



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

“Pavimento Flexible Empleando Polvo de Caucho Reciclado en la Mezcla Asfáltica, Avenida Wiesse, San Juan de Lurigancho 2021”

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO CIVIL**

AUTORES:

Oscoco Lopez Yashury Nicool (ORCID: 0000-0002-0947-1285)

Santos Pera Brandon (ORCID: 0000-0002-5931-7593)

ASESOR:

M. Sc. Emilio José Medrano Sánchez (ORCID: 0000-0003-1662-3571)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN

Diseño de Infraestructura Vial

LIMA – PERÚ

2021

Este trabajo va dedicado a nuestros padres, quienes, con su gran esfuerzo y dedicación, hicieron posible nuestros sueños de lograr ser profesionales en ingeniería civil.

Agradecemos a nuestros docentes y asesores quienes con su gran paciencia y dedicación. Nos ayudaron a redactar este trabajo de manera ordenada, coherente e innovadora.

Asu vez agradecemos a nuestra familia quienes, gracias a su comprensión, apoyo y motivación, nos ayudaron a no darnos por vencidos y seguir adelante.

Sin el apoyo de ustedes nada hubiese sido posible

Índice de contenidos

RESUMEN	vi
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO.....	5
III. METODOLOGÍA	21
3.1. Tipo de diseño de investigación	22
3.2. Variables y operacionalización.....	23
3.3. Población, muestra y muestreo.....	23
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	24
3.5. Procedimientos	25
3.6. Método de análisis de datos	26
3.7. Aspectos éticos.....	26
IV. RESULTADOS	27
V. DISCUSIÓN.....	40
VI. CONCLUSIONES	44
VII. RECOMENDACIONES.....	46
REFERENCIAS.....	48
ANEXOS.....	1

ÍNDICE DE TABLAS Y FIGURAS

Fig. N°1 Composición del Neumático	10
Fig.N°2 Trituración Mecánica del Caucho	11
Fig. N° 3 Reencauche de llantas	12
Fig. N° 4 Molienda ambiental	13
Fig. N° 5 Caucho Molido	13
Tabla N° 1 Proporción de materiales que contenidos en un neumático.....	14
Fig. N° 6 Proceso de Producción	15
Fig. N°7 Máquina de magnetización.....	16
Fig. 8 peso específico vs. % de asfalto	33
Fig. 10 peso específico vs. % de asfalto	33
Fig. 11 Estabilidad vs % de asfalto.....	34
Fig. 13 Estabilidad vs % de asfalto.....	34
Fig. 14 V.M.A. vs % de asfalto	35
Fig. 16. V.M.A con % de asfalto	35
Fig. 17 Porcentaje de Vacíos vs % de asfalto	36
Fig. 19 Porcentaje de Vacíos vs % de asfalto	36
Fig.19 Flujo vs % de asfalto	37
Fig.21 Flujo vs % de asfalto	37
Fig. 22 V.LL.C.A. vs % de asfalto.....	38
Fig. 24 V.LL.C.A. vs % de asfalto.....	38
Fig. 25 Valores mínimos requeridos para prueba Marshall.....	39

RESUMEN

Esta investigación tiene como finalidad analizar de qué manera influye el polvo de caucho reciclado en la mezcla asfáltica para pavimento flexible en la Av. Wiese, San Juan de Lurigancho 2021. Para dicho estudio se planteó un enfoque cuantitativo y de tipo aplicado, ya que se requiere de una serie de procedimientos sin lugar a cambios u omisión de pasos para la obtención de la información.

Siendo así, se pudo obtener los resultados requeridos, para lo cual se concluyó con una mejora en los valores de estabilidad y una mínima deficiencia con el flujo de la mezcla asfáltica. Dicha investigación se justifica en los datos obtenidos por laboratorios donde se pudo extraer información suficiente para sustentar las hipótesis.

Palabras clave

Mezcla Asfáltica, polvo de caucho reciclado, estabilidad y flujo.

ABSTRACT

The purpose of this research is to analyze how recycled rubber dust influences the asphalt mix for flexible pavement in Av. Wiese, San Juan de Lurigancho 2021. For this study, a quantitative and applied approach was proposed, since it requires a series of procedures without change or omission of steps to obtain the information.

Thus, it was possible to obtain the required results, for which it was concluded with an improvement in the stability values and a minimum deficiency with the flow of the asphalt mixture. This research is justified in the data obtained by laboratories where enough information could be extracted to support the hypotheses.

Keywords

Asphalt mix, recycled rubber powder, stability and flow.

I. INTRODUCCIÓN

En la actualidad se puede apreciar que la innovación en los diseños de mezclas asfálticas es de vital importancia para un país en Desarrollo, esto debido a la implementación de carreteras como medio de comunicación, sin embargo, la creación de nuevas carreteras asfaltadas crea un problema medio ambiental.

A nivel internacional existen países donde se aplican políticas de cuidado y conservación del medio ambiente las cuales obligan a las empresas, en este caso constructoras, a incorporar diferentes métodos en los cuales se pueda aplicar material reciclado en los diseños que se realicen con el fin de disminuir el impacto que tienen estos en el proceso de construcción y mantenimiento del mismo.

A su vez se observa que el sector automotriz va creciendo de manera considerable cada día. Según Giraldo, Peláez y Velásquez (2017), “se considera que entre 65 y el 70% del caucho elaborado en el mundo es empleado en la fabricación de llantas” (p.29).

Lo cual es apreciado en el incremento del tránsito, esto se puede observar en las grandes ciudades o capitales del país donde existe una gran cantidad de ciudadanos con algún tipo de vehículo. Según Giraldo, Peláez y Velásquez (2017), en su estudio de “Aplicaciones de caucho reciclado”, nos indica que el mercado observa un crecimiento anual al consumo de caucho y que entre 2016 y 2024 el consumo aumentara 3.1% esto debido a la adquisición de nuevos vehículos.

Teniendo en cuenta la capital de Lima, la cual alberga una mayor cantidad de peruanos y extranjeros, se puede apreciar que, el incremento de tránsito vehicular genera la necesidad de construir más pistas o carreteras que alivien el tránsito y la congestión de los vehículos.

Ante lo observado, la aplicación de materiales reciclados en este caso la utilización del material reciclado de caucho proveniente de las llantas en desuso en el diseño de pavimentos flexibles, es un gran aporte al desarrollo de diseños de pavimentos flexibles, para la conservación del medio ambiente y a su vez para dar soluciones eficaces ante la problemática.

La implementación de caucho reciclado como aditivo para el asfalto contribuye con el cuidado del medio ambiente debido a que no solo se trata de adicionarle propiedades al pavimento sino, que generará un cierto porcentaje de disminución de contaminantes al reutilizar las llantas de desuso ya que muchas de estas se

encuentran en acopios amontonadas y provocan grandes daños al medio ambiente ya que su descomposición es de larga vida y al descomponerse liberan emulsiones que contaminan el ambiente.

El polvo de caucho reciclado se genera por un proceso de molienda en el cual se va desprendiendo de las fibras de acero que forman parte de la composición de esta, logrando así que las migas generadas en el proceso mecánico obtengan diversas granulometrías que van a ser reutilizadas en diversas aplicaciones.

Según Sampieri (2014), señala que una investigación busca, ante todo, contribuir a la resolución de un problema, es por ello que como problema general consideramos ¿De qué manera el polvo de caucho reciclado influye en la mezcla asfáltica para pavimento flexible en la Av. Wiese, S. J. L.? Según Sampieri (2014) nos indica que. “Las preguntas demasiado generales no conducen a una investigación concreta; por tanto, hay que acotar las preguntas (...) ideas iniciales que es necesario refinar y precisar para que guíen el comienzo de un estudio” (p.38).

Por tal motivo de esta pregunta principal deslindamos las siguientes preguntas específicas, ¿De qué manera la incorporación de 3% de polvo de caucho reciclado influye en el flujo, de la mezcla asfáltica para pavimento flexible en la Av. Wiese, S. J. L.?, ¿De qué manera la incorporación de 5% de polvo de caucho influye en el flujo, de la mezcla asfáltica para pavimento flexible en la Av. Wiese, S. J. L.?, ¿De qué manera la incorporación de 3% de polvo de caucho reciclado influye en la estabilidad de la mezcla asfáltica para pavimento flexible en la Av. Wiese, S. J. L.? y ¿De qué manera la incorporación de 5% del polvo de caucho reciclado influye en la estabilidad de la mezcla asfáltica para pavimento flexible en la Av. Wiese, S. J. L.?

Según Sampieri (2014) afirma. “Las investigaciones se ejecutan con un propósito definido (...) ese proceso debe ser lo suficientemente significativo para que se justifique su realización” (p.40). Por tal motivo justificamos nuestra investigación mediante las propuestas de nuestros objetivos

De tal manera el siguiente trabajo de investigación tiene como objetivo principal Determinar de qué manera el polvo de caucho reciclado influye en la mezcla asfáltica para pavimento flexible en la Av. Wiese, S.J. L. De este objetivo principal deslindamos nuestros objetivos específicos los cuales son; Determinar de qué manera la incorporación de 3% de polvo de caucho reciclado influye en la flujo de la mezcla asfáltica para pavimento flexible en la Av. Wiese, S.J. L., Determinar de qué manera la incorporación de 5% de polvo de caucho reciclado influye en la flujo de la mezcla asfáltica para pavimento flexible en la Av. Wiese, S. J. L., Determinar de qué manera la incorporación de 3% de polvo de caucho reciclado influye en la estabilidad de la mezcla asfáltica para pavimento flexible en la Av. Wiese, S. J. L., Determinar de qué manera la incorporación de 5% de polvo de caucho reciclado influye en la estabilidad de la mezcla asfáltica para pavimento flexible en la Av. Wiese, S. J. L.

II. MARCO TEÓRICO

Para la realización de esta investigación partimos de la observación y análisis del índice de condición de pavimento (PCI), en un tramo de mil metros lineales, iniciando en la Av. El Sol.

Para la siguiente investigación tenemos como referencias; algunos estudios realizados anteriormente, los cuales nos sirven de base para nuestro estudio.

En el trabajo experimental de Vega (2017) que lleva por título “Análisis del comportamiento a compresión de asfalto conformado por caucho reciclado de llantas como material constituido del pavimento asfáltico” concluye lo siguiente, la implementación del caucho en el pavimento flexible no solo genera ventajas para el medio ambiente si no también, genera un gran rendimiento en la ejecución de la mezcla asfáltica, sus propiedades con respecto al tiempo crecen y brindan mayor flexibilidad y resistencia debido a la incorporación del caucho.

Según Macedo y Ureta (2020), en su tesis titulada “Influencia del caucho reciclado utilizado como agente modificante en los parámetros de diseño de una mezcla asfáltica”. Realizada en la Universidad Ricardo Palma Lima, Perú. El cual tuvo como objetivo, determinar cómo influye el caucho reciclado como aditivo modificador en las características de una mezcla asfáltica convencional aplicado por la vía seca.

Se obtuvo información resultante de siete investigaciones relacionadas a la muestra, de los cuales los ensayos y parámetros se rigen en el método de diseño Marshall y los porcentajes de polvo de caucho reciclado aplicado en la mezcla asfáltica a las temperaturas indicadas.

Como técnica se utilizó la observación y como instrumento realizaron hojas de Excel para la recolección de datos con respecto a la información obtenida, de esa manera se realizó una base de datos. La tesis concluyo en que, al adicionar el polvo de caucho reciclado a la mezcla asfáltica por el proceso de vía seca, esta presenta mejoras en la estabilidad de hasta un 50% la cual infiere en una mayor resistencia a deformaciones a las cargas aplicadas

Ubidia (2019), en su tesis titulada “Diseño de pavimento flexible con la utilización de polvo de caucho reciclado para minimizar la generación de fisuras del Jr. Jorge Chávez cdra. 01-09 Ciudad de Tarapoto San Martín “. Teniendo como objetivo el diseño de pavimento flexible con la implementación de polvo de caucho para minimizar las fisuras. Como muestra analizo las zonas más críticas identificadas. De sus resultados concluyo que: la gradación del GCR (grano de caucho reciclado) afecta considerablemente en las características mecánicas de la mezcla convencional, viéndose reflejado mejoras en las propiedades mecánicas del mismo, afirmándose que con un 5.7% de contenido óptimo de asfalto, la estabilidad Marshall incrementa con la adición de 0.5% respecto a las muestras con las demás adiciones de polvo de caucho.

Según Boza (2020), en su tesis titulada “Adición de caucho reciclado en asfalto para el diseño de pavimento flexible en el Asentamiento Humano Villa Leticia Lurigancho 2020”. Que tuvo como objetivo determinar la mejora de la mezcla asfáltica convencional con el grano de caucho reciclado, para un pavimento flexible. Como muestra se analizaron 30 probetas de mezcla de asfalto en caliente, con inclusiones variables del porcentaje de incorporación caucho reciclado. Como instrumento de evaluación se usaron hojas de laboratorio. Concluyendo que: dados los resultados obtenidos en laboratorio, se determinó que, la aplicación de caucho reciclado favoreció positivamente la mezcla asfáltica para pavimento flexible en base a los parámetros establecidos para el método Marshall. Se obtuvo una mejora en el flujo, estabilidad, reducción del porcentaje de los vacíos en la mezcla.

Algunos de los conceptos que debemos conocer para entender la investigación, son los siguientes términos.

La reutilización es la acción por medio del cual se permite volver a utilizar un producto o un bien ya sea para lo que fue inicialmente creado o para darle un nuevo uso con el fin de reducir y mitigar su impacto, contribuyendo con la sostenibilidad del entorno.

El polvo de caucho reciclado:

Es el material reciclado de caucho, un componente generado a partir de las llantas que se encuentran en acopios y sin uso, que mayormente tienen un destino final sin control y que atenta contra el

medio ambiente, rellenos sanitarios, plantas térmicas, basureros a cielo abierto entre otros, que generalmente ocasionan un daño ambiental importante (Díaz, 2017 p.23)

El reciclado del neumático ayuda a darle un nuevo uso a este material, disminuyendo las acumulaciones de los mismos que se encuentran formando arrecifes donde la proliferación de roedores y de insectos acarreadores de enfermedades que constituyen un problema para la salud.

Con la idea de implementar un material reciclable como es el caucho, el cual encontramos en grandes cantidades por el incremento de vehículos de manera no controlada, generando no solo una solución al problema de los pavimentos flexibles y su deterioro por un diseño convencional si no que, también se reduce el impacto negativo medio ambiental que genera la acumulación y mal proceso de eliminación de las llantas.

Los costos, según Granados (2017), nos señala que “para la fabricación de 1 m³ de mezcla asfáltica incluyendo el caucho reciclado se requieren aproximadamente 4 llantas, y que para producir una tonelada de grano de caucho reciclado se requieren 250 neumáticos” (p.43).

La idea de utilizar los neumáticos reciclados en diferentes características físicas es será una forma ecológica de reducir los impactos ambientales que general su mal proceso de eliminación.

Pues debido a que el material reciclado (neumático) se encuentra muchas veces en acopios sin utilizar lo que genera que tenga un bajo costo, la trituración generara un costo menor en el mismo ya que no tiene muchos procesos mecánicos ni adición de algún otro material para su descomposición.

Para el diseño de una mezcla bituminosa, consideramos que para el método Marshall el cual describe el proceso para poder determinar la resistencia a la deformación plástica de las probetas cilíndricas de las mezclas asfálticas para la pavimentación, empleando el aparato Marshall.

El método es utilizable en laboratorio, y también para el registro en las obras.

Dentro de las ventajas que se presenta este método se destacan:

- Proporciona los valores totales de un prototipo en un lugar determinado.
- Obtención de resultados rápidos.
- Equipo compacto, liviano y portátil.
- El proceso de compactación genera densidades razonables similares a las aplicadas en campo.

Esto se da con el fin de que la mezcla asfáltica cumpla con los requisitos de estabilidad y deformabilidad, ante las situaciones que se presentan, tales como, cambio climático, las cargas presentadas por los vehículos para los cuales se diseñó. En resumen, dicho método busca encontrar la proporción óptima para responder ante las solicitudes que se presenten

Esta normativa no procura dar directrices sobre aspectos de protección afiliados con su uso. Es el compromiso de quien la utilice, establece los parámetros de seguridad y sanidad apropiada y definida, el uso de las restricciones regulatorias antes de su ocupación.

Según la secretaría de comunicaciones y transportes del instituto mexicano del transporte, en su publicación técnica N° 246, “el cuerpo de ingeniero de EEUU, mediante una extensa investigación y estudios de correlación, aumento y sumo ciertos aspectos al proceso utilizando la prueba Marshall e incremento un método de diseño de mezclas” (p.15).

Según Granados (2017), “la densidad de la mezcla compactada está definida como su peso unitario (el peso de un volumen específico de la mezcla)” (p.17). Así también se debe tener en cuenta que esta característica es de vital importancia porque al tener un pavimento con mayor densidad se estaría hablando de un pavimento con un rendimiento más duradero.

Esta se obtiene de la multiplicación de la gravedad específica total de la aleación por la densidad del agua, está sujeta y obtenida en laboratorio, se convierte en la densidad patrón, y es utilizada como relación para decretar si la densidad del asfalto es o no apto.

Los vacíos, según Granados (2017), “son espacios pequeños de aire, o bolsas de aire, que están presentes entre los agregados revestidos en la mezcla final

compactada”, este factor proporciona al pavimento espacios donde el asfalto pueda fluir ante las cargas adicionales provocadas por los vehículos que transitan en ella.

La durabilidad depende de este, ya que un alto contenido de vacíos genera un deterioro por las filtraciones de agua, por otra parte, un bajo espacio de vacíos causa de la secreción de material la cual se refiere a que el asfalto en exceso es extraído lejos de la mezcla y hacia el exterior.

Se presentan mezclas con altos contenidos de vacíos las cuales representan una alta permeabilidad, esto genera la circulación de aire y agua en el interior de la carpeta asfáltica, el cual conduce al posible desprendimiento del agregado grueso y presencia de fisuras o grietas en el mismo.

Entonces, la relación de vacíos no solo dependerá del grado de compactación que va a tener, sino también, de las especificaciones climatológicas de un determinado lugar

Por otro lado, la elaboración de las llantas consolida una gran proporción de la producción del caucho, componen un 60% de la fabricación anual del mismo.

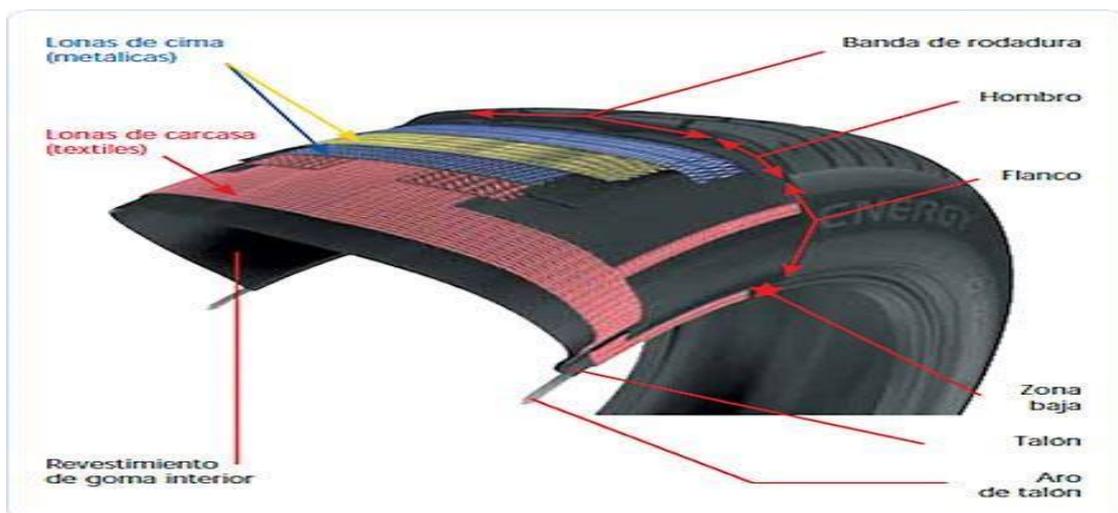


Fig. N°1 Composición del Neumático

Fuente: <https://images.app.goo.gl/hdqq7Wb13mechr1GA>

Los procesos para la obtención del caucho reciclado, se deben realizar teniendo en cuenta que a la fecha existe una gran cantidad de neumáticos desechados anualmente producto del cambio y no reutilización de las llantas por el método de la vulcanización. Lo cual genera un impacto negativo en el medio ambiente ya sea

por la quema de los mismos o por la acumulación de este mismo en grandes cantidades sin control alguno en rellenos sanitarios.

Existen diferentes procesos en el cual los neumáticos en materia prima para la elaboración de diversos productos, ya sea para objetos de uso cotidiano, amortiguadores de choques, o como es el caso a estudiar en pavimentos. Pero para ello se necesita triturar los neumáticos a un tamaño mínimo, para que así sea más sencilla su aplicación a los diferentes productos que se va a realizar.

La trituración mecánica, es el proceso en el cual se reduce de manera significativa el tamaño de un objeto en el caso a tratar, de los neumáticos fuera de uso, al realizar este proceso podemos obtener un material de forma homogénea respecto a sus dimensiones.

Este proceso se realiza por maquinarias de rotación inversa las cuales al pasar por ellos dejan materiales de tamaños ideales para el trabajo en molienda.

Cabe resaltar que este método, en plantas de modernas se puede obtener una materia más pura con un bajo coste de funcionamiento y sobre todo que no genera algún tipo de contaminación durante su proceso.



Fig.Nº2 Trituración Mecánica del Caucho

Fuente: <https://images.app.goo.gl/wevxH1uubWdejxtK9>

Otro método es el reencauche de llantas, se aplica en los neumáticos al repararlos (por lo general de camiones y autobuses) son impuestos a una sucesión de preparativos en donde son rallados por cuchillas, ocasionando de así pequeños pedazos de caucho”. Cabe recalcar que, en lo descrito anteriormente, mediante el proceso de reencauchado de llantas que también es un proceso en el cual se le vuelve a dar una nueva vida útil al neumático cuando ya presenta desgaste, en este proceso una de sus actividades es la de pulir la zona que está en contacto con la calzada, debido a este proceso se generan residuos de caucho de tamaños con un diámetro de 3 mm y 25 mm en promedio.



Fig. N° 3 Reencauche de llantas

Fuente: <https://publicamion.com/index.php/noticias/ecologia/61-el-reencauchede-llantas-un-tema-de-ahorro-y-ecologia>

También tenemos el método de la molienda ambiental que según, Angulo.R & Duarte. A, “es muy eficiente ya que es el método más remoto utilizado para fabricar material grueso de caucho y normalmente el menos costoso para producir CRLI en tamaños superiores a la malla N° 40” (p.13). Esto quiere decir que este método es uno de los primeros en el rubro, el cual no genera un impacto negativo con el medio ambiente al realizar el proceso de trituración.

Este proceso luego de haberse triturado por completo, pasa por una serie de cintas transportadoras las cuales llevan al material a las distintas áreas donde existen separadores magnéticos, los mismos que separan los residuos de acero que contiene el neumático. Cabe resaltar que se debe implementar un proceso en el cual extraiga los residuos textiles de manera eficaz.



Fig. N° 4 Molienda ambiental

Fuente: <https://tecnologiaminer.com/novedad/conte-group-molienda-decaucho-1516110179>



Fig. N° 5 Caucho Molido

Fuente: https://encryptedtbn0.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcSABWl_fz7k2Kb24Dmhw7wIW34D5nSe4MTOV78wH1ruWgLo825p&s

El método de termólisis según Granados, (2017). “Es un sistema que tiene como resultado separar un material en diversos elementos a través de su calentamiento” (p.45). El objetivo de este proceso es el de descomponer la materia prima en este caso las llantas de caucho, en varios pedazos a través de la exposición del mismo a temperaturas elevadas.

Este proceso tiene como finalidad separar los elementos a través de la exposición a temperaturas elevadas, teniendo en cuenta que la el calor producido no debe contener oxígeno para que se destruyan los enlaces químicos del material

El método de Pirolisis según Granados (2017). Es el “método cuyo objeto en generar que los compuestos originales de las llantas a través de la aplicación a las mismas, de altas temperaturas en un espacio con ausencia de oxígeno, destruyendo los enlaces químicos de los neumáticos” (p.13).

La destrucción de la materia prima en este caso las llantas de caucho vía mecánica se le denomina como un proceso de trituración a una calentura ambiente, es un procedimiento en el cual no se requiere de mucha tecnología y su impacto con el medio ambiente es casi nulo, en cuanto a maquinaria que se utiliza está diseñada para reducir la materia a partículas muy finas (pasantes del tamiz #30) en un ensayo propio de la maquinaria. Esta misma tiene un proceso mediante el cual separa las partículas de acero y mallas por medio de vibración y separación de fajas.

Según la empresa Regomax, las proporciones en que se dan sus componentes de las llantas luego de tu destrucción son las siguientes:

Materia	Porcentaje
Caucho	80%
Alambre de acero	15%
Fibra textil	5%

Tabla N° 1 Proporción de materiales que contenidos en un neumático

Fuente: <https://buscadordealleres.com/blog/que-pasa-con-los-neumaticos-usados/>



Fig. N° 6 Proceso de Producción

Fuente: <https://images.app.goo.gl/BXVtk8KBnWovh7Y69>

Los neumáticos son llevados a planta y la cual se procede a desmenuzar el caucho, principalmente por tema de conservación de las maquinas en este caso para prolongar el tiempo de vida útil de las cuchillas que tiene la trituradora, luego son echados a la cinta que lleva al triturador donde se reducirá más aun las partículas desmenuzadas.

Este proceso es ejecutado por 2 rodillos de trituración, las que están conectadas a las fajas transportadoras que también cuentan con cuchillas afiladas en todo su entorno.

El material ya triturado se lleva a una maquina donde se obtiene mediante magnetización, el acero sobrante, en este paso también se desliga los textiles sobrantes por diferencia de pesos. Ya al finalizar el granulo de caucho se clasifica según su espesor.



Fig. N°7 Máquina de magnetización

FUENTE: <https://sp.depositphotos.com/218792200/stock-video-old-tyre-piectransported-by.html>

Las características de los cementos asfálticos, son: la durabilidad la cual indica el tiempo de demora de las características que posee el cemento asfáltico frente a los procedimientos normales de degradación y envejecimiento de su vida útil.

La adhesión y cohesión, es otra de las características del asfalto para pegarse al agregado en la mezcla. Cohesión es la capacidad para afianzarse firmemente a las partículas de los agregados que conforman el pavimento.

El índice de penetración, genera una dimensión de sensibilidad del cemento asfáltico en relación a la variación de temperatura. Se calcula indirectamente como el objetivo de la conclusión de la inserción y el punto de ablandamiento

La impregnación, explica el proceso que se debe proseguir para decretar la dureza de los elementos asfálticos duros o semiduros en los cuales el primordial integrante es un asfalto, la perforación se define como la distancia, manifestada en decimas de milímetros hasta la cual una aguja normalizada se introduce verticalmente en el material en condiciones definidas de carga, tiempo y temperaturas. Generalmente, el ensayo se realiza a 25° C (77° F) mientras 5 segundos y con una carga móvil

total, insertada a la aguja de 100gr. Aunque también se pueden emplear otras condiciones definidas anteriormente.

La viscosidad, es la relación del tiempo de flujo, en segundos por el factor de calibración del viscosímetro. Se calcula el tiempo indispensable, para incluir atreves del vacío, un volumen fijo de líquido por el un tubo capilar, bajo condiciones fuertemente controladas de vacío y calentura.

El punto de ablandamiento, es la temperatura a la que llegan en un definido estado, a la fluidez a la cual el asfalto no puede soportar la carga de una bolsa de acero dentro de un anillo, por lo cual la prueba se puede denominar como anillo y bola.

Los agregados o materiales pétreos, se caracterizan por ser duras, se encuentra en forma de roca, sus propiedades más comunes es su dureza, es utilizadas como parte de los materiales para la conformación de la base granular o las capas que conforman a un pavimento, sus partículas gradadas o fragmentadas se usan como parte de un asfalto. Pavimento Flexible

“La distribución de tensiones y deformaciones generadas en la estructura por las cargas de rueda del tráfico, se da de tal forma que las capas de revestimiento y base absorben las tensiones verticales de compresión del suelo de fundación por medio de la absorción de tenciones” (Tecnología, 2015 p. 11)

De esto se infiere que, la carpeta asfáltica transmite de manera uniforme las cargas, generadas por el pase vehicular, a las secciones inferiores, las cuales cuentan con una serie de ensayos que permiten demostrar la resistencia de este ante las cargas a las que se le solicitara, con el fin de que se pueda prestar la solución propuesta como es el caso de un pavimento flexible ante una problemática dada.

Así mismo está esta recibe esfuerzos que le generan fisuras ocasionadas por la fatiga generada por la repetitiva carga generada por el tránsito vehicular, conllevando así un deterioro del mismo.

Las propiedades físicas de los agregados son, la granulométrica; según Tecnología (2015), “Las granulometrías continuas no son aconsejables, la dispersión de

materiales, tienen la inclinación a caer sobre el riego de ligante antes que las partículas más grandes”.

De esto se infiere que, la manipulación en exceso del material agregado a la mezcla, no debe de ser continuo ya que al así se puede provocar un acabado defectuoso y secreción, lo cual reduce el tiempo de vida útil del asfalto, generándose gastos de mantenimiento y otros para su conservación.

Teniendo en cuenta de que según el tráfico a darse se tienen como consideraciones los siguientes puntos de vista:

Tamaño máximo

-Depende de la clasificación de la vía.

-El tipo de suelo que se cuente como fundación.

Recomendaciones:

-Un material de mayor tamaño presenta una dificultad considerable ante su fijación.

-El agregado de menor tamaño tiene mejor adherencia, pero una menor tolerancia a las cargas.

La forma, es para Tecnología (2015), “el aspecto de las partículas está definida por, la naturaleza de la roca, el proceso de pulverización, el coeficiente de reducción en el proceso de molienda”.

Se entiende que, según el tipo de procedimiento que se tenga para la obtención del agregado se podrá clasificar según la forma que tenga este mismo.

Tipos:

- Redondeadas
- Laminares
- Cubicas
- Poliédricas (ideales)

La dureza para Tecnología (2015), nos hace mención de que “Esta particularidad es muy imprescindible, se debe verificar mediante el ensayo de abrasión de Los Ángeles”. Las determinaciones mediante el Ensayo de Abrasión de Los Ángeles. Las determinaciones para la construcción de carreteras instauran que el desgaste no debe ser mayor al 40%”.

Esto nos da a entender que, los agregados que se aplicaran en la mezcla deben tener una proveniencia de piedras trituradas, cascajo o guijarros rodados triturados, los cuales presentan una mayor resistencia al desgaste.

La porosidad según Tecnología (2015), menciona que “Una pequeña porosidad es ventajosa, ya que permite una penetración correcta del ligante, lo cual incrementa la resistencia a la separación de la película de ligante bajo la interacción del agua”.

De lo cual se infiere que, el agregado a utilizar debe contar con un cierto grado de porosidad, con el fin de aumentar la adherencia de los materiales con el ligante y así esta funcione de manera adecuada ante la aplicación de las cargas producidas por el tránsito vehicular.

El Tecnología (2015). “Las fracciones pétreas deben estar exentas de polvo, materia orgánica o cualquier sustancia perjudicial”.

Se deduce que, si es inevitable la limpieza de los materiales todo esto con el fin de garantizar una mejor adherencia entre los elementos de los agregados y el ligante bituminoso.

Las Propiedades físico químicas de los agregados son la adherencia.

Tecnología (2015). Hace mención de que “es una estipulación elemental para que los agregados sean cubiertos por el ligante. Según lo descrito se infiere que, esta propiedad físico química es esencial para evitar el desprendimiento de ocasionada por la acción combinada del agua y el tránsito vehicular la cual la película de ligante tiene como función oponer la suficiente resistencia para evitar este tipo de desprendimientos.

La alterabilidad, para Tecnología (2015). “Los agregados están sujetos a procesos de descomposición”. Esto explica que, los agregados de la mezcla, en el caso sea un pavimento flexible, asfáltica están expuestos a diferentes agentes que afectan

directamente al mismo debido a que estos están imponiendo a la intemperie y además a la combinación de efectos ocasionados por los factores atmosféricos y al tráfico.

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo de diseño de investigación

El siguiente trabajo de investigación es experimental, la cual según Galán (2016) en su guía metodológica nos indica que “en este tipo de estudio el investigador ya tiene una hipótesis de trabajo que pretende comprobar, además conoce y controla una serie de variables que tienen relación con la hipótesis”.

Este tipo de estudio pretende dar soluciones basándose en ensayos según la variable de estudio. Para este caso contamos con dos variables de estudio. Como variable dependiente tenemos Mezcla Asfáltica y como variable independiente tenemos al polvo de caucho reciclado.

Respecto a lo mencionado anteriormente, el tipo de investigación a realizar propone demostrar sus hipótesis mediante ensayos que brinden información certera.

Un diseño experimental esta dado en diferentes niveles:

- Identificar cada uno de los factores que influyan el resultado obtenido de un experimento.
- Cada factor deberá ser controlable, conocidos y modificables.
- Se debe reducir cualquier factor que afecte la investigación.
- Basarse en información verídica y fiable.

Pertenece al tipo de investigación explicativa, ya que no solo describirá conceptos, este tipo de estudio da a conocer los factores que dan origen a la naturaleza del estudio, lo que orienta a la comprobación de las hipótesis.

El tipo de investigación a realizar según su naturaleza es de tipo aplicada, ya que dicho trabajo se apoyará de investigaciones descriptivas, teniendo en cuenta las variables y la problemática propuesta en el estudio, se brindará una respuesta de solución al problema planteado.

El enfoque de la investigación es cuantitativo. Para Tecnología, (2015) menciona que, “es secuencial y probatorio. Cada etapa procede a la siguiente y no podemos brincar o eludir pasos, el orden es riguroso, aunque desde luego, podemos redefinir alguna fase”. (p. 4). Cabe señalar que dicho enfoque se refiere a realizar un proceso en el cual respete una serie pasos, pudiendo el mismo redefinir alguna fase, pero no omitirla en el proceso.

Se refiere al conjunto de elementos u objetos que compartan similares características las cuales se puedan clasificar en un mismo grupo.

3.2. Variables y operacionalización

Variable independiente: Polvo de caucho reciclado

El polvo de caucho reciclado para esta investigación, se obtiene mediante la trituración y segregación de llantas. En la cual se colectará solo el material que pase la malla N°30

Se trata de convertir los neumáticos fuera de uso en polvo de caucho a escala micrométrica para utilizarlo en una amplia gama de aplicaciones industriales” asegura Alan Barton, director ejecutivo de Lehigh Technologies, compañía especializada en la fabricación de materias primas sostenibles con más de diez años de experiencia en la comercialización de polvo de caucho en Estados Unidos. López C. (2016).

Variable dependiente: Mezcla Asfáltica

Zúñiga, R. (2015). “Se define como mezcla asfáltica (o bituminosa) en caliente a la combinación de áridos (incluido el polvo mineral) con un ligante. Las cantidades relativas de ligante y áridos determinan las propiedades físicas de la mezcla”.

La mezcla asfáltica es una combinación de, asfalto con agregados pétreos en proporciones estandarizadas, que se utiliza para construir pavimento flexible.

3.3. Población, muestra y muestreo

Tanto la población y la muestra se realizó de manera no probabilística por conveniencia.

Población:

Según Galán (2016), en su guía metodológica nos indica que la población es un “conjunto para el cual serán válidas las conclusiones que se obtengan (...) la

población no solo se refiere a la gente, también puede ser una empresa, una industria, etc. La población es el total del caso de estudio". Ante ello,

-Se tomo como población 30 briquetas

Muestra:

Según Galán (2016), en su guía metodológica nos indica que la muestra

“consiste en seleccionar elementos de una población de la que se desea medir ciertos factores”. Dicha mención se reduce a un grupo reducido que represente de manera objetiva al grupo completo de la población.

Se tomaron como muestra 30 briquetas, las cuales comprenden 2 grupos con adición de polvo de caucho y una muestra patrón, cada grupo está conformado por 10 briquetas.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Técnicas de Recolección de Datos

Para dicha materia en estudio se ejecutarán técnicas basadas en el análisis directo y pruebas en laboratorio certificado, para obtener datos con la menor probabilidad de errores en su procedimiento de elaboración, para la aplicación de caucho como material reciclado en el diseño de mezcla asfáltica en caliente.

Validez

Carpio (2016) Nos dice que “el grado en que un instrumento efectivamente mide la variable en estudio” (p.201). Esto hace mención a que, se debe utilizar elementos de medición eficientes los cuales arrojen datos concisos, que de alguna manera o circunstancia no se modifiquen al aplicarlo de la misma manera en diferentes tiempos.

Es decir, utilizar instrumentos los cuales acrediten la certeza de los datos obtenidos producto de los ensayos realizados a la determinada muestra, sin que estas presenten alteraciones al variar procesos que no afecten directamente el resultado.

Confiabilidad

Guevara (2016), nos hace mención de que, “la confiabilidad de un instrumento de medición se refiere al grado en que su aplicación repetida al mismo individuo produce resultados iguales” (p. 200). Cabe recalcar que la confiabilidad de un instrumento se destaca por los valores que se obtiene al realizar diferentes tipos de estudios o análisis a una muestra, en tiempo diferentes.

Se puede decir que la confiabilidad de un instrumento de medición depende de la diferencia de valores que arroje como resultado del análisis, sin que este mismo se altere por factores de tiempo, entre otros factores similares.

3.5. Procedimientos

Para demostrar las hipótesis planteadas nos apoyaremos de ensayos en laboratorio. Para el procesamiento de la información realizamos los siguientes pasos:

Paso 1: Selección de título de investigación

Paso 2: Elaboración de matriz de consistencia

Paso 3: Recolección de información

Paso 4: Revisión de trabajos anteriores

Paso 5: Análisis de variables

Paso 6: Revisión bibliográfica

Paso 7: Se realizo el análisis de nuestras propuestas en el laboratorio

Paso 9: Interpretación de datos obtenidos

Paso 10: Realización de conclusión

Paso 11: Realización de recomendaciones

3.6. Método de análisis de datos

La técnica a emplear como punto de partida en la investigación será la de observación y estudio de variables que intervienen en la mezcla asfáltica, considerando los resultados obtenidos en los parámetros Marshall, considerando trabajos de investigaciones nacionales e internacionales

Respecto al instrumento a utilizar, serán hojas de cálculo en Excel obtenidos por ensayos en laboratorio, para poder realizar una base de datos para su posterior análisis.

3.7. Aspectos éticos

El trabajo de investigación realizada cuenta con los siguientes compromisos éticos:

- Los ensayos realizados en laboratorio son de autoría propia, este con el fin de respetar la propiedad intelectual de los investigadores
- La originalidad de la información de datos extraídos de otras fuentes

IV. RESULTADOS

A continuación, se presenta el índice de condición de pavimento flexible, el cual indica el estado en el que se encuentra el lugar de estudio.

Siguiendo con la investigación, describiremos las características generales de la zona de estudio

La avenida Fernando Wiesse es una de las vías principales del distrito de San Juan de Lurigancho, extendiéndose de norte a sur con un promedio de 20 cuadras. En su berma central se puede apreciar parte del viaducto elevado del tren eléctrico Línea 1.

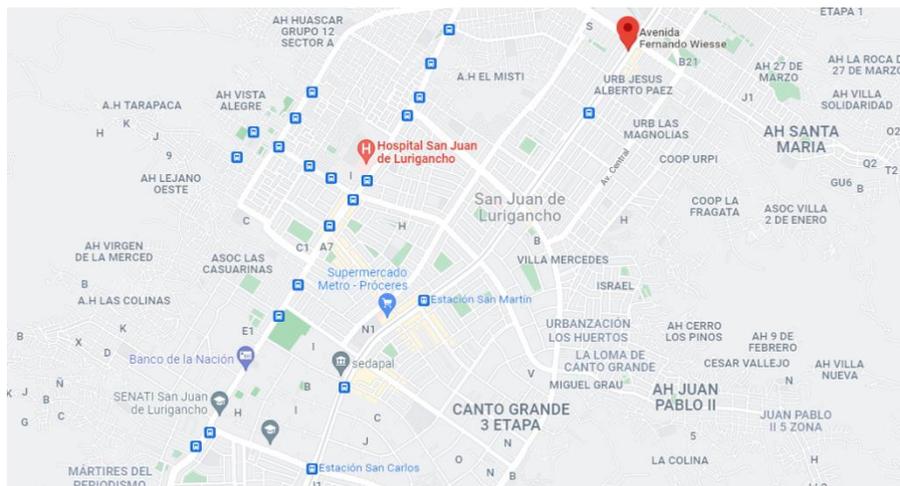


Fig. 26 Av. Fernando Wiesse – Fuente Google Maps

Para el proceso de obtención del índice de condición del pavimento (PCI), la avenida a intervenir comprende el cruce de la Av. El Sol con dirección al norte, teniendo una longitud de estudio de 1000 metros lineales, considerando ambas calzadas. Una vez planteado dichos valores se procede con la determinación de la cantidad de unidades de muestreo.

CALCULO DE UNIDADES MUESTRALES	
ANCHO DE CALZADA (m)	6
LONGITUD (m)	1000
LONGITUD DE MUESTRA	38.3
REDONDEO A	40
AREA DE TRABAJO (m2)	240
UNIDADES MUESTRALES	50
MINIMO DE UNIDADES MUESTRALES	25

Fig.27 Calculo de unidad de muestreo – Fuente Propia

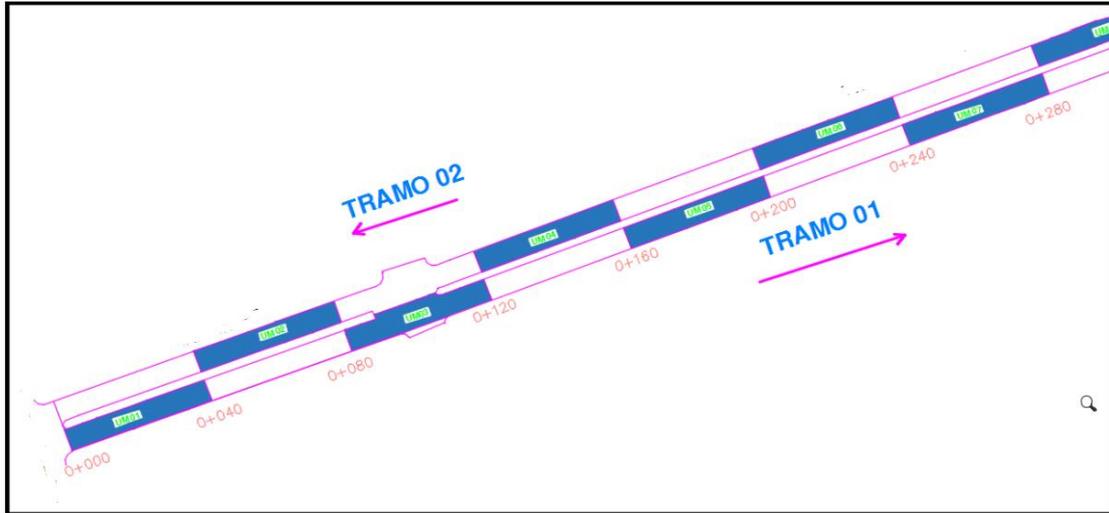


Fig.28 Distribución de unidades de muestreo – Fuente Propia

Se procedió con la recopilación de información en campo, teniendo en consideración el tipo de falla encontrada. Posteriormente estos datos fueron procesados en una hoja de calculo conforme a los procedimientos prescritos en el manual PCI.

Se analizo la condición del pavimento de la unidad muestral UM-03 con los siguientes resultados.

INDICE DE CONDICION DE PAVIMENTO										
ZONA		ABCISA INICIAL		UNIDAD DE MUESTREO		ESQUEMA				
AV. FERNANDO WIESSE		0+080		UM-03						
TRAMO		ABCISA FINAL		AREA DE MUESTREO m2						
1		0+120		240						
INSPECCIONADA POR				FECHA						
SANTOS PERA, BRANDON				19/12/2021						
No.	DAÑO		No.	DAÑO		No.	DAÑO			
1	piel de cocodrilo (m2)		7	grieta de borde (m)		13	huecos (unidad)			
2	exudacion (m2)		8	grieta de reflexion en junta (m)		14	ahuellamiento (m2)			
3	agrietamiento en bloque		9	denivel carril/berma (m)		15	desplazamiento (m2)			
4	abultamiento y hundimiento		10	grietas long. y transversales (m)		16	grieta parabolica (m2)			
5	corrugacion (m2)		11	parqueo (m2)		17	hinchamiento (m2)			
6	depresion (m2)		12	pulimiento de agregado (m2)		18	desprendimiento de agregado (m2)			
DAÑO	SEVERIDAD	CANTIDADES PARCIALES				TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO		
11	H	7.5				7.5	3.13	30		
11	M	6	4.75			10.75	4.48	21		
13	M	1				1	0.42	18		
19	H	57	7.5			64.5	26.88	62		
NUMERO DEDUCIDOS >2(q)		4				$mi = 1 + (9/98) * (100 - VDH)$				
VALOR DEDUCIDO MAS ALTO (VDH)		62								
NUMERO MAXIMO DE VALORES DEDUCIDOS (mi)		4								
VALOR DEDUCIDO CORREGIDO										
N°	CALCULO DE VALORES DEDUCIDOS						VDT	q	VDC	
1	62	30	21	18	-	-	131	4	73.5	
2	62	30	21	2	-	-	115	3	50.5	
3	62	30	2	2	-	-	96	2	68.2	
4	62	2	2	2	-	-	68	1	68	
								MAXIMO VDC	73.5	
INDICE DE CONDICION DE PAVIMENTO (PCI)										
$PCI = 100 - (MAX. VDC)$				$PCI = 26.5$						
ESTADO DE CONDICION DE PAVIMENTO					MALO					

Fig. 29 Tabla de valores PCI – Fuente propia

Ya analizado las 25 unidades muestrales se procedió al resumen del estudio para poder determinar el estado en el que se encuentra dicha zona de estudio.

RESULTADOS DE EVALUACION DEL PAVIMENTO FLEXIBLE AV. FERNANDO WIESSE PROGRESIVA						
0+000 - 1+ 000						
UNIDAD MUESTRAL	PROGRESIVA INICIAL	PROGRESIVA FINAL	MAX. CDV	AREA	PCI	CLASIFICACION
UM-01	0+000	0+040	15	240	85	EXCELENTE
UM-02	0+040	0+080	10	240	90	EXCELENTE
UM-03	0+080	0+120	74	240	26	MALO
UM-04	0+120	0+160	90	240	10	FALLADO
UM-05	0+160	0+200	80	240	20	MUY MALO
UM-06	0+200	0+240	91	240	9	FALLADO
UM-07	0+240	0+280	79	240	21	MUY MALO
UM-08	0+280	0+320	92	240	8	FALLADO
UM-09	0+320	0+360	94	240	6	FALLADO
UM-10	0+360	0+400	76	240	24	MUY MALO
UM-11	0+400	0+440	91	240	9	FALLADO
UM-12	0+440	0+480	87	240	13	MUY MALO
UM-13	0+480	0+520	80	240	20	MUY MALO
UM-14	0+520	0+560	96	240	4	FALLADO
UM-15	0+560	0+600	50	240	50	REGULAR
UM-16	0+600	0+640	63	240	37	MALO
UM-17	0+640	0+680	35	240	65	BUENO
UM-18	0+680	0+720	58	240	42	REGULAR
UM-19	0+720	0+760	74	240	26	MALO
UM-20	0+760	0+800	35	240	65	BUENO
UM-21	0+800	0+840	39	240	61	BUENO
UM-22	0+840	0+880	42	240	58	BUENO
UM-23	0+880	0+920	41	240	59	BUENO
UM-24	0+920	0+960	72	240	28	MALO
UM-25	0+960	0+1000	54	240	46	REGULAR
CLASIFICACION GENERAL					35	MALO

Fig. 30 Resumen de valores PCI – Fuente propia

Se determino un pavimento flexible en estado malo, el cual se recomienda una propuesta de solución para corregir dicha situación. Por lo tanto, el siguiente estudio a realizar propone un diseño de mezcla asfálticas en caliente no convencional, el cual muestre mejoras significativas ante la situación actual del mismo.

Continuando con el capítulo, mostraremos los resultados obtenidos del índice de condición de pavimento los ensayos realizados en el laboratorio LAB SUELOS JCH S.A.C. Del cual obtuvimos los siguientes resultados con respecto al ensayo Marshall realizado a la mezcla asfáltica con la inclusión de polvo de caucho reciclado.

Los siguientes resultados se obtuvieron de 30 briquetas de mezcla asfáltica, de las cuales 10 son mezcla base, 10 mezclas base con inclusión de 3% de polvo de caucho reciclado y por ultimo las 10 briquetas restantes con 5% de inclusión de polvo de caucho reciclado.

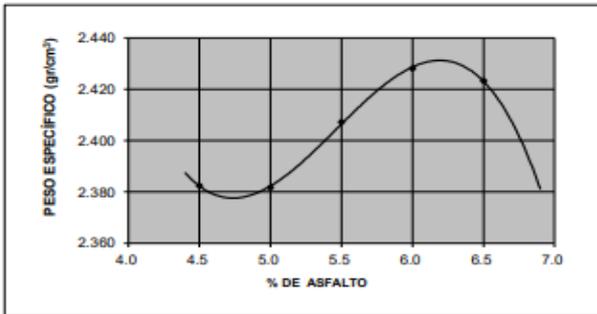
El ensayo se realizó con variaciones de 0.5% con respecto al cemento asfáltico (esto normado en el Ministerio de Transportes y Comunicaciones, específicamente en la E 504 Normativa para el Método Marshall) por cual usamos 5 porcentajes.

Siendo estas de 4.5%, 5%, 5.5%, 6% y 6.5% (esto por recomendación del laboratorio en base a la experiencia adquirida a lo largo de los años). Se consideraron dos briquetas por cada porcentaje de cemento asfáltico.

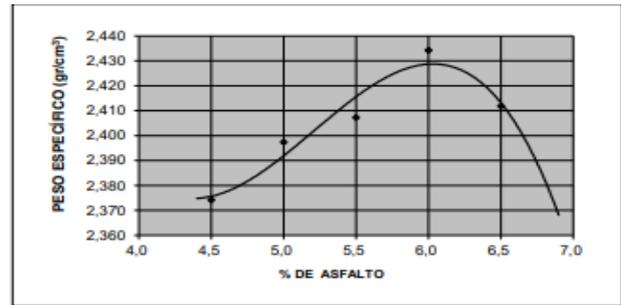
Obteniendo como contenido óptimo de cemento asfáltico 6% respecto a la muestra patrón y de 6.1 %, para las muestras modificadas con la inclusión de caucho, de aquí partimos nuestras interpretaciones de los gráficos haciendo una comparativa de los resultados, ya sean que hayan variado o no.

A continuación, los resultados obtenidos:

Grafica Del Peso específico



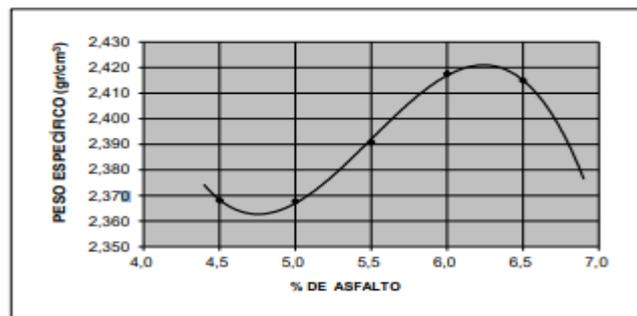
Muestra Patrón



Muestra Patrón con inclusión de 3%

Fig. 8 peso específico vs. % de asfalto

Fig. 9 peso específico vs. % de asfalto



Muestra Patrón con inclusión de 5%

Fig. 10 peso específico vs. % de asfalto

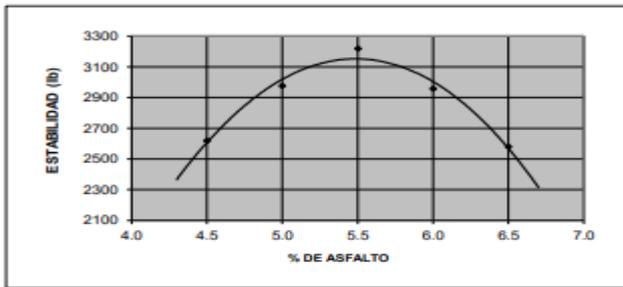
Los gráficos mostrados nos indican el comportamiento de la curva con respecto a la integración del caucho con las proporciones ya mencionadas. Para analizar las variaciones el estudio se enfocó en el óptimo contenido de asfalto demostrando que con respecto a la inclusión del 3 % de polvo de caucho reciclado no se observa variación alguna. Sin embargo, con respecto a la inclusión del 5% se observa una variación en cuanto a los resultados obtenidos.

Muestra patrón: 2430 gr/cm³

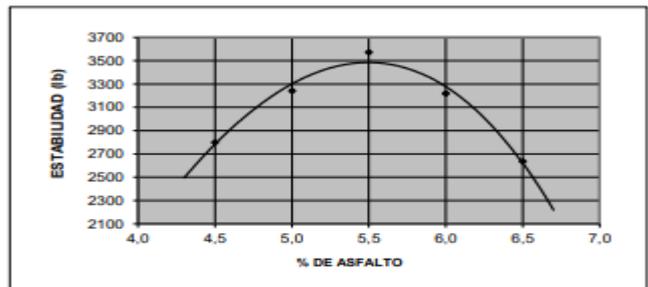
Muestra patrón con inclusión de 3% de polvo de caucho: 2430 gr/cm³

Muestra patrón con inclusión de 5 % de polvo de caucho reciclado: 2419 gr/cm³

Grafica de estabilidad



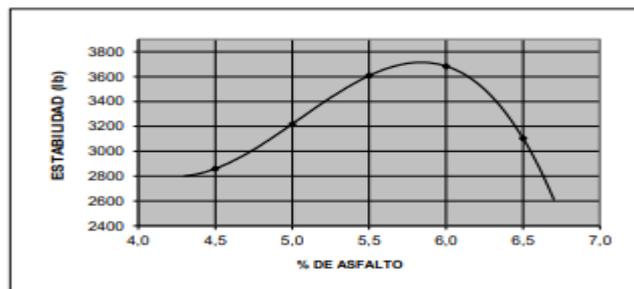
Muestra Patrón



Muestra Patrón con inclusión de 3%

Fig. 11 Estabilidad vs % de asfalto

Fig. 12 Estabilidad vs % de asfalto



Muestra Patrón con inclusión de 5%

Fig. 13 Estabilidad vs % de asfalto

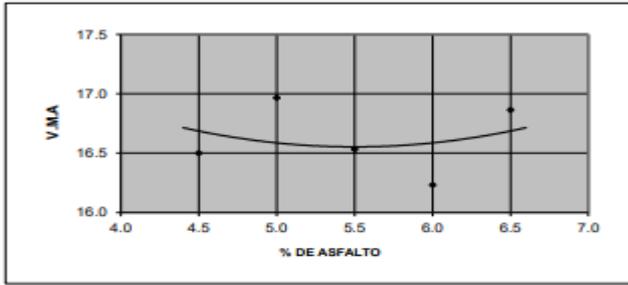
Con respecto a las gráficas obtenidas en función de la estabilidad se observa una variación de aumento proporcional a la incorporación de caucho en reemplazo al cemento asfáltico. Dando como resultado un aumento considerable dentro de los valores mínimos requeridos para un pavimento de Clase A, según la tabla 423-04 del MTE E-504.

Muestra patrón: 3000 lb (13.79kN)

Muestra con inclusión de 3% de polvo de caucho reciclado: 3140 lb (13.97 kN)

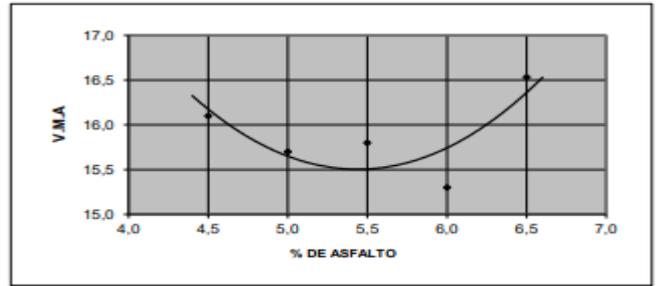
Muestra con inclusión de 5% de polvo de caucho reciclado: 3605 lb (16.04 kN)

Grafica de Vacíos en la Mezcla Asfáltica



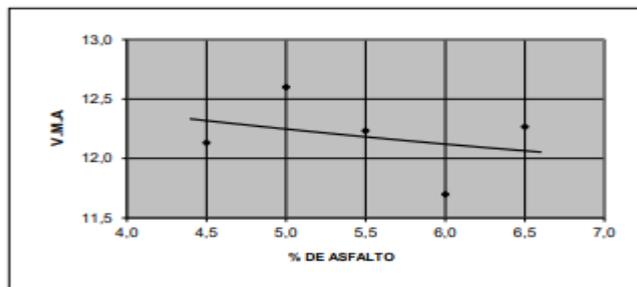
Muestra Patrón

Fig. 14 V.M.A. vs % de asfalto



Muestra Patrón con inclusión de 3%

Fig. 15 V.M.A. vs % de asfalto



Muestra Patrón con inclusión de 5%

Fig. 16. V.M.A con % de asfalto

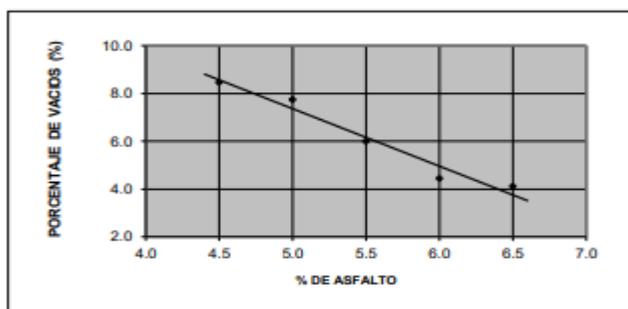
En las gráficas observamos las variaciones del comportamiento de la curva con respecto a los vacíos en la mezcla asfáltica, variando desde una curva a una recta. Los valores obtenidos son los siguientes:

Muestra patrón: 16.6 %

Muestra con inclusión de 3% de polvo de caucho reciclado: 15.8 %

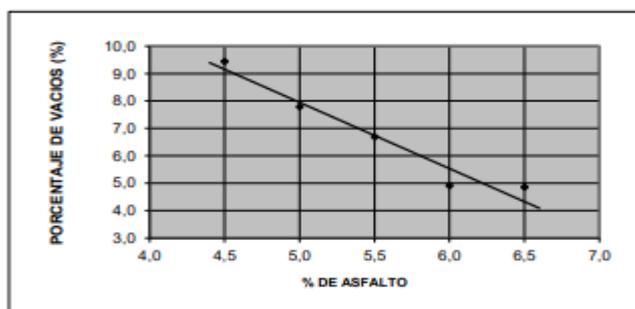
Muestra con inclusión de 5% de polvo de caucho reciclado: 12.1 %

Grafica de Porcentaje de Vacíos



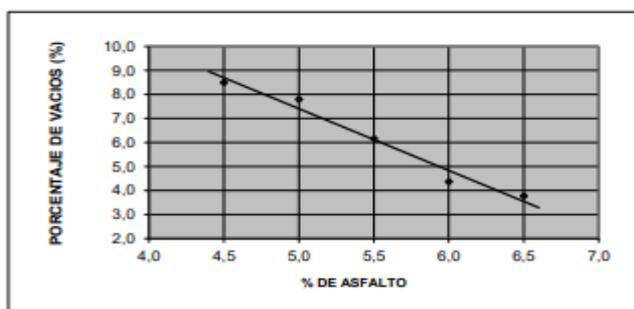
Muestra Patrón

Fig. 17 Porcentaje de Vacíos vs % de asfalto



Muestra Patrón con inclusión de 3%

Fig.18 Porcentaje de Vacíos vs % de asfalto



Muestra Patrón con inclusión de 5%

Fig. 19 Porcentaje de Vacíos vs % de asfalto

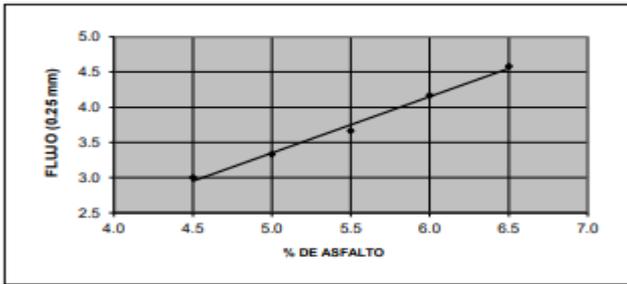
En las gráficas obtenidas con respecto al porcentaje de vacíos en la mezcla se obtuvo variación en cuanto a los valores de la recta. Siendo estos valores los siguientes:

Muestra patrón: 4.4%

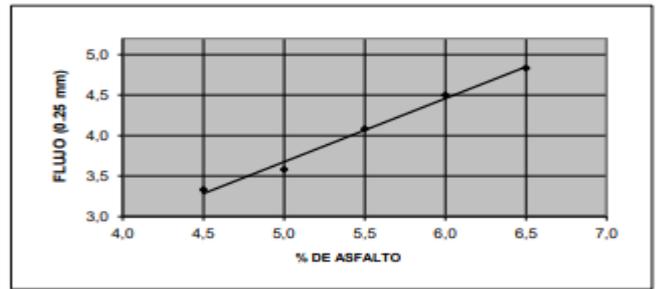
Muestra con inclusión de 3% de polvo de caucho reciclado: 5.2%

Muestra con inclusión de 5% de polvo de caucho reciclado: 4.6%

Grafica de Flujo



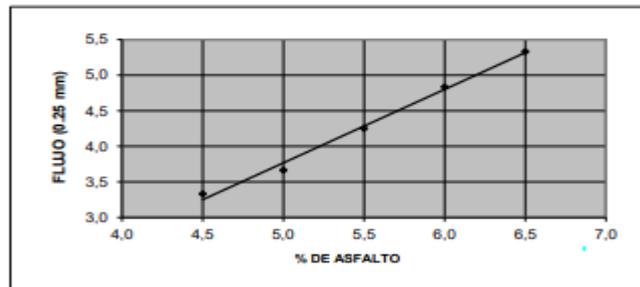
Muestra Patrón



Muestra Patrón con inclusión de 3%

Fig.19 Flujo vs % de asfalto

Fig.20 Flujo vs % de asfalto



Muestra Patrón con inclusión de 5%

Fig.21 Flujo vs % de asfalto

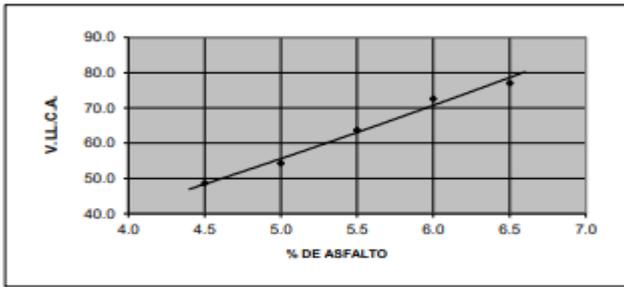
En las gráficas obtenidas respecto al flujo de la mezcla, se muestran las variaciones de los resultados con respecto a la muestra patrón y las de incorporación de caucho reciclado. Los cuales son los siguientes:

Muestra Patrón: 16.8

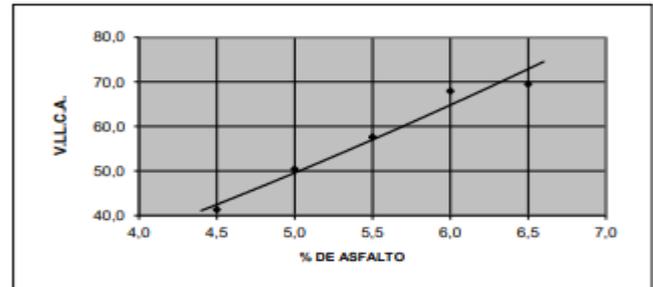
Muestra Patrón con incorporación de 3% de polvo de caucho: 18.3

Muestra Patrón con incorporación de 3% de polvo de caucho: 19.6

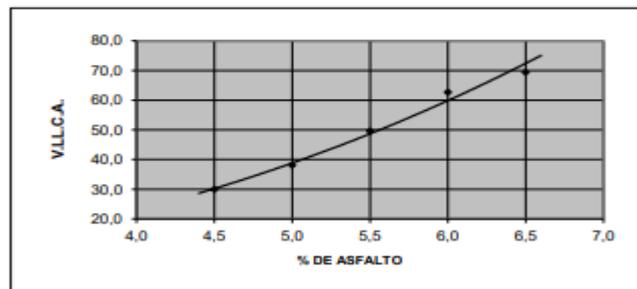
Grafica de Volumen Llenado con el Cemento Asfaltico



Muestra Patrón
Fig. 22 V.L.L.C.A. vs % de asfalto



Muestra Patrón con inclusión de 3%
Fig. 23 V.L.L.C.A. vs % de asfalto



Muestra Patrón con inclusión de 5%

Fig. 24 V.L.L.C.A. vs % de asfalto

En las gráficas obtenidas del volumen de llenado con el cemento asfaltico se aprecia la variación de la recta, obteniendo los siguientes resultados:

Muestra Patrón: 16.6

Muestra Patrón con inclusión de 3% de polvo de caucho: 15.8

Muestra Patrón con inclusión de 5% de polvo de caucho: 12.1

Basándonos en los valores mínimos requeridos según el MTC E-504, el cual adjunta una serie de procedimientos para la elaboración de unas mezclas bituminosas con el método Marshall.

Tabla 423-06

Requisitos para mezcla de concreto bituminoso

Parámetro de Diseño	Clase de Mezcla		
	A	B	C
Marshall MTC E 504			
1. Compactación, número de golpes por lado	75	50	35
2. Estabilidad (mínimo)	8,15 kN	5,44 kN	4,53 kN
3. Flujo 0,01" (0,25 mm)	8-14	8-16	8-20
4. Porcentaje de vacíos con aire (1) (MTC E 505)	3-5	3-5	3-5
5. Vacíos en el agregado mineral	Ver Tabla 423-10		
Inmersión – Compresión (MTC E 518)			
1. Resistencia a la compresión Mpa mín.	2,1	2,1	1,4
2. Resistencia retenida % (mín.)	75	75	75
Relación Polvo – Asfalto (2)	0,6-1,3	0,6-1,3	0,6-1,3
Relación Estabilidad/flujo (kg/cm) (3)	1.700-4.000		
Resistencia conservada en la prueba de tracción indirecta AASHTO T 283	80 Min.		

Fig. 25 Valores mínimos requeridos para prueba Marshall

Fuente Ministerio de Transportes y Comunicaciones

V. DISCUSIÓN

A partir de los resultados obtenidos, comprobamos que el polvo de caucho reciclado influye en la mezcla asfáltica para pavimento flexible en la Av. Wiese, S.J.L.

Lo cual coincide con los estudios anteriormente realizados por Macedo y Ureta (2020) en su tesis titulada “influencia del caucho reciclado utilizado como agente modificante en los parámetros de diseño de una mezcla asfáltica”, asimismo concuerda con el estudio de Ubidia (2019) quien en su tesis titulada “Diseño de pavimento flexible con la utilización de polvo de caucho reciclado para minimizar la generación de fisuras del Jr. Jorge Chávez cdra. 01-09 Ciudad de Tarapoto, San Martín”.

Quienes pudieron verificar que las propiedades mecánicas mejoran con respecto a la agregación de polvo de caucho reciclado. Sin embargo tienen discrepancias respecto a los porcentajes, y esto se debe a que las variables y proporciones son diferentes a las expuestas en este estudio.

Para nuestras hipótesis específicas;

- La incorporación de 3% de polvo de caucho reciclado influye en el flujo de la mezcla asfáltica para pavimento flexible en la Av. Wiese, S.J.L. la incorporación del caucho influye negativamente debido a que, al aumentar el flujo, la mezcla asfáltica tiende a sufrir mayor cantidad de deformación a la hora de aplicar la carga.
- La incorporación de 5% de polvo de caucho reciclado influye en el flujo de la mezcla asfáltica para pavimento flexible en la Av. Wiese, S.J.L. Al igual que con la incorporación del 3%, en nuestros resultados obtuvimos que con el 5 % de caucho el flujo aumenta, esto nos indica que tiende a sufrir mayores deformaciones.
- La incorporación del 3 % de polvo de caucho reciclado influye en la estabilidad para pavimento flexible en la Av. Wiese, S.J.L. con respecto a la estabilidad se observaron resultados positivamente, ya que la estabilidad aumento esto indica que tendrá mejor soporte ante cargas.

- La incorporación del 5% de polvo de caucho reciclado influye en la estabilidad para pavimento flexible en la Av. Wiese, S.J.L con respecto a la estabilidad al igual con el 3 % se observa una mejora debido a su aumento, lo cual nos indica una mejor resistencia ante las cargas.

Nuestros resultados obtenidos comparten concordancia con estudios realizados anteriormente en los cual se analiza la inclusión del caucho en la mezcla. Algunos de ellos como Ubidia (2019), quien en su tesis titulada “Diseño de pavimento flexible con la utilización de polvo de caucho reciclado para minimizar la generación de fisuras del Jr. Jorge Chávez cdra. 01-09 Ciudad de Tarapoto, San Martín”.

Sus estudios arrojaron resultados positivos con dados los resultados obtenidos a lo largo del desarrollo de su investigación, se pudo demostrar una mejora positiva de la mezcla asfáltica respecto a la convencional, apuntando a que la granulometría del caucho a incorporar influye en el desarrollo de las características mecánicas. Pudiéndose corroborar una mejora en los parámetros establecidos para un diseño Marshall, con la adición de caucho.

Partiendo de esta información, se puede compartir similar resultado, ya que en el presente trabajo se obtiene una mejora del 4.67% en la estabilidad respecto a la adición de 3% de polvo de caucho y con un óptimo contenido de asfalto de 6.1%, con el 5% de polvo de caucho reciclado y un óptimo contenido de asfalto se obtuvo una mejora del 20% en la estabilidad respecto a la mezcla asfáltica convencional.

Sin embargo, podemos observar la variación con respecto a los porcentajes óptimos de cemento asfáltico esto debido a que se trabajan con variables diferentes a las nuestras.

Según Boza (2020), en su tesis titulada “Adición de caucho reciclado en asfalto para el diseño de pavimento flexible en el asentamiento humano Villa Leticia – Lurigancho 2020”. Concluyo que como los estudios realizados, arrojaron resultados favorables en el diseño de pavimento flexible con el método Marshall, con una relación de mas del 20% en el flujo y la estabilidad.

Dicha información se asemeja con los valores obtenidos en los ensayos realizados para esta tesis, los cuales se obtienen valores que cumplen con los parámetros de un diseño Marshall, adicionando caucho reciclado en el mismo.

Para un 3% de polvo de caucho se obtuvo una mejora del 4.66% de incremento en la estabilidad y una reducción del 4.44% en la relación estabilidad/flujo.

Para un 5% de polvo de caucho se obtuvo una mejora del 20% en la estabilidad, una mejora en la relación estabilidad/flujo de 6.02% respecto a la mezcla asfáltica convencional, un aumento de 0.2% en relación a los vacíos y un aumento en los valores de flujo de 0.7 mm.

Como se observó en referencia a estudios anteriores tenemos concordancias, y discrepancias. Sin embargo nos sirvieron de base para poder realizar este estudio de manera metódica, ayudándonos con la definición de variables y estableciendo algunos parámetros de trabajo en cuanto a cantidades y proporciones.

VI. CONCLUSIONES

-En la presente tesis se determinó que la incorporación de 3% de polvo de caucho reciclado influyo en el flujo de la mezcla asfáltica para pavimento flexible en la Av. Wiese, S. J. L. Se pudo apreciar una creciente en los valores del flujo teniendo en cuenta su óptimo contenido de asfalto, muestra un aumento de 1.5 mm con relación a la muestra patrón. Lo cual aumenta la deformación a la carga máxima aplicada.

-En la presente tesis se determinó que la incorporación de 5% de polvo de caucho reciclado influyo en los valores del flujo en la mezcla asfáltica para pavimento flexible en la Av. Wiese, S. J. L. Se obtuvo una creciente de 2.8 mm respecto a una mezcla asfáltica convencional, lo cual induce a una mayor deformación al punto de carga máxima aplicada.

-En el siguiente trabajo se determinó que la incorporación de 3% de polvo de caucho reciclado influyo en la estabilidad de la mezcla asfáltica para pavimento flexible en la Av. Wiese, S. J. L. Se tomaron valores respecto al óptimo contenido de asfalto, tanto de la mezcla asfáltica convencional y la modificada, de los cuales, se puede apreciar que la estabilidad para una mezcla convencional es de 3000 lb respecto a la modificada que arroja un valor de 3140 lb, apreciando un incremento de 140 lb a favor de la mezcla modificada con la presencia del polvo de caucho reciclado.

-En la siguiente tesis se determinó que la incorporación de 5% de polvo de caucho reciclado influyo en la estabilidad de la mezcla asfáltica para pavimento flexible en la Av. Wiese, S. J. L. Teniendo en cuenta los óptimos contenidos de asfalto para la mezcla asfáltica convencional y para la mezcla asfáltica modificada con polvo de caucho reciclado, se obtuvo 3000lb para para mezcla tradicional y 3605 lb para la mezcla asfáltica modificada. Acotando que muestra una decreciente con el aumento de cemento asfáltico.

VII. RECOMENDACIONES

-Se recomienda continuar con el estudio, variando las proporciones de polvo de caucho respecto al asfalto.

-Se recomienda corregir los valores obtenidos en laboratorio, con la consulta de un especialista, con la finalidad de mejorar en algunos puntos las mezclas obtenidas

-Se recomienda, trabajar la mezcla asfáltica con diferentes tamaños del agregado caucho a la mezcla.

- Se recomienda incluir mayor cantidad de porcentajes, de esta manera se obtendrían mejores resultados.

REFERENCIAS

Adarkwa. (2016). Cookbook for Rheological Models – Asphalt Binders. (PhD in Civil Engineering). University of Delaware Newark, DE 19716. USA. Recovered from:

<https://cait.rutgers.edu/wp-content/uploads/2018/05/cait-utc-062-final.pdf>

AASHTO Guide for Design of Pavement Structures. (1993). Published by the American Association of State Highway and Transportation Officials. Washington, D.C. Recovered from:

<https://habib00ugm.files.wordpress.com/2010/05/aashto1993.pdf>

Agudelo y Martínez. (2019). Estudio comparativo del envejecimiento a largo plazo de una mezcla con asfalto modificado con grano de caucho reciclado. (tesis). Universidad Católica de Colombia. Bogotá. Recuperado desde:

<https://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/24074/1/PROYECTO%20DE%20GRADO%20ESPECIALIZACION%20EN%20INGENIERIA%20DE%20PAVIMENTOS.pdf>

Alfaro, C. (2012). Metodología de investigación científica aplicado a la ingeniería. Lima: Instituto de investigación de la facultad de ingeniería eléctrica y electrónica.

Botasso, G., & Segura, A. (2013). Obras y Proyectos 14. Microaglomerado asfáltico antiderrapante modificado con NFU, 13.

Brasileiro, Moreno, Matos, Tauste and Rubio. (2018). Reclaimed Polymers as Asphalt Binder Modifiers for More Sustainable Roads. (Article). Universidade Federal do Piauí. Brazil. Recovered from:

<https://www.mdpi.com/2071-1050/11/3/646/htm>

Canales, Juipa y Paucar. (2016) Método de Investigación para Ingenierías Basado en la Metodología de la Investigación Científica. (Artículo de Científico). Universidad Nacional Agraria de la Selva. Tingo Maris. Recuperado desde:

<https://www.unas.edu.pe/web/sites/default/files/web/archivos/ARTICULO%20CIENTIFICO%20metodos%20v3.pdf>

Carpio, X., & Raúl, M. (2013). Diseño de una linea de procesado para la obtencion de polvo de caucho a base de neumaticos fuera de uso (NFU). Guayaquil: Tesis para la obtención del titulo de Ingeniero Mecánico

Castro y Diaz. (2017). Implementación del grano de caucho reciclado (gcr) proveniente de llantas usadas para mejorar las mezclas asfálticas y garantizar pavimentos sostenibles en Bogotá. (Monografía de grado para optar el titulo de Ingeniero Civil). Universidad Santo Tomás. Bogotá. Recuperado desde:

<https://repository.usta.edu.co/bitstream/handle/11634/2633/Diazcesar2017.pdf>

Chávez, F. (2018). Comparación en laboratorio de las propiedades mecánicas de mezclas asfálticas con caucho producidas mediante el proceso húmedo, seco y semi-húmedo. Madrid: Tesina de investigacion.

Chamorro y Chancusig. (2017). Estudio de las propiedades mecánicas del asfalto modificado con polvo de caucho reciclado incorporado por vía húmeda y por vía seca frente al asfalto flexible sin modificación. (tesis). Universidad Central de Ecuador. Ecuador. Recuperado desde:

<http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/10811>

Galán. (2016). Guía Metodológica para Diseños de Investigación. En revista de COLMUNDO. Colombia. Recuperado desde:

<http://manuelgalan.blogspot.com/p/guia-metodologica-para-investigacion.html>

Garnica, P., Delgado, H., Gómez, J., Alonso, S., & Alarcón, H. (2004). Aspectos del diseño volumétrico de mezclas asfálticas. Mexico D.C.: Sanfandila.

Giraldo, Pelaez y Velasquez. (2017). Aplicaciones de caucho reciclado: una revisión de la literatura, Ciencia e ingeniería Neogranadina, vol. 27, no. 2, pp. 27-50. Recuperado de:

http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S0124-81702017000200027&script=sci_abstract&tlng=es

DOI: [http:// dx.doi.org/10.18359/rcin.2143](http://dx.doi.org/10.18359/rcin.2143)

Goicochea, F. (2019). Estudio de un asfalto con adición de caucho de neumático reciclado como polímero base, Chachapoyas - Amazonas - 2017. Chachapoyas: Tesis para obtener el título de ingeniero civil.

Granados, J. (2017). Comportamiento mecánico de la mezcla asfáltica en caliente modificada con caucho mediante proceso por vía seca respecto a la mezcla

asfáltica convencional. Lima: Tesis para optar el grado académico de maestro en ingeniería vial con mención en carreteras, puentes y túneles.

Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2010). Metodología de la investigación. México D.F: McGRAW-HILL / INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V.

Mohammad, L. (2014). Characterization of HMA Mixtures Containing High Recycled Asphalt Pavement Content with Crumb Rubber Additives. Louisiana: Louisiana Transportation Research Center.

Morante. (2019). Utilización de gránulos de caucho triturado de neumáticos fuera de uso en mezclas asfálticas en frío con emulsión y material fresado. (tesis). Pontificia Universidad Católica del Ecuador. Quito. Recuperado desde:

<http://repositorio.puce.edu.ec/handle/22000/16263>

Navarrete, G. (2019). Reutilización de residuos sólidos de elastómero y pavimento asfáltico envejecido y su impacto ambiental en Manabí - Ecuador. Lima: Tesis para optar el grado académico de Doctor en Ciencias Ambientales

Pereda, D., & Cubas, N. (2015). Investigación de los asfaltos modificados con el uso de caucho reciclado de llantas y su comparación técnico-económico con los asfaltos convencionales. Trujillo: Tesis para optar el título de Ingeniero Civil.

Pérez, E. (2014). Utilización de caucho de neumáticos reciclados en mezclas asfálticas para pavimento. *Investigación Tecnológica*, 12

Ramírez, A., Ladino, I., & Rosas, J. (2014). Diseño de mezcla asfáltica con asfalto caucho tecnología GAP graded para la ciudad de Bogotá. Bogotá: Facultad de Ingeniería especialización en ingeniería de pavimentos.

Reyes, F., Madrid, M., & Salas, S. (2007). Mezclas asfálticas. *Infraestructura Vial* N° 17, 10.

Rodríguez, E. (2016). Uso de polvo de caucho de llantas en pavimentos asfálticos. *PITRA-LanammeUCR*, 8.

Romero, L. (2018). Estudio de la influencia de la adición de neumático reciclado en mezclas asfálticas en caliente, en la ciudad de Juliaca. Juliaca: Tesis para optar el título de ingeniero civil.

Sampieri, (2014). *Metodología de la investigación*. (6ta Edición). México: McGRAW-HILL / INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V.
Consultado en:

<https://www.uca.ac.cr/wp-content/uploads/2017/10/Investigacion>.

Salamanca, D. (2018). Estudio comparativo del comportamiento de mezcla asfáltica con incorporación de polvo de caucho nacional, mediante vía seca,

versis mezcla con asfalto modificado con polimeros y asfalto multigrado. Tramo de prueba: Catapilco - La Laguna. Valparaiso: Tesis para optar el grado de Ingeniero Civil.

Soto Abanto, S. E. (2019). *Recomendaciones para redactar los antecedentes de una investigación o tesis* [Vídeo]. De: <https://www.youtube.com/channel/UC1YHVzfXuaArjv8Zt3L-Mmw>

Sequeira, W., & Cervantes, V. (2013). Consistencia de los diseños de mezcla según la metodologá Marshall. *Ciencias Aplicadas*, 14.

Tecnología (2015). Manual completo de diseño de pavimentos. Lima. Facultad de ciencias y tecnología. Consultado en:

https://topodata.com/wp-content/uploads/2019/09/DISENO-DE-PAVIMENTOS-UMSS_41.pdf

Vega Zurita, (2017). Análisis del comportamiento a compresión de asfalto conformado por caucho reciclado de llantas como material constitutivo del pavimento asfáltico. (trabajo experimental previo a la obtención del título de ingeniero civil). Universidad Técnica de Ambato. Ambato – Ecuador. Recuperado, desde:

<https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/25264/1/Tesis%20113%20-%20Vega%20Zurita%20Danilo%20Sebasti%C3%A1n.pdf>

Velazques, M. (1977). Manual del Asfalto. Bilbao: URMO, S.A DE EDICIONES. Obtenido de <https://www.libros-antiguos-alcana.com/asphalt-institute/manualdel-asfalto/libro Villagaray>

ANEXOS

	FORMULARIO	Código formulario	---
	INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS	Revisión	1
		Fecha	---
		Página	1 de 1

LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD

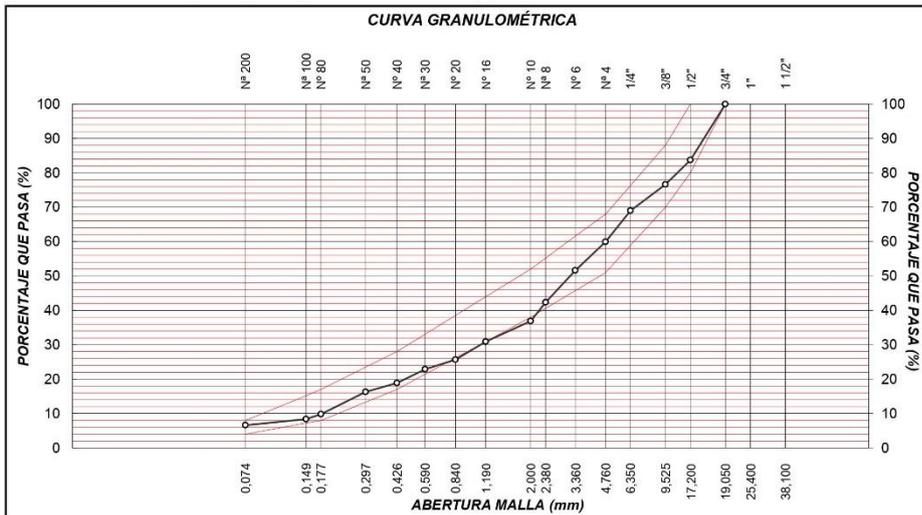
N° INFORME JCH 21 - 216

SOLICITANTE	:	SANTOS PERA, BRANDON	MUESTRA	:	Agregados
		OSCCO LÓPEZ, YASHURY NICOL	IDENTIFICACIÓN	:	La que se indica
PROYECTO	:	Tesis "Pavimento Flexible empleando Polvo de Caucho Reciclado en la Mezcla Asfáltica, Avenida Wiese, San Juan de Luigancho 2021"	CANTIDAD	:	100.0 Kg
			PRESENTACIÓN	:	Saco.
FECHA DE RECEPCIÓN	:	30.10.2021	FECHA ENSAYO	:	04.11.2021

MEZCLA DE AGREGADOS

MALLAS SERIE AMERICANA	GRANULOMETRÍA RESULTANTE				GRADACIÓN	MAC-2
	ABERTURA (mm)	RETIENE (%)	PASA (%)			
1 1/2"	38.100					
1"	25.400					
3/4"	19.050		100.0	100		
1/2"	12.700	16.3	83.7	80	-	100
3/8"	9.525	7.1	76.6	70	-	88
1/4"	6.350	7.6	69.0			
N° 4	4.760	9.1	59.9	51	-	68
N° 6	3.360	8.3	51.6			
N° 8	2.380	9.3	42.3			
N° 10	2.000	5.4	36.9	38	-	52
N° 16	1.190	6.0	30.9			
N° 20	0.840	5.2	25.7			
N° 30	0.590	2.8	22.9			
N° 40	0.426	4.0	18.9	17	-	28
N° 50	0.297	2.6	16.3			
N° 80	0.177	6.5	9.8	8	-	17
N° 100	0.149	1.4	8.4			
N° 200	0.074	1.8	6.6	4	-	8
- N° 200		6.6	-			

RESUMEN DE ENSAYO	
PROPORCIONES DE MEZCLA DE AGREGADOS	
(1) Cant. Dorita - Piedra chancada 1/2"	= 35%
(2) Cant. Dorita - Arena chancada	= 65%
PROPORCIONES EN LA MEZCLA RESULTANTE	
- AGREGADO GRUESO	= 40%
- AGREGADO FINO	= 60%
OBSERVACIONES :	
- Especificaciones del MTC EG-2013	



Observaciones:

- Muestra proporcionada e identificada por nuestro Laboratorio.
- Fecha de orden de ensayo y/o preparación: 30.10.2021

LMA (2/17)
JCH
O.S. N°216




JAVIER FRANCISCO
ULLOA CLAVIJO
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 193667

	FORMULARIO	Código formulario : ---
	INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS	Revisión : 1 Fecha : --- Página : 1 de 1

LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD

N° INFORME JCH 21 - 216

SOLICITANTE :	SANTOS PERA, BRANDON	MUESTRA :	Agregados
	OSCCO LÓPEZ, YASHURY NICOOOL	IDENTIFICACIÓN :	La que se indica
PROYECTO :	Tesis "Pavimento Flexible empleando Polvo de Caucho Reciclado en la Mezcla Asfáltica, Avenida Wiese, San Juan de Lurigancho 2021"	CANTIDAD :	100.0 Kg
		PRESENTACIÓN :	Saco.
FECHA DE RECEPCIÓN :	30.10.2021	FECHA ENSAYO :	04.11.2021

MALLAS		DENOMINACIÓN	Cant. Dorita - Piedra chancada 1/2"		Cant. Dorita - Arena chancada							
SERIE AMERICANA	ABERTURA (mm)	NORMAS ENSAYO	RET (%)	PASA (%)	RET (%)	PASA (%)						
3"	76.200	MTC E-104 (2000)										
2 1/2"	63.500											
2"	50.800											
1 1/2"	38.100											
1"	25.400											
3/4"	19.050				100.0							
1/2"	12.700			46.5	53.5							
3/8"	9.525			20.3	33.2		100.0					
1/4"	6.350			14.5	18.7	3.9	96.1					
N° 4	4.760			10.2	8.5	8.6	87.5					
N° 6	3.360			3.0	5.5	11.0	76.5					
N° 8	2.380			4.5	1.0	12.0	64.5					
N° 10	2.000			0.4	0.6	8.0	56.5					
N° 16	1.190			0.6	-	9.0	47.5					
N° 20	0.840					8.0	39.5					
N° 30	0.590					4.2	35.3					
N° 40	0.426					6.2	29.1					
N° 50	0.297					4.0	25.1					
N° 80	0.177					10.0	15.1					
N° 100	0.149					2.2	12.9					
N° 200	0.074				2.7	10.2						
- N° 200	-				10.2	-						

Observaciones:

- Muestra proporcionada e identificada por nuestro Laboratorio.
- Fecha de orden de ensayo y/o preparación: 30.10.2021
- Este documento no autoriza el empleo de los materiales analizados; siendo la interpretación del mismo de exclusiva responsabilidad del usuario.

Lima, 04 de Noviembre del 2021

LMA (1/17)
JCH
O.S. N°216




JAVIER FRANCISCO
ULLOA CLAVIJO
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 193667

	FORMULARIO	Código formulario	A-11
	INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS	Revisión	1
		Fecha	-
		Página	1 de 5

LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD

N° INFORME JCH 21-216

SOLICITANTE : SANTOS PERA, BRANDON **MUESTRA** : Agregados, Pen 60-70.
OSCCO LÓPEZ, YASHURY NICOOL

PROYECTO : Tesis "Pavimento Flexible empleando Polvo de Caucho Reciclado en la Mezcla Asfáltica, Avenida Wiesse, San Juan de Lurigancho 2021"
IDENTIFICACIÓN : La que se indica.
CANTIDAD : 100 kg, 01 gl.
PRESENTACIÓN : Sacos y envase metálico.

FECHA DE RECEPCIÓN : 2021/10/30. **FECHA DE ENSAYO** : 2021/10/30 al 2021/11/04.

ASTM D-6927 (2004) ENSAYO PARA MEDIR LA RESISTENCIA DE MEZCLAS BITUMINOSAS USANDO EL APARATO MARSHALL

N° DE BRIQUETAS	1A	1B	1C	2A	2B	2C
1 % DE C.A. EN PESO DE LA MEZCLA TOTAL	4.5			5.0		
2 % DE AGREGADO GRUESO (> N° 4) EN PESO DE LA MEZCLA	33.43			33.25		
3 % DE AGREGADO FINO (< N° 4) EN PESO DE LA MEZCLA	59.21			58.90		
4 % DE FILLER (MÍNIMO 65% PASA N° 200) EN PESO DE LA MEZCLA	2.86			2.85		
5 PESO ESPECÍFICO DEL CEMENTO ASFÁLTICO - APARENTE	1.010			1.010		
6 PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO GRUESO-BULK (MENOR 1")	2.738			2.738		
7 PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO FINO - BULK	2.718			2.718		
8 PESO ESPECÍFICO DEL FILLER - APARENTE	--			--		
9 ALTURA PROMEDIO DE LA BRIQUETA (mm)	62.0	62.6	61.0	63.4	61.9	59.8
10 PESO DE LA BRIQUETA AL AIRE (gr.) (A)	1,205.9	1,204.8	1,205.0	1,211.3	1,213.8	1,212.0
11 PESO DE LA BRIQUETA SAT. SUP. SECO EN EL AIRE (gr.) (B)	1,207.4	1,207.8	1,207.2	1,211.8	1,215.9	1,214.3
12 PESO DE LA BRIQUETA EN EL AGUA (gr.) (C)	703.7	701.0	700.0	704.3	706.8	703.8
13 PESO VOL. AGUA / VOL. BRIQUETA (gr.) (B-C)	503.7	506.8	507.2	507.5	509.1	510.5
14 PESO DE AGUA ABSORVIDA (gr.) (B-A)	1.5	3.0	2.2	0.5	2.1	2.3
15 PORCENTAJE DE ABSORCIÓN (%) ((B-A)/(B-C))*100	0.30	0.59	0.43	0.10	0.41	0.45
16 DENSIDAD DE LA BRIQUETA A 25° C (kg/m³)	2387	2370	2369	2380	2377	2367
17 PESO ESPECÍFICO BULK DE LA BRIQUETA (gr./cm³) (A/(B-C))	2.394	2.377	2.376	2.387	2.384	2.374
18 PESO ESPECÍFICO MÁXIMO - ASTM D 2041	2.603			2.582		
19 PORCENTAJE DE VACÍOS (%)	8.0	8.7	8.7	7.6	7.7	8.1
20 PESO ESPECÍFICO BULK DEL AGREGADO TOTAL (gr./cm³)	2.725			2.725		
21 V.M.A. (%)	16.1	16.7	16.7	16.8	16.9	17.2
22 PORCENTAJE DE VACÍOS LLENADOS CON C.A. (%)	50.1	48.1	47.7	55.0	54.7	53.2
23 PESO ESPECÍFICO EFECTIVO DEL AGREGADO TOTAL	2.812			2.812		
24 ASFALTO ABSORVIDO POR EL AGREGADO TOTAL (%)	1.2			1.2		
25 PORCENTAJE DE ASFALTO EFECTIVO (%)	3.4			3.9		
26 FLUJO (0.01 Pulgada)	12.0	12.0	12.0	13.0	14.0	13.0
27 ESTABILIDAD SIN CORREGIR (kg)	1,084.0	1,200.0	1,150.0	1,300.0	1,321.0	1,280.0
28 FACTOR DE ESTABILIDAD	1.04	1.04	1.04	1.04	1.04	1.04
29 ESTABILIDAD CORREGIDA (kg)	1,127.0	1,248.0	1,196.0	1,352.0	1,374.0	1,331.0

LMA (3/17)
 JCH
 O.S. N°216

Lima, 04 de Noviembre del 2021.



Javier Francisco Ulloa Clavijo
 JAVIER FRANCISCO
 ULLOA CLAVIJO
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 193667



FORMULARIO	Código formulario	A-11
INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS	Revisión	1
	Fecha	-
	Página	2 de 5

LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD

N° INFORME JCH 21-216

SOLICITANTE : SANTOS PERA, BRANDON **MUESTRA** : Agregados, Pen 60-70.
OSCCO LÓPEZ, YASHURY NICOOL

PROYECTO : Tesis "Pavimento Flexible empleando Polvo de Caucho Reciclado en la Mezcla Asfáltica, Avenida Wiesse, San Juan de Lurigancho 2021" **IDENTIFICACIÓN** : La que se indica.
CANTIDAD : 100 kg, 01 gl.
PRESENTACIÓN : Sacos y envase metálico.

FECHA DE RECEPCIÓN : 2021/10/30. **FECHA DE ENSAYO** : 2021/10/30 al 2021/11/04.

ASTM D-6927 (2004) ENSAYO PARA MEDIR LA RESISTENCIA DE MEZCLAS BITUMINOSAS USANDO EL APARATO MARSHALL

N° DE BRIQUETAS	3A	3B	3C	4A	4B	4C
1 % DE C.A. EN PESO DE LA MEZCLA TOTAL	5.50		6.00			
2 % DE AGREGADO GRUESO (> N° 4) EN PESO DE LA MEZCLA	33.08		32.90			
3 % DE AGREGADO FINO (< N° 4) EN PESO DE LA MEZCLA	58.59		58.28			
4 % DE FILLER (MÍNIMO 65% PASA N° 200) EN PESO DE LA MEZCLA	2.83		2.82			
5 PESO ESPECÍFICO DEL CEMENTO ASFÁLTICO - APARENTE	1.010		1.010			
6 PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO GRUESO-BULK (MENOR 1")	2.738		2.738			
7 PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO FINO - BULK	2.718		2.718			
8 PESO ESPECÍFICO DEL FILLER - APARENTE	--		--			
9 ALTURA PROMEDIO DE LA BRIQUETA (mm)	61.1	62.2	61.0	61.3	60.4	61.3
10 PESO DE LA BRIQUETA AL AIRE (gr.) (A)	1,214.9	1,218.9	1,216.6	1,222.7	1,222.2	1,223.0
11 PESO DE LA BRIQUETA SAT. SUP. SECO EN EL AIRE (gr.) (B)	1,216.2	1,220.0	1,218.0	1,223.8	1,223.3	1,224.3
12 PESO DE LA BRIQUETA EN EL AGUA (gr.) (C)	712.0	713.4	712.4	721.0	719.0	720.8
13 PESO VOL. AGUA / VOL. BRIQUETA E (gr.) (B-C)	504.2	506.6	505.6	502.8	504.3	503.5
14 PESO DE AGUA ABSORVIDA (gr.) (B-A)	1.3	1.1	1.4	1.1	1.1	1.3
15 PORCENTAJE DE ABSORCIÓN (%) ((B-A)/(B-C))*100	0.26	0.22	0.28	0.22	0.22	0.26
16 DENSIDAD DE LA BRIQUETA A 25° C (kg/m³)	2402	2399	2399	2424	2416	2422
17 PESO ESPECÍFICO BULK DE LA BRIQUETA (gr./cm³) (A/(B-C))	2.410	2.406	2.406	2.432	2.424	2.429
18 PESO ESPECÍFICO MÁXIMO - ASTM D 2041	2.561		2.541			
19 PORCENTAJE DE VACÍOS	5.9	6.1	6.0	4.3	4.6	4.4
20 PESO ESPECÍFICO BULK DEL AGREGADO TOTAL (gr./cm³)	2.725		2.725			
21 V.M.A.	16.4	16.6	16.6	16.1	16.4	16.2
22 PORCENTAJE DE VACÍOS LLENADOS CON C. A.	64.0	63.6	63.6	73.3	71.8	72.8
23 PESO ESPECÍFICO EFECTIVO DEL AGREGADO TOTAL	2.812		2.813			
24 ASFALTO ABSORBIDO POR EL AGREGADO TOTAL (%)	1.2		1.2			
25 PORCENTAJE DE ASFALTO EFECTIVO	4.4		4.9			
26 FLUJO (0.01 Pulgada)	15.0	15.0	14.0	16.0	17.0	17.0
27 ESTABILIDAD SIN CORREGIR (kg)	1,350.0	1,450.0	1,420.0	1,370.0	1,250.0	1,260.0
28 FACTOR DE ESTABILIDAD	1.04	1.04	1.04	1.04	1.04	1.04
29 ESTABILIDAD CORREGIDA (kg)	1,404.0	1,508.0	1,477.0	1,425.0	1,300.0	1,310.0

LMA (4/7)
 JCH
 OS.N26

Lima, 04 de Noviembre del 2021.



Javier Francisco Ullco
JAVIER FRANCISCO
 ULLCO CLAVIJO
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 193667



FORMULARIO	Código formulario	A-11
	Revisión	1
	Fecha	-
	Página	3 de 5
INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS		

LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD

N° INFORME JCH 21-216

SOLICITANTE	: SANTOS PERA, BRANDON OSCCO LÓPEZ, YASHURY NICOOL	MUESTRA	: Agregados, Pen 60-70.
PROYECTO	: Tesis "Pavimento Flexible empleando Polvo de Caucho Reciclado en la Mezcla Asfáltica, Avenida Wiesse, San Juan de Lurigancho 2021"	IDENTIFICACIÓN	: La que se indica.
FECHA DE RECEPCIÓN	: 2021/10/30.	CANTIDAD	: 100 kg, 01 gl.
		PRESENTACIÓN	: Sacos y envase metálico.
		FECHA DE ENSAYO	: 2021/10/30 al 2021/11/04.

ASTM D-6927 (2004) ENSAYO PARA MEDIR LA RESISTENCIA DE MEZCLAS BITUMINOSAS USANDO EL APARATO MARSHALL

N° DE BRIQUETAS	5A	5B	5C	6A	6B	6C
1 % DE C.A. EN PESO DE LA MEZCLA TOTAL	6.50					
2 % DE AGREGADO GRUESO (> N° 4) EN PESO DE LA MEZCLA	32.73					
3 % DE AGREGADO FINO (< N° 4) EN PESO DE LA MEZCLA	57.97					
4 % DE FILLER (MÍNIMO 65% PASA N° 200) EN PESO DE LA MEZCLA	2.80					
5 PESO ESPECÍFICO DEL CEMENTO ASFÁLTICO - APARENTE	1.010					
6 PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO GRUESO-BULK (MENOR 1")	2.738					
7 PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO FINO - BULK	2.718					
8 PESO ESPECÍFICO DEL FILLER - APARENTE	--					
9 ALTURA PROMEDIO DE LA BRIQUETA (mm)	60.7	60.7	60.7			
10 PESO DE LA BRIQUETA AL AIRE (gr.) (A)	1,228.4	1,226.0	1,227.0			
11 PESO DE LA BRIQUETA SAT. SUP. SECO EN EL AIRE (gr.) (B)	1,229.0	1,227.2	1,228.0			
12 PESO DE LA BRIQUETA EN EL AGUA (gr.) (C)	723.0	721.6	720.4			
13 PESO VOL. AGUA / VOL. BRIQUETA (gr.) (B-C)	506.0	505.6	507.6			
14 PESO DE AGUA ABSORVIDA (gr.) (B-A)	0.6	1.2	1.0			
15 PORCENTAJE DE ABSORCIÓN (%) ((B-A)/(B-C))*100	0.12	0.24	0.20			
16 DENSIDAD DE LA BRIQUETA A 25° C (kg/m³)	2420	2418	2410			
17 PESO ESPECÍFICO BULK DE LA BRIQUETA (gr./cm³) (A/(B-C))	2.428	2.425	2.417			
18 PESO ESPECÍFICO MÁXIMO - ASTM D 2011	2.521					
19 PORCENTAJE DE VACÍOS	3.7	3.8	4.1			
20 PESO ESPECÍFICO BULK DEL AGREGADO TOTAL (gr./cm³)	2.725					
21 V.M.A.	16.7	16.8	17.1			
22 PORCENTAJE DE VACÍOS LLENADOS CON C. A.	77.8	77.3	75.9			
23 PESO ESPECÍFICO EFECTIVO DEL AGREGADO TOTAL	2.814					
24 ASFALTO ABSORBIDO POR EL AGREGADO TOTAL (%)	1.2					
25 PORCENTAJE DE ASFALTO EFECTIVO	5.4					
26 FLUJO (0.01 Pulgada)	18.0	19.0	18.0			
27 ESTABILIDAD SIN CORREGIR (kg)	1,155.0	1,050.0	1,178.0			
28 FACTOR DE ESTABILIDAD	1.04	1.04	1.04			
29 ESTABILIDAD CORREGIDA (kg)	1,201.0	1,092.0	1,225.0			

LMA (5/7)
JCH
O.S.N°26

Lima, 04 de Noviembre del 2021.



Javier Francisco Ulloa Clavijo
JAVIER FRANCISCO
ULLOA CLAVIJO
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 193667

	FORMULARIO	Código formulario	A-11
	INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS	Revisión	1
		Fecha	-
		Página	4 de 5

LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD

N° INFORME JCH 21-216

SOLICITANTE	: SANTOS PERA, BRANDON OSCCO LÓPEZ, YASHURY NICOOL	MUESTRA	: Agregados, Pen 60-70.
PROYECTO	: Tesis "Pavimento Flexible empleando Polvo de Caucho Reciclado en la Mezcla Asfáltica, Avenida Wiesse, San Juan de Lurigancho 2021"	IDENTIFICACIÓN	: La que se indica.
FECHA DE RECEPCIÓN	: 2021/10/30.	CANTIDAD	: 100 kg, 01 gl.
		PRESENTACIÓN	: Sacos y envase metálico.
		FECHA DE ENSAYO	: 2021/10/30 al 2021/11/04.

MTC E-504 (2000) RESISTENCIA DE MEZCLAS BITUMINOSAS USANDO EL APARATO MARSHALL

Características de la Mezcla :

- N° de golpes por cara	:		75	
- Contenido Óptimo de Cemento Asfáltico, % *	:	5.8	6.0	6.2
- Peso Especifico bulk, g/cm ³	:	2.424	2.430	2.433
- Vacios, %	:	4.6	4.4	4.1
- Vacios llenos con Cemento Asfáltico, %	:	68.0	71.0	73.0
- V.M.A., %	:	16.5	16.6	16.7
- Estabilidad, lb (kN)	:	3100.0 (13.79)	3000.0 (13.34)	2900.0 (12.9)
- Flujo, 0.01" (0.25 mm)	:	16.0 (4.0)	16.8 (4.2)	17.5 (4.4)
- Relación Estabilidad/Flujo, kg/cm	:		3246.8	
- Absorción de Asfalto, %	:		1.2	
- Temperatura de la Mezcla, °C	:		145.0	

Proporciones de mezcla :

(1) Agregado grueso, % *	:	35.0
(2) Agregado fino, % *	:	65.0

Materiales :

- Tipo de Asfalto	:	PEN 60-70 (proporcionado por el solicitante).
- Agregado grueso	:	Cantera DORITA, Grava Chancada 1/2" (35%)
- Agregado fino	:	Cantera DORITA, Arena Chancada (65%)

Nota :

(*) Porcentaje en peso de la mezcla total.

Observaciones :

- Manual de Ensayo de Materiales para Carreteras (EM-2013), aprobado con R.D. N° 03-2013-MTC/14 de 06/2013.
- Agregados, PEN 60-70, proporcionados e identificados por el solicitante.
- Fecha de orden de ensayo: 2021/10/30.
- Este documento no autoriza el empleo de los materiales analizados; siendo la interpretación del mismo de exclusiva responsabilidad del usuario.

LM A (6/17)
JCH
O.S.N°26

Lima, 04 de Noviembre del 2021.



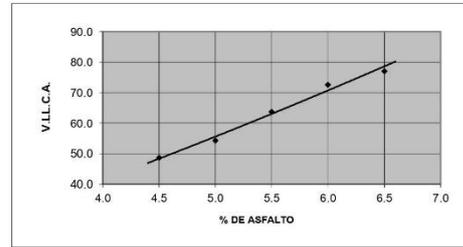
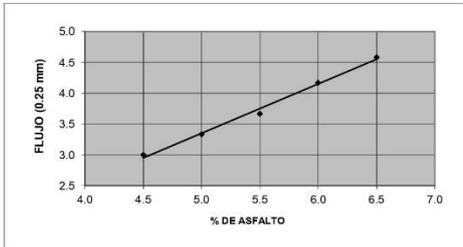
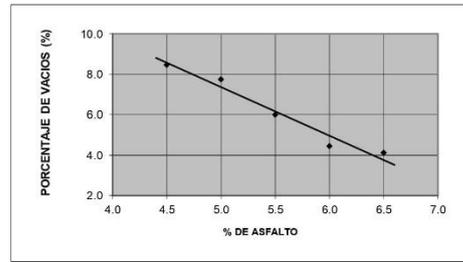
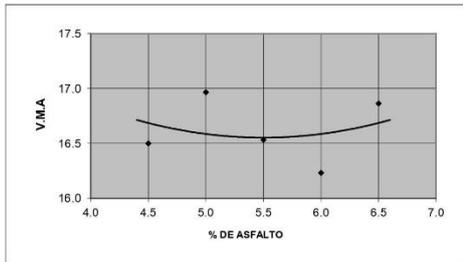
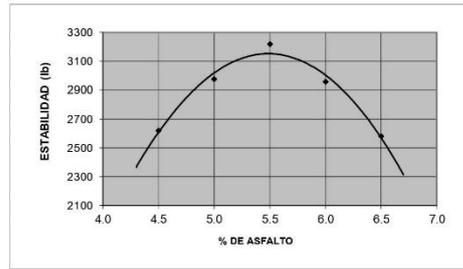
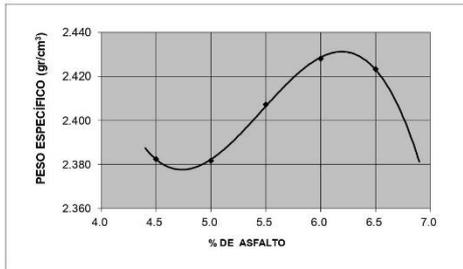
Javier Francisco Ulloa Clavijo
JAVIER FRANCISCO
ULLOA CLAVIJO
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 193657

LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD

N° INFORME JCH 21-216

SOLICITANTE : SANTOS PERA, BRANDON	MUESTRA : Agregados, Pen 60-70.
PROYECTO : Tesis "Pavimento Flexible empleando Polvo de Caucho Reciclado en la Mezcla Asfáltica, Avenida Wiesse, San Juan de Lurigancho 2021"	IDENTIFICACIÓN : La que se indica.
FECHA DE RECEPCIÓN : 2021/10/30.	CANTIDAD : 100 kg, 01 gl.
	PRESENTACIÓN : Sacos y envase metálico.
	FECHA DE ENSAYO : 2021/10/30 al 2021/11/04.

MTC E-504 (2000) RESISTENCIA DE MEZCLAS BITUMINOSAS USANDO EL APARATO MARSHALL



LMA (717)
JCH
OS.N2E

Lima, 04 de Noviembre del 2021.



Javier Francisco Ulloa Clavijo
**JAVIER FRANCISCO
ULLOA CLAVIJO
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 193667**

	FORMULARIO	Código formulario	A-11
	INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS	Revisión	1
		Fecha	-
		Página	1 de 5

LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD

N° INFORME JCH 21-216

SOLICITANTE	: SANTOS PERA, BRANDON	MUESTRA	: Agregados, Pen 60-70.
	: OSCCO LÓPEZ, YASHURY NICOOL		: Polvo de Caucho Reciclado
PROYECTO	: Tesis "Pavimento Flexible empleando Polvo de Caucho Reciclado en la Mezcla Asfáltica, Avenida Wiesse, San Juan de Lurigancho 2021"	IDENTIFICACIÓN	: La que se indica.
		CANTIDAD	: 100 kg, 01 gl.
		PRESENTACIÓN	: Sacos y envase metálico.
FECHA DE RECEPCIÓN	: 2021/10/30.	FECHA DE ENSAYO	: 2021/10/30 al 2021/11/04.

ASTM D-6927 (2004) ENSAYO PARA MEDIR LA RESISTENCIA DE MEZCLAS BITUMINOSAS USANDO EL APARATO MARSHALL

N° DE BRIQUETAS	1A	1B	1C	2A	2B	2C
1 % DE C.A. EN PESO DE LA MEZCLA TOTAL	4,5		5,0			
2 % DE AGREGADO GRUESO (> N° 4) EN PESO DE LA MEZCLA	37,25		37,05			
3 % DE AGREGADO FINO (< N° 4) EN PESO DE LA MEZCLA	57,53		57,23			
4 % DE POLVO DE CAUCHO EN PESO DE LA MEZCLA	0,72		0,72			
5 PESO ESPECÍFICO DEL CEMENTO ASFÁLTICO - APARENTE	1,010		1,010			
6 PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO GRUESO-BULK (MENOR 1")	2,738		2,738			
7 PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO FINO - BULK	2,718		2,718			
8 PESO ESPECÍFICO DEL POLVO DE CAUCHO - APARENTE	1,250		1,250			
9 ALTURA PROMEDIO DE LA BRIQUETA (mm)	52,5	64,3	64,0	62,5	63,2	62,8
10 PESO DE LA BRIQUETA AL AIRE (gr.) (A)	1.209,9	1.214,4	1.213,0	1.211,5	1.215,3	1.214,0
11 PESO DE LA BRIQUETA SAT. SUP. SECO EN EL AIRE (gr.) (B)	1.215,9	1.221,3	1.218,0	1.212,5	1.218,3	1.216,3
12 PESO DE LA BRIQUETA EN EL AGUA (gr.) (C)	705,0	710,0	708,2	709,0	706,4	713,0
13 PESO VOL. AGUA / VOL. BRIQUETA (gr.) (B-C)	510,9	511,3	509,8	503,5	511,9	503,3
14 PESO DE AGUA ABSORVIDA (gr.) (B-A)	6,0	6,9	5,0	1,0	3,0	2,3
15 PORCENTAJE DE ABSORCIÓN (%) ((B-A)/(B-C))*100	1,17	1,35	0,98	0,20	0,59	0,46
16 DENSIDAD DE LA BRIQUETA A 25° C (kg/m³)	2361	2368	2372	2399	2367	2405
17 PESO ESPECÍFICO BULK DE LA BRIQUETA (gr./cm³) (A/(B-C))	2,368	2,375	2,379	2,406	2,374	2,412
18 PESO ESPECÍFICO MÁXIMO - ASTM D 2041	2,622		2,600			
19 PORCENTAJE DE VACÍOS (%)	9,7	9,4	9,3	7,5	8,7	7,2
20 PESO ESPECÍFICO BULK DEL AGREGADO TOTAL (gr./cm³)	2,702		2,702			
21 V.M.A. (%)	16,3	16,1	15,9	15,4	16,5	15,2
22 PORCENTAJE DE VACÍOS LLENADOS CON C. A. (%)	40,6	41,5	41,8	51,6	47,3	52,4
23 PESO ESPECÍFICO EFECTIVO DEL AGREGADO TOTAL	2,835		2,835			
24 ASFALTO ABSORVIDO POR EL AGREGADO TOTAL (%)	1,8		1,8			
25 PORCENTAJE DE ASFALTO EFECTIVO (%)	2,8		3,3			
26 FLUJO (0.01 Pulgada)	14,0	13,0	13,0	15,0	14,0	14,0
27 ESTABILIDAD SIN CORREGIR (kg)	1.229,0	1.199,0	1.240,0	1.419,0	1.406,0	1.425,0
28 FACTOR DE ESTABILIDAD	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04
29 ESTABILIDAD CORREGIDA (kg)	1.278,0	1.247,0	1.290,0	1.476,0	1.462,0	1.482,0

LMA (817)
JCH
O.S. N°216

Lima, 04 de Noviembre del 2021.



Javier Francisco Ulloa Clavijo
JAVIER FRANCISCO
ULLOA CLAVIJO
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 193657

	FORMULARIO	Código formulario	A-11
	INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS	Revisión	1
		Fecha	-
		Página	2 de 5

LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD

N° INFORME JCH 21-216

SOLICITANTE : SANTOS PERA, BRANDON **MUESTRA** : Agregados, Pen 60-70.
OSCCO LÓPEZ, YASHURY NICOOL Polvo de Caucho Reciclado

PROYECTO : Tesis "Pavimento Flexible empleando Polvo de Caucho Reciclado en la Mezcla Asfáltica, Avenida Wiesse, San Juan de Lurigancho 2021" **IDENTIFICACIÓN** : La que se indica.
CANTIDAD : 100 kg, 01 gl.

FECHA DE RECEPCIÓN : 2021/10/30. **PRESENTACIÓN** : Sacos y envase metálico.
FECHA DE ENSAYO : 2021/10/30 al 2021/11/04.

ASTM D-6927 (2004) ENSAYO PARA MEDIR LA RESISTENCIA DE MEZCLAS BITUMINOSAS USANDO EL APARATO MARSHALL

N° DE BRIQUETAS	3A	3B	3C	4A	4B	4C
1 % DE C.A. EN PESO DE LA MEZCLA TOTAL	5,50			6,00		
2 % DE AGREGADO GRUESO (> N° 4) EN PESO DE LA MEZCLA	36,86			36,66		
3 % DE AGREGADO FINO (< N° 4) EN PESO DE LA MEZCLA	56,93			56,63		
4 % DE POLVO DE CAUCHO EN PESO DE LA MEZCLA	0,71			0,71		
5 PESO ESPECÍFICO DEL CEMENTO ASFÁLTICO - APARENTE	1,010			1,010		
6 PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO GRUESO-BULK (MENOR 1")	2,738			2,738		
7 PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO FINO - BULK	2,718			2,718		
8 PESO ESPECÍFICO DEL POLVO DE CAUCHO - APARENTE	1,250			1,250		
9 ALTURA PROMEDIO DE LA BRIQUETA (mm)	60,6	61,2	62,0	60,9	61,8	60,9
10 PESO DE LA BRIQUETA AL AIRE (gr.) (A)	1.216,2	1.219,3	1.218,0	1.219,9	1.225,1	1.228,3
11 PESO DE LA BRIQUETA SAT. SUP. SECO EN EL AIRE (gr.) (B)	1.217,7	1.221,0	1.220,0	1.222,0	1.226,3	1.230,2
12 PESO DE LA BRIQUETA EN EL AGUA (gr.) (C)	712,0	714,0	715,0	719,5	722,0	728,0
13 PESO VOL. AGUA / VOL. BRIQUETA (gr.) (B-C)	505,7	507,0	505,0	502,5	504,3	502,2
14 PESO DE AGUA ABSORVIDA (gr.) (B-A)	1,5	1,7	2,0	2,1	1,2	1,9
15 PORCENTAJE DE ABSORCIÓN (%) ((B-A)/(B-C))*100	0,30	0,34	0,40	0,42	0,24	0,38
16 DENSIDAD DE LA BRIQUETA A 25° C (kg/m³)	2398	2398	2405	2420	2422	2439
17 PESO ESPECÍFICO BULK DE LA BRIQUETA (gr./cm³) (A/(B-C))	2,405	2,405	2,412	2,428	2,429	2,446
18 PESO ESPECÍFICO MÁXIMO - ASIM D 2041	2,580			2,560		
19 PORCENTAJE DE VACÍOS	6,8	6,8	6,5	5,2	5,1	4,5
20 PESO ESPECÍFICO BULK DEL AGREGADO TOTAL (gr./cm³)	2,702			2,702		
21 V.M.A.	15,9	15,9	15,6	15,5	15,5	14,9
22 PORCENTAJE DE VACÍOS LLENADOS CON C. A.	57,4	57,3	58,2	66,6	67,0	70,1
23 PESO ESPECÍFICO EFECTIVO DEL AGREGADO TOTAL	2,837			2,838		
24 ASFALTO ABSORBIDO POR EL AGREGADO TOTAL (%)	1,8			1,8		
25 PORCENTAJE DE ASFALTO EFECTIVO	3,8			4,3		
26 FLUJO (0.01 Pulgada)	16,0	17,0	16,0	18,0	18,0	18,0
27 ESTABILIDAD SIN CORREGIR (kg)	1.579,0	1.583,0	1.524,0	1.398,0	1.420,0	1.401,0
28 FACTOR DE ESTABILIDAD	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04
29 ESTABILIDAD CORREGIDA (kg)	1.642,0	1.646,0	1.585,0	1.454,0	1.477,0	1.457,0

LMA (97)
JCH
OS N26

Lima, 04 de Noviembre del 2021.



Javier Francisco Ulloa Clavijo
JAVIER FRANCISCO ULLOA CLAVIJO
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 193667

	FORMULARIO	Código formulario	A-11
	INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS	Revisión	1
		Fecha	-
		Página	3 de 5

LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD

N° INFORME JCH 21-216

SOLICITANTE : SANTOS PERA, BRANDON **MUESTRA** : Agregados, Pen 60-70.
OSCCO LÓPEZ, YASHURY NICOOL Polvo de Caucho Reciclado

PROYECTO : Tesis "Pavimento Flexible empleando Polvo de Caucho Reciclado en la Mezcla Asfáltica, Avenida Wiesse, San Juan de Lurigancho 2021" **IDENTIFICACIÓN** : La que se indica.
CANTIDAD : 100 kg, 01 gl.

FECHA DE RECEPCIÓN : 2021/10/30. **PRESENTACIÓN** : Sacos y envase metálico.
FECHA DE ENSAYO : 2021/10/30 al 2021/11/04.

ASTM D-6927 (2004) ENSAYO PARA MEDIR LA RESISTENCIA DE MEZCLAS BITUMINOSAS USANDO EL APARATO MARSHALL

N° DE BRIQUETAS	5A	5B	5C	6A	6B	6C
1 % DE C.A. EN PESO DE LA MEZCLA TOTAL		6,50				
2 % DE AGREGADO GRUESO (> N° 4) EN PESO DE LA MEZCLA		36,47				
3 % DE AGREGADO FINO (< N° 4) EN PESO DE LA MEZCLA		56,33				
4 % DE POLVO DE CAUCHO EN PESO DE LA MEZCLA		0,70				
5 PESO ESPECÍFICO DEL CEMENTO ASFÁLTICO - APARENTE		1,010				
6 PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO GRUESO-BULK (MENOR 1")		2,738				
7 PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO FINO - BULK		2,718				
8 PESO ESPECÍFICO DEL POLVO DE CAUCHO - APARENTE		1,250				
9 ALTURA PROMEDIO DE LA BRIQUETA (mm)	62,3	62,7	62,0			
10 PESO DE LA BRIQUETA AL AIRE (gr.) (A)	1.228,6	1.221,3	1.227,6			
11 PESO DE LA BRIQUETA SAT. SUP. SECO EN EL AIRE (gr.) (B)	1.229,8	1.224,0	1.229,0			
12 PESO DE LA BRIQUETA EN EL AGUA (gr.) (C)	718,0	719,0	721,0			
13 PESO VOL. AGUA / VOL. BRIQUETA (gr.) (B-C)	511,8	505,0	508,0			
14 PESO DE AGUA ABSORVIDA (gr.) (B-A)	1,2	2,7	1,4			
15 PORCENTAJE DE ABSORCIÓN (%) ((B-A)/(B-C))*100	0,23	0,53	0,28			
16 DENSIDAD DE LA BRIQUETA A 25° C (kg/m³)	2393	2411	2409			
17 PESO ESPECÍFICO BULK DE LA BRIQUETA (gr./cm³) (A/(B-C))	2,401	2,418	2,417			
18 PESO ESPECÍFICO MÁXIMO - ASTM D 2041		2,540				
19 PORCENTAJE DE VACÍOS	5,5	4,8	4,9			
20 PESO ESPECÍFICO BULK DEL AGREGADO TOTAL (gr./cm³)		2,702				
21 V.M.A.	16,9	16,3	16,4			
22 PORCENTAJE DE VACÍOS LLENADOS CON C. A.	67,5	70,6	70,4			
23 PESO ESPECÍFICO EFECTIVO DEL AGREGADO TOTAL		2,839				
24 ASFALTO ABSORBIDO POR EL AGREGADO TOTAL (%)		1,8				
25 PORCENTAJE DE ASFALTO EFECTIVO		4,8				
26 FLUJO (0.01 Pulgada)	19,0	20,0	19,0			
27 ESTABILIDAD SIN CORREGIR (kg)	1.205,0	1.065,0	1.185,0			
28 FACTOR DE ESTABILIDAD	1,04	1,04	1,04			
29 ESTABILIDAD CORREGIDA (kg)	1.253,0	1.108,0	1.232,0			

LMA (10/17)
 JCH
 O.S.N26

Lima, 04 de Noviembre del 2021.



Javier Francisco Ulloa Clavijo
 JAVIER FRANCISCO
 ULLOA CLAVIJO
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 193667

	FORMULARIO	Código formulario	A-11
	INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS	Revisión	1
		Fecha	-
		Página	4 de 5

LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD

N° INFORME JCH 21-216

SOLICITANTE	: SANTOS PERA, BRANDON OSCCO LÓPEZ, YASHURY NICOOL	MUESTRA	: Agregados, Pen 60-70. Polvo de Caucho Reciclado
PROYECTO	: Tesis "Pavimento Flexible empleando Polvo de Caucho Reciclado en la Mezcla Asfáltica, Avenida Wiese, San Juan de Lurigancho 2021"	IDENTIFICACIÓN	: La que se indica.
FECHA DE RECEPCIÓN	: 2021/10/30.	CANTIDAD	: 100 kg, 01 gl.
		PRESENTACIÓN	: Sacos y envase metálico.
		FECHA DE ENSAYO	: 2021/10/30 al 2021/11/04.

MTC E-504 (2000) RESISTENCIA DE MEZCLAS BITUMINOSAS USANDO EL APARATO MARSHALL

Características de la Mezcla :

- N° de golpes por cara	:			75	
- Contenido Óptimo de Cemento Asfáltico, % *	:	5,9		6,1	6,3
- Peso Especifico bulk, g/cm ³	:	2,428		2,430	2,425
- Vacíos, %	:	5,6		5,2	4,8
- Vacíos llenos con Cemento Asfáltico, %	:	63,0		66,0	70,0
- V.M.A., %	:	15,6		15,8	16,1
- Estabilidad, lb (kN)	:	3310,0 (14,72)		3140,0 (13,97)	2920,0 (12,99)
- Flujo, 0.01" (0.25 mm)	:	17,5 (4,4)		18,3 (4,6)	18,8 (4,7)
- Relación Estabilidad/Flujo, kg/cm	:			3102,8	
- Absorción de Asfalto, %	:			1,8	
- Temperatura de la Mezcla, °C	:			150,0	

Proporciones de mezcla :

(1) Agregado grueso, % *	:	35,0
(2) Agregado fino, % *	:	65,0

Materiales :

- Tipo de Asfalto	:	PEN 60-70 (proporcionado por el solicitante).
- Agregado grueso	:	Cantera DORITA, Grava Chancada 1/2" (35%)
- Agregado fino	:	Cantera DORITA, Arena Chancada (65%)
- Asfalto Modificado	:	Asfalto convencional 97% + 3% Caucho

Nota :

(*) Porcentaje en peso de la mezcla total.

Observaciones :

- Manual de Ensayo de Materiales para Carreteras (EM-2013), aprobado con R.D. N° 03-2013-MTC/14 de 06/2013.
- Agregados, PEN 60-70, proporcionados e identificados por el solicitante.
- Fecha de orden de ensayo: 2021/10/21.
- Este documento no autoriza el empleo de los materiales analizados; siendo la interpretación del mismo de exclusiva responsabilidad del usuario.

LMA (17/7)
JCH
O.S. N° 216

Lima, 04 de Noviembre del 2021.



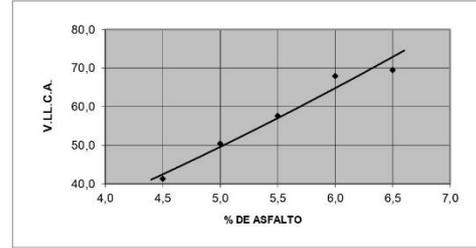
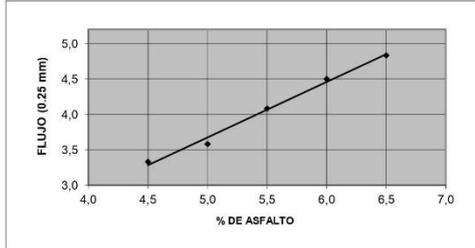
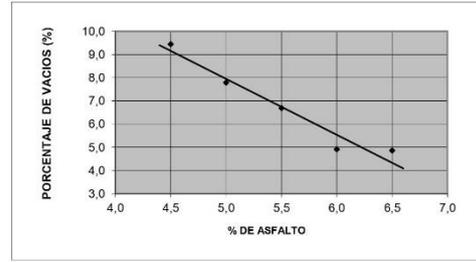
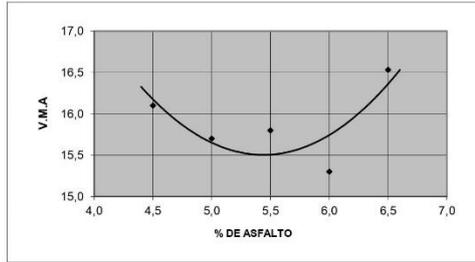
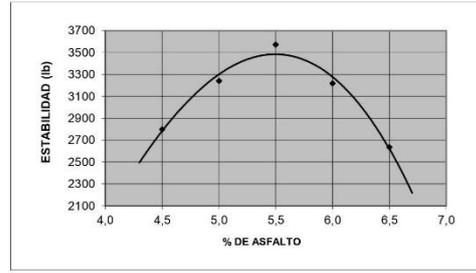
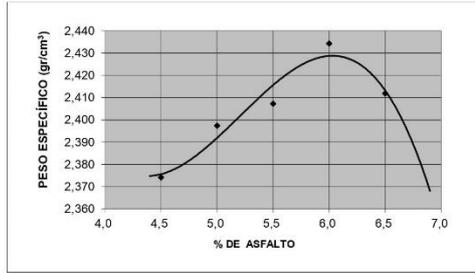
Javier Francisco Ulloa Clavijo
**JAVIER FRANCISCO
 ULLOA CLAVIJO
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 193657**

LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD

N° INFORME JCH 21-216

SOLICITANTE	: SANTOS PERA, BRANDON OSCO LÓPEZ, YASHURY NICOL	MUESTRA	: Agregados, Pen 60-70. Polvo de Caucho Reciclado
PROYECTO	: Tesis "Pavimento Flexible empleando Polvo de Caucho Reciclado en la Mezcla Asfáltica, Avenida Wiesse, San Juan de Lurigancho 2021"	IDENTIFICACIÓN	: La que se indica.
FECHA DE RECEPCIÓN	: 2021/10/30.	CANTIDAD	: 100 kg, 01 gl.
		PRESENTACIÓN	: Sacos y envase metálico.
		FECHA DE ENSAYO	: 2021/10/30 al 2021/11/04.

MTC E-504 (2000) RESISTENCIA DE MEZCLAS BITUMINOSAS USANDO EL APARATO MARSHALL



LMA (E7)
JCH
O.S.N26

Lima, 04 de Noviembre del 2021.



Javier Francisco Ulloa Clavijo
JAVIER FRANCISCO
ULLOA CLAVIJO
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 193667

	FORMULARIO	Código formulario	A-11
	INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS	Revisión	1
		Fecha	-
		Página	1 de 5

LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD

N° INFORME JCH 21-216

SOLICITANTE	: SANTOS PERA, BRANDON	MUESTRA	: Agregados, Pen 60-70.
	OSCCO LÓPEZ, YASHURY NICOOL		Polvo de Caucho Reciclado
PROYECTO	: Tesis "Pavimento Flexible empleando Polvo de Caucho Reciclado en la Mezcla Asfáltica, Avenida Wiesse, San Juan de Lurigancho 2021"	IDENTIFICACIÓN	: La que se indica.
		CANTIDAD	: 100 kg, 01 gl.
		PRESENTACIÓN	: Sacos y envase metálico.
FECHA DE RECEPCIÓN	: 2021/10/30.	FECHA DE ENSAYO	: 2021/10/30 al 2021/11/04.

ASTM D-6927 (2004) ENSAYO PARA MEDIR LA RESISTENCIA DE MEZCLAS BITUMINOSAS USANDO EL APARATO MARSHALL

N° DE BRIQUETAS	1A	1B	1C	2A	2B	2C
1 % DE C.A. EN PESO DE LA MEZCLA TOTAL	4,5		5,0			
2 % DE AGREGADO GRUESO (> N° 4) EN PESO DE LA MEZCLA	33,43		33,25			
3 % DE AGREGADO FINO (< N° 4) EN PESO DE LA MEZCLA	57,30		57,00			
4 % DE POLVO DE CAUCHO EN PESO DE LA MEZCLA	4,77		4,75			
5 PESO ESPECÍFICO DEL CEMENTO ASFÁLTICO - APARENTE	1,010		1,010			
6 PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO GRUESO-BULK (MENOR 1")	2,738		2,738			
7 PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO FINO - BULK	2,718		2,718			
8 PESO ESPECÍFICO DEL POLVO DE CAUCHO - APARENTE	1,250		1,250			
9 ALTURA PROMEDIO DE LA BRIQUETA (mm)	60,7	61,5	61,0	61,8	62,3	63,0
10 PESO DE LA BRIQUETA AL AIRE (gr.) (A)	1.210,6	1.204,7	1.207,5	1.218,7	1.215,8	1.217,0
11 PESO DE LA BRIQUETA SAT. SUP. SECO EN EL AIRE (gr.) (B)	1.212,9	1.209,9	1.211,0	1.220,0	1.218,5	1.219,0
12 PESO DE LA BRIQUETA EN EL AGUA (gr.) (C)	701,0	700,0	703,0	706,2	705,4	703,7
13 PESO VOL. AGUA / VOL. BRIQUETA (gr.) (B-C)	511,9	509,9	508,0	513,8	513,1	515,3
14 PESO DE AGUA ABSORVIDA (gr.) (B-A)	2,3	5,2	3,5	1,3	2,7	2,0
15 PORCENTAJE DE ABSORCIÓN (%) ((B-A)/(B-C))*100	0,45	1,02	0,69	0,25	0,53	0,39
16 DENSIDAD DE LA BRIQUETA A 25° C (kg/m³)	2358	2356	2370	2365	2362	2355
17 PESO ESPECÍFICO BULK DE LA BRIQUETA (gr./cm.³) (A/(B-C))	2,365	2,363	2,377	2,372	2,370	2,362
18 PESO ESPECÍFICO MÁXIMO - ASTM D 2041	2,588		2,568			
19 PORCENTAJE DE VACÍOS (%)	8,6	8,7	8,2	7,6	7,7	8,0
20 PESO ESPECÍFICO BULK DEL AGREGADO TOTAL (gr./cm.³)	2,574		2,573			
21 V.M.A. (%)	12,3	12,3	11,8	12,5	12,5	12,8
22 PORCENTAJE DE VACÍOS LLENADOS CON C. A. (%)	29,9	29,2	30,9	39,0	38,2	37,3
23 PESO ESPECÍFICO EFECTIVO DEL AGREGADO TOTAL	2,794		2,795			
24 ASFALTO ABSORVIDO POR EL AGREGADO TOTAL (%)	3,1		3,1			
25 PORCENTAJE DE ASFALTO EFECTIVO (%)	1,6		2,0			
26 FLUJO (0.01 Pulgada)	13,0	14,0	13,0	14,0	15,0	15,0
27 ESTABILIDAD SIN CORREGIR (kg)	1.300,0	1.150,0	1.300,0	1.450,0	1.369,0	1.400,0
28 FACTOR DE ESTABILIDAD	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04
29 ESTABILIDAD CORREGIDA (kg)	1.352,0	1.196,0	1.352,0	1.508,0	1.424,0	1.456,0

LMA (1317)
JCH
O.S. N°216

Lima, 04 de Noviembre del 2021.



Javier Francisco Ulloa Clavijo
JAVIER FRANCISCO
ULLOA CLAVIJO
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 193657

	FORMULARIO	Código formulario	A-11
	INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS	Revisión	1
		Fecha	-
		Página	2 de 5

LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD

N° INFORME JCH 21-216

SOLICITANTE : SANTOS PERA, BRANDON **MUESTRA** : Agregados, Pen 60-70.
 OSCCO LÓPEZ, YASHURY NICOL Polvo de Caucho Reciclado

PROYECTO : Tesis "Pavimento Flexible empleando Polvo de Caucho Reciclado en la Mezcla Asfáltica, Avenida Wiesse, San Juan de Lurigancho 2021" **IDENTIFICACIÓN** : La que se indica.
CANTIDAD : 100 kg, 01 gl.

FECHA DE RECEPCIÓN : 2021/10/30. **PRESENTACIÓN** : Sacos y envase metálico.
FECHA DE ENSAYO : 2021/10/30 al 2021/11/04.

ASTM D-6927 (2004) ENSAYO PARA MEDIR LA RESISTENCIA DE MEZCLAS BITUMINOSAS USANDO EL APARATO MARSHALL

N° DE BRIQUETAS	3A	3B	3C	4A	4B	4C
1 % DE C.A. EN PESO DE LA MEZCLA TOTAL	5,50			6,00		
2 % DE AGREGADO GRUESO (> N° 4) EN PESO DE LA MEZCLA	33,08			32,90		
3 % DE AGREGADO FINO (< N° 4) EN PESO DE LA MEZCLA	56,70			56,40		
4 % DE POLVO DE CAUCHO EN PESO DE LA MEZCLA	4,72			4,70		
5 PESO ESPECÍFICO DEL CEMENTO ASFÁLTICO - APARENTE	1,010			1,010		
6 PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO GRUESO-BULK (MENOR 1")	2,738			2,738		
7 PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO FINO - BULK	2,718			2,718		
8 PESO ESPECÍFICO DEL POLVO DE CAUCHO - APARENTE	1,250			1,250		
9 ALTURA PROMEDIO DE LA BRIQUETA (mm)	61,0	60,8	61,0	61,6	62,1	62,0
10 PESO DE LA BRIQUETA AL AIRE (gr.) (A)	1.221,7	1.220,8	1.220,3	1.228,0	1.227,2	1.227,8
11 PESO DE LA BRIQUETA SAT. SUP. SECO EN EL AIRE (gr.) (B)	1.224,7	1.224,2	1.223,1	1.231,2	1.228,7	1.229,5
12 PESO DE LA BRIQUETA EN EL AGUA (gr.) (C)	713,8	712,2	714,0	724,0	722,6	719,4
13 PESO VOL. AGUA / VOL. BRIQUETA (gr.) (B-C)	510,9	512,0	509,1	507,2	506,1	510,1
14 PESO DE AGUA ABSORVIDA (gr.) (B-A)	3,0	3,4	2,8	3,2	1,5	1,7
15 PORCENTAJE DE ABSORCIÓN (%) ((B-A)/(B-C))*100	0,59	0,66	0,55	0,63	0,30	0,33
16 DENSIDAD DE LA BRIQUETA A 25° C (kg/m³)	2384	2377	2390	2414	2418	2400
17 PESO ESPECÍFICO BULK DE LA BRIQUETA (gr./cm³) (A/(B-C))	2,391	2,384	2,397	2,421	2,425	2,407
18 PESO ESPECÍFICO MÁXIMO - ASIM D 2041	2,548			2,528		
19 PORCENTAJE DE VACÍOS	6,2	6,4	5,9	4,2	4,1	4,8
20 PESO ESPECÍFICO BULK DEL AGREGADO TOTAL (gr./cm³)	2,574			2,573		
21 V.M.A.	12,2	12,5	12,0	11,6	11,4	12,1
22 PORCENTAJE DE VACÍOS LLENADOS CON C. A.	49,6	48,6	50,6	63,5	64,2	60,4
23 PESO ESPECÍFICO EFECTIVO DEL AGREGADO TOTAL	2,796			2,796		
24 ASFALTO ABSORBIDO POR EL AGREGADO TOTAL (%)	3,1			3,1		
25 PORCENTAJE DE ASFALTO EFECTIVO	2,6			3,1		
26 FLUJO (0.01 Pulgada)	16,0	17,0	18,0	19,0	19,0	20,0
27 ESTABILIDAD SIN CORREGIR (kg)	1.544,0	1.598,0	1.590,0	1.600,0	1.649,0	1.580,0
28 FACTOR DE ESTABILIDAD	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04
29 ESTABILIDAD CORREGIDA (kg)	1.606,0	1.662,0	1.654,0	1.664,0	1.715,0	1.643,0

LMA (117)
 JCH
 OS N26

Lima, 04 de Noviembre del 2021.



Javier Francisco Ulloa Clavijo
 JAVIER FRANCISCO
 ULLOA CLAVIJO
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 193667

	FORMULARIO	Código formulario	A-11
	INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS	Revisión	1
		Fecha	-
		Página	3 de 5

LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD

N° INFORME JCH 21-216

SOLICITANTE : SANTOS PERA, BRANDON **MUESTRA** : Agregados, Pen 60-70.
 OSCOCO LÓPEZ, YASHURY NICOOL Polvo de Caucho Reciclado

PROYECTO : Tesis "Pavimento Flexible empleando Polvo de Caucho Reciclado en la Mezcla Asfáltica, Avenida Wiesse, San Juan de Lurigancho 2021" **IDENTIFICACIÓN** : La que se indica.
CANTIDAD : 100 kg, 01 gl.

FECHA DE RECEPCIÓN : 2021/10/30. **PRESENTACIÓN** : Sacos y envase metálico.
FECHA DE ENSAYO : 2021/10/30 al 2021/11/04.

ASTM D-6927 (2004) ENSAYO PARA MEDIR LA RESISTENCIA DE MEZCLAS BITUMINOSAS USANDO EL APARATO MARSHALL

N° DE BRIQUETAS	5A	5B	5C	6A	6B	6C
1 % DE C.A. EN PESO DE LA MEZCLA TOTAL	6,50					
2 % DE AGREGADO GRUESO (> N° 4) EN PESO DE LA MEZCLA	32,73					
3 % DE AGREGADO FINO (< N° 4) EN PESO DE LA MEZCLA	56,10					
4 % DE POLVO DE CAUCHO EN PESO DE LA MEZCLA	4,67					
5 PESO ESPECÍFICO DEL CEMENTO ASFÁLTICO - APARENTE	1,010					
6 PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO GRUESO-BULK (MENOR 1")	2,738					
7 PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO FINO - BULK	2,718					
8 PESO ESPECÍFICO DEL POLVO DE CAUCHO - APARENTE	1,250					
9 ALTURA PROMEDIO DE LA BRIQUETA (mm)	61,5	61,8	62,0			
10 PESO DE LA BRIQUETA AL AIRE (gr.) (A)	1.229,4	1.230,2	1.229,9			
11 PESO DE LA BRIQUETA SAT. SUP. SECO EN EL AIRE (gr.) (B)	1.230,8	1.231,6	1.231,1			
12 PESO DE LA BRIQUETA EN EL AGUA (gr.) (C)	722,0	722,0	721,7			
13 PESO VOL. AGUA / VOL. BRIQUETA (gr.) (B-C)	508,8	509,6	509,4			
14 PESO DE AGUA ABSORVIDA (gr.) (B-A)	1,4	1,4	1,2			
15 PORCENTAJE DE ABSORCIÓN (%) ((B-A)/(B-C))*100	0,28	0,27	0,24			
16 DENSIDAD DE LA BRIQUETA A 25° C (kg/m³)	2409	2407	2407			
17 PESO ESPECÍFICO BULK DE LA BRIQUETA (gr./cm³) (A/(B-C))	2,416	2,414	2,414			
18 PESO ESPECÍFICO MÁXIMO - ASTM D 2041	2,509					
19 PORCENTAJE DE VACÍOS	3,7	3,8	3,8			
20 PESO ESPECÍFICO BULK DEL AGREGADO TOTAL (gr./cm³)	2,574					
21 V.M.A.	12,2	12,3	12,3			
22 PORCENTAJE DE VACÍOS LLENADOS CON C. A.	69,7	69,3	69,3			
23 PESO ESPECÍFICO EFECTIVO DEL AGREGADO TOTAL	2,798					
24 ASFALTO ABSORBIDO POR EL AGREGADO TOTAL (%)	3,1					
25 PORCENTAJE DE ASFALTO EFECTIVO	3,6					
26 FLUJO (0.01 Pulgada)	21,0	21,0	22,0			
27 ESTABILIDAD SIN CORREGIR (kg)	1.320,0	1.400,0	1.350,0			
28 FACTOR DE ESTABILIDAD	1,04	1,04	1,04			
29 ESTABILIDAD CORREGIDA (kg)	1.373,0	1.456,0	1.404,0			

LMA (5/17)
 JCH
 O.S.N26

Lima, 04 de Noviembre del 2021.



Javier Francisco
 JAVIER FRANCISCO
 ULLOA CLAVIJO
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 193667

	FORMULARIO	Código formulario	A-11
	INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS	Revisión	1
		Fecha	-
		Página	4 de 5

LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD

N° INFORME JCH 21-216

SOLICITANTE	: SANTOS PERA, BRANDON OSCCO LÓPEZ, YASHURY NICOOL	MUESTRA	: Agregados, Pen 60-70. Polvo de Caucho Reciclado
PROYECTO	: Tesis "Pavimento Flexible empleando Polvo de Caucho Reciclado en la Mezcla Asfáltica, Avenida Wiese, San Juan de Lurigancho 2021"	IDENTIFICACIÓN	: La que se indica.
FECHA DE RECEPCIÓN	: 2021/10/30.	CANTIDAD	: 100 kg, 01 gl.
		PRESENTACIÓN	: Sacos y envase metálico.
		FECHA DE ENSAYO	: 2021/10/30 al 2021/11/04.

MTC E-504 (2000) RESISTENCIA DE MEZCLAS BITUMINOSAS USANDO EL APARATO MARSHALL

Características de la Mezcla :

- N° de golpes por cara	:		75		
- Contenido Óptimo de Cemento Asfáltico, % *	:	5,9	6,1		6,3
- Peso Especifico bulk, g/cm ³	:	2,411	2,419		2,422
- Vacíos, %	:	5,0	4,6		4,0
- Vacíos llenos con Cemento Asfáltico, %	:	57,0	61,0		68,0
- V.M.A., %	:	12,2	12,1		12,1
- Estabilidad, lb (kN)	:	3700,0 (16,46)	3605,0 (16,04)		3470,0 (15,44)
- Flujo, 0.01" (0.25 mm)	:	18,7 (4,7)	19,6 (4,9)		20,6 (5,2)
- Relación Estabilidad/Flujo, kg/cm	:		3344,2		
- Absorción de Asfalto, %	:		3,1		
- Temperatura de la Mezcla, °C	:		150,0		

Proporciones de mezcla :

(1) Agregado grueso, % *	:	35,0
(2) Agregado fino, % *	:	65,0

Materiales :

- Tipo de Asfalto	:	PEN 60-70 (proporcionado por el solicitante).
- Agregado grueso	:	Cantera DORITA, Grava Chancada 1/2" (35%)
- Agregado fino	:	Cantera DORITA, Arena Chancada (65%)
- Polvo de Caucho Reciclado:	:	Asfalto convencional 95% + 5% Caucho

Nota :

(*) Porcentaje en peso de la mezcla total.

Observaciones :

- Manual de Ensayo de Materiales para Carreteras (EM-2013), aprobado con R.D. N° 03-2013-MTC/14 de 06/2013.
- Agregados, PEN 60-70, proporcionados e identificados por el solicitante.
- Fecha de orden de ensayo: 2021/10/21.
- Este documento no autoriza el empleo de los materiales analizados; siendo la interpretación del mismo de exclusiva responsabilidad del usuario.

LMA (16/17)
JCH
O.S. N°216

Lima, 04 de Noviembre del 2021.



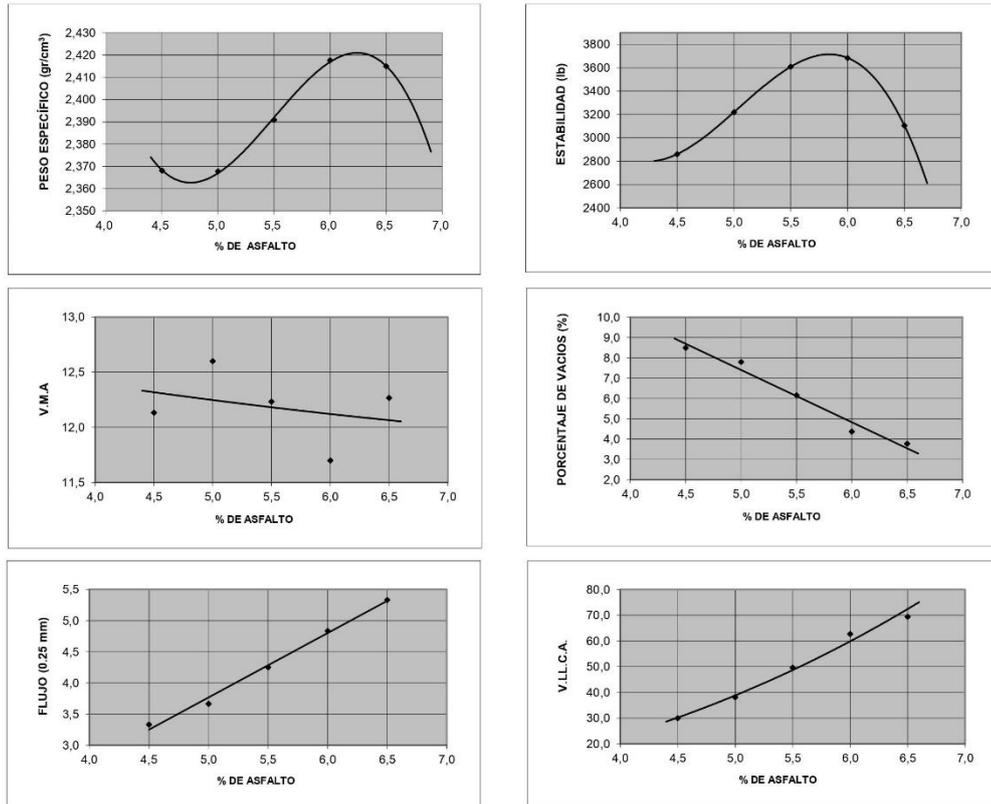
Javier Francisco Ulloa Clavijo
JAVIER FRANCISCO
ULLOA CLAVIJO
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 193657

LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD

N° INFORME JCH 21-216

SOLICITANTE	: SANTOS PERA, BRANDON OSCCO LÓPEZ, YASHURY NICOL	MUESTRA	: Agregados, Pen 60-70. Polvo de Caucho Reciclado
PROYECTO	: Tesis "Pavimento Flexible empleando Polvo de Caucho Reciclado en la Mezcla Asfáltica, Avenida Wiesse, San Juan de Lurigancho 2021"	IDENTIFICACIÓN	: La que se indica.
FECHA DE RECEPCIÓN	: 2021/10/30.	CANTIDAD	: 100 kg, 01 gl.
		PRESENTACIÓN	: Sacos y envase metálico.
		FECHA DE ENSAYO	: 2021/10/30 al 2021/11/04.

MTC E-504 (2000) RESISTENCIA DE MEZCLAS BITUMINOSAS USANDO EL APARATO MARSHALL



LMA (17/7)
JCH
O.S.N26



Lima, 04 de Noviembre del 2021.

Javier Francisco
JAVIER FRANCISCO
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 193667











Feedback Studio - Google Chrome
 ev.tumitin.com/app/carta/es/?u=1126278674&student_user=18to=1722896484&lang=es

total, insertada a la agua de 100g. Aunque también se pueden emplear otras condiciones definidas anteriormente.

La viscosidad, es la relación de tiempo de flujo, en segundos por el factor de graduación del viscosímetro. Se calcula el tiempo indisponible, para incluir a través del vado, un volumen tipo de líquido por el tubo capilar, bajo condiciones fuertemente controladas de vacío y calentura.

El punto de ablandamiento, es la temperatura a la que llegan en un estado líquido a la fluidez a la cual el asfalto no puede soportar la carga de una cosa de acero dentro de un anillo, por lo cual la prueba se puede denominar como anillo y bola.

Los agregados o materiales pétreos, se caracterizan por ser curtos, se encuentra en forma de roca, sus propiedades más comunes es su dureza, es utilizadas como parte de los materiales para la conformación de la base granular o las capas que conforman a un pavimento, sus partículas gradadas o fragmentadas se usan como parte de un asfalto. Pavimento Flexible

La distribución de tensiones y deformaciones generadas en la estructura por las cargas de rueda del tráfico, se da de tal forma que las capas de revestimiento y base absorben las tensiones verticales de compresión del suelo de fundación por medio de la absorción de tensiones (Tecnología, 2016 p. 11)

De esto se infiere que, la carpeta asfáltica transmite de manera uniforme las cargas, generadas por el peso vehicular a las secciones inferiores las cuales cuentan con una serie de ensayos que permiten demostrar la resistencia de todo ante las cargas a las que se le someterá, con el fin de que se pueda predecir la solución propuesta como es el caso de un pavimento flexible ante una problemática específica.

Así mismo esta capa recibe esfuerzos que lo generan fisuras ocasionadas por la fatiga generada por la repetitiva carga generada por el tránsito vehicular, convirtiéndose así un deterioro del mismo.

Resumen de coincidencias ✕

24 %

Se están viendo fuentes estándar

Ver fuentes en inglés (Beta)

Coincidencias

1	repositorio.ucv.edu.pe <small>Fuente de Internet</small>	5 % >
2	Entregado a Universida... <small>Trabajo del estudiante</small>	3 % >
3	hdl.handle.net <small>Fuente de Internet</small>	3 % >
4	repositorio.upao.edu.pe <small>Fuente de Internet</small>	1 % >
5	www.slideshare.net <small>Fuente de Internet</small>	1 % >
6	es.scribd.com	1 % >

Pavimento Flexible Empleando Polvo de Caucho Reciclado en la Mezcla Asfáltica, Avenida Wiese, San Juan de Lurigancho 2021						
PROBLEMA	OBJETIVO	HIPOTESIS	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	METODOS
GENERAL			INDEPENDIENTE	INCORPORACION DE 3%	-DOSIFICACION -GRANULOMETRIA	ENFOQUE
¿De qué manera el polvo de caucho reciclado influye en la mezcla asfáltica para pavimento flexible en la Av. Wiese, S. J. L.?	Determinar de qué manera el polvo de caucho reciclado influye en la mezcla asfáltica para pavimento flexible en la Av. Wiese, S. J. L.	El polvo de caucho reciclado influye positivamente en la mezcla asfáltica para pavimento flexible en la Av. Wiese, S. J. L.				CUANTITATIVA
ESPECIFICOS			POLVO DE CAUCHO RECICLADO	INCORPORACION DE 5%		TIPO DE INVESTIGACION
¿De qué manera la incorporación de 3% de polvo de caucho reciclado influye en el flujo de la mezcla asfáltica para pavimento flexible en la Av. Wiese, S. J. L.?	Determinar de qué manera la incorporación de 3% de polvo de caucho reciclado influye en el flujo de la mezcla asfáltica para pavimento flexible en la Av. Wiese, S. J. L.	La incorporación de 3% de polvo de caucho reciclado influye en el flujo de la mezcla asfáltica para pavimento flexible en la Av. Wiese, S. J. L.				APLICADA
¿De qué manera la incorporación de 5% de polvo de caucho reciclado influye en el flujo de la mezcla asfáltica para pavimento flexible en la Av. Wiese, S. J. L.?	Determinar de qué manera la incorporación de 5% de polvo de caucho reciclado influye en el flujo de la mezcla asfáltica para pavimento flexible en la Av. Wiese, S. J. L.?	La incorporación de 5% de polvo de caucho reciclado influye en el flujo de la mezcla asfáltica para pavimento flexible en la Av. Wiese, S. J. L.				DISEÑO DE INVESTIGACION
			DEPENDIENTE			EXPERIMENTAL
¿De qué manera la incorporación de 3% de polvo de caucho reciclado influye en la estabilidad de la mezcla asfáltica para pavimento flexible en la Av. Wiese, S. J. L.?	Determinar de qué manera la incorporación de 3% de polvo de caucho reciclado influye en la estabilidad de la mezcla asfáltica para pavimento flexible en la Av. Wiese, S. J. L.?	La incorporación de 3% de polvo de caucho reciclado influye en la estabilidad de la mezcla asfáltica para pavimento flexible en la Av. Wiese, S. J. L.	MEZCLA ASFALTICA	FLUJO	DEFORMACION	POBLACION DE ESTUDIO
						MEZCLA ASFALTICA CONVENCIONAL
¿De qué manera la incorporación de 5% de polvo de caucho reciclado influye en la estabilidad de la mezcla asfáltica para pavimento flexible en la Av. Wiese, S. J. L.?	Determinar de qué manera la incorporación de 5% de polvo de caucho reciclado influye en la estabilidad de la mezcla asfáltica para pavimento flexible en la Av. Wiese, S. J. L.?	La incorporación de 5% de polvo de caucho reciclado influye en la estabilidad de la mezcla asfáltica para pavimento flexible en la Av. Wiese, S. J. L.		ESTABILIDAD	CONDICION PLASTICA	MUESTRA
						30 BRIQUETAS, LAS CUALES COMPRENDEN 10 BRIQUETAS POR CADA PORCENTAJE