizar la adición de fibra de polipropileno.
- Ahora que tenemos los pesos y cantidades determinadas, vamos a realizar un nuevo pesaje de las muestras, luego su compactación y mezclado, tal como se hizo para la muestra patrón. Sin embargo, en esta ocasión, con el fin de calcular y determinar la cantidad de reciclado que será el más adecuada y responderá mejor a los resultados de estabilidad y flujo obtenidos nuevamente a través del ensayo de Marshall.



**Fig 34.** Triturado de RAP.  
**Fuente:** Propia



**Fig 35.** Carpeta asfáltica reciclada.

**Fuente:** Propia

### **Muestras con adición de fibras de polipropileno:**

Después de hallar nuestro contenido óptimo de RAP, vamos a realizar las muestras incorporando la fibra de polipropileno con los porcentajes ya establecidos, los cuales son 0.25%, 0.50%, 0.75% y 1.00% del total del peso de la briqueta. Una vez terminado la elaboración de las nuevas briquetas, procedemos a ensayarlas en la máquina Marshall. Culminado el ensayo, obtendremos nuevos datos de estabilidad y flujo para tráfico pesado. Después de obtener los resultados dados en la máquina Marshall procedemos a derretir las muestras y a realizar el ensayo de Rice de la misma que hicimos con las anteriores muestras.



**Fig 36.** Briquetas con incorporación de fibras de polipropileno.

**Fuente:** Propia

## Ensayo de cántabro

Este ensayo se emplea para evaluar la resistencia a la abrasión y la pérdida por desgaste mediante la elaboración de una briqueta con mezcla asfáltica que posteriormente será sometida a la acción abrasiva de la máquina de los ángeles.

El procedimiento que se realizó consistió en una vez obtenido los datos del ensayo Marshall con RAP, en este caso elegimos trabajar con 60%. Este porcentaje de RAP viene a ser al que le vamos a adicionar los distintos porcentajes de fibra de polipropileno siendo 4 briquetas para cada uno de los porcentajes (0.25%,0.50%,0.75% y 1.00%), teniendo así un total 16 briquetas para este ensayo.



**Fig 37.** Elaboración de briquetas para cántabro.

**Fuente:** Propia



**Fig 38.** Pesado inicial de la briqueta.

**Fuente:** Propia

Una vez concluida la elaboración de las briquetas, procedemos a pesar cada una de estas para luego poder colocar una por una en la máquina de los ángeles. Cuando terminamos de pesar cada briqueta, procedemos a programar la máquina a 300 revoluciones como indica la norma e introducimos las briquetas una por una como mencionamos anteriormente. Al concluir las 300 revoluciones, retiramos la briqueta y nuevamente tomamos su peso para ver cuánto tuvo de desgaste.



**Fig 39.** Colocando briqueta en la máquina de los ángeles.  
**Fuente:** Propia



**Fig 40.** Extrayendo briqueta de la máquina de los ángeles.  
**Fuente:** Propia



**Fig 41.** Pesado final de la briqueta.

**Fuente:** Propia

### **Ensayo Lottman**

Este ensayo nos permite medir en las briquetas el daño inducido y producido por la humedad. Para ello se elaboraron 6 muestras para cada porcentaje de fibra, debemos tener en cuenta que 3 muestras serán seleccionadas para el grupo seco y las otras 3 para el grupo húmedo. Las muestras del grupo seco serán sumergidas en una cámara de humedad controlada por un periodo de tiempo de 2 horas. Las muestras restantes serán llevadas a un congelador donde reposarán aproximadamente 16 horas, pero debemos tener en cuenta que estas muestras previamente también fueron sumergidas para poder finalmente ser ensayadas.



**Fig 42.** Briquetas sumergidas.

**Fuente:** Propia



**Fig 43.** Briqueta sometida a tracción indirecta.  
**Fuente:** Propia



**Fig 44.** Briqueta ensayada.  
**Fuente:** Propia

## Resultados y discusión

### Resultados:

#### Peso Específico y Absorción de Agregados Finos:

El porcentaje de absorción obtenido fue del 0.60% para el agregado fino, es apto para el diseño, estando dentro del parámetro estándar que es como máximo 1%, cumpliendo con la norma MTC. E-205.

*TABLA XXVII*

*Porcentaje de absorción del agregado fino.*

A.- PESO ESPECIFICO DE MASA	(g/cm <sup>3</sup> )	<b>2.567</b>
B.- PESO ESP. DE MASA SAT. SUP. SECO	(g/cm <sup>3</sup> )	2.582
C.- PESO ESPECIFICO APARENTE	(g/cm <sup>3</sup> )	2.607
D.- PORCENTAJE DE ABSORCIÓN	(%)	<b>0.60</b>

**Fuente:** Propia

#### Peso Específico y Absorción de Agregados Gruesos:

El porcentaje de absorción obtenido fue del 0.64% para el agregado fino, es apto para el diseño, estando dentro del parámetro estándar que es como máximo 1%, cumpliendo con la norma MTC. E-206.

*TABLA XXVIII*

*Porcentaje de absorción del agregado grueso.*

A.- PESO ESPECIFICO DE MASA	(g/cm <sup>3</sup> )	<b>2.332</b>
B.- PESO ESP. DE MASA SAT. SUP. SECO	(g/cm <sup>3</sup> )	2.347
C.- PESO ESPECIFICO APARENTE	(g/cm <sup>3</sup> )	2.368
D.- PORCENTAJE DE ABSORCIÓN	(%)	<b>0.64</b>

**Fuente:** Propia

### Abrasión Los Ángeles:

El ensayo de abrasión presentó un desgaste de 6.6% a comparación del peso inicial que fueron 5 kg, y también obtuvimos un coeficiente de uniformidad de 0.3. El requerimiento máximo es de 40% para este ensayo y como se puede observar cumplimos con el parámetro establecido.

*TABLA XXIX*

*Porcentaje de desgaste en el ensayo de abrasión.*

<b>% de desgaste por abrasión</b>	<b>%</b>	<b>6.6</b>
<b>% de uniformidad</b>	<b>%</b>	<b>0.3</b>

**Fuente:** Propia

### Durabilidad (al Sulfato de Magnesio)

Para el agregado fino:

*TABLA XXX*

*Porcentaje de desgaste por sulfato, agregado fino.*

TAMICES		Porcentaje de pérdida pesado
Pasa	Retiene	
3/8" 9.5 mm	Nº 4 4.75 mm	0.8
Nº 4 4.75 mm	Nº 8 2.36 mm	0.8
Nº 8 2.36 mm	Nº 16 1.18 mm	1.3
Nº 16 1.18 mm	Nº 30 600 µm	1.4
Nº 30 600 µm	Nº 50 300 µm	1.7
Nº 50 300 µm	Nº 100 150 µm	1.8
DESGASTE TOTAL (%)		7.8

**Fuente:** Propia

Para el agregado grueso:

*TABLA XXXI*

*Porcentaje de desgaste por sulfato, agregado grueso.*

TAMICES		Porcentaje de pérdida pesado
Pasa	Retiene	
2"	1 1/2"	
50 mm	37.5 mm	
1 1/2"	3/4"	
37.5 mm	19 mm	
3/4"	1/2"	7.3
19 mm	12.5 mm	
1/2"	3/8"	3.8
12.5 mm	9.5 mm	
3/8"	N° 4	6.3
9.5 mm	4.75 mm	
DESGASTE TOTAL(%)		17.3

**Fuente:** Propia

### **Determinación del Límite Plástico de los Suelos e Índice de Plasticidad**

Se obtuvo un índice de plasticidad de 1.69% cumpliendo con el parámetro establecido en la norma MTC. E-111, aproximándose a 0 considerando cómo establece la norma.

*TABLA XXXII*

*Índice de plasticidad.*

CONSISTENCIA FISICA DE LA MUESTRA	
Límite Líquido	26.27
Límite Plástico	24.58
Índice de Plasticidad	1.69

**Fuente:** Propia

## Equivalente de Arena

El porcentaje de equivalente promedio para las 3 muestras es de un 56%.

*TABLA XXXIII*  
*Porcentaje de equivalente de arena.*

MUESTRA Nº	1	2	3
TAMAÑO MAXIMA (mm.)	Nº 4	Nº 4	Nº 4
ALTURA MAXIMA DEL MATERIAL FINO (cm.)	11.00	11.20	10.00
ALTURA MAXIMA DE LA ARENA (cm.)	6.00	7.00	5.00
EQUIVALENTE DE ARENA	54.55 %	62.50 %	50.00 %
EQUIVALENTE DE ARENA (EA)	56 %		
ESPECIFICACION DE ENSAYO DE EQUIVALENTE DE ARENA MTC E-114 (Ref. EG-2000): Máximo : 60%			

**Fuente: Propia**

## Caras Fracturadas:

Datos con una cara fracturada:

*TABLA XXXIV*  
*Porcentaje con una cara fracturada.*

TAMIZ		PESO MÍNIMO REQUERIDO	PESO MUESTRA A	PESO MATERIAL CON DOS CARAS FRACT. B	PORCENTAJE DE CARAS FRACTURADA C = ((B/A)*100)	PORCENTAJE RET. GRADACIÓN ORIGINAL D	PROMEDIO DE CARAS FRACTURADAS E = C * D
PASA	RETIENE						
3"	2 1/2"	30000.0 g.	0.0	---	---	0.0 %	---
2 1/2"	2"	15000.0 g.	---	---		---	
2"	1 1/2"	7500.0 g.	---	---		---	
1 1/2"	1"	3000.0 g.	---	---		---	
1"	3/4"	1500.0 g.	---	---		---	
3/4"	1/2"	500.0 g.	1200.4	560.8	46.7 %	0.8 %	0.4 %
1/2"	3/8"	300.0 g.	300.6	194.6	64.7 %	0.2 %	0.1 %
TOTAL		57800.0 g.	1501.0 g.	755.4 g.		1.0 %	0.5 %

**Fuente: Propia**

Porcentaje con una cara fracturada: 50.3%

Datos con dos caras fracturadas:

*TABLA XXXV*  
*Porcentaje con dos caras fracturadas.*

TAMIZ		PESO MÍNIMO REQUERIDO	PESO MUESTRA A	PESO MATERIAL CON DOS CARAS FRACT. B	PORCENTAJE DE CARAS FRACTURADA $C = ((B/A)*100)$	PORCENTAJE RET. GRADACIÓN ORIGINAL D	PROMEDIO DE CARAS FRACTURADAS $E = C * D$
PASA	RETIENE						
3"	2 1/2"	30000.0 g.	0.0	---	---	0.0 %	---
2 1/2"	2"	15000.0 g.	---	---			
2"	1 1/2"	7500.0 g.	---	---			
1 1/2"	1"	3000.0 g.	---	---			
1"	3/4"	1500.0 g.	---	---			
3/4"	1/2"	500.0 g.	1200.4	339.0	28.2 %	0.8 %	0.2 %
1/2"	3/8"	300.0 g.	300.6	119.0	39.6 %	0.2 %	0.1 %
TOTAL		57800.0 g.	1501.0 g.	458.0 g.		1.0 %	0.3 %

**Fuente: Propia**

Porcentaje con dos caras fracturadas: 30.5%

**Azul de Metileno:**

Se logró obtener un porcentaje de 1%, esto por la presencia de arcillas en la muestra de agregado fino, por lo tanto, cumple en la norma ya que estipula cómo máximo un 8% de arcillas y partículas nocivas.

*TABLA XXXVI*  
*Azul de metileno.*

MUESTRA	Azul de Metileno	Cantidad de Solución	Peso del Material Fino ( N° 200)	Resultado	Especificación EG -213	
	Cada	NÚMERO			Mín.	Máx.
AGREGADO FINO - pasa 200	Cada 0.5 ml	7.0	5.0	1	-	8
		7.0	5.0	1		

<b>RESULTADOS PROMEDIOS:</b> 1
--------------------------------

**Fuente: Propia**

**Sales Solubles:**

Para el agregado grueso:

El agregado grueso ensayado de sales solubles totales tuvo un resultado de 0.30% cumpliendo con el parámetro de 0.5% como máximo según norma MTC. E-219.

*TABLA XXXVII*  
*Porcentaje de sales solubles para el agregado grueso.*

Constituyentes de sales solubles totales	ppm	3000
Constituyentes de sales solubles totales	%	0.30

**Fuente:** Propia

Para el agregado fino:

El agregado fino ensayado de sales solubles totales tuvo un resultado de 0.29% cumpliendo con el parámetro de 0.5% como máximo según norma MTC. E-219.

*TABLA XXXVIII*  
*Porcentaje de sales solubles para el agregado fino.*

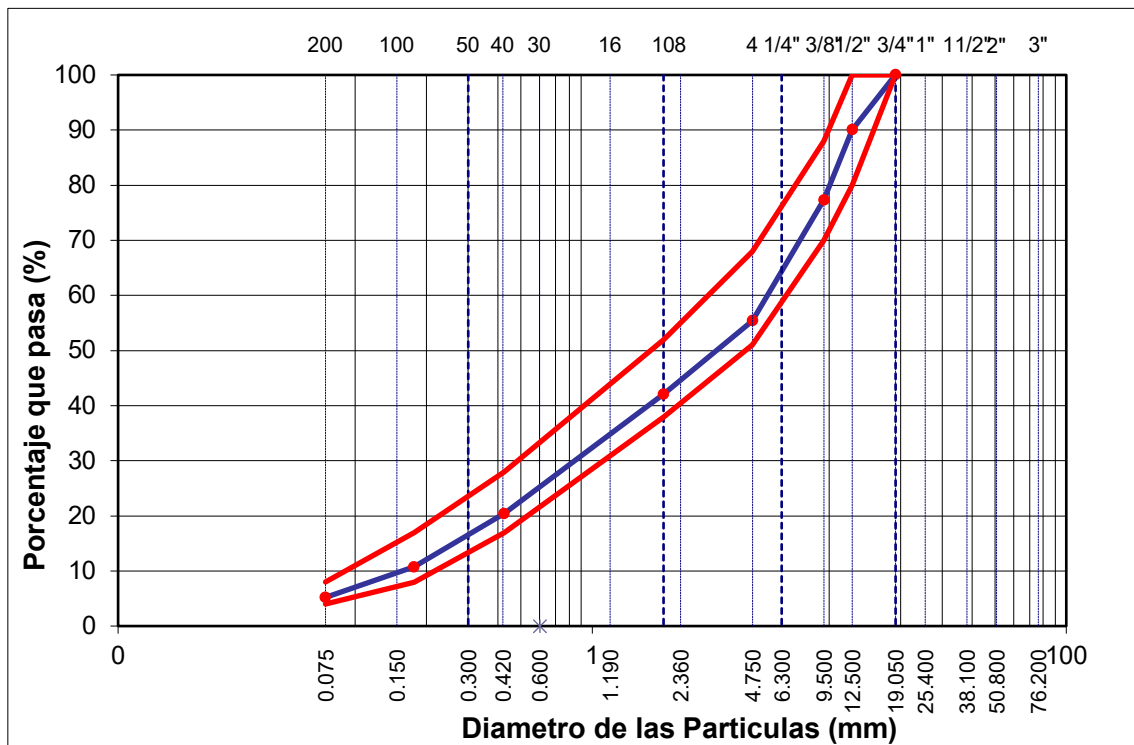
Constituyentes de sales solubles totales	ppm	2900
Constituyentes de sales solubles totales	%	0.29

**Fuente:** Propia

### Granulometría:

Hemos elegido para nuestro diseño la MAC 2, porque es la que mejor se adapta a nuestra granulometría, ya que esta está definida de acuerdo con el retenido de agregado grueso en la malla de media.

*Gráfico 01. Porcentaje que pasa según el diámetro de las partículas.*



Fuente: Propia

**Ensayo Marshall:**

Una vez realizado el ensayo, procesamos los datos obtenidos para obtener nuestro contenido óptimo de asfalto.

Para tráfico pesado:

*TABLA XXXIX*  
*Datos Marshall para tráfico pesado*

TRAFICO PESADO		
Porcentaje asfalto	Estabilidad(kg)	Flujo
4%		
1	2828	32
2	2614	35
3	2202	37
4.5%		
1	3278	33
2	3407	31
3	2794	31
5%		
1	3498	34
2	2801	34
3	3030	35
5.5%		
1	3503	36
2	3050	38
3	2540	31
6%		
1	2355	35
2	2232	40
3	2014	43

**Fuente:** Propia

En estas tablas podemos observar los datos obtenidos mediante la máquina de Marshall para tráfico pesado, nos revela la estabilidad (Kg) y el flujo, que nos proporciona la lectura del flexómetro (pul.)

Posteriormente medimos la altura de las muestras, su peso seco, peso sumergido y peso saturado superficialmente seco.

*TABLA XL*

*Datos de altura y peso de las muestras de tráfico pesado*

TRÁFICO PESADO				
Porcentajes	Altura Promedio	Peso Seco (g)	Peso Sum.	Peso Satur.
4%				
1	6.005	1159.80	663.84	1169.48
2	6.016	1144.31	648.72	1152.47
3	5.927	1125.02	637.55	1136.35
4.5%				
1	5.964	1168.24	670.36	1173.10
2	6.355	1226.93	708.19	1235.39
3	6.196	1194.24	685.64	1201.44
5%				
1	6.152	1201.69	693.95	1206.69
2	6.247	1205.26	694.00	1211.29
3	6.169	1207.50	698.35	1213.11
5.5%				
1	6.390	1253.10	726.90	1258.29
2	6.383	1237.65	713.40	1243.84
3	6.103	1180.10	680.74	1185.28
6%				
1	6.177	1185.39	685.30	1192.80
2	6.288	1215.24	701.83	1219.74
3	5.923	1150.45	660.55	1154.98

**Fuente:** Propia

Con los datos obtenidos, vamos a procesarlos para poder determinar el porcentaje de vacíos.

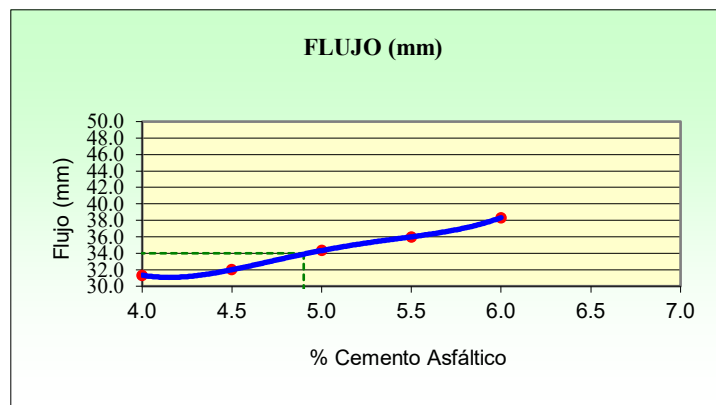
*TABLA XLI*  
*Datos de Ensayo Rice*

PORCENTAJE DE ASFALTO	4.0%	4.5%	5.0%	5.5%	6.0%
1.- PESO DEL FRASCO	725	725	725	725	725
2.- PESO DEL FRASCO + AGUA	2629	2598	2484	2640	2663
3.- DIFERENCIA DEL PESO (04) - (05)	1610	1588	1496	1632	1641
4.- PESO DEL FRASCO + MUESTRA + AGUA	4010.0	3988.0	3896.0	4032.0	4041.0
5.- PESO NETO DE LA MUESTRA	2400	2400	2400	2400	2400
6.- AGUA DESPLAZADA (2) - (3)	1019	1010	988	1008	1022
<b>PESO ESPECIFICO MAXIMO DE LA MUESTRA (5)/(6)</b>	<b>2.355</b>	<b>2.376</b>	<b>2.429</b>	<b>2.380</b>	<b>2.349</b>

**Fuente:** Propia

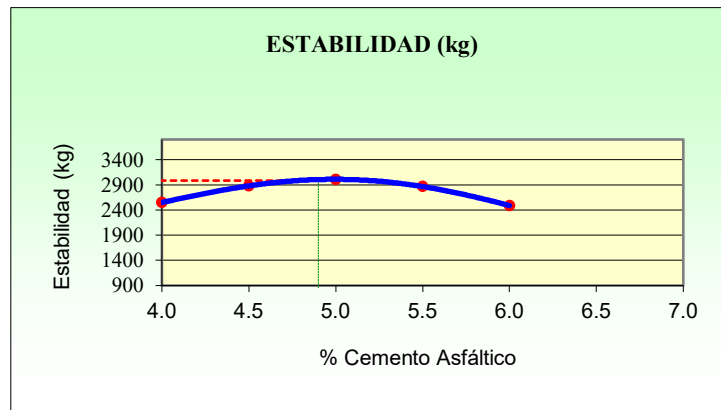
Después de haber procesados los datos, obtendremos nuestros datos de Marshall que nos dará el contenido óptimo de asfalto para tráfico pesado.

*Gráfico 02. Diagrama de curva Marshal, datos de flujo para tráfico pesado.*



**Fuente:** Propia

Gráfico 03. Diagrama de curva Marshal, datos de estabilidad para tráfico pesado



Fuente: Propia

TABLA XLII

Resultado obtenido de Marshall para tráfico pesado

RESULTADOS	
Optimo Contenido C.A	4.9
Peso Unitario (gr/cm <sup>2</sup> )	2.330
Vacios (%)	4.00
Vacios del Agregado mineral (%)	14.30
Vacios Llenados de C.A (%)	70.90
Flujo (mm)	8.64
Estabilidad (Kg)	2984
Relación Polvo Asfalto	0.94

Fuente: Propia

Nuestro contenido óptimo de asfalto luego de analizar y determinar mediante la metodología de Marshall será de 4.9% del total del diseño de mezcla patrón para el tráfico pesado.

**Muestra con adición de RAP:**

Para tráfico pesado:

*TABLA XLIII**Datos Marshall para diseño con RAP para tráfico Pesado*

TRAFICO PESADO		
Porcentaje asfalto	Estabilidad(kg)	Flujo
20%		
1	2315	41
2	3193	36
3	3286	34
40%		
1	3535	42
2	3202	36
3	3882	40
60%		
1	3014	42
2	3320	33
3	3475	41

**Fuente:** Propia

Después de obtener los resultados dados en la máquina Marshall procedemos a derretir las muestras, y a realizar por segunda vez el ensayo de Rice, con estos datos obtendremos la mejor cantidad de RAP para tráfico pesado.

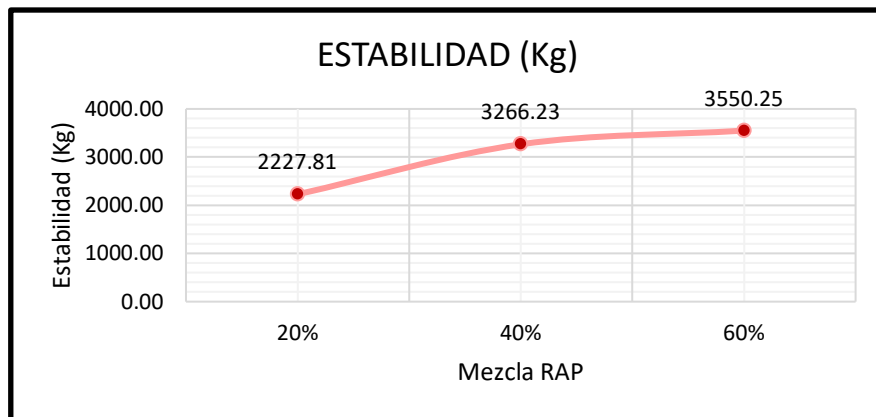
*TABLA XLIV**Datos de Ensayo Rice*

PORCENTAJE DE ASFALTO	20%	40%	60%
1.- PESO DEL FRASCO	725	725	725
2.- PESO DEL FRASCO + AGUA	2629	2598	2484
3.- DIFERENCIA DEL PESO ( 04 ) - ( 05 )	1515	1566	1467
4.- PESO DEL FRASCO + MUESTRA + AGUA	3915.0	3966.0	3867.0
5.- PESO NETO DE LA MUESTRA	2400	2400	2400
6.- AGUA DESPLAZADA ( 2 ) - ( 3 )	1114	1032	1017
<b>PESO ESPECIFICO MAXIMO DE LA MUESTRA ( 5 ) / ( 6 )</b>	<b>2.154</b>	<b>2.326</b>	<b>2.360</b>

**Fuente:** Propia

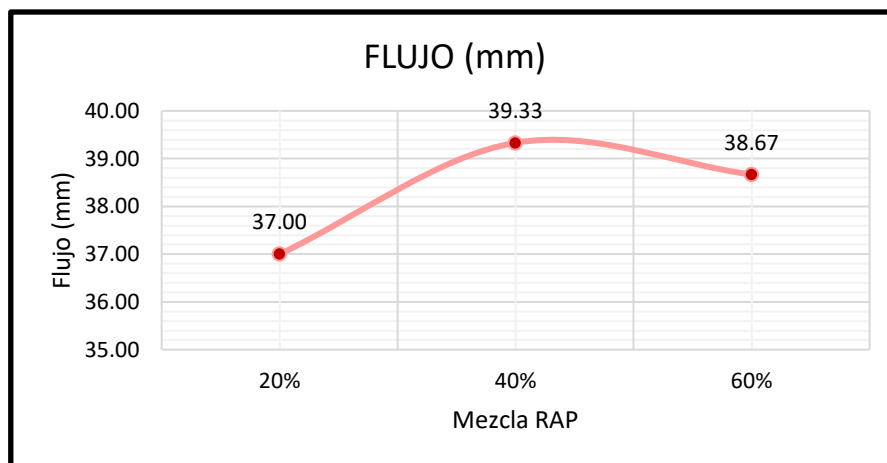
Relación estabilidad y flujo:

Gráfico 04. Diagrama de curva Marshall con RAP, datos de estabilidad para tráfico pesado.



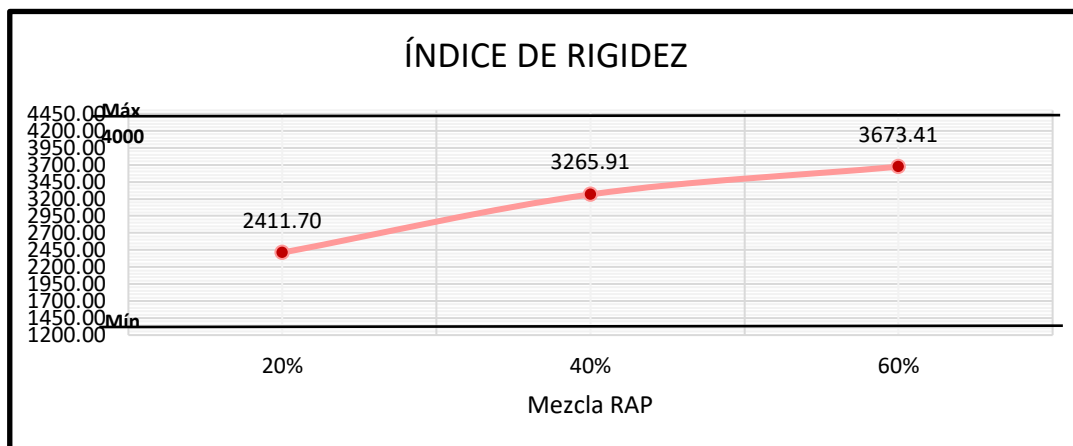
Fuente: Propia

Gráfico 05. Diagrama de curva Marshall con RAP, datos de flujo para tráfico pesado.



Fuente: Propia

Gráfico 06. Índice de rigidez con RAP para tráfico pesado.



Fuente: Propia

El índice de rigidez nos permite identificar la mejor relación estabilidad-flujo. Como podemos observar, nuestros 3 porcentajes de RAP están dentro de los límites permitidos por la norma, así que he elegido trabajar con el porcentaje de 60% de RAP a pesar de que la norma nos permite trabajar hasta con 40% de reciclado, pero con el fin de aportar investigación con esta tesis, hemos elegido este porcentaje.

### **Mezcla asfáltica con RAP óptimo incorporando fibras de polipropileno:**

*TABLA XLV*

*Datos Marshall con fibras de polipropileno para tráfico pesado*

TRAFICO PESADO		
Porcentaje de fibra	Estabilidad(kg)	Flujo
0.25%		
1	3210	34
2	3195	34
3	3215	34
0.50%		
1	3561	34
2	3451	33
3	3594	34
0.75%		
1	3865	33
2	3866	32
3	3812	33
1.00%		
1	4521	31
2	4318	31
3	4466	31

**Fuente:** Propia

Después de obtener los resultados dados en la máquina Marshall procedemos a derretir las muestras y a realizar el ensayo de Rice para la adición de fibras de polipropileno.

TABLA XLVI

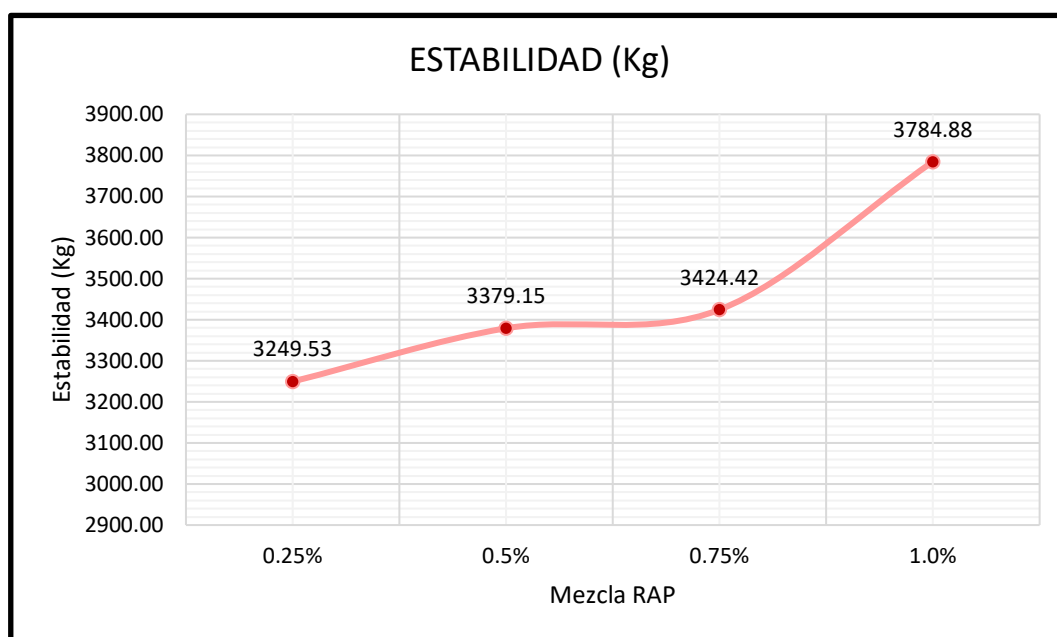
*Datos de Ensayo Rice para la adición de fibras de polipropileno*

PORCENTAJE DE ASFALTO	0.25%	0.50%	0.75%	1.00%
1.- PESO DEL FRASCO	725	725	725	725
2.- PESO DEL FRASCO + AGUA	2619	2578	2464	2495
3.- DIFERENCIA DEL PESO ( 04 ) - ( 05 )	1545	1576	1427	1433
4.- PESO DEL FRASCO + MUESTRA + AGUA	3945.0	3976.0	3827.0	3833.0
5.- PESO NETO DE LA MUESTRA	2400	2400	2400	2400
6.- AGUA DESPLAZADA ( 2 ) - ( 3 )	1074	1002	1037	1062
<b>PESO ESPECIFICO MAXIMO DE LA MUESTRA ( 5 ) / ( 6 )</b>	<b>2.235</b>	<b>2.395</b>	<b>2.314</b>	<b>2.260</b>

Fuente: Propia

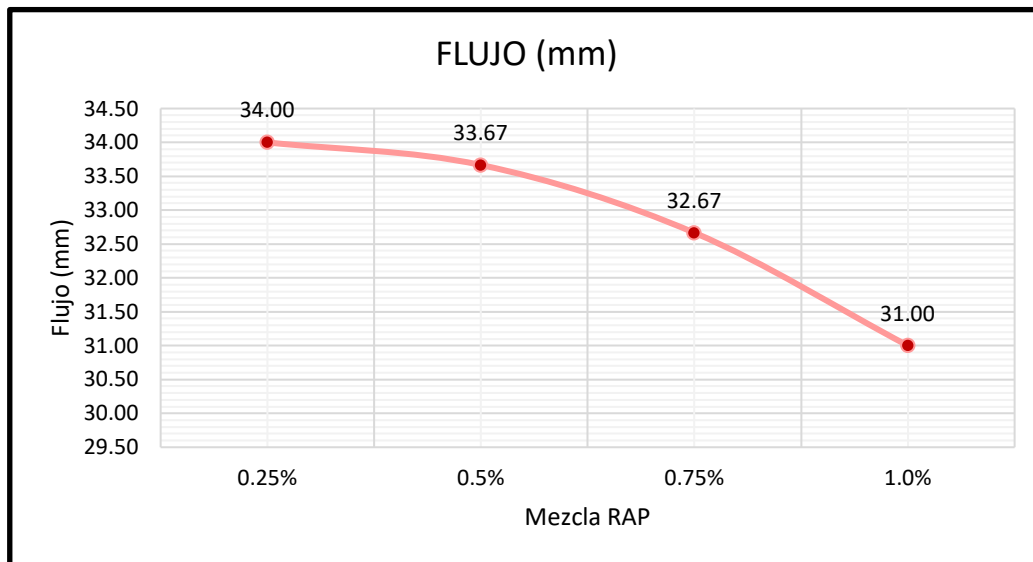
Relación estabilidad y flujo:

*Gráfico 07. Diagrama de curva Marshall con fibras de polipropileno, datos de estabilidad para tráfico pesado.*



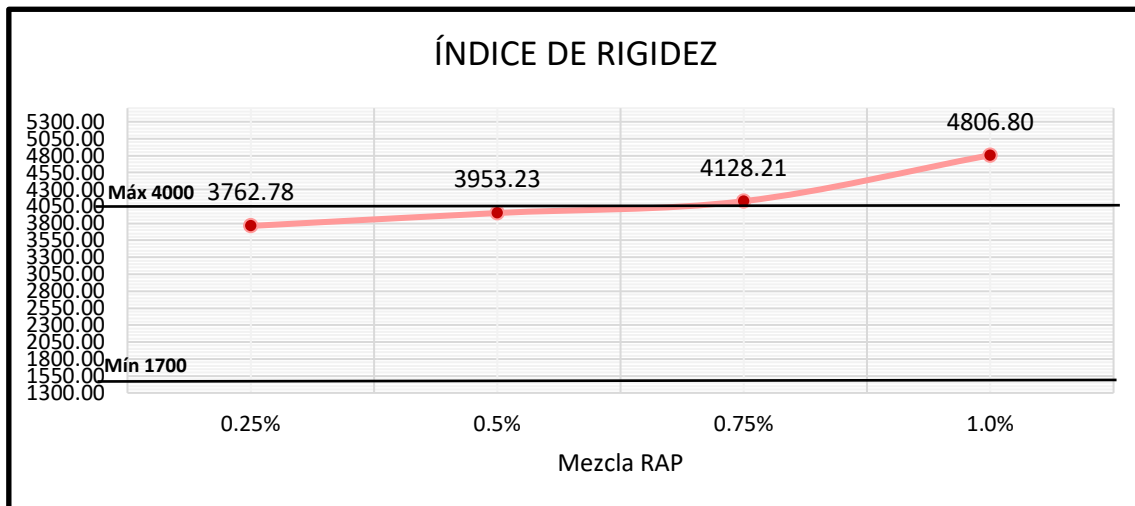
Fuente: Propia

Gráfico 08. Diagrama de curva Marshall con fibras de polipropileno, datos de flujo para tráfico pesado.



Fuente: Propia

Gráfico 09. Índice de rigidez con fibras de polipropileno para tráfico pesado.



Fuente: Propia

El índice de rigidez nos permite identificar la mejor relación estabilidad-flujo. Como podemos observar, solo 2 porcentajes de fibra están dentro de los límites permitidos por la norma.

**Ensayo Cántabro:**

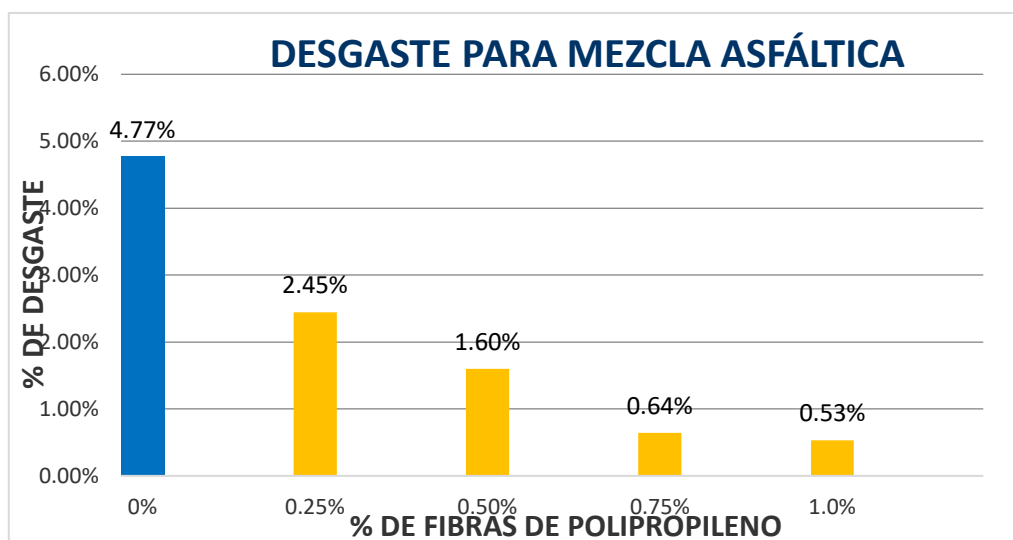
El promedio de porcentaje de desgaste de una mezcla patrón es de 4.77 % y para las mezclas incorporadas con fibras de polipropileno en dosificaciones de 0.25%, 0.50%, 0.75% y 1.00% tenemos promedios de 2.45%, 1.60%, 0.64% y 0.53% respectivamente.

*TABLA XLVII*  
*Ensayo Cántabro.*

<b>ENSAYO CÁNTABRO DE DESGASTE PARA MEZCLAS</b>						
<b>N° DE BRIQUETA</b>	<b>TIPO DE MEZCLA</b>	<b>% FIBRA</b>	<b>PESO INICIAL</b>	<b>PESO FINAL</b>	<b>% DESGASTE</b>	<b>PROMEDIO</b>
1	PESADO-PATRÓN	0%	1231.88	1176.61	4.49%	4.77%
2	PESADO-PATRÓN		1295.44	1209.79	6.61%	
3	PESADO-PATRÓN		1347.14	1310.87	2.69%	
4	PESADO-PATRÓN		1254.70	1188.22	5.30%	
1	60% RAP + FIBRA	0.25%	1154.68	1130.5	2.09%	2.45%
2	60% RAP + FIBRA		1226.86	1200.15	2.18%	
3	60% RAP + FIBRA		1234.73	1208.2	2.15%	
4	60% RAP + FIBRA		1245.87	1203.89	3.37%	
1	60% RAP + FIBRA	0.50%	1202.48	1166.7	2.98%	1.60%
2	60% RAP + FIBRA		1235.57	1212.54	1.86%	
3	60% RAP + FIBRA		1238.18	1226.4	0.95%	
4	60% RAP + FIBRA		1209.65	1202.3	0.61%	
1	60% RAP + FIBRA	0.75%	1196.88	1183.66	1.10%	0.64%
2	60% RAP + FIBRA		1102.13	1093.4	0.79%	
3	60% RAP + FIBRA		1148.28	1144.58	0.32%	
4	60% RAP + FIBRA		1182.40	1178.4	0.34%	
1	60% RAP + FIBRA	1.0%	1043.48	1038.19	0.51%	0.53%
2	60% RAP + FIBRA		949.60	938.75	1.14%	
3	60% RAP + FIBRA		978.76	975.7	0.31%	
4	60% RAP + FIBRA		1025.12	1023.4	0.17%	

**Fuente:** Propia

Gráfico 10. Resultados del ensayo Cántabro.

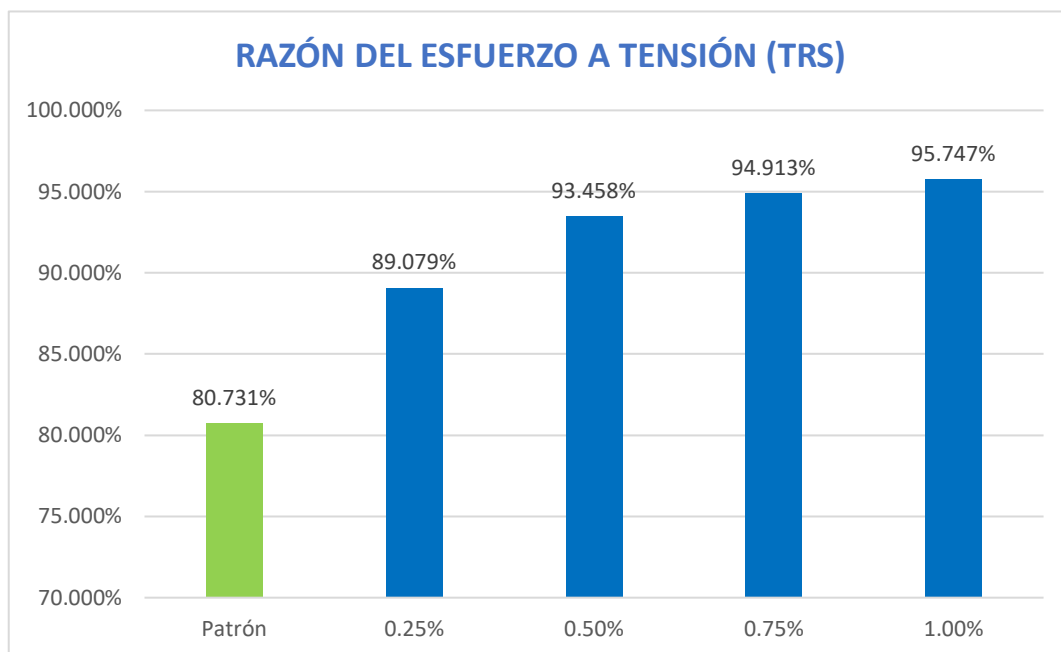


Fuente: Propia

**Ensayo Lottman:**

El promedio de porcentaje de razón del esfuerzo a tensión (TSR) de una mezcla patrón es de 80.731 % y para las mezclas incorporadas con fibras de polipropileno en dosificaciones de 0.25%, 0.50%, 0.75% y 1.00% tenemos promedios de 89.079%, 93.458%, 94.913% y 95.747% respectivamente.

Gráfico 11. Resultados del ensayo Lottman.



Fuente: Propia

**Discusión:**

Según el objetivo, determinar la resistencia a la estabilidad y flujo de la mezcla asfáltica con la incorporación de fibra de polipropileno, los resultados obtenidos demostraron que adicionando 0.25% y 0.50% de fibras de polipropileno, mejora la relación estabilidad flujo, teniendo un índice de rigidez de 3762.78 kg con 0.25% de fibra, 3953.23 kg con 0.50% de fibra y 3455.3 kg para la muestra patrón. Los porcentajes de fibra restantes como 0.75% y 1.00% superan el valor de 4000kg, siendo este el valor máximo permitido por la normativa. Estos datos al ser comparados con lo encontrado por [3] en su tesis titulada: “Comportamiento mecánico de mezclas asfálticas en caliente modificadas con fibras de polipropileno mediante la metodología Marshall”, donde se observó que la relación estabilidad flujo con adición de fibra aumentó dentro de lo permitido por la norma, siendo el valor de 0.75% de adición de fibras de polipropileno el que mejores resultados tuvo, alcanzando valores de 1114.6 kg en estabilidad y 10 mm en flujo. Este comportamiento es similar al resultado obtenido en la presente investigación, donde la mezcla asfáltica con 0.25% y 0.50% de fibras de polipropileno evidenció mejoras con respecto a la relación estabilidad flujo, en cambio la mezcla asfáltica con 0.75% de fibras en nuestro caso no cumple con la relación estabilidad flujo como se muestra en la investigación mencionada, esto se debe a que mi mezcla asfáltica contiene 60% de RAP y eso hace que sea más rígida, basándonos en los parámetros establecidos por el MTC, en lo que respecta al índice de rigidez, nos indica que el valor máximo permitido para tener una buena relación estabilidad flujo no debe ser mayor a 4000 kg, por lo tanto podemos decir que las fibras de polipropileno son un componente clave para aumentar la estabilidad de una mezcla asfáltica.

De acuerdo al objetivo, determinar el porcentaje de durabilidad de la mezcla asfáltica con la incorporación de fibra de polipropileno, los resultados obtenidos demuestran que las fibras de polipropileno disminuyen el porcentaje de desgaste en las briquetas ensayadas, siendo la dosificación de 1.00% de fibras de polipropileno la que mejor resultado tuvo, la cual fue 0.53% de desgaste frente a los 4.77% de la muestra patrón. Estos resultados, al ser comparados con lo hallado por [10] en su investigación titulada: “Efecto de la fibra de polipropileno en el comportamiento de la mezcla asfáltica en caliente, Trujillo 2018”, donde se observó un mejor resultado en su adición de 1.5% de fibras de polipropileno, teniendo un desgaste de 3.04%. Este comportamiento es similar al de la presente

investigación, donde nuestra dosificación de 1.00% evidenció un menor desgaste en el ensayo Cántabro. Por lo tanto, se confirma que la incorporación de fibras de polipropileno mejora la durabilidad de la mezcla asfáltica frente a la pérdida por desgaste, esto se debe a que mientras más fibra tenga la mezcla, el valor de estabilidad va a aumentar, por ende, la muestra o la briqueta se vuelve más rígida, pero para ello nos debemos basar a lo establecido por el MTC donde indica que el porcentaje de desgaste no debe ser superior a 25%, por lo cual podemos afirmar que las fibras de polipropileno son un buen elemento o componente para mejorar la durabilidad en una mezcla asfáltica.

De acuerdo al objetivo, determinar el contenido de asfalto óptimo para mi muestra patrón y luego utilizar la adición de fibra de polipropileno en sus diferentes porcentajes, los resultados obtenidos nos dan un valor de 4.9% de contenido óptimo, siendo este valor el de cemento asfáltico que mejores resultados nos ha dado, tanto como la estabilidad, flujo, porcentaje de vacíos, ente otros. Este resultado, al ser comparado con lo hallado por [7] en su investigación titulada: “The effect of polypropylene fibers on asphalt performance”, obtuvo 5.5% como porcentaje óptimo evaluado para tráfico medio. Este contenido óptimo de cemento asfáltico es similar al de la presente investigación, varía por muy poco y esto se debe al tipo de tráfico, donde Wendy Sequeira Rojas en su investigación de la metodología Marshall, indica que el rango óptimo para hallar dicho contenido está dentro  $\pm 0,5$  (de 4,5% a 5,5%), por lo cual podemos afirmar que nuestro contenido de cemento asfáltico está dentro de lo óptimo.

Según el objetivo, determinar la resistencia al daño por humedad de la mezcla asfáltica con la incorporación de fibra de polipropileno, los resultados obtenidos mostraron que las fibras de polipropileno disminuyen el daño por humedad inducido, logrando una mayor razón del esfuerzo a tensión (TSR) de 89.079%, 93.458%, 94.913% y 95.747% para las incorporaciones de 0.25%, 0.50%, 0.75% y 1.00% de fibras de polipropileno y un TSR de 80.731% para la muestra patrón. Estos resultados al ser comparados con lo hallado por [2] en su investigación titulada: “Propuesta de incorporación de agregados de escoria de acero y fibras de polipropileno en mezclas asfálticas para reducir el agrietamiento por fatiga en la intersección de la Av. México y Parinacochas, La Victoria”, donde se pudo apreciar un mejor resultado en su adición de 25% de escorias de acero y 0.2% de fibras de polipropileno, teniendo una razón del esfuerzo a tensión de 91.80%. Este comportamiento es similar al de la presente investigación, donde nuestras dosificaciones

de 0.25%, 0.50%, 0.75% y 1.00% evidencian un mayor TSR, esto se debe por parte al 60% de RAP óptimo que hemos usado en nuestra mezcla y a las fibras de polipropileno que como vimos anteriormente, la rigidez aumenta, por eso la briqueta al ser sometida a tensión o tracción indirecta, le permite soportar más carga a comparación de la briqueta patrón, donde Adriana Vargas Nordcbeck en su investigación del daño por humedad en mezclas asfálticas usando la normativa AASHTO T283, nos indica que el valor mínimo de la razón del esfuerzo a tensión (TSR) debe ser de 80%, por lo cual podemos afirmar que nuestras incorporaciones de fibras de polipropileno son un buen componente para incrementar la resistencia al daño por humedad.

## Conclusiones

Los valores que obtuvimos de estabilidad y flujo con la incorporación de fibras de polipropileno fueron los siguientes, para 0.25% de fibra se obtuvo 3249.53 kg de estabilidad y 34 mm de flujo, para 0.5% de fibra se obtuvo 3379.15 kg de estabilidad y 33.67 mm de flujo, para 0.75% de fibra se obtuvo 3424.42 kg de estabilidad y 32.67 mm de flujo, por último, para 1.00% de fibra se obtuvo 3784.88 de estabilidad y 31 mm de flujo.

En la durabilidad por pérdida por desgaste con la incorporación de fibras de polipropileno obtuvimos un porcentaje de desgaste de 2.45% para 0.25% de fibra, 1.60% para 0.50% de fibra, 0.64% para 0.75% de fibra y por último un desgaste de 0.53% para 1.00% de fibras de polipropileno. Estos resultados demuestran que al incorporar la fibra hacemos que el desgaste sea menor, además que los porcentajes de desgaste obtenidos está dentro de lo permitido, ya que el porcentaje de desgaste no deben ser superiores al 25%.

Se logró obtener el contenido de asfalto óptimo para la muestra patrón utilizando los porcentajes de 4% a 6% en intervalos de 0.5% basándonos en la normativa MTC 505. El contenido óptimo obtenido fue de 4.9% para tráfico pesado, siendo este porcentaje el que tuvo un mejor comportamiento al analizar la relación estabilidad y flujo. A partir de este óptimo obtenido, empezamos a hallar nuestro porcentaje de RAP óptimo para posteriormente adicionarle las fibras de polipropileno.

En la resistencia a la humedad inducida con la incorporación de fibras de polipropileno obtuvimos un TSR de 89.079% para 0.25% de fibra, 93.458% para 0.50% de fibra, 94.913% para 0.75% de fibra y por último 95.747% para 1.00% de fibras de polipropileno. Estos resultados demuestran que al incorporar la fibra hacemos que la resistencia a la humedad aumente, además que los porcentajes de TSR obtenidos está dentro de lo permitido por la norma AASHTO T283, ya que superan 80% mínimo permitido.

Comparando los resultados de la muestra patrón con la incorporando las fibras de polipropileno usando el porcentaje óptimo de RAP, obtuvimos mejoría en todos los ensayos realizados. En Marshall obtuvimos mejoría en la relación estabilidad flujo, para

el ensayo de Cántabro, se logró obtener una mayor resistencia a la pérdida por fatiga o desgaste comparadas con la muestra patrón, por último para el ensayo Lottman todas nuestras muestras, tanto patrón como con incorporación de fibra muestran resultados mayores al 80% para TSR, pero cabe mencionar que las muestras con fibra tienen valores superiores a la patrón llegando hasta 95% de TSR.

### **Recomendaciones**

Se recomienda profundizar en el análisis del efecto de las fibras de polipropileno usando carpeta asfáltica reciclada que haya sido expuesta a tráfico pesado y condiciones climáticas extremas para observar su comportamiento en esos casos.

Se propone realizar estudios con diferentes longitudes y dosificaciones de la fibra de polipropileno, para ver que comportamiento o de qué manera influye en la mezcla asfáltica.

Se recomienda al MTC incorporar el uso de fibras, aditivos u otros materiales en su normativa o parámetros establecidos, ya que hay diversas investigaciones con resultados positivos con el uso de estas.

Se propone realizar el ensayo de la rueda cargada de Hamburgo para poder evaluar la resistencia a la deformación permanente, ensayo que no fue realizado en esta investigación y que complementarían significativamente los resultados obtenidos.

## Referencias

- [1] Armas Hereña Alberto Huanco Gonzalo David Charle. “Análisis y diseño de una mezcla asfáltica en caliente, con carpeta asfáltica reciclada y caucho de neumáticos reciclados en Lima Metropolitana”. Repositorio Academico UPC. [En línea]. Disponible: [https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/668215/Huanco\\_GD.pdf?sequence=3&isAllowed=y](https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/668215/Huanco_GD.pdf?sequence=3&isAllowed=y)
- [2] Ochoa Laurente Jesus Brian Ochoa Laurente Juan Brian. “Propuesta de incorporación de agregados de escoria de acero y fibras de polipropileno en mezclas asfálticas para reducir el agrietamiento por fatiga en la intersección de la Av. México y Parinacochas, La Victoria”. Repositorio Academico UPC. [En línea]. Disponible: <https://repositorioacademico.upc.edu.pe/handle/10757/669656>
- [3] Acosta Payano Renzo Angelo Joao Da Silva Céspedes Caio Marco. “Comportamiento mecánico de mezclas asfálticas en caliente modificadas con fibras de polipropileno mediante la metodología Marshall”. Repositorio de la Universidad San Ignacio de Loyola. [En línea]. Disponible: <https://repositorio.usil.edu.pe/entities/publication/b388d08a-30a1-4190-95c4-f866b18000b1>
- [4] Merma Hilario Ridel Darwin. “Influencia de fibra de polipropileno en las propiedades del concreto para pavimento rígido en av. La Florida - Cusco 2021”. Repositorio Continental: Home. [En línea]. Disponible: <https://repositorio.continental.edu.pe/handle/20.500.12394/13052>
- [5] Jiménez Ariza Diana Alexandra Castillo Siatame Juan Andrés. “Evaluación de la Resistencia Mecánica de una Mezcla Asfáltica Tibia Sustituyendo Parcialmente el Agregado Pétreo Grueso, por Agregado

- Reciclado de Concreto (ARC)". Universidad Santo Tomás. [En línea].  
Disponible: <https://repository.usta.edu.co/handle/11634/52313>
- [6] H. Jia. et al., "Effect of synthetic fibers on the mechanical performance of asphalt mixture: A review", *J. Traffic Transp. Eng. (English Ed.)*, junio de 2023. [En línea]  
Disponible: <https://doi.org/10.1016/j.jtte.2023.02.002>
- [7] S. Tapkın, "The effect of polypropylene fibers on asphalt performance", *Building Environ.*, vol. 43, n.º 6, pp. 1065–1071, junio de 2008.  
[En línea]. Disponible: <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2007.02.011>
- [8] Shobha Rani Nadupuru, R.K. Jain, Deepa A. Joshi, Radhika Menon "Experimental analysis using polypropylene, polyester and waste denim fiber in road construction", *Materialstoday: PROC.*, vol. 66, n.º 4, pp. 2363–2369, 2022. [En línea]. Disponible: <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2022.06.331>
- [9] D. R. H. Sampieri, «Metodología de la Investigación,» Mc Graw Hill, México, 2014.
- [10] Pinedo Diaz Diana Isabel Vaca Lopez Renson Relmer. "Efecto De La Fibra De Polipropileno En El Comportamiento De La Mezcla Asfáltica En Caliente, Trujillo 2018". Repositorio de la Universidad César Vallejo. [En línea].  
Disponible: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/31856>
- [11] Ministerio de Transportes y Comunicaciones. "Manual de carreteras - Especificaciones técnicas generales para construcción MTC/14". Portal MTC. [En línea].  
Disponible: [https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas\\_carreteras/MTC%20NORMAS/ARCH\\_PDF/MAN\\_10%20EG%202013.pdf](https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/MTC%20NORMAS/ARCH_PDF/MAN_10%20EG%202013.pdf)

- [12] García Orozco Ana Stefany. “Reutilización de los agregados de la carpeta asfáltica para el diseño del pavimento rígido en la Calle Lima del distrito de Morropón – Piura”. Repositorio de la Universidad César Vallejo. [En línea].  
Disponible: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/51579>
- [13] “Ministerio de Transportes y Comunicaciones”. Renac. [En línea].  
Disponible: <https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/renac.html>
- [14] Ing Wendy Sequeira Rojas Ing Víctor Cervantes Calvo. “CONSISTENCIA DE LOS DISEÑOS DE MEZCLA SEGÚN LA METODOLOGÍA MARSHALL”. Repositorio UCR [En línea].  
Disponible: <https://www.lanamme.ucr.ac.cr/repositorio/bitstream/handle/50625112500/889/CONSISTENCIA-DISEÑOS-MEZCLA-METOD.MARSHALL.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- [15] Adriana Vargas Nordbeck Fabricio Leiva Villacorta José Pablo Aguiar Moya Luis Guillermo Loría Salazar. “EVALUACIÓN DEL DAÑO POR HUMEDAD EN MEZCLAS ASFÁLTICAS MEDIANTE EL ENSAYO DE MÓDULO DINÁMICO”. Repositorio UCR. [En línea].  
Disponible: <https://www.lanamme.ucr.ac.cr/repositorio/bitstream/handle/50625112500/622/Evaluación%20del%20daño%20por%20humedad%20en%20mezclas%20asfálticas%20mediante%20el%20ensayo%20de%20módulo%20dinámico.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- [16] z. a. saint-gobain. “z aditivos”. fibras zpp. [En línea]. Disponible:  
<https://www.zaditivos.com.pe/aditivos-para-concreto/fibra-zpp>

## Anexos



**UNIVERSIDAD CATOLICA SANTO TORIBIO DE  
MOGROVEJO**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL**  
 LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES, SUELOS Y PAVIENTOS CONCRETO Y ASFALTO

INFORME N° LEM USAT 030-2025-I

FECHA: 21 de mayo 2025

## VALIDACIÓN DE ENSAYOS DE LABORATORIO

**ESTUDIANTE:** Giancarlo André Panta Tapia

**TITULO DE LA TESIS:** Influencia de las fibras de polipropileno en mezclas asfálticas en caliente elaboradas con agregados reciclados de carpetas asfálticas

El que suscribe, responsable del laboratorio de Ingeniería Civil, verifica y da conformidad que los siguientes ensayos de laboratorio realizados por el indicado estudiante se han efectuado en las instalaciones de la USAT, asimismo valida los ensayos realizados fuera de nuestras instalaciones siempre que no se puedan realizar en esta universidad:

- Análisis granulométrico del agregado grueso y fino.
- Peso específico y absorción del agregado grueso y fino.
- Contenido de humedad.
- Gravedad específica y Límites de consistencia.
- Equivalente de arena.
- Abrasión de los Ángeles.
- Partículas chatas y alargadas, caras fracturadas.
- Durabilidad al sulfato de magnesio.
- Azul de metileno.
- Sales solubles totales del agregado grueso y fino.
- Ensayo de Marshall.
- Ensayo de Cántabro.
- Ensayo a la resistencia a la tracción indirecta.

Se alcanza al interesado para los fines pertinentes.

Observación: Adjunto



Henry Rivadeneyra Oblitas  
Responsable de Lab Ing. Civil



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL  
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES



**Tesista** : Giancarlo André Panta Tapia  
**Solicitante** : Escuela de Ingeniería Civil  
**Tesis** : "Influencia de las fibras de polipropileno en mezclas asfálticas en caliente elaboradas con agregados reciclados de carpetas asfálticas"  
**Lugar** : Chiclayo-Lambayeque  
**Fecha de emisión** : 21 de Mayo del 2025

**Ensayo** : Peso específico y Absorción del agregado fino

**Referencia** : Norma ASTM C-128 ó N.T.P. 400.022

**Cantera** : Arena Amarilla - Cantera La Victoria-Pátapo.

**I.- Datos.**

1.- Peso de la Arena Sup. Seca + Peso del Frasco + P	(g)	<b>947.7</b>	<b>947.7</b>
2.- Pesc Peso de la Arena Sup. Seca + Peso del Frascoc	(g)	641.3	641.3
3.- Peso del Agua	(g)	306.36	306.36
4.- Peso de la Arena Secada al Horno + Peso del Frasco	(g)	638.3	638.3
5.- Peso del Frasco	(g)	<b>141.3</b>	<b>141.3</b>
6.- Peso de la Arena Secada al Horno	(g)	<b>497</b>	<b>497</b>
7.- Volumen del frasco	(g)	500	500

**II.- Resultados**

A.- PESO ESPECIFICO DE MASA	(g/cm <sup>3</sup> )	<b>2.567</b>
B.- PESO ESP. DE MASA SAT. SUP. SECO	(g/cm <sup>3</sup> )	2.582
C.- PESO ESPECIFICO APARENTE	(g/cm <sup>3</sup> )	2.607
D.- PORCENTAJE DE ABSORCIÓN	(%)	<b>0.60</b>

**Ensayo** : Peso específico y Absorción del agregado grueso

**Referencia** : Norma ASTM C-127 ó N.T.P. 400.021

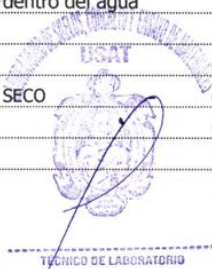
**Cantera** : Piedra Chancada - Tres Tomas



**I.- Datos.**

1.- Peso de la muestra secada al horno	(g)	<b>3130</b>	<b>3130</b>
2.- Peso de la muestra superficialmente seca	(g)	<b>3150</b>	<b>3150</b>
3.- Peso de la muestra dentro del agua + peso del canchero	(g)	<b>2842</b>	<b>2842</b>
4.- Peso de la canastilla	(g)	<b>1034</b>	<b>1034</b>
5.- Peso de la muestra saturada dentro del agua	(g)	1808	1808

**II.- Resultados**

A.- PESO ESPECIFICO DE MASA	(g/cm <sup>3</sup> )	<b>2.332</b>
B.- PESO ESP. DE MASA SAT. SUP. SECO	(g/cm <sup>3</sup> )	2.347
C.- PESO ESPECIFICO APARENTE	(g/cm <sup>3</sup> )	2.368
D.- PORCENTAJE DE ABSORCIÓN	(%)	<b>0.64</b>




**UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIVIO DE MOGROVEJO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL**  
**LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES**


(Pag. 01 de 01)

Tesis : Giancarlo André Panta Tapia  
 Escuela : Escuela de Ingeniería Civil  
 Tesis : "Influencia de las fibras de polipropileno en mezclas asfálticas en caliente elaboradas con agregados reciclados de carpetas asfálticas"  
 Lugar : Chiclayo - Lambayeque  
 Fecha de emisión : 21 de Mayo del 2025

Ensayo : Metodo de ensayo estándar para el valor equivalente de arena de suelos y agregado fino.  
 Referencia : NTP 339,146 - EG - 2000

**EXAMEN CUANTITATIVO**

Muestra : Arena  
 Cantera : Tres Tomas

**I. - DATOS**

MUESTRA N°	1	2	3
TAMAÑO MAXIMA (mm.)	N° 4	N° 4	N° 4
ALTURA MAXIMA DEL MATERIAL FINO (cm.)	11.00	11.20	10.00
ALTURA MAXIMA DE LA ARENA (cm.)	6.00	7.00	5.00
EQUIVALENTE DE ARENA	54.55 %	62.50 %	50.00 %
EQUIVALENTE DE ARENA (EA)	56 %		

**OBSERVACIONES :**

- Muestreo e identificación realizados por el Solicitante.
- El presente documento no deberá ser reproducido sin la autorización escrita del laboratorio.



  
 Henry Rivas Obitas  
 Tec. Laboratorio USAT

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL  
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

Tesista : Giancarlo André Panta Tapia  
Escuela : Escuela de Ingeniería Civil  
Tesis : "Influencia de las fibras de polipropileno en mezclas asfálticas en caliente elaboradas con agregados reciclados de carpetas asfálticas"  
Lugar : Chiclayo - Lambayeque  
Fecha de ensayo : 21 de Mayo del 2025

**ENSAYO** : RESISTENCIA AL DESGASTE DE LOS AGREGADOS GRUESOS DE TAMAÑOS MENORES DE 37.5 mm (1 1/2") POR MEDIO DE LA MAQUINA DE LOS ANGELES

**REFERENCIA** : Norma MTC E 207 / ASTM C-131

**Cantera** : Cantera Tres Tomas  
**Muestra** : Agregado grueso

% de desgaste por abrasión	%	6.6
% de uniformidad	%	0.3

Requerimiento : 40 % Maximo

**OBSERVACIONES :**

- Muestras provistas e identificadas por el solicitante.
- Método de ensayo a usar: Gradación "B", N° de esferas : 11, Revoluciones : total 500



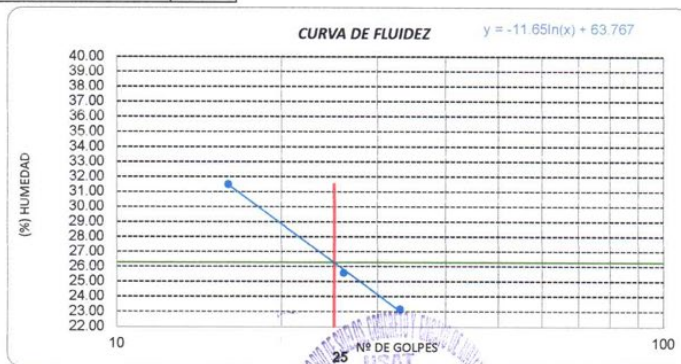
UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL  
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

Tesista : Giancarlo André Panta Tapia  
Escuela : Escuela de Ingeniería Civil  
Tesis : "Influencia de las fibras de polipropileno en mezclas asfálticas en caliente elaboradas con agregados reciclados de carpetas asfálticas"  
Lugar : Chiclayo- Lambayeque  
Fecha de ensayo : 21 de Mayo del 2025

ENSAYO : Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad del suelo  
NORMA DE REFERENCIA : N.T.P. 399.131

Datos de ensayo.	Límite líquido				Límite Plástico	
	12	15	16	1	20	
N° de tarro	12	15	16	1	20	
N° de golpes	33	26	16	16		
Tarro + suelo húmedo	23.56	33.46	22.16	22.16	17.98	
Tarro + suelo seco	20.5	29.8	18.6	18.6	16.8	
Agua	3.06	3.66	3.56	3.56	1.18	
Peso del tarro	7.3	15.5	7.3	7.3	12.00	
Peso del suelo seco	13.2	14.3	11.3	11.3	4.8	
Porcentaje de humedad	23.18	25.59	31.50	31.50	24.58	

CONSISTENCIA FÍSICA DE LA MUESTRA	
Límite Líquido	26.27
Límite Plástico	24.58
Índice de Plasticidad	1.69



TECNICO DE LABORATORIO

Henry Rivas Obispo  
Tec. Laboratorio  
USAT



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL  
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



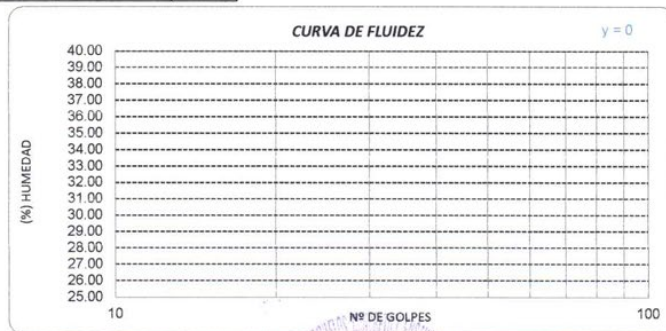
Tesista : Giancarlo André Panta Tapia  
Escuela : Escuela de Ingeniería Civil  
Tesis : "Influencia de las fibras de polipropileno en mezclas asfálticas en caliente elaboradas con agregados reciclados de carpetas asfálticas"  
Lugar : Chiclayo- Lambayeque  
Fecha de ensayo : 21 de Mayo del 2025

ENSAYO : Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad del suelo

NORMA DE REFERENCIA : N.T.P. 399.131

Datos de ensayo.	Límite líquido			Límite Plástico		
	12	15	16	20		
N° de tarro	12	15	16	20		
N° de golpes	35	23	14			
Tarro + suelo húmedo	41.2	46.5	47.6	13.5		
Tarro + suelo seco	41.2	46.5	47.6	13.5		
Agua	0	0	0	0		
Peso del tarro	25.6	21.4	23.4	9.80		
Peso del suelo seco	15.6	25.1	24.2	3.7		
Porcentaje de humedad	0.00	0.00	0.00	0.00		

CONSISTENCIA FISICA DE LA MUESTRA	
Límite Líquido	NP
Límite Plástico	NP
Índice de Plasticidad	NP



Observaciones:





UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL  
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES



Tesista : Panta Tapia Giancarlo  
Escuela : Escuela de Ingeniería Civil  
Tesis : "Influencia de las fibras de polipropileno en mezclas asfálticas en caliente usando agregados reciclados de carpetas asfálticas".  
Lugar : Chiclayo-Lambayeque  
Fecha de ensayo : 21 de Mayo del 2025

**PORCENTAJE DE CARAS FRACTURADAS EN LOS AGREGADOS**  
( NORMA: MTC E 230; ASTM D 5821 )

Cantera

Piedra Chancada - Tres Tomas

A.- CON UNA CARA FRACTURADA.

TAMIZ		PESO MÍNIMO REQUERIDO	PESO MUESTRA A	PESO MATERIAL CON DOS CARAS FRACT. B	PORCENTAJE DE CARAS FRACTURADA C = ((B/A)*100)	PORCENTAJE RET. GRADACIÓN ORIGINAL D	PROMEDIO DE CARAS FRACTURADAS E = C * D
PASA	RETIENE						
3"	2 1/2"	30000.0 g.	0.0	---	---	0.0 %	---
2 1/2"	2"	15000.0 g.	---	---	---	---	---
2"	1 1/2"	7500.0 g.	---	---	---	---	---
1 1/2"	1"	3000.0 g.	---	---	---	---	---
1"	3/4"	1500.0 g.	---	---	---	---	---
3/4"	1/2"	500.0 g.	1200.4	560.8	46.7 %	0.8 %	0.4 %
1/2"	3/8"	300.0 g.	300.6	194.6	64.7 %	0.2 %	0.1 %
TOTAL		57800.0 g.	1501.0 g.	755.4 g.		1.0 %	0.5 %

PORCENTAJE CON UNA CARA FRACTURADA = 50.3%

B.- CON DOS CARAS FRACTURADAS.

TAMIZ		PESO MÍNIMO REQUERIDO	PESO MUESTRA A	PESO MATERIAL CON DOS CARAS FRACT. B	PORCENTAJE DE CARAS FRACTURADA C = ((B/A)*100)	PORCENTAJE RET. GRADACIÓN ORIGINAL D	PROMEDIO DE CARAS FRACTURADAS E = C * D
PASA	RETIENE						
3"	2 1/2"	30000.0 g.	0.0	---	---	0.0 %	---
2 1/2"	2"	15000.0 g.	---	---	---	---	---
2"	1 1/2"	7500.0 g.	---	---	---	---	---
1 1/2"	1"	3000.0 g.	---	---	---	---	---
1"	3/4"	1500.0 g.	---	---	---	---	---
3/4"	1/2"	500.0 g.	1200.4	339.0	28.2 %	0.8 %	0.2 %
1/2"	3/8"	300.0 g.	300.6	119.0	39.6 %	0.2 %	0.1 %
TOTAL		57800.0 g.	1501.0 g.	458.0 g.		1.0 %	0.3 %

PORCENTAJE CON DOS CARAS FRACTURADAS = 30.5%

NOTA: La partículas fracturadas fue determinado por masa.



Henry Rivas Obitas  
Tec. Laboratorio USAT

TECNICO DE LABORATORIO



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MUGROVEJO  
 FACULTAD DE INGENIERÍA  
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL  
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES



Tesista : Panta Tapia Giancarlo  
 Escuela : Escuela de Ingeniería Civil  
 Tesis : "Influencia de las fibras de polipropileno en mezclas asfálticas en caliente usando agregados reciclados de carpetas asfálticas".  
 Lugar : Chiclayo-Lambayeque  
 Fecha de ensayo : 21 de Mayo del 2025

**ÍNDICE DE APLANAMIENTO DE LOS AGREGADOS PARA CARRETERAS**  
 ( NORMA: MTC E 221; ASTM D-4751; NLT 354 / 91 )

Cantera : Piedra Chancada - Tres Tomas 6000.0  
 PESO MUEST. SECA : 6000.0 g.

TAMIZ		PESO MÍN. PARA SUBDIVISIÓN	PESO RETENIDO	PORCENTAJE RETENIDO	PORCENTAJE RET. ACUMULADO	% QUE PASA
Pulg.	Mm.					
2 1/2"	63.000	---				100.0
2"	50.000	50 kg.	0.0	0.0	0.0	100.0
1 1/2"	37.500	35 kg.	150.0	2.5	2.5	97.5
1"	25.000	15 kg.	352.0	5.9	8.4	91.6
3/4"	19.000	5 kg.	882.5	14.7	23.1	76.9
1/2"	12.500	2 kg.	1198.0	20.0	43.0	57.0
3/8"	9.500	1 kg.	1845.0	30.8	73.8	26.2
1/4"	6.300	0.5 kg.	865.0	14.4	88.2	11.8
Nº 04	4.750		352.0	5.9	94.1	5.9
FONDO		---	355.5	5.9	100.0	0.0

TAMIZ		AGREGADO GRUESO			CHATAS			ALARGADAS		
Pulg.	Mm.	PESO RET.	% RET.	% PASA	PESO	(%)	(%) CORREGIDO	PESO	(%)	(%) CORREGIDO
2 1/2"	63.000	---	0.0	100.0	---	---	---	---	---	---
2"	50.000	---	0.0	100.0	---	---	---	---	---	---
1 1/2"	37.500	150.0	2.5	97.5	---	---	---	---	---	---
1"	25.000	352.0	5.9	91.6	218.6	62.1%	4.3%	187.6	53.3%	3.7%
3/4"	19.000	882.5	14.7	76.9	168.4	19.1%	3.3%	77.8	8.8%	1.5%
1/2"	12.500	1198.0	20.0	57.0	82.2	6.9%	1.6%	32.4	2.7%	0.6%
3/8"	9.500	1845.0	30.8	26.2	---	---	---	---	---	---
1/4"	6.300	0.001	14.4	11.8	---	---	---	---	---	---
Menor 1/4"		707.5	11.8	5.9	---	---	---	---	---	---
TOTAL		5135.0 g.	100.0 %	0.0	469.2 g.	88.0%	9.2%	297.8 g.	64.8%	5.8%

Nota: Las fracciones del agregado cuyo peso sea inferior al 10% de la muestra no se ensayaran.

PESO TOTAL DE LA MUESTRA = 5135.0 g.  
 PARTICULAS CHATAS Y ALARGADAS = 15.0 %



*Henry Rivas Obilias*  
 Tec. Laboratorio USAT



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO  
 FACULTAD DE INGENIERÍA  
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL  
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



Tesista : Giancarlo André Panta Tapia  
 Escuela : Escuela de Ingeniería Civil  
 Tesis : "Influencia de las fibras de polipropileno en mezclas asfálticas en caliente elaboradas con agregados reciclados de carpetas asfálticas"  
 Lugar : Chiclayo - Lambayeque  
 Fecha de emisión : 21 de Mayo del 2025

**AZUL DE METILENO**  
 (NORMA: AASHTO TP 57)

REFERENCIA DE LA MUESTRA  
 CANTERA : TRES TOMAS  
 APLICACIÓN : ASFALTO

MUESTRA M-01

FECHA DE ENSAYO martes, 3 de Octubre de 2023

MUESTRA	Azul de Metileno	Cantidad de Solución	Peso del Material Fino (N° 200)	Resultado	Especificación EG -213	
	Cada	NÚMERO			Min.	Máx.
AGREGADO FINO - pasa 200	Cada 0.5 ml	7.0	5.0	1	-	8
		7.0	5.0	1		

RESULTADOS PROMEDIOS : 1

FORMULA DE APLICACIÓN

$$AM = C_{sol} / P_{finos}$$

Henry Rivado Obiñas  
 Tec. Laboratorio USAT

TÉCNICO DE LABORATORIO

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL  
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

(Pág. 01 de 01)

**TESISTA** : Giancarlo André Panta Tapia  
**ESCUELA** : Escuela de Ingeniería Civil  
**TESIS** : "Influencia de las fibras de polipropileno en mezclas asfálticas en caliente elaboradas con agregados reciclados de carpetas asfálticas"  
**Lugar** : Chiclayo - Lambayeque  
**Fecha de emisión** : 21 de Mayo del 2025

**Ensayo** : AGREGADOS. Determinación de la inalterabilidad de agregados por método de sulfato de sodio o sulfato de magnesio  
**Referencia** : NORMA N.T.P. 400.016 ASTM C-88

**EXAMEN CUANTITATIVO**

**Cantera** : Cantera Patapo  
**Muestra** : Arena gruesa

## I.- DATOS

TAMICES		Porcentaje de pérdida pesado
Pasa	Retiene	
3/8" 9.5 mm	Nº 4 4.75 mm	0.8
Nº 4 4.75 mm	Nº 8 2.36 mm	0.8
Nº 8 2.36 mm	Nº 16 1.18 mm	1.3
Nº 16 1.18 mm	Nº 30 600 µm	1.4
Nº 30 600 µm	Nº 50 300 µm	1.7
Nº 50 300 µm	Nº 100 150 µm	1.8

## II.- RESULTADO

DESGASTE TOTAL	(%)	7.8
----------------	-----	-----

**OBSERVACIONES :**

- La identificación y procedencia de la muestra fue realizada por el solicitante.
- La solución de SULFATO DE MAGNESIO fue usada para el ensayo.
- Los ciclos transcurridos de inicio al final del ensayo son 5.





UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL  
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



(Pág. 01 de 02)

**TESISTA** : Giancarlo André Panta Tapia  
**ESCUELA** : Escuela de Ingeniería Civil  
**TESIS** : "Influencia de las fibras de polipropileno en mezclas asfálticas en caliente elaboradas con agregados reciclados de carpetas asfálticas"  
**Lugar** : Chiclayo - Lambayeque  
**Fecha de ensayo** : 21 de Mayo del 2025

Ensayo : AGREGADOS. Determinación de la inalterabilidad de agregados por metodo de sulfato de sodio o sulfato de magnesio

Referencia : NORMA N.T.P. 400.016 ASTM C-88

### EXAMEN CUANTITATIVO

Cantera : Tres Tomas  
 Muestra : Piedra chancada

I.- DATOS :

TAMICES		Porcentaje de pérdida pesado
Pasa	Retiene	
2"	1 1/2"	
50 mm	37.5 mm	
1 1/2"	3/4"	
37.5 mm	19 mm	
3/4"	1/2"	7.3
19 mm	12.5 mm	
1/2"	3/8"	3.8
12.5 mm	9.5 mm	
3/8"	Nº 4	6.3
9.5 mm	4.75 mm	

II.- RESULTADO :

DESGASTE TOTAL	(%)	17.3
----------------	-----	------

OBSERVACIONES :

- La solución de SULFATO DE MAGNESIO fue usada para el ensayo.
- Los ciclos transcurridos de inicio al final del ensayo son 5.





UNIVERSIDAD CATOLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO  
 FACULTAD DE INGENIERIA  
 ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL  
 LABORATORIO DE GEOTECNIA, CAMINOS Y ENSAYOS



**Tesista** : Giancarlo André Panta Tapia  
**Escuela** : Escuela de Ingeniería Civil  
**Tesis** : "Influencia de las fibras de polipropileno en mezclas asfálticas en caliente elaboradas con agregados reciclados de carpetas asfálticas"  
**Lugar** : Chiclayo- Lambayeque  
**Fecha de ensayo** : 21 de Mayo del 2025

**ENSAYO** : SUELOS. Método de ensayo normalizado para la determinación del contenido de sales solubles en suelos y aguas subterránea.

**REFERENCIA** : NTP 339.152 / USBR E - 8

<u>Cantera</u>	: Patapo		
<u>Muestra</u>	: Arena		
Constituyentes de sales solubles totales		ppm	2900
Constituyentes de sales solubles totales		%	0.29

**OBSERVACIONES :**

- Muestreo e identificación realizado por el Solicitante
- El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del Laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad (GUÍA PERUANA INDECOPI : GP 004:1993)





UNIVERSIDAD CATOLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO  
 FACULTAD DE INGENIERIA  
 ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL  
 LABORATORIO DE GEOTECNIA, CAMINOS Y ENSAYOS



Tesista : Giancarlo André Panta Tapia  
 Escuela : Escuela de Ingeniería Civil  
 Tesis : "Influencia de las fibras de polipropileno en mezclas asfálticas en caliente elaboradas con agregados reciclados de carpetas asfálticas"  
 Lugar : Chiclayo- Lambayeque  
 Fecha de ensayo : 21 de Mayo del 2025

**ENSAYO** : SUELOS. Método de ensayo normalizado para la determinación del contenido de sales solubles en suelos y aguas subterránea.

**REFERENCIA** : NTP 339.152 / USBR E - 8

<u>Cantera</u>	: Tres tomas		
<u>Muestra</u>	: Piedra		
Constituyentes de sales solubles totales		ppm	3000
Constituyentes de sales solubles totales		%	0.30

**OBSERVACIONES :**

- Muestreo e identificación realizado por el Solicitante
- El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del Laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad (GUÍA PERUANA INDECOPI : GP 004:1993)





UNIVERSIDAD CATOLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO  
 FACULTAD DE INGENIERIA  
 ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL  
 LABORATORIO DE GEOTECNIA, CAMINOS Y ENSAYOS



**ANALISIS GRANULOMETRICO DE AGREGADOS**  
 MTC E204 - ASTM C136 - AASHTO T27

**TESIS** : "Influencia de las fibras de polipropileno en mezclas asfálticas en caliente elaboradas con agregados reciclado de carpetas asfálticas"  
**MATERIAL** : Asfalto patrón  
**CANTERA** : Tres Tomas - Ferreñafe  
 : Patapo - La Victoria  
**TESISTA** : Giancarlo André Panta Tapia

**DATOS DE DISEÑO**

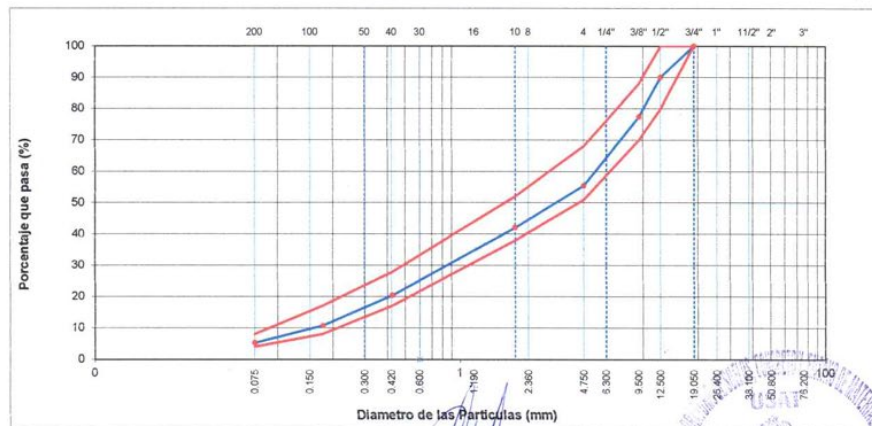
Grava Chancada 3/4"	45%
Arena Chancada 1/4"	55%
Cemento (Filer)	1%
CEMENTO ASFALTICO PEN 60/70	

**TAMAÑO MAXIMO** : 3/4"  
**Peso Inicial seco** : 6000 g

TAMIZ	AASHTO T-27	PESO	PORCENTAJE	RETENIDO	PORCENTAJE	ESPECIFICACION		DESCRIPCION DE LA MUESTRA
	(mm)					RETENIDO	ACUMULADO	
3"	76.200						MAC - 2	
3/4"	19.000	0.00			100.00	100		
1/2"	12.500	597.42	10.0	10.0	90.04	80	100	
3/8"	9.500	764.16	12.7	22.7	77.31	70	88	
1/4"	6.350	610.05	10.2	32.9	67.14			
Nº 4	4.750	704.11	11.7	44.6	55.40	51	68	
Nº 8	2.360	497.89	8.3	52.9	47.11			
Nº 10	2.000	301.18	5.0	57.9	42.09	38	52	Observación:
Nº 16	1.190	510.01	8.5	66.4	33.59			
Nº 30	0.600	490.88	8.2	74.6	25.41			
Nº 40	0.425	300.80	5.0	79.6	20.39	17	28	
Nº 50	0.300	280.12	4.7	84.3	15.72			
Nº 80	0.177	300.40	5.0	89.3	10.72	8	17	
Nº 100	0.150	90.20	1.5	90.8	9.21			
Nº 200	0.075	240.70	4.0	94.8	5.20	4	8	
< Nº 200	FONDO	312.50	5.2	100.0				

6000

**CURVA GRANULOMETRICA**





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

TESIS : "Influencia de las fibras de polipropileno en mezclas asfálticas en caliente elaboradas con agregados reciclado de carpetas asfálticas"  
MATERIAL : Asfalto patrón  
CANTERA : Tres Tomas - Ferreñafe  
 : Pátapo - La Victoria  
TESISTA : Giancarlo André Panta Tapia

Grava Chancada 3/4"	45.0%
Arena Chancada 1/4"	55.0%
Cemento (Filler)	1.0%
CEMENTO ASFALTICO PEN 60/70	

Peso de Muestra	1425	
Peso de C.A	60	4.00%
Peso del Cemento	15	
Peso Total de la Mezcla Asfáltica	1500	

Material	% Mezcla	% Diseño
A Grava Triturada	44.60	42.81
B Arena	54.40	52.23
C Filler	1	0.96

% Que Pasa el Tamiz								
1"	3/4"	1/2"	3/8"	Nº4	Nº10	Nº40	Nº80	Nº200
100	90.0	77.3	55.4	42.1	20.4	10.7	5.2	
100	80 - 100	70 - 88	51 - 68	38 - 52	17 - 28	8 - 17	4 - 8	

#	1	2	3	Prom.
1	Número de briqueta			
2	C.A. en peso de la mezcla	4.0	4.0	4.0
3	% de grava triturada en peso de la mezcla (mayor #4)	42.81	42.81	42.81
4	% de arenas combinadas en peso de mezcla (menor #4)	52.23	52.23	52.23
5	% de filler en peso de mezcla (mínimo 65% pasa malla #200)	2.40	2.40	2.40
6	Peso específico aparente de cemento asfáltico	gr/cc. 1.023	1.023	1.023
7	Peso específico Bulk de la grava (>#4) (ASTM C 127, AASHTO T 85, MTC E 206)	gr/cc. 2.419	2.419	2.419
8	Peso específico Aparente de la grava (>#4) (ASTM C 127, AASHTO T 85, MTC E 206)	gr/cc. 2.470	2.470	2.470
9	Peso específico Bulk de la arena (<#4) (ASTM C 128, AASHTO T 84, MTC E 205)	gr/cc. 2.597	2.597	2.597
10	Peso específico Aparente de la arena (<#4) (ASTM C 128, AASHTO T 84, MTC E 205)	gr/cc. 2.631	2.631	2.631
11	Peso específico aparente del filler	gr/cc. 3.15	3.15	3.15
12	Altura promedio de la briqueta	cm. 6.01	6.0	5.93
13	Peso de la briqueta en el aire	gr. 1159.8	1144.31	1124.0
14	Peso de la briqueta saturada superficialmente seca	gr. 1176.48	1162.47	1136.4
15	Peso de la briqueta en el agua 25 °C	gr. 659.8	648.72	627.55
16	Volumen de la briqueta 14-15	c.c. 516.6	513.75	508.8
17	Peso unitario de la briqueta 13/16 (ASTM D 2726, MTC E 514)	gr/cc. 2.245	2.227	2.209
18	Peso específico teórico máximo (Rice) (ASTM D 2041, AASHTO T 209, MTC E 508)	gr/cc. 2.355	2.355	2.355
19	Máxima densidad teórica de los agregados 100/((2/5)+(3*2)/(7+8)+(4*2)/(9+10))	gr/cc. 2.372	2.372	2.372
20	% de vacíos con aire 100*(1-17/18) (ASTM D 3203, MTC E 505)	% 4.69	5.43	6.20
21	Peso específico Bulk del Agregado Total 100-2)/((3/7)+(4/9)+(5/11))	gr/cc. 2.526	2.526	2.526
22	Peso específico Aparente del agregado total 100-21)/((3/8)+(4/10)+(5/11))	gr/cc. 2.568	2.568	2.568
23	Peso específico efectivo del agregado total (3+4)/((3/P-8)+(4*P-10))	gr/cc. 2.547	2.547	2.547
24	Asfalto absorbido por el agregado total 100*6(23-21)/(23*21) (ASTM D 4469, MTC E 511)	% 0.33	0.33	0.33
25	% del vol. del Agregado / Volumen Bruto de la briqueta (3+4+5)*17/21	% 81.98	85.91	85.21
26	% del volumen de asfalto efectivo / volumen de briqueta 100-(25+20)	% 13.33	8.66	8.59
27	% vacíos del agregado mineral 100-25	% 18.02	14.09	14.79
28	Asfalto efectivo / peso de la mezcla 2 - (24/100)*(3+4)	% 3.69	3.69	3.69
29	Relación betún vacíos (26/27)*100	% 74.00	61.46	58.07
30	Estabilidad sin corregir (tabla de calibración del anillo)	kg 2828	2614	2202
31	Factor de estabilidad	1.00	1.00	1.00
32	Estabilidad corregida 31*32	kg 2828	2614	2202
33	Lectura del flexímetro (0.01") (35 / 0.254)	pul. 31	32	31
34	Fluencia	m.m. 7.87	8.13	7.87
35	Relación Estabilidad / Fluencia	m.m. 3592	3216	2797





UNIVERSIDAD CATOLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO  
 FACULTAD DE INGENIERIA  
 ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL  
 LABORATORIO DE GEOTECNIA, CAMINOS Y ENSAYOS



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

**TESIS** : "Influencia de las fibras de polipropileno en mezclas asfálticas en caliente elaboradas con agregados reciclado de carpetas asfálticas"  
**MATERIAL** : Asfalto patrón  
**CANTERA** : Tres Tomas - Ferreñafe  
 : Pátapo - La Victoria  
**TESISTA** : Giancarlo André Panta Tapia

Grava Chancada 3/4"	45%
Arena Chancada 1/4"	55%
Cemento (Filer)	1%
CEMENTO ASFALTICO PEN 60/70	

Peso de Muestra	1417.5
Peso de C.A	67.5 <b>4.5%</b>
Peso del Cemento	15
Peso Total de la Mezcla Asfaltica	1500

Material	% Mezcla	% Diseño
A Grava Triturada	44.60	42.59
B Arena	54.40	51.96
C Filler	1	0.96

% Que Pasa el Tamiz								
1"	3/4"	1/2"	3/8"	Nº4	Nº10	Nº40	Nº80	Nº200
100	90.0	77.3	55.4	42.1	20.4	10.7	5.2	
100	80 - 100	70 - 88	51 - 68	38 - 52	17 - 28	8 - 17	4 - 8	

Mezcla
Especificaciones IVB

#	Descripción	#	1	2	3	Prom.
1	Número de briqueta					
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)	%	42.59	42.59	42.59	
4	% de arenas combinadas en peso de mezcla (menor #4)	%	51.96	51.96	51.96	
5	% de filler en peso de mezcla (mínimo 65% pasa malla #200)	%	2.39	2.39	2.39	
6	Peso específico aparente de cemento asfáltico	gr/cc.	1.019	1.019	1.019	
7	Peso específico Bulk de la grava (>#4) (ASTM C 127, AASHTO T 85, MTC E 206)	gr/cc.	2.419	2.419	2.419	
8	Peso específico Aparente de la grava (>#4) (ASTM C 127, AASHTO T 85, MTC E 206)	gr/cc.	2.470	2.470	2.470	2.445
9	Peso específico Bulk de la arena (<#4) (ASTM C 128, AASHTO T 84, MTC E 205)	gr/cc.	2.597	2.597	2.597	
10	Peso específico Aparente de la arena (<#4) (ASTM C 128, AASHTO T 84, MTC E 205)	gr/cc.	2.631	2.631	2.631	2.614
11	Peso específico aparente del filler	gr/cc.	3.15	3.15	3.15	3.150
12	Altura promedio de la briqueta	cm.	5.96	6.36	6.20	
13	Peso de la briqueta en el aire	gr.	1168.24	1226.93	1194.2	
14	Peso de la briqueta saturada superficialmente seca	gr.	1183.1	1235.39	1211.4	
15	Peso de la briqueta en el agua 25 °C	gr.	670.4	688.19	685.6	
16	Volumen de la briqueta 14-15	c.c.	512.7	547.2	525.8	
17	Peso unitario de la briqueta 13/16 (ASTM D 2726, MTC E 514)	gr/cc.	2.278	2.242	2.271	2.264
18	Peso específico teórico máximo (Rice) (ASTM D 2041, AASHTO T 209, MTC E 508)	gr/cc.	2.376	2.376	2.376	
19	Máxima densidad teórica de los agregados $100 / ((2/5) + (3*2)/(7+8) + (4*2)/(9+10))$	gr/cc.	2.354	2.354	2.354	
20	% de vacíos con aire $100 * (1 - 17/18)$ (ASTM D 3203, MTC E 505)	%	4.12	5.64	4.42	4.72
21	Peso específico Bulk del Agregado Total $(100 - 2) / ((3/7) + (4/9) + (5/11))$	gr/cc.	2.526	2.526	2.526	
22	Peso específico Aparente del agregado total $(100 - 2) / ((3/8) + (4/10) + (5/11))$	gr/cc.	2.568	2.568	2.568	
23	Peso específico efectivo del agregado total $(3 + 4) / ((3/P - 8) + (4 * P - 10))$	gr/cc.	2.547	2.547	2.547	
24	Asfalto absorbido por el agregado total $100 - 6(23 - 21) / (23 * 21)$ (ASTM D 4469, MTC E 511)	%	0.33	0.33	0.33	
25	% del vol del Agregado / Volumen Bruto de la briqueta $(3 + 4) * 17/21$	%	82.17	86.03	87.15	
26	% del volumen de asfalto efectivo / volumen de briqueta $100 - (25 + 20)$	%	13.71	8.33	8.44	
27	% vacíos del agregado mineral 100-25	%	17.83	13.97	12.85	14.88
28	Asfalto efectivo / peso de la mezcla $2 - ((24/100) * (3 + 4))$	%	4.19	4.19	4.19	
29	Relación betún vacíos $(26/27) * 100$	%	76.91	59.62	65.63	67.39
30	Estabilidad sin corregir (tabla de calibración del anillo)	kg	3100	3210	2794	
31	Factor de estabilidad		1.00	0.89	0.96	
32	Estabilidad corregida $31 * 32$	kg	3100	2857	2682	2880
33	Lectura del flexímetro (0.01") (35 / 0.254)	pul.	33	32	31	32
34	Fluencia	m.m.	8.38	8.13	7.87	
35	Relación Estabilidad / Fluencia	m.m.	3698	3515	3406	3540

Henry Rivas Obliuas  
 Tec. Laboratorio USAT

TÉCNICO DE LABORATORIO



UNIVERSIDAD CATOLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO  
 FACULTAD DE INGENIERIA  
 ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL  
 LABORATORIO DE GEOTECNIA, CAMINOS Y ENSAYOS



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

TESIS : "Influencia de las fibras de polipropileno en mezclas asfálticas en caliente elaboradas con agregados reciclado de carpetas asfálticas"  
 MATERIAL : Asfalto patrón  
 CANTERA : Tres Tomas - Ferreñafe  
 : Pátapo - La Victoria  
 TESISTA : Giancarlo André Panta Tapia

Grava Chancada 3/4"	45%
Arena Chancada 1/4"	55%
Cemento (Filer)	1%
CEMENTO ASFALTICO PEN 60/70	

Peso de Muestra	1410
Peso de C.A	75 <b>5.0%</b>
Peso del Cemento	15
Peso Total de la Mezcla Asfaltica	1500

Material	% Mezcla	% Diseño
A Grava Triturada	44.60	42.37
B Arena	54.40	51.68
C Filler	1	0.95

Mezcla
Especificaciones IVB

% Que Pasa el Tamiz							
1"	3/4"	1/2"	3/8"	Nº4	Nº10	Nº40	Nº200
100	90.0	77.3	55.4	42.1	20.4	10.7	5.2
100	80-100	70-88	51-68	38-52	17-28	8-17	4-8

#	1	2	3	Prom.
1	Número de briqueta			
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)	42.37	42.37	42.37
4	% de arenas combinadas en peso de mezcla (menor #4)	51.68	51.68	51.68
5	% de filler en peso de mezcla (mínimo 65% pasa malla #200)	2.38	2.38	2.38
6	Peso específico aparente de cemento asfáltico	gr/cc. 1.019	1.019	1.019
7	Peso específico Bulk de la grava (>#4) (ASTM C 127, AASHTO T 85, MTC E 206)	gr/cc. 2.419	2.419	2.419
8	Peso específico Aparente de la grava (>#4) (ASTM C 127, AASHTO T 85, MTC E 206)	gr/cc. 2.470	2.470	2.470
9	Peso específico Bulk de la arena (<#4) (ASTM C 128, AASHTO T 84, MTC E 205)	gr/cc. 2.597	2.597	2.597
10	Peso específico Aparente de la arena (<#4) (ASTM C 128, AASHTO T 84, MTC E 205)	gr/cc. 2.631	2.631	2.631
11	Peso específico aparente del filler	gr/cc. 3.15	3.15	3.15
12	Altura promedio de la briqueta	cm. 6.15	6.25	6.17
13	Peso de la briqueta en el aire	gr. 1201.69	1205.26	1207.5
14	Peso de la briqueta saturada superficialmente seca	gr. 1206.69	1211.29	1213.1
15	Peso de la briqueta en el agua	gr. 689.0	694	698.4
16	Volumen de la briqueta 14-15	c.c. 517.7	517.29	514.76
17	Peso unitario de la briqueta 13/16 (ASTM D 2726, MTC E 514)	gr/cc. 2.321	2.330	2.346
18	Peso específico teórico máximo (Rice) (ASTM D 2041, AASHTO T 209, MTC E 508)	gr/cc. 2.429	2.429	2.429
19	Máxima densidad teórica de los agregados $100 / ((2/6) + (3^2/2) + (7+8) + (4^2/9) + 10)$	gr/cc. 2.338	2.338	2.338
20	% de vacíos con aire $100 * (1 - 17/18)$ (ASTM D 3203, MTC E 505)	% 4.44	4.07	3.42
21	Peso específico Bulk del Agregado Total $(100 - 2) / ((3/7) + (4/9) + (5/11))$	gr/cc. 2.526	2.526	2.526
22	Peso específico Aparente del agregado total $(100 - 21) / ((3/8) + (4/10) + (5/11))$	gr/cc. 2.568	2.568	2.568
23	Peso específico efectivo del agregado total $(3 + 4) / ((3/P - 8) + (4 * P - 10))$	gr/cc. 2.547	2.547	2.547
24	Asfalto absorbido por el agregado total $100 - 6(23 - 21) / (23 * 21)$ (ASTM D 4469, MTC E 511)	% 0.33	0.33	0.33
25	% del vol. del Agregado / Volumen Bruto de la briqueta $(3 + 4) * 17/21$	% 83.16	86.15	88.18
26	% del volumen de asfalto efectivo / volumen de briqueta $100 - (25 + 20)$	% 12.40	9.78	8.40
27	% vacíos del agregado mineral 100-25	% 16.84	13.85	11.82
28	Asfalto efectivo / peso de la mezcla $2 - (24/100) * (3 + 4)$	% 4.69	4.69	4.69
29	Relación betún vacíos $(26/27) * 100$	% 73.63	70.58	71.04
30	Estabilidad sin corregir (tabla de calibración del anillo)	kg 3198	2801	3030
31	Factor de estabilidad	1.00	1.00	1.00
32	Estabilidad corregida 31*32	kg 3198	2801	3030
33	Lectura del flexímetro (0.01") (35 / 0.254)	pu. 34	34	35
34	Fluencia	m.m. 8.64	8.64	8.89
35	Relación Estabilidad / Fluencia	m.m. 3703	3243	3408

RIVADENEYRA  
 Obiltras  
 Tec. Laboratorio  
 USAT  
 Universidad Católica Santa Toribio de Mogrovejo  
 LABORATORIO DE GEOTECNIA, CAMINOS Y ENSAYOS



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

TESIS : "Influencia de las fibras de polipropileno en mezclas asfálticas en caliente elaboradas con agregados reciclado de carpetas asfálticas"  
 MATERIAL : Asfalto patrón  
 CANTERA : Tres Tomas - Ferreñafe  
 : Pátapo - La Victoria  
 TESISTA : Giancarlo André Panta Tapia

Grava Chancada 3/4"	45%
Arena Chancada 1/4"	55%
Cemento (Filer)	1%
CEMENTO ASFALTICO PEN 60/70	

Peso de Muestra	1402.5
Peso de C.A	82.5 <b>5.9%</b>
Peso del Cemento	15
Peso Total de la Mezcla Asfaltica	1500

Material	% Mezcla	% Diseño
A Grava Triturada	44.60	42.14
B Arena	54.40	51.41
C Filler	1	0.95

% Que Pasa el Tamiz							
1"	3/4"	1/2"	3/8"	Nº4	Nº10	Nº40	Nº200
100	90.0	77.3	55.4	42.1	20.4	10.7	5.2
100	80 - 100	70 - 88	51 - 68	38 - 52	17 - 28	8 - 17	4 - 8

Mezcla	
Especificaciones IVB	

#	Descripción	#	1	2	3	Prom.
1	Número de briqueta					
2	C.A. en peso de la mezcla	%	5.5	5.5	5.5	
3	% de grava triturada en peso de la mezcla (mayor #4)	%	42.14	42.14	42.14	
4	% de arenas combinadas en peso de mezcla (menor #4)	%	51.41	51.41	51.41	
5	% de filler en peso de mezcla (mínimo 65% pasa malla #200)	%	2.36	2.36	2.36	
6	Peso específico aparente de cemento asfáltico	gr/cc.	1.019	1.019	1.019	
7	Peso específico Bulk de la grava (>#4) (ASTM C 127, AASHTO T 85, MTC E 206)	gr/cc.	2.419	2.419	2.419	
8	Peso específico Aparente de la grava (>#4) (ASTM C 127, AASHTO T 85, MTC E 206)	gr/cc.	2.470	2.470	2.470	2.445
9	Peso específico Bulk de la arena (<#4) (ASTM C 128, AASHTO T 84, MTC E 205)	gr/cc.	2.597	2.597	2.597	
10	Peso específico Aparente de la arena (<#4) (ASTM C 128, AASHTO T 84, MTC E 205)	gr/cc.	2.631	2.631	2.631	2.614
11	Peso específico aparente del filler	gr/cc.	3.15	3.15	3.15	3.150
12	Altura promedio de la briqueta	cm.	6.39	6.38	6.10	
13	Peso de la briqueta en el aire	gr.	1253.1	1237.65	1180.1	
14	Peso de la briqueta saturada superficialmente seca	gr.	1258.29	1243.84	1185.3	
15	Peso de la briqueta en el agua 25 °C	gr.	710.0	698.4	680.7	
16	Volumen de la briqueta 14-15	c.c.	548.3	545.44	504.54	
17	Peso unitario de la briqueta 13/16 (ASTM D 2726, MTC E 514)	gr/cc.	2.285	2.269	2.339	2.298
18	Peso específico teórico máximo (Rice) (ASTM D 2041, AASHTO T 209, MTC E 508)	gr/cc.	2.380	2.380	2.380	
19	Máxima densidad teórica de los agregados $100 / ((2/6) + (3*2)/(7+8) + (4*2)/(9+10))$	gr/cc.	2.323	2.323	2.323	
20	% de vacíos con aire $100 * (1 - 17/18)$ (ASTM D 3203, MTC E 505)	%	3.98	4.67	1.73	3.46
21	Peso específico Bulk del Agregado Total $(100 - 2) / ((3/7) + (4/9) + (5/11))$	gr/cc.	2.526	2.526	2.526	
22	Peso específico Aparente del agregado total $(100 - 21) / ((3/8) + (4/10) + (5/11))$	gr/cc.	2.568	2.568	2.568	
23	Peso específico efectivo del agregado total $(3 + 4) / ((3/P - 8) + (4 * P - 10))$	gr/cc.	2.547	2.547	2.547	
24	Asfalto absorbido por el agregado total $100 - 6(23 - 21) / (23 * 21)$ (ASTM D 4469, MTC E 511)	%	0.33	0.33	0.33	
25	% del vol. del Agregado / Volumen Bruto de la briqueta $(3+4) * 17/21$	%	81.66	85.66	88.80	
26	% del volumen de asfalto efectivo / volumen de briqueta $100 - (25 + 20)$	%	14.36	9.67	9.46	
27	% vacíos del agregado mineral 100-25	%	18.34	14.34	11.20	14.63
28	Asfalto efectivo / peso de la mezcla $2 - (24/100) * (3+4)$	%	5.19	5.19	5.19	
29	Relación betún vacíos $(26/27) * 100$	%	78.29	67.43	84.51	76.74
30	Estabilidad sin corregir (tabla de calibración del anillo)	kg	3503	3050	2540	
31	Factor de estabilidad		0.89	0.93	1.04	
32	Estabilidad corregida 31*32	kg	3118	2837	2642	2865
33	Lectura del flexímetro (0.01") (35 / 0.254)	pul.	36	36	36	36
34	Fluencia	m.m.	9.14	9.14	9.14	
35	Relación Estabilidad / Fluencia	m.m.	3410	3102	2889	3133

USAT  
 RIVADO Y GRUPO  
 OBLITAS  
 Tec. Laboratorio  
 USAT  
 TÉCNICO DE LABORATORIO



UNIVERSIDAD CATOLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO  
FACULTAD DE INGENIERIA  
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL  
LABORATORIO DE GEOTECNIA, CAMINOS Y ENSAYOS



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

TESIS : "Influencia de las fibras de polipropileno en mezclas asfálticas en caliente elaboradas con agregados reciclado de carpetas asfálticas"  
MATERIAL : Asfalto patrón  
CANTERA : Tres Tomas - Ferreñafe  
 : Pátapo - La Victoria  
TESISTA : Giancarlo André Panta Tapia

Grava Chancada 3/4"	45%
Arena Chancada 1/4"	55%
Cemento (Filer)	1%
CEMENTO ASFALTICO PEN 60/70	

Peso de Muestra	1395
Peso de C.A	90 <b>6.0%</b>
Peso del Cemento	15
Peso Total de la Mezcla Asfáltica	1500

Material	% Mezcla	% Diseño
A Grava Triturada	44.60	41.92
B Arena	54.40	51.14
C Filler	1	0.04

Mezcla
Especificaciones IVB

% Que Pasa el Tamiz								
1"	3/4"	1/2"	3/8"	Nº4	Nº10	Nº40	Nº80	Nº200
100	90.0	77.3	55.4	42.1	20.4	10.7	5.2	
100	80-100	70-88	51-68	38-52	17-28	8-17	4-8	

#	1	2	3	Prom.
1	Número de briqueta			
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)	41.92	41.92	41.92
4	% de arenas combinadas en peso de mezcla (menor #4)	51.14	51.14	51.14
5	% de filler en peso de mezcla (mínimo 65% pasa malla #200)	2.35	2.35	2.35
6	Peso específico aparente de cemento asfáltico	gr/cc. 1.019	1.019	1.019
7	Peso específico Bulk de la grava (>#4) (ASTM C 127, AASHTO T 85, MTC E 206)	gr/cc. 2.419	2.419	2.419
8	Peso específico Aparente de la grava (>#4) (ASTM C 127, AASHTO T 85, MTC E 206)	gr/cc. 2.470	2.470	2.470
9	Peso específico Bulk de la arena (<#4) (ASTM C 128, AASHTO T 84, MTC E 205)	gr/cc. 2.597	2.597	2.597
10	Peso específico Aparente de la arena (<#4) (ASTM C 128, AASHTO T 84, MTC E 205)	gr/cc. 2.631	2.631	2.631
11	Peso específico aparente del filler	gr/cc. 3.15	3.15	3.15
12	Altura promedio de la briqueta	cm. 6.18	6.29	5.92
13	Peso de la briqueta en el aire	gr. 1185.39	1215.24	1150.5
14	Peso de la briqueta saturada superficialmente seca	gr. 1192.8	1219.74	1155.0
15	Peso de la briqueta en el agua 25 °C	gr. 672.0	683.2	653.5
16	Volumen de la briqueta 14-15	c.c. 520.8	536.54	501.48
17	Peso unitario de la briqueta 13/16 (ASTM D 2726, MTC E 514)	gr/cc. 2.276	2.265	2.294
18	Peso específico teórico máximo (Rice) (ASTM D 2041, AASHTO T 209, MTC E 508)	gr/cc. 2.349	2.349	2.349
19	Máxima densidad teórica de los agregados $100 / ((2/6) + (3 * 2 / (7 + 8)) + (4 * 2 / (9 + 10)))$	gr/cc. 2.307	2.307	2.307
20	% de vacíos con aire $100 * (1 - 17/18)$ (ASTM D 3203, MTC E 505)	% 3.12	3.60	2.36
21	Peso específico Bulk del Agregado Total $(100 - 2) / ((3/7) + (4/9) + (5/11))$	gr/cc. 2.526	2.526	2.526
22	Peso específico Aparente del agregado total $(100 - 21) / ((3/8) + (4/10) + (5/11))$	gr/cc. 2.568	2.568	2.568
23	Peso específico efectivo del agregado total $(3 + 4) / ((3/P - 8) + (4 * P - 10))$	gr/cc. 2.547	2.547	2.547
24	Asfalto absorbido por el agregado total $100 - 6(23 - 21) / (23 * 21)$ (ASTM D 4469, MTC E 511)	% 0.33	0.33	0.33
25	% del vol. del Agregado / Volumen Bruto de la briqueta $(3 + 4) * 17/21$	% 83.19	84.18	86.64
26	% del volumen de asfalto efectivo / volumen de briqueta $100 - (25 + 20)$	% 13.69	12.22	11.00
27	% vacíos del agregado mineral 100-25	% 16.81	15.82	13.36
28	Asfalto efectivo / peso de la mezcla $2 - (24/100) * (3 + 4)$	% 5.69	5.69	5.69
29	Relación betún vacíos $(26/27) * 100$	% 81.42	77.26	82.36
30	Estabilidad sin corregir (tabla de calibración del anillo)	kg 2355	2654	2542
31	Factor de estabilidad	1.00	0.93	1.04
32	Estabilidad corregida 31*32	kg 2355	2468	2644
33	Lectura del flexímetro (0.01") (35 / 0.254)	pul. 38	38	39
34	Fluencia	m.m. 9.65	9.65	9.91
35	Relación Estabilidad / Fluencia	m.m. 2440	2557	2669





UNIVERSIDAD CATOLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO  
FACULTAD DE INGENIERIA  
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL  
LABORATORIO DE GEOTECNIA, CAMINOS Y ENSAYOS



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

TESIS : "Influencia de las fibras de polipropileno en mezclas asfálticas en caliente elaboradas con agregados reciclado de carpetas asfálticas"  
MATERIAL : Asfalto patrón  
CANTERA : Tres Tomas - Ferreñafe  
: Pátapo - La Victoria  
TESISTA : Giancarlo André Panta Tapia

PORCENTAJE DE ASFALTO	4.0%	4.5%	5.0%	5.5%	6.0%
1.- PESO DEL FRASCO	725	725	725	725	725
2.- PESO DEL FRASCO + AGUA	2629	2598	2484	2640	2663
3.- DIFERENCIA DEL PESO ( 04 ) - ( 05 )	1610	1588	1496	1632	1641
4.- PESO DEL FRASCO + MUESTRA + AGUA	4010.0	3988.0	3896.0	4032.0	4041.0
5.- PESO NETO DE LA MUESTRA	2400	2400	2400	2400	2400
6.- AGUA DESPLAZADA ( 2 ) - ( 3 )	1019	1010	988	1008	1022
PESO ESPECIFICO MAXIMO DE LA MUESTRA ( 5 ) / ( 6 )	2.355	2.376	2.429	2.380	2.349

  
 Henry Rivas Obayas  
 Tec. Laboratorio  
 USAT

  
 TECNICO DE LABORATORIO

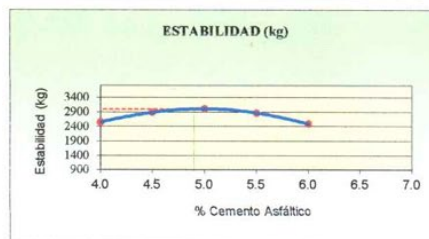
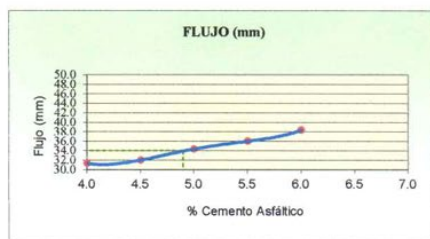
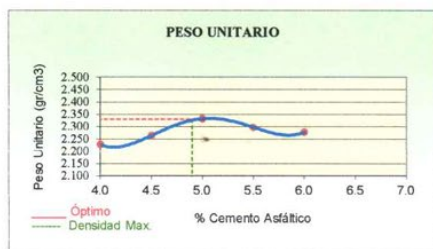


UNIVERSIDAD CATOLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO  
 FACULTAD DE INGENIERIA  
 ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL  
 LABORATORIO DE GEOTECNIA, CAMINOS Y ENSAYOS



**REPRESENTACION GRAFICA DEL DISEÑO ASFALTICO**  
 METODO MARSHALL - ASTM - D 1559 AASTHO T -245

TESIS : "Influencia de las fibras de polipropileno en mezclas asfálticas en caliente elaboradas con agregados reciclado de carpetas asfálticas"  
 MATERIAL : Asfalto patrón  
 CANTERA : Tres Tomas - Ferreñafe  
 TESISTA : Giancarlo André Panta Tapia



*[Firma]*  
 Henry Riquelme para Obispos  
 T.E.C. Laboratorio USAT  
 USAT  
 LABORATORIO DE GEOTECNIA, CAMINOS Y ENSAYOS

RESULTADOS	
Óptimo Contenido C.A	4.9
Peso Unitario (gr/cm <sup>2</sup> )	2.330
Vacios (%)	4.00
Vacios del Agregado mineral (%)	14.30
Vacios Llenados de C.A (%)	70.90
Flujo (mm)	8.64
Estabilidad (Kg)	2984
Relación Polvo Asfalto	0.94



UNIVERSIDAD CATOLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO  
 FACULTAD DE INGENIERIA  
 ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL  
 LABORATORIO DE GEOTECNIA, CAMINOS Y ENSAYOS



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

TESIS : "Influencia de las fibras de polipropileno en mezclas asfálticas en caliente elaboradas con agregados reciclados de carpetas asfálticas"

TESISTA : Giancarlo Andrés Panta Tapia

Grava Chancada 3/4"	45.0%
Arena Chancada 1/4"	55.0%
Cemento (Filler)	1.0%
Carpetas asfálticas reciclada	20%
CEMENTO ASFALTICO PEN 60/70	

Peso de Muestra	1411.5
Peso de CA	73.5
Peso del Cemento	15
Peso Total de la Mezcla Asfáltica	1500

Material	% Mezcla	% Diseño
A Grava Triturada	44.60	42.41
B Arena	54.40	51.74
C Filler	1	0.95

% Que Pasa el Tamiz								
1"	3/4"	1/2"	3/8"	Nº4	Nº10	Nº40	Nº80	Nº200
100	90.0	77.3	55.4	42.1	20.4	10.7	5.2	
100	80 - 100	70 - 88	51 - 68	38 - 52	17 - 28	8 - 17	4 - 8	

Mezcla		
Especificaciones IVB		

#	1	2	3	Prom.
1	Número de briquea			
2	C.A. en peso de la mezcla	4.9	4.9	4.9
3	% de grava triturada en peso de la mezcla (mayor #4)	42.41	42.41	42.41
4	% de arenas combinadas en peso de mezcla (menor #4)	51.74	51.74	51.74
5	% de filler en peso de mezcla (mínimo 65% pasa malla #200)	2.38	2.38	2.38
6	Peso específico aparente de cemento asfáltico	1.023	1.023	1.023
7	Peso específico Bulk de la grava (>#4) (ASTM C 127, AASHTO T 85, MTC E 206)	2.419	2.419	2.419
8	Peso específico Aparente de la grava (>#4) (ASTM C 127, AASHTO T 85, MTC E 206)	2.470	2.470	2.470
9	Peso específico Bulk de la arena (<#4) (ASTM C 128, AASHTO T 84, MTC E 205)	2.597	2.597	2.597
10	Peso específico Aparente de la arena (<#4) (ASTM C 128, AASHTO T 84, MTC E 205)	2.631	2.631	2.631
11	Peso específico aparente del filler	3.15	3.15	3.15
12	Altura promedio de la briquea	6.5	6.4	6.70
13	Peso de la briquea en el aire	1265.44	1278.43	1233.5
14	Peso de la briquea saturada superficialmente seca	1271.4	1288.44	1239.6
15	Peso de la briquea en el agua 25 °C	645.8	666.7	637.55
16	Volumen de la briquea 14-15	625.6	621.74	602.05
17	Peso unitario de la briquea 13/16 (ASTM D 2726, MTC E 514)	2.023	2.056	2.049
18	Peso específico teórico máximo (Rice) (ASTM D 2041, AASHTO T 209, MTC E 508)	2.154	2.154	2.154
19	Máxima densidad teórica de los agregados $100 / ((2/6) + (3*2)/(7*8) + (4*2)/(9+10))$	2.343	2.343	2.343
20	% de vacíos con aire $100 * (1 - 17/18)$ (ASTM D 3203, MTC E 505)	6.12	4.56	4.90
21	Peso específico Bulk del Agregado Total $100 * 2 / ((3/7) + (4/9) + (5/11))$	2.526	2.526	2.526
22	Peso específico Aparente del agregado total $100 * 21 / ((3/8) + (4/10) + (5/11))$	2.568	2.568	2.568
23	Peso específico efectivo del agregado total $(3+4) / ((3/P-8) + (4*P-10))$	2.547	2.547	2.547
24	Asfalto absorbido por el agregado total $100 * 6 * (23-21) / (23 * 21)$ (ASTM D 4469, MTC E 511)	0.33	0.33	0.33
25	% del vol. del Agregado / Volumen Bruto de la briquea $(3+4+5) * 17/21$	86.43	84.12	78.29
26	% del volumen de asfalto efectivo / volumen de briquea $100 * (25+20)$	7.45	11.32	16.82
27	% vacíos del agregado mineral 100-25	13.57	15.88	21.71
28	Asfalto efectivo / peso de la mezcla $2 * (24/100) * (3+4)$	4.59	4.59	4.59
29	Relación betún vacíos $(26/27) * 100$	54.93	71.30	77.45
30	Estabilidad sin corregir (tabla de calibración del anillo)	2315	3193	3286
31	Factor de estabilidad	0.76	0.76	0.76
32	Estabilidad corregida $31 * 32$	1759	2427	2497
33	Lectura del flexímetro (0.01") $(35 / 0.254)$	41	36	38
34	Fluencia	10.41	9.14	9.65
35	Relación Estabilidad / Fluencia	1689	2654	2587

*[Firma]*  
 Henry Riquelme  
 Obispo  
 Tec. Laboratorio  
 USAT

*[Firma]*  
 TECNICO DE LABORATORIO



UNIVERSIDAD CATOLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO  
 FACULTAD DE INGENIERIA  
 ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL  
 LABORATORIO DE GEOTECNIA, CAMINOS Y ENSAYOS



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

TESIS : "Influencia de las fibras de polipropileno en mezclas asfálticas en caliente elaboradas con agregados reciclados de carpetas asfálticas"

TESISTA : Giancarlo André Panta Tapia

Grava Chancada 3/4"	45%
Arena Chancada 1/4"	55%
Cemento (Filer)	1%
Carpetas asfálticas recicladas	40%
CEMENTO ASFALTICO PEN 60/70	

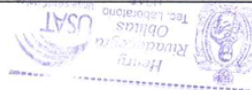
Peso de Muestra	1411.5
Peso de C.A	73.5 <b>4.9%</b>
Peso del Cemento	15
Peso Total de la Mezcla Asfáltica	1500

Material	% Mezcla	% Diseño
A Grava Triturada	44.60	42.41
B Arena	54.40	51.74
C Filler	1	0.95

Mezcla
Especificaciones IVB

% Que Pasa el Tamiz								
1"	3/4"	1/2"	3/8"	Nº4	Nº10	Nº40	Nº80	Nº200
100	90.0	77.3	55.4	42.1	20.4	10.7	5.2	
100	80 - 100	70 - 88	51 - 68	38 - 52	17 - 28	8 - 17	4 - 8	

1	Número de briqueata	#	1	2	3	Prom.
2	C.A. en peso de la mezcla	%	4.9	4.9	4.9	
3	% de grava triturada en peso de la mezcla (mayor #4)	%	42.41	42.41	42.41	
4	% de arenas combinadas en peso de mezcla (menor #4)	%	51.74	51.74	51.74	
5	% de filler en peso de mezcla (mínimo 65% pasa malla #200)	%	2.38	2.38	2.38	
6	Peso específico aparente de cemento asfáltico	gr/cc.	1.019	1.019	1.019	
7	Peso específico Bulk de la grava (>#4) (ASTM C 127, AASHTO T 85, MTC E 206)	gr/cc.	2.419	2.419	2.419	
8	Peso específico Aparente de la grava (>#4) (ASTM C 127, AASHTO T 85, MTC E 206)	gr/cc.	2.470	2.470	2.470	2.445
9	Peso específico Bulk de la arena (<#4) (ASTM C 128, AASHTO T 84, MTC E 205)	gr/cc.	2.597	2.597	2.597	
10	Peso específico Aparente de la arena (<#4) (ASTM C 128, AASHTO T 84, MTC E 205)	gr/cc.	2.631	2.631	2.631	2.614
11	Peso específico aparente del filler	gr/cc.	3.15	3.15	3.15	3.150
12	Altura promedio de la briqueata	cm.	5.90	6.20	6.40	
13	Peso de la briqueata en el aire	gr.	1143	1226.93	1308.5	
14	Peso de la briqueata saturada superficialmente seca	gr.	1152.6	1238.6	1314.5	
15	Peso de la briqueata en el agua 25 °C	gr.	638.0	684.4	724.6	
16	Volumen de la briqueata 14-15	c.c.	514.6	554.2	589.9	
17	Peso unitario de la briqueata 13/16 (ASTM D 2726, MTC E 514)	gr/cc.	2.221	2.214	2.218	2.218
18	Peso específico teórico máximo (Rice) (ASTM D 2041, AASHTO T 209, MTC E 508)	gr/cc.	2.326	2.326	2.326	
19	Máxima densidad teórica de los agregados 100/((2/6)+(3*2/(7+8)+(4*2/(9+10)))	gr/cc.	2.342	2.342	2.342	
20	% de vacíos con aire 100*(1-17/18) (ASTM D 3203, MTC E 505)	%	4.49	4.80	4.62	4.64
21	Peso específico Bulk del Agregado Total (100-2)/((3/7)+(4/9)+(5/11))	gr/cc.	2.526	2.526	2.526	
22	Peso específico Aparente del agregado total (100-21)/((3/8)+(4/10)+(5/11))	gr/cc.	2.568	2.568	2.568	
23	Peso específico efectivo del agregado total (3+4)/((3/P-8)+(4*P-10))	gr/cc.	2.547	2.547	2.547	
24	Asfalto absorbido por el agregado total 100-6(23-21)/(23*21) (ASTM D 4469, MTC E 511)	%	0.33	0.33	0.33	
25	% del vol. del Agregado / Volumen Bruto de la briqueata (3+4)*17/21	%	84.87	84.59	84.76	
26	% del volumen de asfalto efectivo / volumen de briqueata 100-(25+20)	%	10.64	10.61	10.63	
27	% vacíos del agregado mineral 100-25	%	15.13	15.41	15.24	15.26
28	Asfalto efectivo / peso de la mezcla 2 - (24/100)*(3+4)	%	4.59	4.59	4.59	
29	Relación betún vacíos (26/27)*100	%	70.33	68.83	69.72	69.63
30	Estabilidad sin corregir (tabla de calibración del anillo)	kg	2785	2991	3198	
31	Factor de estabilidad		1.00	0.89	0.81	
32	Estabilidad corregida 31*32	kg	2785	2662	2590	2679
33	Lectura del flexímetro (0.01") (35/0.254)	pul.	36	37	36	36
34	Fluencia	m.m.	9.14	9.40	9.14	
35	Relación Estabilidad / Fluencia	m.m.	3046	2833	2833	2904





UNIVERSIDAD CATOLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO  
 FACULTAD DE INGENIERIA  
 ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL  
 LABORATORIO DE GEOTECNIA, CAMINOS Y ENSAYOS



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

TESIS : "Influencia de las fibras de polipropileno en mezclas asfálticas en caliente elaboradas con agregados reciclados de carpetas asfálticas"

TESISTA : Giancarlo André Panta Tapia

Grava Chancada 3/4"	45%
Arena Chancada 1/4"	55%
Cemento (Filler)	1%
Carpetas asfálticas recicladas	60%
CEMENTO ASFALTICO PEN 60/70	

Peso de Muestra	1411.5
Peso de C.A	73.5
Peso del Cemento	15
Peso Total de la Mezcla Asfáltica	1500

Material	% Mezcla	% Diseño
A Grava Triturada	44.60	42.41
B Arena	54.40	51.74
C Filler	1	0.95

% Que Pasa el Tamiz								
1"	3/4"	1/2"	3/8"	Nº4	Nº10	Nº40	Nº80	Nº200
100	90.0	77.3	55.4	42.1	20.4	10.7	5.2	
100	80 - 100	70 - 88	51 - 68	38 - 52	17 - 28	8 - 17	4 - 8	

#	1	2	3	Prom.
1	Número de briqueata			
2	C.A. en peso de la mezcla	4.9	4.9	4.9
3	% de grava triturada en peso de la mezcla (mayor #4)	42.41	42.41	42.41
4	% de arenas combinadas en peso de mezcla (menor #4)	51.74	51.74	51.74
5	% de filler en peso de mezcla (mínimo 65% pasa malla #200)	2.38	2.38	2.38
6	Peso específico aparente de cemento asfáltico	1.019	1.019	1.019
7	Peso específico Bulk de la grava (>#4) (ASTM C 127, AASHTO T 85, MTC E 206)	2.419	2.419	2.419
8	Peso específico Aparente de la grava (>#4) (ASTM C 127, AASHTO T 85, MTC E 206)	2.470	2.470	2.470
9	Peso específico Bulk de la arena (<#4) (ASTM C 128, AASHTO T 84, MTC E 205)	2.597	2.597	2.597
10	Peso específico Aparente de la arena (<#4) (ASTM C 128, AASHTO T 84, MTC E 205)	2.631	2.631	2.631
11	Peso específico aparente del filler	3.15	3.15	3.15
12	Altura promedio de la briqueata	6.15	6.25	6.17
13	Peso de la briqueata en el aire	1208.7	1215.76	1208.5
14	Peso de la briqueata saturada superficialmente seca	1218.7	1222.63	1216.7
15	Peso de la briqueata en el agua 25 °C	684.0	688.6	675.7
16	Volumen de la briqueata 14-15	534.8	534.03	541
17	Peso unitario de la briqueata 13/16 (ASTM D 2726, MTC E 514)	2.260	2.277	2.234
18	Peso específico teórico máximo (Rice) (ASTM D 2041, AASHTO T 209, MTC E 508)	2.360	2.360	2.360
19	Máxima densidad teórica de los agregados $100 / ((2/6) + (3*2)/(7+8) + (4*2)/(9+10))$	2.342	2.342	2.342
20	% de vacíos con aire $100 * (1 - 17/18)$ (ASTM D 3203, MTC E 505)	4.21	3.52	5.33
21	Peso específico Bulk del Agregado Total $(100 - 2) / ((3/7) + (4/9) + (5/11))$	2.526	2.526	2.526
22	Peso específico Aparente del agregado total $(100 - 21) / ((3/8) + (4/10) + (5/11))$	2.568	2.568	2.568
23	Peso específico efectivo del agregado total $(3 + 4) / ((3/P - 8) + (4 * P - 10))$	2.547	2.547	2.547
24	Asfalto absorbido por el agregado total $100 - 6(23 - 21) / (23 * 21)$ (ASTM D 4469, MTC E 511)	0.33	0.33	0.33
25	% del vol. del Agregado / Volumen Bruto de la briqueata $(3 + 4) * 17/21$	86.36	83.98	85.35
26	% del volumen de asfalto efectivo / volumen de briqueata $100 - (25 + 20)$	9.43	12.50	9.32
27	% vacíos del agregado mineral 100 - 25	13.64	16.02	14.65
28	Asfalto efectivo / peso de la mezcla $2 - (24/100) * (3 + 4)$	4.59	4.59	4.59
29	Relación betún vacíos $(26/27) * 100$	69.13	78.02	63.60
30	Estabilidad sin corregir (tabla de calibración del anillo)	3014	3320	3475
31	Factor de estabilidad	0.96	0.96	0.93
32	Estabilidad corregida 31 * 32	2893	3187	3232
33	Lectura del flexómetro (0.01") (35 / 0.254)	36	35	35
34	Fluencia	9.14	8.89	8.89
35	Relación Estabilidad / Fluencia	3164	3585	3635

USAT  
 Oficina Tec. Laboratorio  
 TECNICO DE LABORATORIO



UNIVERSIDAD CATOLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO  
FACULTAD DE INGENIERIA  
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL  
LABORATORIO DE GEOTECNIA, CAMINOS Y ENSAYOS



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

TESIS : "Influencia de las fibras de polipropileno en mezclas asfálticas en caliente elaboradas con agregados reciclados de carpetas asfálticas"

TESISTA : Giancarlo André Panta Tapia

PORCENTAJE DE ASFALTO	20%	40%	60%
1.- PESO DEL FRASCO	725	725	725
2.- PESO DEL FRASCO + AGUA	2629	2598	2484
3.- DIFERENCIA DEL PESO (04) - (05)	1515	1566	1467
4.- PESO DEL FRASCO + MUESTRA + AGUA	3915.0	3966.0	3867.0
5.- PESO NETO DE LA MUESTRA	2400	2400	2400
6.- AGUA DESPLAZADA (2) - (3)	1114	1032	1017
PESO ESPECIFICO MAXIMO DE LA MUESTRA (5)/(6)	2.154	2.326	2.360




UNIVERSIDAD CATOLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO  
 FACULTAD DE INGENIERIA  
 ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL  
 LABORATORIO DE GEOTECNIA, CAMINOS Y ENSAYOS

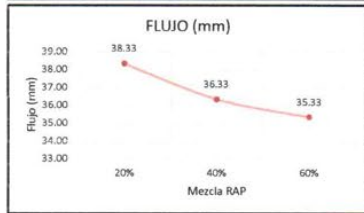
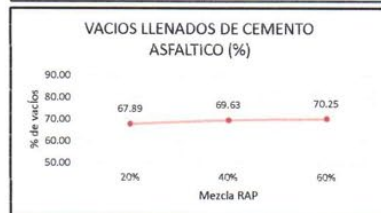
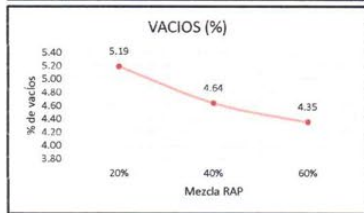


ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS OBTENIDO EN EL DISEÑO DE MEZCLAS VARIANDO EL % DE RAP

DESCRIPCIÓN "Influencia de las fibras de polipropileno en mezclas asfálticas en caliente elaboradas con agregados reciclados de carpetas asfálticas"

TESISTA Giancarlo André Panta Tapia

Relación Pen-Filler	Peso Unitario (gr/cm <sup>3</sup> )	Vacios (%)	Vacios del agregado Mineral (%)	Vacios Llenados de C.A (%)	Flujo (mm)	Estabilidad (Kg)	Relación Estabilidad Flujo
20%	2.04	5.19	17.05	67.89	38.33	2227.81	2310.24
40%	2.22	4.64	15.26	69.63	36.33	2679.12	2903.70
60%	2.26	4.35	14.77	70.25	35.33	3104.13	3461.57



USAT  
 Rivas Obinas  
 Tec. Laboratorio  
 USAT

USAT  
 TECNICO DE LABORATORIO



UNIVERSIDAD CATOLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO  
 FACULTAD DE INGENIERIA  
 ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL  
 LABORATORIO DE GEOTECNIA, CAMINOS Y ENSAYOS



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

TESIS : "Influencia de las fibras de polipropileno en mezclas asfálticas en caliente elaboradas con agregados reciclados de carpetas asfálticas"

TESISTA : Giancarlo André Panta Tapia

Grava Chancada 3/4"	45.0%
Arena Chancada 1/4"	55.0%
Cemento (Filler)	1.0%
Fibras de polipropileno	0.25%
<b>CEMENTO ASFALTICO PEN 60/70</b>	

Peso de Muestra	1411.5	
Peso de C.A	73.5	4.90%
Peso del Cemento	15	
Peso Total de la Mezcla Asfáltica	1500	

Material	% Mezcla	% Diseño
A Grava Triturada	44.60	42.41
B Arena	54.40	51.74
C Filler	1	0.95

% Que Pasa el Tamiz								
1"	3/4"	1/2"	3/8"	Nº4	Nº10	Nº40	Nº80	Nº200
100	90.0	77.3	55.4	42.1	20.4	10.7	5.2	
100	80 - 100	70 - 88	51 - 68	38 - 52	17 - 28	8 - 17	4 - 8	

#	Descripción	Unidad	1	2	3	Prom.
2	Número de briqueta	#	1	2	3	Prom.
2	C.A. en peso de la mezcla	%	4.9	4.9	4.9	
3	% de grava triturada en peso de la mezcla (mayor #4)	%	42.41	42.41	42.41	
4	% de arenas combinadas en peso de mezcla (menor #4)	%	51.74	51.74	51.74	
5	% de filler en peso de mezcla (mínimo 65% pasa malla #200)	%	2.38	2.38	2.38	
6	Peso específico aparente de cemento asfáltico	gr/cc	1.023	1.023	1.023	
7	Peso específico Bulk de la grava (>#4) (ASTM C 127, AASHTO T 85, MTC E 206)	gr/cc	2.419	2.419	2.419	
8	Peso específico Aparente de la grava (>#4) (ASTM C 127, AASHTO T 85, MTC E 206)	gr/cc	2.470	2.470	2.470	2.445
9	Peso específico Bulk de la arena (<#4) (ASTM C 128, AASHTO T 84, MTC E 205)	gr/cc	2.597	2.597	2.597	
10	Peso específico Aparente de la arena (<#4) (ASTM C 128, AASHTO T 84, MTC E 205)	gr/cc	2.631	2.631	2.631	2.614
11	Peso específico aparente del filler	gr/cc	3.15	3.15	3.15	3.150
12	Altura promedio de la briqueta	cm.	6.5	6.4	6.70	
13	Peso de la briqueta en el aire	gr.	1215.44	1258.43	1213.5	
14	Peso de la briqueta saturada superficialmente seca	gr.	1234	1288.44	1229.6	
15	Peso de la briqueta en el agua 25 °C	gr.	665.9	693.7	662.55	
16	Volumen de la briqueta 14-15	c.c.	568.1	594.74	567.05	
17	Peso unitario de la briqueta 13/16 (ASTM D 2726, MTC E 514)	gr/cc.	2.139	2.116	2.140	2.132
18	Peso específico teórico máximo (Rice) (ASTM D 2041, AASHTO T 209, MTC E 508)	gr/cc.	2.235	2.235	2.235	
19	Máxima densidad teórica de los agregados $100 / ((2/5) + (3*2/(7+8)) + (4*2/(9+10)))$	gr/cc.	2.343	2.343	2.343	
20	% de vacíos con aire $100 * (1 - 17/18)$ (ASTM D 3203, MTC E 505)	%	4.26	5.31	4.23	4.60
21	Peso específico Bulk del Agregado Total $100 - 2 / ((3/7) + (4/9) + (5/11))$	gr/cc.	2.526	2.526	2.526	
22	Peso específico Aparente del agregado total $100 - 21 / ((3/8) + (4/10) + (5/11))$	gr/cc.	2.568	2.568	2.568	
23	Peso específico efectivo del agregado total $(3+4) / ((3/P-8) + (4*P-10))$	gr/cc.	2.547	2.547	2.547	
24	Asfalto absorbido por el agregado total $100 * 6(23-21) / (23*21)$ (ASTM D 4469, MTC E 511)	%	0.33	0.33	0.33	
25	% del vol. del Agregado / Volumen Bruto de la briqueta $(3+4*5) * 17/21$	%	86.43	84.12	81.77	
26	% del volumen de asfalto efectivo / volumen de briqueta $100 - (25+20)$	%	9.31	10.57	14.00	
27	% vacíos del agregado mineral 100-25	%	13.57	15.88	18.23	15.89
28	Asfalto efectivo / peso de la mezcla $2 - (24/100) * (9+4)$	%	4.59	4.59	4.59	
29	Relación betún vacíos $(26/27) * 100$	%	68.62	66.55	76.79	70.65
30	Estabilidad sin corregir (tabla de calibración del anillo)	kg	3210	3195	3215	
31	Factor de estabilidad		1.00	1.00	1.04	
32	Estabilidad corregida $31 * 32$	kg	3210	3195	3344	3250
33	Lectura del flexímetro (0.01") (35 / 0.254)	pul.	34	34	34	34
34	Fluencia	m.m.	8.64	8.64	8.64	
35	Relación Estabilidad / Fluencia	m.m.	3717	3700	3872	3763

*[Handwritten signature]*  
 H. Riquelme Obilias  
 Tco. Laboratorio USAT

USAT  
 Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo  
 TECNICO DE LABORATORIO



UNIVERSIDAD CATOLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO  
 FACULTAD DE INGENIERIA  
 ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL  
 LABORATORIO DE GEOTECNIA, CAMINOS Y ENSAYOS



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

TESIS : "Influencia de las fibras de polipropileno en mezclas asfálticas en caliente elaboradas con agregados reciclados de carpetas asfálticas"

TESISTA : Giancarlo André Panta Tapia

Grava Chancada 3/4"	45%
Arena Chancada 1/4"	55%
Cemento (Filler)	1%
Fibras de polipropileno	0.50%
CEMENTO/ASFALTICO PEN 60/70	

Peso de Muestra	1411.5
Peso de C.A	73.5 <b>4.9%</b>
Peso del Cemento	15
Peso Total de la Mezcla Asfáltica	1500

Material	% Mezcla	% Diseño
A Grava Triturada	44.60	42.41
B Arena	54.40	51.74
C Filler	1	0.95

% Que Pasa el Tamiz								
1"	3/4"	1/2"	3/8"	Nº4	Nº10	Nº40	Nº80	Nº200
100	90.0	77.3	55.4	42.1	20.4	10.7	5.2	
100	80 - 100	70 - 88	51 - 68	38 - 52	17 - 28	8 - 17	4 - 8	

Mezcla
Especificaciones IVB

1	Número de briquea	#	1	2	3	Prom.
2	C.A. en peso de la mezcla	%	4.9	4.9	4.9	
3	% de grava triturada en peso de la mezcla (mayor #4)	%	42.41	42.41	42.41	
4	% de arenas combinadas en peso de mezcla (menor #4)	%	51.74	51.74	51.74	
5	% de filler en peso de mezcla (mínimo 65% pasa malla #200)	%	2.38	2.38	2.38	
6	Peso específico aparente de cemento asfáltico	gr/cc.	1.019	1.019	1.019	
7	Peso específico Bulk de la grava (>#4) (ASTM C 127, AASHTO T 85, MTC E 206)	gr/cc.	2.419	2.419	2.419	
8	Peso específico Aparente de la grava (>#4) (ASTM C 127, AASHTO T 85, MTC E 206)	gr/cc.	2.470	2.470	2.470	2.445
9	Peso específico Bulk de la arena (<#4) (ASTM C 128, AASHTO T 84, MTC E 205)	gr/cc.	2.597	2.597	2.597	
10	Peso específico Aparente de la arena (<#4) (ASTM C 128, AASHTO T 84, MTC E 205)	gr/cc.	2.631	2.631	2.631	2.614
11	Peso específico aparente del filler	gr/cc.	3.15	3.15	3.15	3.150
12	Altura promedio de la briquea	cm.	5.90	6.20	6.40	
13	Peso de la briquea en el aire	gr.	1139.55	1186.93	1318.1	
14	Peso de la briquea saturada superficialmente seca	gr.	1152.6	1199.6	1322.5	
15	Peso de la briquea en el agua 25 °C	gr.	651.1	682.12	744.6	
16	Volumen de la briquea 14-15	c.c.	501.5	517.48	577.9	
17	Peso unitario de la briquea 13/16 (ASTM D 2726, MTC E 514)	gr/cc.	2.272	2.294	2.281	2.282
18	Peso específico teórico máximo (Rice) (ASTM D 2041, AASHTO T 209, MTC E 508)	gr/cc.	2.395	2.395	2.395	
19	Máxima densidad teórica de los agregados $100 / ((1/2/6) + (3/2/7+8) + (4/2/9+10))$	gr/cc.	2.342	2.342	2.342	
20	% de vacíos con aire $100 * (1-17/18)$ (ASTM D 3203, MTC E 505)	%	5.13	4.24	4.77	4.72
21	Peso específico Bulk del Agregado Total $(100-2) / ((3/7) + (4/9) + (5/11))$	gr/cc.	2.526	2.526	2.526	
22	Peso específico Aparente del agregado total $(100-21) / ((3/8) + (4/10) + (5/11))$	gr/cc.	2.568	2.568	2.568	
23	Peso específico efectivo del agregado total $(3+4) / ((3/P-8) + (4*P-10))$	gr/cc.	2.547	2.547	2.547	
24	Asfalto absorbido por el agregado total $100-6(23-21)/(23*21)$ (ASTM D 4469, MTC E 511)	%	0.33	0.33	0.33	
25	% del vol. del Agregado / Volumen Bruto de la briquea $(3+4) * 17/21$	%	82.11	87.64	87.15	
26	% del volumen de asfalto efectivo / volumen de briquea $100-(25+20)$	%	12.76	8.12	8.08	
27	% vacíos del agregado mineral $100-25$	%	17.89	12.36	12.85	14.37
28	Asfalto efectivo / peso de la mezcla $2 - (24/100) * (3+4)$	%	4.59	4.59	4.59	
29	Relación betún vacíos $(26/27) * 100$	%	71.31	65.71	62.85	66.62
30	Estabilidad sin corregir (tabla de calibración del anillo)	kg	3561	3451	3594	
31	Factor de estabilidad		1.04	1.00	0.83	
32	Estabilidad corregida 31*32	kg	3703	3451	2983	3379
33	Lectura del flexímetro (0.01") (35/0.254)	pul.	34	33	34	34
34	Fluencia	m.m.	8.62	8.38	8.54	
35	Relación Estabilidad / Fluencia	m.m.	4288	4117	3454	3953



TÉCNICO DE LABORATORIO



UNIVERSIDAD CATOLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO  
 FACULTAD DE INGENIERIA  
 ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL  
 LABORATORIO DE GEOTECNIA, CAMINOS Y ENSAYOS



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

TESIS : "Influencia de las fibras de polipropileno en mezclas asfálticas en caliente elaboradas con agregados reciclados de carpetas asfálticas"

TESISTA : Giancarlo André Panta Tapia

Grava Chancada 3/4"	45%
Arena Chancada 1/4"	55%
Cemento (Filer)	1%
Fibras de polipropileno	0.75%
CEMENTO ASFALTICO PEN 60/70	

Peso de Muestra	1411.5
Peso de C.A	73.5
Peso del Cemento	15
Peso Total de la Mezcla Asfaltica	1500

4.9%

Material	% Mezcla	% Diseño
A Grava Triturada	44.60	42.41
B Arena	54.40	51.74
C Filler	1	0.95

Mezcla
Especificaciones IVB

% Que Pasa el Tamiz								
1"	3/4"	1/2"	3/8"	Nº4	Nº10	Nº40	Nº80	Nº200
100	90.0	77.3	55.4	42.1	20.4	10.7	5.2	
100	80 - 100	70 - 88	51 - 68	38 - 52	17 - 28	8 - 17	4 - 8	

#	1	2	3	Prom.
1	Número de briqueta			
2	C.A. en peso de la mezcla	4.9	4.9	4.9
3	% de grava triturada en peso de la mezcla (mayor #4)	42.41	42.41	42.41
4	% de arenas combinados en peso de mezcla(menor #4)	51.74	51.74	51.74
5	% de filler en peso de mezcla (mínimo 65% pasa malla #200)	2.38	2.38	2.38
6	Peso específico aparente de cemento asfáltico	gr/cc. 1.019	1.019	1.019
7	Peso específico Bulk de la grava (>#4) (ASTM C 127 , AASHTO T 85 , MTC E 206)	gr/cc. 2.419	2.419	2.419
8	Peso específico Aparente de la grava (>#4) (ASTM C 127 , AASHTO T 85 , MTC E 206)	gr/cc. 2.470	2.470	2.470
9	Peso específico Bulk de la arena(<#4) (ASTM C 128 , AASHTO T 84 , MTC E 205)	gr/cc. 2.597	2.597	2.597
10	Peso específico Aparente de la arena(<#4) (ASTM C 128 , AASHTO T 84 , MTC E 205)	gr/cc. 2.631	2.631	2.631
11	Peso específico aparente del filler	gr/cc. 3.15	3.15	3.15
12	Altura promedio de la briqueta	cm. 6.15	6.25	6.50
13	Peso de la briqueta en el aire	gr. 1214.7	1205.76	1216.7
14	Peso de la briqueta saturada superficialmente seca	gr. 1237.7	1223.1	1223.8
15	Peso de la briqueta en el agua 25 °C	gr. 684.0	674.1	671.7
16	Volumen de la briqueta 14-15	c.c. 553.8	549	552.1
17	Peso unitario de la briqueta 13/16 (ASTM D 2726 , MTC E 514 )	gr/cc. 2.194	2.196	2.204
18	Peso específico teórico máximo (Rice) (ASTM D 2041 , AASHTO T 209 , MTC E 508)	gr/cc. 2.314	2.314	2.314
19	Máxima densidad teórica de los agregados 100/((2/6)+(3*2)/(7+8)+(4*2)/(9+10))	gr/cc. 2.342	2.342	2.342
20	% de vacíos con aire 100*(1-17/18) (ASTM D 3203 , MTC E 505)	% 5.21	5.09	4.77
21	Peso específico Bulk del Agregado Total (100-2)/((3/7)+(4/9)+(5/11))	gr/cc. 2.526	2.526	2.526
22	Peso específico Aparente del agregado total (100-21)/((3/8)+(4/10)+(5/11))	gr/cc. 2.568	2.568	2.568
23	Peso específico efectivo del agregado total (3+4) /((3/P- 8)+(4*P-10))	gr/cc. 2.547	2.547	2.547
24	Asfalto absorbido por el agregado total 100-6(23-21)/(23*21) (ASTM D 4469 , MTC E 511)	% 0.33	0.33	0.33
25	% del vol.del Agregado / Volumen Bruto de la briqueta (3+4)*17/21	% 83.81	89.11	85.10
26	% del volumen de asfalto efectiva / volumen de briqueta 100-(25+20)	% 10.98	5.80	10.13
27	% vacíos del agregado mineral 100-25	% 16.19	10.89	14.90
28	Asfalto efectivo / peso de la mezcla 2 - (24/100)*(3+4)	% 4.59	4.59	4.59
29	Relación betún vacíos (26/27)*100	% 67.82	53.23	67.99
30	Estabilidad sin corregir (tabla de calibración del anillo)	kg 3865	3866	3812
31	Factor de estabilidad	0.89	0.89	0.89
32	Estabilidad corregida 31*32	kg 3440	3441	3424
33	Lectura del flexímetro (0.01") (35 / 0.254)	pul. 33	32	33
34	Fluencia	m.m. 8.38	8.13	8.38
35	Relación Estabilidad / Fluencia	m.m. 4104	4233	4048

Henry Rivas Vega  
 Obispos  
 Tec. Laboratorio  
 USAT

TECNICO DE LABORATORIO



UNIVERSIDAD CATOLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO  
 FACULTAD DE INGENIERIA  
 ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL  
 LABORATORIO DE GEOTECNIA, CAMINOS Y ENSAYOS



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

TESIS : "Influencia de las fibras de polipropileno en mezclas asfálticas en caliente elaboradas con agregados reciclados de carpetas asfálticas"

TESISTA : Giancarlo André Panta Tapia

Grava Chancada 3/4"	45%
Arena Chancada 1/4"	55%
Cemento (Filer)	1%
Fibras de polipropileno	1.00%
CEMENTO ASFALTICO PEN 60/70	

Peso de Muestra	1411.5
Peso de C.A	73.5 <b>4.9%</b>
Peso del Cemento	15
Peso Total de la Mezcla Asfáltica	1500

Material	% Mezcla	% Diseño
A Grava Triturada	44.60	42.41
B Arena	54.40	51.74
C Filler	1	0.95

Mezcla
Especificaciones IVB

% Que Pasa el Tamiz								
1"	3/4"	1/2"	3/8"	Nº4	Nº10	Nº40	Nº80	Nº200
100	90.0	77.3	55.4	42.1	20.4	10.7	5.2	
100	80-100	70-88	51-68	38-52	17-28	8-17	4-8	

#	1	2	3	Prom.
1	Número de briqueta			
2	C.A. en peso de la mezcla	4.9	4.9	4.9
3	% de grava triturada en peso de la mezcla (mayor #4)	42.41	42.41	42.41
4	% de arenas combinadas en peso de mezcla (menor #4)	51.74	51.74	51.74
5	% de filler en peso de mezcla (mínimo 65% pasa malla #200)	2.38	2.38	2.38
6	Peso específico aparente de cemento asfáltico	gr/cc. 1.019	1.019	1.019
7	Peso específico Bulk de la grava (>#4) (ASTM C 127, AASHTO T 85, MTC E 206)	gr/cc. 2.419	2.419	2.419
8	Peso específico Aparente de la grava (>#4) (ASTM C 127, AASHTO T 85, MTC E 206)	gr/cc. 2.470	2.470	2.470
9	Peso específico Bulk de la arena (<#4) (ASTM C 128, AASHTO T 84, MTC E 205)	gr/cc. 2.597	2.597	2.597
10	Peso específico Aparente de la arena (<#4) (ASTM C 128, AASHTO T 84, MTC E 205)	gr/cc. 2.631	2.631	2.631
11	Peso específico aparente del filler	gr/cc. 3.15	3.15	3.15
12	Altura promedio de la briqueta	cm. 6.15	6.25	6.17
13	Peso de la briqueta en el aire	gr. 1211.7	1233.76	1288.5
14	Peso de la briqueta saturada superficialmente seca	gr. 1218.7	1222.63	1294.7
15	Peso de la briqueta en el agua 25 °C	gr. 664.8	658.6	702.7
16	Volumen de la briqueta 14-15	c.c. 553.9	564.03	592
17	Peso unitario de la briqueta 13/16 (ASTM D 2726, MTC E 514)	gr/cc. 2.187	2.187	2.177
18	Peso específico teórico máximo (Rice) (ASTM D 2041, AASHTO T 209, MTC E 508)	gr/cc. 2.314	2.314	2.314
19	Máxima densidad teórica de los agregados $100 / ((2/6) + (3^2/7) + (4^2/9) + 10)$	gr/cc. 2.342	2.342	2.342
20	% de vacíos con aire $100 * (1 - 17/18)$ (ASTM D 3203, MTC E 505)	% 5.48	5.48	5.95
21	Peso específico Bulk del Agregado Total $(100 - 2) / ((3/7) + (4/9) + (5/11))$	gr/cc. 2.526	2.526	2.526
22	Peso específico Aparente del agregado total $(100 - 21) / ((3/8) + (4/10) + (5/11))$	gr/cc. 2.568	2.568	2.568
23	Peso específico efectivo del agregado total $(3 + 4) / ((3/P - 8) + (4 * P - 10))$	gr/cc. 2.547	2.547	2.547
24	Asfalto absorbido por el agregado total $100 - 6(23 - 21) / (23 * 21)$ (ASTM D 4469, MTC E 511)	% 0.33	0.33	0.33
25	% del vol. del Agregado / Volumen Bruto de la briqueta $(3 + 4) * 17/21$	% 86.17	87.55	87.15
26	% del volumen de asfalto efectivo / volumen de briqueta $100 - (25 + 20)$	% 8.35	6.97	6.90
27	% vacíos del agregado mineral 100-25	% 13.83	12.45	12.85
28	Asfalto efectivo / peso de la mezcla $2 - (24/100) * (3 + 4)$	% 4.59	4.59	4.59
29	Relación betún vacíos $(26/27) * 100$	% 60.40	56.01	53.72
30	Estabilidad sin corregir (tabla de calibración del anillo)	kg 4521	4318	4466
31	Factor de estabilidad	0.89	0.86	0.81
32	Estabilidad corregida 31 * 32	kg 4024	3713	3617
33	Lectura del flexímetro (0.01") (35 / 0.254)	pul. 31	31	31
34	Fluencia	m.m. 7.87	7.87	7.87
35	Relación Estabilidad / Fluencia	m.m% 5110	4716	4594

USAT  
 Oficina Técnica  
 Laboratorio USAT

TECNICO DE LABORATORIO



UNIVERSIDAD CATOLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO  
 FACULTAD DE INGENIERIA  
 ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL  
 LABORATORIO DE GEOTECNIA, CAMINOS Y ENSAYOS



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

TESIS : "Influencia de las fibras de polipropileno en mezclas asfálticas en caliente elaboradas con agregados reciclados de carpetas asfálticas"

TESISTA : Giancarlo André Panta Tapia

PORCENTAJE DE ASFALTO	0.25%	0.50%	0.75%	1.00%
1.- PESO DEL FRASCO	725	725	725	725
2.- PESO DEL FRASCO + AGUA	2619	2578	2464	2495
3.- DIFERENCIA DEL PESO (04) - (05)	1545	1576	1427	1433
4.- PESO DEL FRASCO + MUESTRA + AGUA	3945.0	3976.0	3827.0	3833.0
5.- PESO NETO DE LA MUESTRA	2400	2400	2400	2400
6.- AGUA DESPLAZADA (2) - (3)	1074	1002	1037	1062
PESO ESPECIFICO MAXIMO DE LA MUESTRA (5)/(6)	2.235	2.395	2.314	2.260

*[Handwritten signature]*  
 Giancarlo André Panta Tapia  
 Terc. Laboratorio  
 USAT

LABORATORIO DE GEOTECNIA, CAMINOS Y ENSAYOS  
 USAT  
 TERCER LABORATORIO  
*[Handwritten signature]*



UNIVERSIDAD CATOLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO  
 FACULTAD DE INGENIERIA  
 ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL  
 LABORATORIO DE GEOTECNIA, CAMINOS Y ENSAYOS

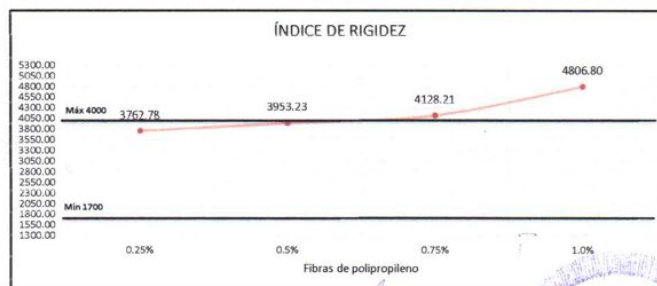
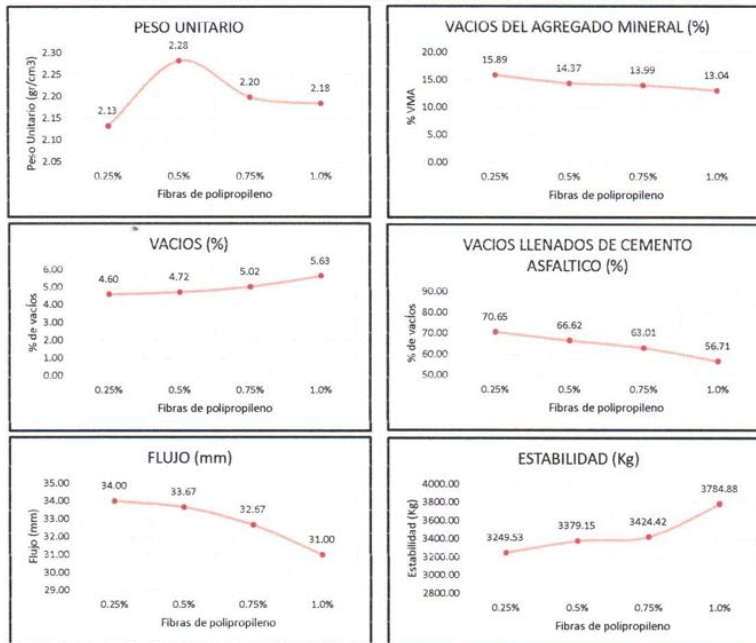


ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS OBTENIDO EN EL DISEÑO DE MEZCLAS VARIANDO EL % DE FIBRAS DE POLIPROPILENO

DESCRIPCIÓN "Influencia de las fibras de polipropileno en mezclas asfálticas en caliente elaboradas con agregados reciclados de carpetas asfálticas"

TESISTA Giancarlo André Panta Tapia

Fibra de polipropileno	Peso Unitario (gr/cm <sup>3</sup> )	Vacios (%)	Vacios del agregado Mineral (%)	Vacios Llenados de C.A (%)	Flujo (mm)	Estabilidad (Kg)	Relación Estabilidad Flujo
0.25%	2.13	4.60	15.89	70.65	34.00	3249.53	3762.78
0.5%	2.28	4.72	14.37	66.62	33.67	3379.15	3953.23
0.75%	2.20	5.02	13.99	63.01	32.67	3424.42	4128.21
1.0%	2.18	5.63	13.04	56.71	31.00	3784.88	4806.80



Handwritten signature and official stamps of the laboratory technician, including the USAT logo and the text "TECNICO DE LABORATORIO".



UNIVERSIDAD CATOLICA SANTO TORIBIO DE MORGUEJO  
 FACULTAD DE INGENIERIA  
 ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL  
 LABORATORIO DE GEOTECNIA, CAMINOS Y ENSAYOS



**ENSAYO CÁNTABRO DE DESGASTE PARA MEZCLAS  
 MTC E 515**

TEMA: "Influencia de las fibras de polipropileno en mezclas asfálticas en casete elaboradas con agregados reciclados de carpetas asfálticas"  
 TESIS: Giancarlo André Paría Tapia

ENSAYO CÁNTABRO DE DESGASTE PARA MEZCLAS							
N° DE BARRIQUETA	TIPO DE MEZCLA	% FIBRA DE POLIPROPILENO	N° DE REVOLUCIONES	TEMPERATURA °C	PESO INICIAL	PESO FINAL	% DESGASTE
1	PISADO-PATRÓN	0%	300	NO ESPECIFICADA	1221.88	1176.61	4.49%
2	PISADO-PATRÓN		300	NO ESPECIFICADA	1295.44	1209.79	6.61%
3	PISADO-PATRÓN		300	NO ESPECIFICADA	1347.14	1319.87	2.89%
4	PISADO-PATRÓN		300	NO ESPECIFICADA	1254.70	1188.22	5.30%
1	60% RAP + FIBRA	0.25%	300	NO ESPECIFICADA	1154.68	1130.5	2.09%
2	60% RAP + FIBRA		300	NO ESPECIFICADA	1226.86	1200.15	2.18%
3	60% RAP + FIBRA		300	NO ESPECIFICADA	1234.73	1208.7	2.11%
4	60% RAP + FIBRA		300	NO ESPECIFICADA	1145.87	1203.09	3.37%
1	60% RAP + FIBRA	0.50%	300	NO ESPECIFICADA	1202.48	1166.7	2.98%
2	60% RAP + FIBRA		300	NO ESPECIFICADA	1235.57	1212.54	1.86%
3	60% RAP + FIBRA		300	NO ESPECIFICADA	1238.18	1226.4	0.99%
4	60% RAP + FIBRA		300	NO ESPECIFICADA	1209.65	1202.3	0.61%
1	60% RAP + FIBRA	0.75%	300	NO ESPECIFICADA	1136.88	1143.66	1.19%
2	60% RAP + FIBRA		300	NO ESPECIFICADA	1102.13	1093.4	0.79%
3	60% RAP + FIBRA		300	NO ESPECIFICADA	1148.38	1144.58	0.32%
4	60% RAP + FIBRA		300	NO ESPECIFICADA	1182.40	1178.4	0.34%
1	60% RAP + FIBRA	1.0%	300	NO ESPECIFICADA	1045.40	1038.19	0.61%
2	60% RAP + FIBRA		300	NO ESPECIFICADA	949.60	938.75	1.14%
3	60% RAP + FIBRA		300	NO ESPECIFICADA	978.76	975.7	0.31%
4	60% RAP + FIBRA		300	NO ESPECIFICADA	1025.12	1023.4	0.17%



*[Handwritten signature]*  
 Hecho en  
 Riva de Obispo  
 Tec. Laboratorio  
 USAT

USAT  
 LABORATORIO DE GEOTECNIA, CAMINOS Y ENSAYOS  
 TÉCNICO DE LABORATORIO

NOTA:  
 El ensayo MTC E 515, no debe ser superior al 25%, a 25 °C  
 El ensayo (MTC E 515), sea por normalizar las probetas a un proceso de inmersión durante 24 horas a 60°C, no puede exceder del 40%



UNIVERSIDAD CATOLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO  
FACULTAD DE INGENIERIA  
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL  
LABORATORIO DE GEOTECNIA, CAMINOS Y ENSAYOS



ENSAYO DE LOTTMAN MODIFICADO TSR (MTC E - 522) (AASTHO T 283)

MUESTRA : PESADO PATRON

DATOS	#	MUESTRAS SUMERGIDAS				MUESTRAS SECAS			
		1	2	3	Prom.	4	5	6	Prom.
D	Número de briqueta								
D	Diámetro	10.1	10.2	10.1		10.1	10	10	
I	Espesor	6.2	6.3	6.6		6.7	6.6	6.3	
A	Peso de la muestra Seca al Aire	1132.8	1131.1	1255.6	1173.8	1223.1	1153.4	1216.3	1197.6
B	SSD de la Muestra	1138.60	1141.90	1259.30		1239.70	1160.60	1235.80	
C	Peso de la Muestra en Agua	642.80	640.50	692.40		692.10	654.30	694.20	
E	Volumen (B - C)	496.0	501.4	566.9		547.6	506.3	551.6	
F	Peso específico Bulk de la briqueta (A/E)	2.284	2.260	2.215	2.3	2.234	2.278	2.205	2.2
G	Peso específico teórico máximo (Rice)	2.351	2.351	2.351	2.4	2.351	2.351	2.351	2.4
H	% de vacíos ((G - F)/G)*100	2.84	3.86	5.78	4.2	4.98	3.09	6.19	4.8
I	Volumen de vacíos ((H*E)/100)	14.09	19.36	32.75		27.27	15.62	34.17	

Muestra Saturada en Vacíos con 19 a 28" Hg. - De 5 a 15 min. En Agua Destilada a 25 °C										
B'	SSD de la Muestra	gr	1143.32	1148.55	1279.42					
C'	Peso de la Muestra en Agua	gr	643.80	645.80	699.10					
E'	Volumen de la Muestra (B' - C')	cc	499.5	502.8	580.3					
J'	Volumen de Agua de Absorción (B' - A)	cc	10.5	15.5	23.8					
-	Saturación (100*J'/I)	%	74.7	79.8	72.7					
-	Hinchamiento (E' - E)*100/E	%	0.71	0.27	2.37					

Condiciones de Saturación Por 24 Hrs. En Agua a 60 °C - Baño de María										
I*	Espesor	cm	6.4	6.7	6.8					
B*	SSD de la Muestra	gr	1143.70	1148.60	1276.90					
C*	Peso de la Muestra en Agua	gr	645.60	639.70	693.80					
E*	Volumen (B* - C*)	cc	498.1	508.9	583.1					
J*	Volumen de Agua de Absorción (B* - A)	cc	10.9	15.5	21.3					
-	Saturación (100*J'/I)	%	77.4	80.1	65.0					
-	Hinchamiento (E* - E)*100/E	%	0.42	1.49	2.79					
-	Carga Máxima Kg	kg	230	220	220	280	260	270		
-	Carga Máxima N	N	2256.300	2158.200	2158.200	2190.900	2746.800	2550.600	2648.700	2648.7
-	Fuerza Tensible KPA	kg/cm2	2.27	2.05	2.04	2.12	2.63	2.51	2.73	2.62

RAZÓN DEL ESFUERZO A TENSIÓN (TRS) = 80.731%

NOTA:  
El valor mínimo aceptado para TSR es de 80%.





UNIVERSIDAD CATOLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO  
 FACULTAD DE INGENIERIA  
 ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL  
 LABORATORIO DE GEOTECNIA, CAMINOS Y ENSAYOS



ENSAYO DE LOTTMAN MODIFICADO TSR (MTC E - 522) (AASTHO T 283)

MUESTRA : ADICION 0.25%

DATOS		MUESTRAS SUMERGIDAS				MUESTRAS SECAS				
-	Número de briqueta	#	1	2	3	Prom.	4	5	6	Prom.
D	Diámetro	cm	10.1	10.2	10.1		10.1	10	10	
f	Espesor	cm	6.4	6.2	6.8		6.7	6.1	6.3	
A	Peso de la muestra Seca al Aire	gr	1183.7	1225.4	1219.0	1176.0	1215.7	1127.0	1231.8	1191.5
B	SSD de la Muestra	gr	1188.70	1131.80	1225.50		1218.90	1133.90	1238.20	
C	Peso de la Muestra en Agua	gr	696.80	647.80	696.40		692.80	639.30	695.40	
E	Volumen ( B - C)	cc	521.9	484.0	529.1		526.1	494.6	542.8	
F	Peso específico Bulk de la briqueta (A/E)	gr/cc	2.268	2.325	2.304	2.3	2.311	2.279	2.269	2.3
G	Peso específico teórico máximo (Bice)	gr/cc	2.406	2.406	2.406	2.4	2.406	2.406	2.406	2.4
H	% de vacíos ((G - F)/(G)*100)	%	5.75	3.38	4.26	4.5	3.98	5.31	5.70	5.0
I	Volumen de vacíos ((H*E)/100)	cc	30.02	16.35	22.55		20.93	26.28	30.94	

Muestra Saturada en Vacíos con 19 a 28" Hg. - De 5 a 15 min. En Agua Destilado a 25 °C											
B'	SSD de la Muestra	gr	1206.50	1137.90	1236.39						
C'	Peso de la Muestra en Agua	gr	678.30	641.80	698.50						
E'	Volumen de la Muestra ( B' - C')	cc	528.2	496.1	537.9						
J'	Volumen de Agua de Absorción (B' - A)	cc	22.8	12.5	17.4						
-	Saturación ( 100*J'/I)	%	75.9	76.5	77.1						
-	Hinchamiento (E' - E)*100/E	%	1.21	2.50	1.66						

Condiciones de Saturación Por 24 Hrs. En Agua a 60 °C - Baño de María											
I''	Espesor	cm	6.4	6.7	6.8						
B''	SSD de la Muestra	gr	1205.60	1136.70	1235.90						
C''	Peso de la Muestra en Agua	gr	668.30	637.90	698.45						
E''	Volumen ( B'' - C'')	cc	537.3	498.8	537.5						
J''	Volumen de Agua de Absorción (B'' - A)	cc	21.9	11.3	16.9						
-	Saturación ( 100*J''/I)	%	72.9	69.1	74.9						
-	Hinchamiento (E'' - E)*100/E	%	2.92	2.98	1.55						
-	Carga Máxima Kg	kg	350	370	360		380	390	380		
-	Carga Máxima N	N	3433.500	3629.700	3531.600	3531.600	3727.800	3825.900	3727.800	3760.5	
-	Fuerza Tensible KPA	kg/cm2	3.45	3.45	3.34	3.41	3.57	4.07	3.84	3.83	

70.00

RAZÓN DEL ESFUERZO A TENSIÓN (TRS) = 89.079%

NOTA:  
 El valor mínimo aceptado para TSR es de 80%.





UNIVERSIDAD CATOLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO  
FACULTAD DE INGENIERIA  
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL  
LABORATORIO DE GEOTECNIA, CAMINOS Y ENSAYOS



ENSAYO DE LOTTMAN MODIFICADO TSR (MTC E - 522) (AASTHO T 283)

MUESTRA : ADICION 0.50%

DATOS		MUESTRAS SUMERGIDAS				MUESTRAS SECAS			
	#	1	2	3	Prom.	4	5	6	Prom.
D	Diametro	10.1	10.2	10.1		10.1	10	10	
E	Espeor	6.5	6.6	6.5		6.3	6.2	6.6	
A	Peso de la muestra Seca al Aire	1217.2	1222.8	1232.0	1224.0	1143.1	1159.4	1219.6	1174.0
B	SSD de la Muestra	1225.70	1233.90	1239.80		1149.79	1168.70	1228.51	
C	Peso de la Muestra en Agua	673.60	681.30	686.70		634.30	645.10	675.30	
E	Volumen (B - C)	552.1	552.6	553.1		515.5	523.6	553.2	
F	Peso específico Bulk de la briqueta (A/E)	2.205	2.213	2.227	2.2	2.218	2.214	2.205	2.2
G	Peso específico teórico máximo (B/C)	2.330	2.330	2.330	2.3	2.330	2.330	2.330	2.3
H	% de vacíos [(G - F)/G]*100	5.38	5.03	4.41	4.9	4.83	4.97	5.39	5.1
I	Volumen de vacíos [(H*E)/100]	29.72	27.82	24.37		24.91	26.01	29.81	

Muestra Saturada en Vacíos con 19 a 28" Hg. - De 5 a 15 min. En Agua Destilado a 25 °C										
B'	SSD de la Muestra	gr	1241.14	1243.75	1251.77					
C'	Peso de la Muestra en Agua	gr	686.50	688.20	695.75					
E'	Volumen de la Muestra (B' - C')	cc	554.6	555.6	556.0					
F'	Volumen de Agua de Absorción (B' - A)	cc	23.9	21.0	19.8					
-	Saturación (100*F'/I)	%	80.6	75.3	81.1					
-	Hinchamiento (E' - E)*100/E	%	0.46	0.53	0.53					

NO SE EFECTUA

Condiciones de Saturación Por 24 Hrs. En Agua a 60 °C - Baño de María										
I*	Espeor	cm	6.4	6.7	6.8					
B*	SSD de la Muestra	gr	1238.05	1241.66	1248.70					
C*	Peso de la Muestra en Agua	gr	680.11	680.76	693.11					
E*	Volumen (B* - C*)	cc	558.5	560.9	555.6					
F*	Volumen de Agua de Absorción (B* - A)	cc	21.5	18.9	16.7					
-	Saturación (100*F*/I)	%	72.2	67.8	68.5					
-	Hinchamiento (E* - E)*100/E	%	1.16	1.49	0.45					
-	Carga Máxima Kg	kg	390	380	410	390	400.0	410		
-	Carga Máxima N	N	3825.900	3727.800	4022.100	3858.600	3825.900	3924.000	4022.100	3924.0
-	Fuerza Tensible KPA	kg/cm2	3.84	3.54	3.80	3.73	3.90	4.11	3.95	3.99

NO SE EFECTUA

RAZÓN DEL ESFUERZO A TENSIÓN (TRS) = 93.458%

NOTA:  
El valor mínimo aceptado para TSR es de 80%.



Henry Rivas Obitas  
Téc. Laboratorio USAT



UNIVERSIDAD CATOLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO  
 FACULTAD DE INGENIERIA  
 ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL  
 LABORATORIO DE GEOTECNIA, CAMINOS Y ENSAYOS



**ENSAYO DE LOTTMAN MODIFICADO TSR (MTC E - 522) (AASTHO T 283)**

MUESTRA : ADICION 0.75%

DATOS		MUESTRAS SUMERGIDAS				MUESTRAS SECAS			
	#	1	2	3	Prom.	4	5	6	Prom.
- Número de briqueta									
D Diámetro	cm	10.1	10.2	10.1		10.1	10	10	
t Espesor	cm	6.6	6.1	6.6		6.5	6.1	6.5	
A Peso de la muestra Seca al Aire	gr	1210.6	1144.8	1212.0	1189.1	1231.9	1190.5	1236.8	1219.7
B SSD de la Muestra	gr	1219.70	1154.70	1225.76		1247.71	1199.44	1242.81	
C Peso de la Muestra en Agua	gr	662.60	643.50	675.10		685.48	686.36	674.26	
E Volumen ( B - C)	cc	557.1	511.2	550.7		562.2	533.1	568.6	
F Peso específico Bulk de la briqueta (A/E)	gr/cc	2.173	2.239	2.201	2.2	2.191	2.233	2.175	2.2
G Peso específico teórico máximo (Rice)	gr/cc	2.326	2.326	2.326	2.3	2.326	2.326	2.326	2.3
H % de vacíos ((G - F)/G)*100	%	6.56	3.70	5.36	5.2	5.78	3.97	6.46	5.4
I Volumen de vacíos ((H*E)/100)	cc	36.54	18.94	29.50		32.51	21.17	36.73	

Muestra Saturada en Vacíos con 19 a 28° Hg. - De 5 a 15 min. En Agua Destilado a 25 °C					
B' SSD de la Muestra	gr	1233.72	1158.77	1233.90	NO SE EJECUTA
C' Peso de la Muestra en Agua	gr	675.60	646.80	679.32	
E' Volumen de la Muestra ( B' - C')	cc	558.1	512.0	554.6	
J' Volumen de Agua de Absorción (B' - A)	cc	23.1	14.0	21.9	
- Saturación ( 100*(J'/I))	%	63.2	73.8	74.2	
- Hinchamiento (E' - E)*100/E	%	0.18	0.15	0.71	

Condiciones de Saturación Por 24 Hrs. En Agua a 60 °C - Baño de María					
t* Espesor	cm	6.4	6.7	6.8	NO SE EJECUTA
B* SSD de la Muestra	gr	1232.30	1157.80	1230.98	
C* Peso de la Muestra en Agua	gr	668.60	640.70	669.70	
E* Volumen ( B* - C*)	cc	563.7	517.1	561.3	
J* Volumen de Agua de Absorción (B* - A)	cc	21.7	13.0	19.0	
- Saturación ( 100*(J*/I))	%	59.4	68.7	64.3	
- Hinchamiento (E* - E)*100/E	%	1.18	1.15	1.91	
- Carga Máxima Kg	kg	420	430	450	
- Carga Máxima N	N	4120.200	4218.300	4414.500	
- Fuerza Tensible KPA	kg/cm2	4.14	4.01	4.17	

RAZÓN DEL ESFUERZO A TENSION (TRS) = 94.913%

NOTA:  
 El valor mínimo aceptado para TSR es de 80%.



*Henry Rivas Obilias*  
 Henry Rivas Obilias  
 Tec. Laboratorio  
 USAT



UNIVERSIDAD CATOLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO  
 FACULTAD DE INGENIERIA  
 ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL  
 LABORATORIO DE GEOTECNIA, CAMINOS Y ENSAYOS



ENSAYO DE LOTTMAN MODIFICADO TSR (MTC E - 522) (AASTHO T 283)

MUESTRA : ADICIÓN 1.00%

DATOS	#	MUESTRAS SUMERGIDAS				MUESTRAS SECAS			
		1	2	3	Prom.	4	5	6	Prom.
D Diámetro	cm	10.1	10.2	10.1		10.1	10	10	
I Espesor	cm	6.3	6.5	6.8		6.5	6.6	6.2	
A Peso de la muestra Seca al Aire	gr	1233.3	1187.6	1282.3	1234.4	1280.8	1231.8	1272.6	1261.8
B SSD de la Muestra	gr	1240.87	1200.70	1299.80		1299.20	1239.80	1281.90	
C Peso de la Muestra en Agua	gr	656.80	636.80	688.41		681.80	654.30	684.70	
E Volumen (B - C)	cc	584.1	563.9	611.4		611.4	585.5	597.2	
F Peso específico Bulk de la briqueta [A/E]	gr/cc	2.112	2.106	2.097	2.1	2.095	2.104	2.131	2.1
G Peso específico teórico máximo (Rice)	gr/cc	2.238	2.238	2.238	2.2	2.238	2.238	2.238	2.2
H % de vacíos ((G - F)/G)*100	%	5.64	5.88	6.27	5.9	6.39	5.98	4.77	5.7
I Volumen de vacíos ((H*E)/100)	cc	32.93	33.17	38.36		39.04	35.03	28.49	

Muestra Saturada en Vacíos con 19 a 28" Hg. - De 5 a 15 min. En Agua Destilado a 25 °C										
B'	SSD de la Muestra	gr	1256.70	1210.21	1311.60					NO SE EJECUTA
C'	Peso de la Muestra en Agua	gr	668.54	645.70	691.50					
E'	Volumen de la Muestra (B' - C')	cc	588.2	564.5	620.1					
J'	Volumen de Agua de Absorción (B' - A)	cc	23.4	22.6	29.3					
	Saturación (100*J'/I)	%	71.0	68.0	76.4					
	Hinchamiento (E' - E)*100/E	%	0.70	0.11	1.42					

Condiciones de Saturación Por 24 Hrs. En Agua a 60 °C - Baño de Meria										
I*	Espesor	cm	6.4	6.7	6.8					NO SE EJECUTA
B*	SSD de la Muestra	gr	1256.70	1209.76	1310.90					
C*	Peso de la Muestra en Agua	gr	664.30	639.60	686.45					
E*	Volumen (B* - C*)	cc	592.4	570.2	624.5					
J*	Volumen de Agua de Absorción (B* - A)	cc	23.4	22.1	28.6					
	Saturación (100*J'/I)	%	71.0	66.7	74.5					
	Hinchamiento (E* - E)*100/E	%	1.42	1.11	2.11					
	Carga Máxima Kg	kg	440	440	450	440	450	450		
	Carga Máxima N	N	4316.400	4316.400	4414.500	4349.100	4316.400	4414.500	4381.8	
	Fuerza Tensible KPA	kg/cm2	4.33	4.10	4.17	4.20	4.20	4.34	4.62	

RAZÓN DEL ESFUERZO A TENSION (TRS) = 95.747%

NOTA:  
 El valor mínimo aceptado para TSR es de 80%.

USAT  
 TÉCNICO DE LABORATORIO

Henry Rivas Obinas  
 Tec. Laboratorio USAT



UNIVERSIDAD CATOLICA  
SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO  
FACULTAD DE INGENIERIA  
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL  
LABORATORIO DE GEOTECNIA, CAMINOS Y ENSAYOS



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

TESIS: "Influencia de las fibras de polipropileno en mezclas asfálticas en caliente elaboradas con agregados reciclados de carpetas asfálticas"

TESISTA: Giancarlo André Panta Tapia

TIPO DE MEZCLA	PATRON	0.25%	0.50%	0.75%	1.00%
1.- PESO DEL FRASCO	725	725	725	725	725
2.- PESO DEL FRASCO + AGUA	2650	2661	2646	2641	2761
3.- DIFERENCIA DEL PESO ( 04 ) - ( 05 )	1629	1631	1649	1609	1689
4.- PESO DEL FRASCO + MUESTRA + AGUA	4029.0	4031.0	4048.7	4009.0	4088.5
5.- PESO NETO DE LA MUESTRA	2400	2400	2400	2400	2400
6.- AGUA DESPLAZADA ( 2 ) - ( 3 )	1021	1030	997	1032	1073
PESO ESPECIFICO MAXIMO DE LA MUESTRA ( 5 ) / ( 6 )	2.3506	2.3301	2.4065	2.3256	2.2378



**CONFORMIDAD DE ASESOR**  
**TRABAJO DE INVESTIGACIÓN**

Chiclayo, 20 de 05 del 2025.

Señores

**DOCENTE DE LA ASIGNATURA DE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN**

**DOCENTE COORDINADOR DE TESIS**

**Escuela Profesional de Ingeniería Civil-USAT**

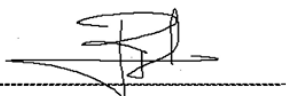
Presente.

Le expreso mi saludo y en mi condición de asesor doy mi **CONFORMIDAD** a la tesis titulada: **INFLUENCIA DE LAS FIBRAS DE POLIPROPILENO EN MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE ELABORADAS CON AGREGADOS RECICLADOS DE CARPETAS ASFÁLTICAS.**

presentado por el estudiante **GIANCARLO ANDRÉ PANTA TAPIA**

de la Escuela Profesional de **Ingeniería Civil**, de esta manera se cumple con uno de los requisitos para su pase a sustentación del informe de tesis de acuerdo con el art.32 de reglamento de elaboración y sustentación del trabajo de investigación para optar el título profesional.

Atentamente.



**Ing. Joaquín Hernán Rojas Oblitas**

Docente Asesor