



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**  
**ESCUELA PROFESIONAL INGENIERÍA CIVIL**

Influencia de los agregados a las mezclas asfálticas para pavimentos  
flexibles

**TRABAJO DE INVESTIGACIÓN PARA OBTENER EL GRADO ACADÉMICO DE:**  
Bachiller en Ingeniería Civil

**AUTOR:**

Calderon Jara, Grabiell Rogelio (orcid.org/0000-0001-9073-8751)

**ASESOR:**

Mg. Murga Torres, Emzon Enrique (orcid.org/0000-0002-7618-9650)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Diseño de Infraestructura Vial

**LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:**

Desarrollo sostenible y adaptación al cambio climático

**TRUJILLO — PERÚ**  
**2024**



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

### **Declaratoria de Autenticidad del Asesor**

Yo, MURGA TORRES EMZON ENRIQUE, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - TRUJILLO, asesor de Tesis titulado: "Influencia de los agregados a las mezclas asfálticas para pavimentos flexibles", cuyo autor es CALDERON JARA GRABIEL ROGELIO, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 5%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

He revisado dicho reporte y concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender el Tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

En tal sentido, asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

TRUJILLO, 04 de Julio del 2024

<b>Apellidos y Nombres del Asesor:</b>	<b>Firma</b>
MURGA TORRES EMZON ENRIQUE <b>DNI:</b> 70283659 <b>ORCID:</b> 0000-0002-7618-9650	Firmado electrónicamente por: EMURGATO el 04- 07-2024 20:51:39

Código documento Trilce: TRI - 0795177



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

### **Declaratoria de Originalidad del Autor**

Yo, CALDERON JARA GRABIEL ROGELIO estudiante de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - TRUJILLO, declaro bajo juramento que todos los datos e información que acompañan el Trabajo de Investigación titulado: "Influencia de los agregados a las mezclas asfálticas para pavimentos flexibles", es de mi autoría, por lo tanto, declaro que el Trabajo de Investigación:

1. No ha sido plagiado ni total, ni parcialmente.
2. He mencionado todas las fuentes empleadas, identificando correctamente toda cita textual o de paráfrasis proveniente de otras fuentes.
3. No ha sido publicado, ni presentado anteriormente para la obtención de otro grado académico o título profesional.
4. Los datos presentados en los resultados no han sido falseados, ni duplicados, ni copiados.

En tal sentido asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de la información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

<b>Nombres y Apellidos</b>	<b>Firma</b>
GRABIEL ROGELIO CALDERON JARA <b>DNI:</b> 76438509 <b>ORCID:</b> 0000-0001-9073-8751	Firmado electrónicamente por: GRCALDERONJ el 04- 07-2024 21:17:38

Código documento Trilce: TRI - 0795179

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

CARÁTULA.....	i
DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD DEL ASESOR .....	ii
DECLARATORIA DE ORIGINALIDAD DEL AUTOR .....	iii
ÍNDICE DE CONTENIDOS.....	iv
RESUMEN .....	v
ABSTRACT .....	vi
I. INTRODUCCIÓN .....	1
II. METODOLOGÍA.....	4
III. RESULTADOS .....	6
IV. CONCLUSIONES.....	16
REFERENCIAS.....	17
ANEXOS .....	24

## RESUMEN

Este artículo de revisión literaria fue creado en base en la recolección de artículos científicos e investigaciones, la recolección de la información se desarrolló en base al título y con las condiciones de un límite de antigüedad de los artículos de 5 años, es decir desde el 2019-2023. El desarrollo de este estudio se logró gracias a las estructuras de la guía de la universidad cesar vallejo, donde se redactó la introducción, metodología, resultados y conclusiones. De acuerdo a la redacción de la investigación para su respectivo desarrollo se tuvo que plantear la siguiente pregunta: ¿Cuánto influye los distintos agregados para la elaboración de mezclas asfálticas en pavimentos flexibles? El objetivo general es: Analizar la influencia de agregados a mezclas asfálticas para pavimentos flexibles. Por tal motivo la metodología óptima para el análisis de cada una de las citas tiene una importante influencia para determinar sus propiedades de durabilidad, consistencia, resistencia, y su vida útil, todo esto con respecto al agregado o aditivo que se va a añadir a la mezcla de asfalto.

**Palabras clave:** Mezclas de asfalto, Pavimento, Agregados.

## **ABSTRACT**

This literary review article was created based on the collection of scientific articles and research, the collection of information was developed based on the title and with the conditions of an age limit of the articles of 5 years, that is, since 2019. -2023. The development of this study was achieved thanks to the structures of the Cesar Vallejo University guide, where the introduction, methodology, results and conclusions are written. According to the writing of the research for its respective development, the following question had to be raised: How much influence do the different aggregates have for the preparation of asphalt mixtures in flexible pavements? The general objective is: Analyze the influence of aggregates to asphalt mixtures for flexible pavements. For this reason, the optimal methodology for the analysis of each of the quotes has an important influence on determining its properties of durability, consistency, resistance and its useful life, all of this with respect to the aggregate or additive that is going to be added to the mixture. of asphalt.

**Keywords:** Asphalt Mixtures, Pavement, Aggregates.

## I. INTRODUCCIÓN

La problemática expuesta propone alternativas al estudio de la evaluación del estado del pavimento, por ello existen muchas investigaciones sobre las mezclas asfálticas, en el diseño superficial de pavimentos flexibles, las cuales han sido usados a través de técnicas de procesamiento de artículos científicos.

Unos de los daños principales del diseño de pavimentos debido a acciones de cargas y el clima, son las deformaciones permanentes, cuyas fluctuaciones son la ondulación en las vías, por lo cual se generan accidentes y dañan los pavimentos rápidamente (Porras et. al., 2018). Además, el estado actual de las infraestructuras de la vía tiene un impacto en lo económico, social y político de un país. La evaluación y el análisis de las condiciones superficiales del pavimento es primordial en la planificación ante oportunas intervenciones eficaces (Ríos et. al., 2020).

En el diseño de pavimentos los métodos más actuales, son los nombrados empíricos - mecanicistas, denominados por una forma de repuestas y una forma de comportamiento compuestos por un modelo de respuesta y un modelo de comportamiento. Son seguimientos de los pavimentos, el cual se obtiene la respuesta de las estructuras al aplicarle una carga sobre la superficie y comprobar si las deformaciones o tensiones que se produjeran están por debajo de los admisible (Sánchez et. al., 2020). Sin embargo, se está haciendo imperioso disponer de investigaciones en laboratorio y experiencias de campo para mejorar su comportamiento en las bases y subbases de los pavimentos, proponiendo una manera de hacerlo; de lo contrario, no será posible responder a las exigencias que reclaman nuestras carreteras, por los necesarios incrementos de la transportación que demandan al desarrollo un país. (Zambrano et. al., 2019).

La oportuna atención para los mantenimientos y rehabilitaciones de las vías, sobrepasan las capacidades de la entidad encargada. Esto se da por deficiencias en las técnicas de inspección. Varias principales vías, generalmente en las ciudades, no cuentan con inspecciones correctas debido a las disminuciones en el tráfico. Este último punto evita a una correspondiente evaluación y diagnósticos de los estados actuales de un pavimento flexible, por esto la acción tonada para la

conservación son, en muchos aspectos improvisadas y erróneas (Rocha et. al., 2020).

A pesar de su importancia, históricamente se ha prestado poca atención al mantenimiento de la infraestructura de las carreteras, lo que se refleja en la depreciación de la red vial. Como consecuencia de la falta de inversiones, se estima que las carreteras presentan algún tipo de patología, y de estas, se encuentran en un estado general de mala o muy mala conservación (Batista et. al., 2021). El análisis del estado de conservación del pavimento en vías se realiza por medio de métodos permitiendo recopilar analizando la información. Estas metodologías son aplicables a partir de inspecciones e inventarios manuales (Tello et. al., 2020).

Las infraestructuras viales constituyen un factor de muchas influencias en el avance de una zona, la mala conservación de la vía decrece en la mejora de soporte, aumentando el costo de transportes y afectando la seguridad en las vías (Navarrete al., 2019). La partida inicial para la determinación de la necesidad de intervenir en la pavimentación es hacer evaluaciones de su condición. El punto de inicio para determinar la necesidad de intervención en los pavimentos es la evaluación de su condición (Abdo et. al., 2020). Es posible el utilizar equipos automatizados en la recopilación de datos del pavimento en qué estado se encuentra para luego aplicar una técnica de procesamientos de datos para disminuir fallas y clasificarlos; los sistemas, deben ser confiables, seguros y no destructibles para manejo humano, haciendo posibles las inspecciones de tramos en vías amplias y con un ahorro de tiempo que se requiere para una evaluación (Eisa et. al., 2021).

De acuerdo al problema expuesto se plantea la necesidad de evaluar la elaboración de mezclas asfálticas usando agregados que sirvan para la mejora del pavimento flexible. Por esto se formuló la siguiente pregunta: ¿Cuánto influye los distintos agregados para la elaboración de mezclas asfálticas en pavimentos flexibles? En base a ello se plantearon los siguientes problemas específicos: ¿Que análisis se desarrolla para la elaboración de mezcla asfáltica en pavimentos flexibles?, ¿Que tipos de propiedades mecánicas son los más adecuados para las mezclas asfálticas en pavimentos flexibles? ¿Cuáles son los métodos más usados para la elaboración de mezcla asfáltica en pavimentos flexibles?

Del mismo modo a las preguntas de investigación, se plantearon como objetivo general; Analizar la influencia de agregados a mezclas asfálticas para pavimentos flexibles, y como objetivos específicos se redactó lo siguiente: (1) Identificar la influencia de agregados a mezclas asfálticas para pavimentos flexibles, (2) Identificar que tipos de propiedades mecánicas son los más adecuados con la influencia de agregados a mezclas asfálticas, (3) Identificar los métodos de análisis a mezclas asfálticas para pavimentos flexibles. Con el desarrollo del proyecto en cuestión es una recolección de artículos referenciados de distinta base datos científicos de revistas y demás. Identificar los métodos de análisis usando agregados a mezclas asfálticas para pavimentos flexibles

En tal sentido se justifica de manera teórica de cómo influyen los agregados a las mezclas asfálticas para pavimentos flexibles. En ese sentido, la aplicación de esta investigación trae beneficios para futuros trabajos científicos.

## II. METODOLOGÍA

La investigación usada en base a la búsqueda de bibliografías para la revisión de artículos de la base de datos, de las cuales la Universidad César Vallejo propuso; pues estas sirvieron de utilidad para generar información general sobre el tema de este trabajo de investigación, las bases de datos tenían estudios que a su vez contienen referencias de otros trabajos que nos brindaron los resultados, donde existen evidencias científicas sobre la elaboración de las mezclas asfálticas usando agregados.

Las investigaciones correspondientes fueron consultadas en diferentes bases de datos que complementaron el tema de esta investigación las cuales se ven reflejados en dicha investigación, para redactar cierta información del artículo que se estuvieron interpretando usando análisis científicos de distintos estudios a nivel global. Con la finalidad de tener una investigación clara y precisa se optó por una opción de identificar un artículo que sea de interés, para el desarrollo de futuros métodos que tomaran como nuevas alternativas constructivas; se hizo una indagación por cada artículo, que ofrecían las distintas bases de datos como los son: Scielo, Sciencedirect, Renati de Sunedu, Redalyc, y búsquedas de algunas tesis en Google académico.

Durante la búsqueda de información se tomaron en cuenta ciertos criterios para la selección adecuada de las distintas base de datos, como: artículos que datan de una antigüedad no mayor a cinco años, desde el 2019 a 2024; la información de los artículos estén completas; que la redacción del texto sea en inglés o en español; que los artículos sean de revistas científicas indizadas a Scielo, Redalyc, Sciencedirect y tesis en Google académico; durante la búsqueda de información científica se usaron palabras claves para la ubicación de dichas revistas, como: “asfalto”, “pavimentos”, “mezclas asfáltica”, “agregados en mezcla asfáltica”.

Del total de búsquedas de los artículos que están relacionados a las palabras claves, en la base de datos Scielo se realizó la mayor parte de artículos requeridos para esta investigación, la cual fue una cantidad encontrada de 553 documentos. En Redalyc se encontró un total de 68 documentos. En Sciencedirect se

encontraron 96 documentos. En Google académico se encontró muchas bases de datos, 20 en tesis. Renati de Sunedu se encontró 50 En total se obtuvieron 787 de documentos relacionados al tema de estudio.

De todos los artículos revisados para la finalidad de este trabajo de investigación se obtuvo una información de 787 documentos entre artículos y proyectos, las cuales se descartaron más 400 artículos por no estar en los años requeridos para este proyecto (20019-2023), y también porque algunos artículos volvían a aparecer en otras bases de datos, dando por repetir las mismas búsquedas.

De lo descartado por la antigüedad de los documentos se seleccionaron 50 artículos que cumplían con todos los requisitos, como la finalidad del estudio, relación con los objetivos, relación con la problemática, quedando así redactado con la cantidad mínima de documentos necesarios para información de este artículo.

Para la correcta selección de información se tuvo que realizar un exhaustivo análisis de cada documento, la cual sirvió como muestra para la matriz de base de datos, relacionado a la información del estudio de esta investigación, requiriendo, autor, título de la investigación, fuente año de publicación, y demás datos que fueron ubicados en una matriz de datos (Anexo 1.).

### **III. RESULTADOS**

#### **Evaluación de mezclas asfálticas**

Se refiere, en base a los estudios investigados, que resultado prometedor podrían estar relacionados composiciones diferentes y granulométricas de la mezcla asfáltica, así como los tamaños distintos del máximo nominal de agregado (Melo y Villena al., 2020).

Las mezclas asfálticas densas son ampliamente utilizadas como capa de revestimiento en las vías urbanas y rurales. Con el aumento del volumen y la configuración del tránsito en los últimos años se ha incrementado el uso de mezclas asfálticas con diferentes granulometrías, así como el uso de asfaltos modificados (Medina et. al., 2020). Las mezclas son compactadas y dosificadas según el método usado. Las muestras dan efectos de acuerdo a la adición de materia pétreo tanto en sus propiedades asfálticas como en las mezclas, puntualmente en reducir las deformaciones actuantes (Tamyres et. al., 2019).

Generalmente los pavimentos no muestran rajaduras repentinas o bruscas, sino deterioros de función y estructural acumuladas en que son solicitadas por cargas dinámicas. Por eso, es imprescindible estudiar los orígenes de la manifestación patológica para perfeccionarlas en el desempeño mecánicas y funcionales. En estudios comparativos sobre las influencias de la forma de onda haversine y sinusoidal en modelos de resistencias a la fatiga de mezclas asfálticas, y su repercusiones e impactos en la estimación de roturas a fatiga de las capas y asfálticas en las estructuras de pavimentos flexibles (Melo et. al., 2019).

La demanda requerida a la definición exacta de capacidades adecuadas considerándolos como mercado - disponibilidad de materia prima, diagnóstico y evaluaciones tecnológicas, económicas y ambientales desde la situación hasta una nueva modificación (Bonachea et. al., 2021).

Al analizar leyes de fatiga para las mezclas, al finalizar el proceso de envejecimiento indicado, se puede concluir que la rejuvenecedora (aditivos químicos) mejora el desempeño de la mezcla debido a que la línea de ajuste correspondiente se encuentra por encima de lo aceptable, calificándola como un producto "tolerable".

"mezcla. Por otro lado, la línea de ajuste para la mezcla con asfalto sin rejuvenecedor se encuentra por debajo del límite antes mencionado, alcanzando niveles "inadecuados" (Vila et. al., 2021).

Las modificaciones de asfaltos con agregado externo, ocasiona grupos funcionales ausentados en el asfalto sin modelar y sin aplicar ninguno de los tipos de deterioro del material (Rojas et. al., 2021). Se recomienda realizar una investigación con porcentajes aceptables para determinación de la influencia del aditivo a una mayor concentración y poder modificarlas.

El aumento de rigidez en la mezcla asfáltica conduce a un mejor comportamiento de la capa de rodadura en términos de reducción de la deformación permanente, principalmente en zonas con altas temperaturas. Sin embargo, se deben realizar más estudios para evaluar el comportamiento de la mezcla asfáltica con la adición de caucho procedente de botas militares usadas en términos de adherencia y resistencia a la fatiga. La incorporación del caucho de botas militares usadas en la matriz de cemento asfáltico y posteriormente en las mezclas asfálticas representa una alternativa para reducir el gran problema ambiental de la disposición final de los residuos sólidos, contribuyendo a generar prácticas en el campo de la ingeniería civil sustentable (Granados et. al., 2019)

## **Influencia de agregados para la elaboración de mezclas asfálticas**

### **1. Uso de fibras para las mezclas asfálticas**

Al adicionar fibras de diferentes tipos, mejoran las propiedades tales como: humedad, resistencia a la fatiga, deformación, tracción, estabilidad a altas temperaturas, resistencia a agrietamientos. Siendo la resistencia a las formaciones de surcos las más destacables. Algunas afectaron las uniones entre el agregado y el asfalto reduciendo su vida útil (Adrianzen et. al., 2022). Demostró un desempeño óptimo tanto en los cementos asfálticos como en las capas de desgastes, en proporciones de 0,1 % y 5 % de fibras. Adicionalmente en su investigación muestran que añadir fibras de acero en las mezclas aumentan las estabildades, módulos elásticos y las fluencias dinámicas demostrando un mejor resultado en la fibra de 0,4% (Jasni et. al., 2020).

## 2. Uso de asfaltitos en estructuras de pavimento flexible

El comportamiento de las mezclas diseñadas con asfaltitos modificadas puede tener mejores comportamientos que la mezcla convencional, con un costo menor y sin generar requisitos de fabricación diferentes de acuerdo a su proceso normal (Alarcón et. al., 2023).

## 3. Uso de escoria de acero en mezclas asfálticas

En el resultado de la investigación se puede observar que la escoria de aceros

**Tabla 1.** Contenido de escoria

Tránsito liviano						
Contenido de escoria de acero	0%	15%	25%	50%	75%	Especificaciones técnicas ASTM
Vacios (%)	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	3-5%
VMA (%)	17,02	17,02	17,02	17,02	17,02	
VLCA (%)	72,59	72,59	72,59	72,59	72,59	70-80%
Flujo (mm)	13,59	13,59	13,59	13,59	13,59	Entre 8 - 20
Estabilidad corregida (kN)	12,87	12,94	14,60	15,68	15,46	Min. 4,53 kN
Rel. Estabilidad/Fluencia (kg/cm)	2998,4	3004,9	3555,9	3997,1	3741,3	1700-4000

**Fuente.** Artículo técnico, Estabilidad y flujo de mezclas asfálticas en caliente incorporando escorias de acero (Universidad Señor de Sipán, Chiclayo, Perú).

incorporado en un 15 % mantienen el flujo y mejoran el balance con respecto al patrón de mezclas (Herrera et. al., 2022).

Al 15 % de incorporar la escoria de acero se determinó que es óptimo, por tener estabilidad y cumpliendo con los parámetros preestablecidos en un tránsito mediano y liviano (Tamayo y Bautista al., 2021).

## 4. Uso de escoria de cobre (EC) en mezclas asfálticas

Las escorias de cobre se consideran como pasivos ambientales mineros y comúnmente se depositan en vertedero. Sin embargo, en otros estudios se han orientado a su uso en las fabricaciones de mortero y hormigón. Por otro lado, no se reportaron estudios sobre usos de escoria de cobre en vertedero

abandonado del siglo 19 en los diseños de asfálticas. (Raposeiras et. al., 2019).

La adición de pavimentos recuperados y escorias a las mezclas asfálticas, mejoran o se mantienen al límite las características de una mezcla tradicional, pero esto no está siendo suficiente para que estas técnicas sean mucho más utilizadas, pues las empresas tanto públicas como privadas no están haciendo un uso masivo de estos recursos (Rincón y Navarro, 2021).

### **5. Uso de fibra de bambú en la mezcla asfáltica**

Las fibras de bambú son unos agregados sostenibles que aportan resistencias a las mezclas y poseen una ventaja tales como sus bajos costos en comparaciones con otros agregados, añadiendo que son unas plantas regenerativas que permiten desarrollos sostenibles de nuestros ecosistemas. Como parte del estudio se recomiendan definir unos diseños granulométricos de agregados que permitan el cumplimiento con la volumetría especificadas en la norma, también como unas mejorase potenciales se recomiendan adicionar un 0,3% - 0,4% de porcentajes de fibras con unas medidas de fibras de  $6\pm 2$  mm para conseguir una adecuada distribución de las fibras (Jiménez et. al., 2021).

El resultado que se obtuvo son los incrementos de las estabilidades hasta 0.75 % de fibras de bambú, 2550 Libras, pesos específicos se incrementaron hasta 0.50 % de fibras de 2.352 Gr/cm<sup>3</sup>, para los vacíos del aire las dosificaciones optimas fueron de 1.00 % de fibras de bambú, mientras la resistencia a la compresión aumentó hasta 0.75 % de fibra (7.04 mpa) y la resistencia a flexión las dosificaciones óptimas fueron también de 0.75 % de fibras (0.9 mpa). Por último, se concluye que al incorporar las fibras de bambú mejoran sus propiedades de las mezclas asfálticas en calientes, tanto en propiedad física como mecánica, siendo la dosificación optima (Delgado, 2022).

### **6. Uso de residuos del PVC tipo blíster**

Los resultados optados se pudieron determinar que a una temperatura de

mezclados (160 °C) no se degrada el material, ni un cambio de su mezclado, por esto se evaluó que el blíster sea apto para las modificaciones de mezclas asfálticas a la condición del mezclado y colocación (Cruz et. al., 2021). A pesar que el 0,5% presentaron porcentajes de vacíos más acorde al teórico, se decidieron a utilizar el 1,0% como porcentajes óptimos para el estudio, permitieron usar una cantidad mayor de modificantes, dándoles un mayor uso. Por lo tanto, si se utilizaban porcentajes más altos de modificantes como el 1,5%, el volumen de vacíos se alejaba del teórico (Palomino y Ascues, 2023).

**Tabla 2.** Resultados promedio del ensayo de fatiga a deformación controlada

Deformación Mezcla	400 micro strain		600 micro strain	
	Modificada	Control	Modificada	Control
Rigidez inicial (MPa)	7296	6513	6881	6326
Rigidez en ciclo de falla (MPa)	2955	3380	1991	3264
Nº Ciclos para la falla	524077	190149	59295	19461

**Fuente.** artículo científico, Evaluación de desempeño de la mezcla asfáltica modificada con residuos de PVC tipo blíster, (Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales, Universidad de Costa Rica

## 7. Uso del caucho en mezclas asfálticas

Existen demandas considerables del uso de neumáticos de desechos en ingeniería civil, que mitigan los daños al ambiente, por esto es una forma buena de reciclaje de neumáticos, sino que también es un método más efectivo para prolongar la vida útil de un pavimento (Hoyos et. al., 2021). Debido al aumento de conciencia medioambiental, y reciclar el caucho granulado (CR) y convertirlo en un material óptimo, por eso ha ido creciendo en la producción de asfaltos ya que estudios e investigaciones han comentado que los asfaltos modificados con caucho reciclado se comportan más óptimo que el convencional concreto asfáltico (Hoyos et. al., 2021).

## 8. Fundición de plomo para su uso en mezclas asfálticas

Las escorias de fundiciones del plomo secundario posiblemente pueden usarse como llenantes minerales en mezcla asfáltica, debido a la composición de granulometría. En tanto, la escoria presenta una característica mineralógica,

química y física similar a lo resaltado por autores diferentes que emplearon diversos tipos de escoria en mezcla asfáltica y escoria secundaria de plomo en los materiales de construcciones. Además, las escorias de fundiciones de plomo secundarios presentan un gran prospecto para ser usado, el cual permitirán la disposición en rellenos sanitarios una mínima cantidad de plomo y reducir la explotación de recursos áridos naturales (Torres et. al., 2019).

## **9. Caucho reciclado de llantas en el desempeño del asfalto**

Con base en los hallazgos de esta investigación experimental se determinó que la relación simultánea del material, en proporción de 8 % de polímeros y 10% de asfaltita, otorgan una mejora sustancial a asfaltos. De acuerdo a lo mencionado anteriormente, los experimentos futuros pueden encaminar el estudio del comportamiento de las mezclas propuestas bajo esfuerzos de corte para el análisis del Módulo de Corte y la deformación, con ello dar el resultado a la resistencia del material siendo una alternativa adecuada. A la hora de la construcción de carpetas de pavimento con más soporte (Mantilla et. al., 2019). Se busca transformar las debilidades de las mezclas transformadas en ventajas. Por ello se propone aplicación de materiales abundantes en desuso con gran resistencia a la intemperie dado que el caucho se presta para ello y el acceso a ella y a su proceso es sencilla y de bajo costo, se optó por esta opción (Soto et. 2023).

## **10. Uso de cal hidratada en mezclas asfálticas**

La cal hidratada se puede usar como un aditivo normal debido a las ventajas y beneficios que da al asfalto resistiendo la humedad. Por ello es que durante años se han tratado de la implementación de resultados para definir las sensibilidades de asfaltos ante las humedades. Existen trabajos que se apoyan esta sensibilidad en función a fracturas, energías superficiales, coeficiente de difusión y característica de adhesiones. Se emplea la cal hidratada porque estas aumentan las propiedades de unión adhesivas entre los agregados y asfalto. En todo estudio consultado se determinó que adicionar cal hidratada tienen beneficios claros en las propiedades de los asfaltos, creciendo sus durezas,

resistir a la humedad y mejorando las propiedades asfaltos (Kikut et. al., 2020). Los impactos frente a los diseños de mezcla asfáltica, se ven reflejados en costos tanto para el que cliente como al constructor, ya que este mineral es bastante económico y de acuerdo al estudio realizado se pueden usar al cambiar el 50% de Filler por cal hidratada una mejora en cualquier tipo de estructura (Mora y Zamora, 2019).

### **11. Uso del caucho de botas recicladas en mezclas asfálticas**

El aumento de rigidez en la mezcla asfáltica conduce a un mejor comportamiento de la capa de rodadura en términos de reducción de la deformación permanente, principalmente en zonas con altas temperaturas. Sin embargo, se deben realizar más estudios para evaluar su comportamiento de las mezclas asfálticas con agregado de caucho procedente de botas militares usadas en términos de adherencia y resistencia a la fatiga. La incorporación del caucho de botas militares usadas en la matriz de cemento asfáltico y posteriormente en las mezclas asfálticas representa una alternativa para reducir el gran problema medioambiental de las disposiciones finales de los residuos sólidos, contribuyendo a generar prácticas en el campo de la ingeniería civil sustentable (Lozano et. al., 2020).

Para evitar este problema y también tener un beneficio de manera eficaz es obteniendo caucho granulado partiendo del reciclaje del caucho, para usarlo en el pavimento ya que mejoran en su durabilidad y resistencia. Se definió los más importantes procesos para añadir el caucho en la mezcla asfáltica, son el proceso húmedo, semihúmedo y seco. Se concluyó que al usar el caucho en la mezcla mejoran sus características mecánicas de los asfaltos, como el crecimiento de módulos de rigidez, la resistencia a humedades, su vida útil, y también su aplicación en las vibraciones de amortiguamientos construcciones civiles (Flores et. al., 2022).

El porcentaje adecuado del caucho en la mezcla asfáltica cambian conforme se añadan el Caucho a l mezcla asfálticas, cuando se agregan a los asfaltos es recomendable reemplazarlas a un 20 % de su peso de los asfaltos, cuando se agrega un 1 % a 3 % de su peso de los agregados y cuando se agregan a las

mezclas utilizar 1 % total de las mezclas, determinando una resistencia útil y duradera (Hoyos et. al., 2021).

Se obtienen resultados poco favorables que de acuerdo a estudios realizados mundialmente es por implementar un alto porcentaje de polvo de cauchos, dando un óptimo porcentaje de sus usos, la cual se ubica a un 1 % (Jaramillo y Emilio, 2021).

### **Metodología en el diseño de las mezclas asfálticas**

El criterio y nivel de rendimientos se sumaron por medio de una metodología conocidas como medición del atractivo por medio de técnicas de evaluaciones basadas en categoría. Para comprobar y validar, los índices desarrollados se aplicaron a 13 uni., de muestras y se realizaron análisis de correlaciones basados en métodos de la matriz de valor fijo (Salviatto et. al., 2021). Al determinar la modelación para periodos de desempeños mediante métodos empíricos-mecanicistas y AASTHO- 93, se evidencio diferencias entre periodos calculados (Zuleta et. al., 2022).

La producción de mezcla de concretos asfálticos para capas del pavimento flexible prefieren de una gran cantidad de agregado pétreo, comúnmente de origen natural (Bastidas et. al., 2022). Se pueden asegurar que la mezcla asfáltica está formada por unas variedades del material, lo que los hace parecidos. Por lo mencionado y con otras formas asociadas a procesos de ensayos, el cambio en el resultado de ensayos es lo esperado (Mora et. al., 2021).

La densidad de la mezcla en campo es una de las propiedades más importantes para determinar el desempeño de un pavimento, por lo que se debe realizar un adecuado control de la densidad en campo (Vásquez et. al., 2019).

Se destacan las existencias de buenas sensibilidades de los métodos, ya que pueden usarse para la evaluación de fisuras por fatigas de materiales diferentes. Además, se pudo observar que, al usar los métodos propuestos, los módulos dinámicos presentan tendencias similares a las de los módulos de rigidez (Parra et. al., 2019).

Se determinó que en zonas altas de país la humedad, por el clima lluvioso, nevados

y friaje es muy común, estos factores deben ser considerados al diseñar pavimentos, debido a que se demostraron y se cuantificó su nivel de incidencia en la pérdida de lo que cuenta, resistencias a tracciones en la mezcla asfáltica evaluada (Quispe, 2021).

### **Estimación de la vida útil de fatiga**

Comparando los enfoques fenomenológicos con las energías disipadas acumuladas, se verifican que la prevención de roturas por fatigas de las capas de rodaduras asfálticas por enfoques energéticos es 26.10 % y 22.39 % mayor que los fenomenológicos, cuando se comparan los criterios convencionales y Pronk & Hopman, según corresponde. Como resultado dejan en evidencias que los enfoques y criterios de roturas adoptados van a influir, en ello, los diseños de espesores de las capas de rodaduras asfálticas en estructuras de pavimentos. En relación a desempeños de las capas de rodaduras contra los dos enfoques de estudios adecuados, se comprobaron que los enfoques de energías disipadas acumuladas prevén una mayor vida útil (Torres et. al., 2019)

Al añadir tecnologías de asfalto a las fabricaciones de mezcla tibia, se han visto que las propiedades resultan insuficientes para caracterización de las mezclas y asegurar los cubrimientos completos del agregado por asfalto, adecuadas trabajabilidades y facilidades de compactaciones de las mezclas. Los estudios concluyen en las necesidades de proponer, además de la expansión y la vida medias, las curvas de colapsos. Muchas de las investigaciones se recomiendan unas técnicas seguras y confiable para las propiedades de fatigas de vida útil (Campagnoli et. al., 2019).

De los daños que se contribuye el desgaste en el tiempo de la mezcla asfáltica es el envejecimiento de esta. A lo cual se atribuye a varios aspectos el cual intervienen las variables diferentes. La causa está asociada a una variable intrínseca, es decir, la característica propia de las mezclas asfálticas a conocer: cementos asfálticos, agregados, contenidos de vacíos de los agregados

Se pudo ver que, las metodologías tradicionalmente continúan siendo eficiente, es por ello que muy importante mencionarlo en las mayorías de estudios, la cual

corresponde a evaluaciones y comparaciones de los parámetros de la vida útil del asfalto (Rondón et. 2023).

#### **IV. CONCLUSIONES**

(1) Identificar la influencia de agregados a mezclas asfálticas para pavimentos flexibles.

Se concluyó que las influencias de aditivos a las mezclas asfálticas son nuevas alternativas para el ahorro de costos; determinando así, que los agregados de caucho, plástico, cal, PVC, plomo fundido, etc., tienen gran influencia para la capa de rodadura, y que esta a su vez pueda distribuir las cargas del tránsito vehicular.

(2) Identificar qué tipos de propiedades mecánicas son los más adecuados con la influencia de agregados a mezclas asfálticas.

Las propiedades mecánicas que actúan en las mezclas, establecieron un contenido óptimo para el asfalto, dando mayor rigidez, mejoramiento a la susceptibilidad térmica, fatiga y deformaciones, a pesar de los efectos de los cambios de clima y el tránsito vehicular. Además de una alta resistencia al periodo de tiempo, tomando en cuenta el requerimiento del tipo de servicio de la obra a desarrollar.

(3) Identificar los métodos de análisis a mezclas asfálticas para pavimentos flexibles.

Los métodos, Marshall y Surperpave usados en el análisis de mezclas asfálticas siempre van hacer de acuerdo al material que se va a adicionar a las mezclas de asfalto; es decir que la metodología, esta en función a determinar, la granulometría permitida de acuerdo al tamaño de las partículas de la mezcla del agregado, esto debido a la capacidad de absorber los aditivos usados y los porcentajes de los finos, para ser así un asfalto optimo en su contenido, con una debida compactación de agregados con la mezcla, y definiendo el vacío de los agregados.

## REFERENCIAS

- ABRIL ZULETA, Sandra Lizeth; FERNÁNDEZ GÓMEZ, Wilmar Darío; REYES LIZCANO, Fredy Alberto. Performance period of prefabricated asphalt mixtures stored for patching activities in Bogotá DC. 2022. [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0124-81702022000100025&lang=es](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0124-81702022000100025&lang=es)
- ABU ABDO, Ahmad M.; JUNG, S. J. Investigation of reinforcing flexible pavements with waste plastic fibers in Ras Al Khaimah, UAE. *Road Materials and Pavement Design*, 2020, vol. 21, no 6, p. 1753-1762. [https://www.researchgate.net/publication/330610418\\_Investigation\\_of\\_reinforcing\\_flexible\\_pavements\\_with\\_waste\\_plastic\\_fibers\\_in\\_Ras\\_Al\\_Khaimah\\_UAE](https://www.researchgate.net/publication/330610418_Investigation_of_reinforcing_flexible_pavements_with_waste_plastic_fibers_in_Ras_Al_Khaimah_UAE)
- ADRIANZEN FLORES, Orlando Jefferson, et al. Uso de distintos tipos de fibras para mejorar las propiedades mecánicas de la mezcla asfáltica: Una revisión literaria. *Infraestructura Vial*, 2022, vol. 24, no 43, p. 29-45. [https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2215-37052022000100056&lang=es#aff2](https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2215-37052022000100056&lang=es#aff2)
- ALFALAH, Ahmad, et al. Assessment of the impact of fiber types on the performance of fiber-reinforced hot mix asphalt. *Transportation Research Record*, 2020, vol. 2674, no 4, p. 337-347. <https://journals.sagepub.com/doi/abs/10.1177/0361198120912425>
- ASLAN, Şevket; AKTAŞ, Bekir. Use of diatomite and pumice as stabilizers in stone mastic asphalt mixtures. *Revista de la Construcción*, 2018, vol. 17, no 3. [https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0718-915X2018000300531&lang=es](https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-915X2018000300531&lang=es)
- BASTIDAS MARTÍNEZ, Juan Gabriel; SÁNCHEZ LOSADA, Javier Mauricio; RONDÓN QUINTANA, Hugo Alexander. Evaluation of an asphalt mixture with the incorporation of recycled concrete aggregates superficially treated with a chemical solution of magnesium sulfate. *Ciencia e Ingeniería Neogranadina*, 2022, vol. 32, no 1, p. 9-23. [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0124-81702022000100009&lang=es](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0124-81702022000100009&lang=es)
- BONACHEA CRESPO, Mijail; PÉREZ NAVARRO, Omar; PEDRAZA

GÁRCIGA, Julio. Procedimiento de evaluación y adaptación de tecnología para el incremento de la producción de líquido asfáltico. Centro Azúcar, 2021, vol. 48, no 3, p. 98-107. [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2223-48612021000300098&lang=es](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2223-48612021000300098&lang=es)

- CALVA HERRERA, Leyner Oswaldo; MUÑOZ PÉREZ, Sócrates Pedro. Estabilidad y flujo de mezclas asfálticas en caliente incorporando escorias de acero. *Infraestructura Vial*, 2022, vol. 24, no 43, p. 83-93. [https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2215-37052022000100083&lang=es](https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2215-37052022000100083&lang=es)
- CAMPAGNOLI-MARTÍNEZ, Sandra Ximena; ESTUPIÑÁN-ESCALANTE, Enrique; SOTO-VARGAS, Javier Evandro. Técnicas para caracterización de espumas de asfalto. *Ciencia e Ingeniería Neogranadina*, 2019, vol. 29, no 1, p. 153-165. [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0124-81702019000100153&lang=es](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0124-81702019000100153&lang=es)
- CELI JARAMILLO, Emilio Javier. Aplicación de polvo de caucho y escoria combinados en la fabricación de mezcla asfáltica. 2021. Tesis de Licenciatura. <https://dspace.utpl.edu.ec/handle/20.500.11962/27805>
- CRUZ CAJINA, Nicole, et al. Performance evaluation of modified asphalt mix with blister PVC waste. *Infraestructura Vial*, 2021, vol. 23, no 42, p. 13-22. [https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2215-37052021000200013&lang=es](https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2215-37052021000200013&lang=es)
- DELGADO CARDENAS, Johnny. Influencia de la fibra de bambú en las propiedades de mezcla asfáltica en caliente para la Avenida Tumbes, 2022. 2022. <https://hdl.handle.net/20.500.12692/105635>
- EISA, M. S.; BASIOUNY, M. E.; DALOUB, M. I. Effect of adding glass fiber on the properties of asphalt mix. *International Journal of Pavement Research and Technology*, 2021, vol. 14, p. 403-409. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2095756423000521#:~:text=The%20research%20results%20show%20that,permanent%20deformation%20of%20asphalt%20pavement.>
- GAERTNER, M.; STAUB DE MELO, J.; VILLENA, J. Los efectos de la forma de la onda de carga en la estimación de la vida a la fatiga de la capa asfáltica en la estructura del pavimento. *Revista ingeniería de construcción*, 2019, vol.

34, no 2, p. 136-145.

[https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0718-50732019000200136&lang=es](https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-50732019000200136&lang=es)

- GRANADOS NOA, José Luis. Comportamiento mecánico de la mezcla asfáltica en caliente modificada con caucho mediante proceso por vía seca respecto a la mezcla asfáltica convencional. 2017. <https://repositorio.urp.edu.pe/handle/20.500.14138/1572>
- GÜILLÍN NAVARRO, Camila Andrea; RINCÓN MORA, Yeison Andrés. Evaluación de la incidencia de las escorias de cobre y acero en el comportamiento mecánico de mezclas densas en caliente con restos de pavimentos recuperados. 2022. <https://repositorioinstitucional.ufpso.edu.co/xmlui/handle/123456789/529>
- HOYOS DÍAZ, Luz Magali; PUICON HERRERA, Katyuska del Carmen; MUÑOZ PÉREZ, Sócrates Pedro. Uso del caucho granulado en mezclas asfálticas: Una revisión literaria. *Infraestructura Vial*, 2021, vol. 23, no 41, p. 11-19. [https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2215-37052021000100011&lang=es](https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2215-37052021000100011&lang=es)
- HOYOS DÍAZ, Luz Magali; PUICON HERRERA, Katyuska del Carmen; MUÑOZ PÉREZ, Sócrates Pedro. Use of granulated rubber in asphalt mixtures: A literary review. *Infraestructura Vial*, 2021, vol. 23, no 41, p. 11-19. [https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?pid=S2215-37052021000100011&script=sci\\_arttext](https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?pid=S2215-37052021000100011&script=sci_arttext)
- IÑEGUEZ, Jaime Bojorque; FLORES, Cristian; VÁSQUEZ, Mario. Marshall parameters for quality control of hot mix asphalt after pavement construction. *Revista de la Construcción*, 2019, vol. 18, no 1, p. 178-185. [https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0718-915X2019000100178&lang=es](https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-915X2019000100178&lang=es)
- JIMÉNEZ, Angie. Mechanical performance analysis of an asphalt mixture modified with bamboo fibre. *Infraestructura Vial*, 2021, vol. 23, no 42, p. 44-52. [https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2215-37052021000200044&lang=es](https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2215-37052021000200044&lang=es)
- KIKUT CRUZ, Karina; BALDI, Alejandra; ELIZONDO SALAS, Ana Luisa. Benefits of adding hydrated lime to asphalt mixtures: A review. *Infraestructura Vial*, 2020, vol. 22, no 39, p. 12-19. [https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2215-](https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2215-)

[37052020000100012&lang=es](https://doi.org/10.37052/2020000100012)

- LOPEZ, JEFREY JHON ALEXANDER TAMAYO; BAUTISTA, LAURA VANESSA BOLIVAR. Protocolo para la Elaboración de una Mezcla Asfáltica con Incorporación de Escoria Siderúrgica como Llenante Mineral. 2017. <https://hdl.handle.net/10983/2586>
- LOZANO, Diego Andrés, et al. Asphalts and modified dense asphalt mixtures with rubber of military boots. *Dyna*, 2020, vol. 87, no 212, p. 120-128. [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0012-73532020000100120&lang=es](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0012-73532020000100120&lang=es)
- MANTILLA-FORERO, Javier Eduardo; CASTAÑEDA-PINZÓN, Eduardo Alberto. Assessment of simultaneous incorporation of crumb rubber and asphaltite in asphalt binders. *Dyna*, 2019, vol. 86, no 208, p. 257-263. [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S001273532019000100257&lang=es](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S001273532019000100257&lang=es)
- MARDONES PARRA, Luis, et al. Ensayo dinámico axial en probetas cilíndricas entalladas para medir el comportamiento a fatiga en mezclas asfálticas. *Ingeniería y Desarrollo*, 2019, vol. 37, no 1, p. 36-56. [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0122-34612019000100036&lang=es](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0122-34612019000100036&lang=es)
- MEDINA, L.; MUNIZ DE FARIAS, M.; RECAREY, C. Evaluación reológica y mecánica de un aglutinante asfáltico modificado por polímeros. *Revista ingeniería de construcción*, 2020, vol. 35, no 2, p. 170-181. [https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0718-50732020000200170&lang=es](https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-50732020000200170&lang=es)
- MEZA, María Isabel Zambrano; PIUSSEAUT, Eduardo Tejeda. Materiales granulares tratados con emulsión asfáltica para su empleo en bases o subbases de pavimentos flexibles. *Revista de Arquitectura e Ingeniería*, 2019, vol. 13, no 3, p. 1-11 <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=193961007002>
- MORA VALVERDE, Melissa Karina, et al. Análisis de la variabilidad asociada a ensayos de fatiga en mezclas asfálticas. *Infraestructura Vial*, 2021, vol. 23, no 41, p. 20-30. [https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2215-37052021000100020&lang=es](https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2215-37052021000100020&lang=es)
- MORA-ALDANA, Eleazar Masah; ZAMORA-CASTILLO, Fabián Ricardo.

Influencia de la cal hidratada en mezclas asfálticas drenantes. 2019. <https://repository.ucatolica.edu.co/server/api/core/bitstreams/a0312a1d-747a-4b1b-b086-96f8be9c6f5c/content>

- MORALES, María Caridad Sánchez; MARRERO, Deborah María Pavón; PIUSSEAUT, Eduardo Tejeda. Propuesta de espesores mínimos de superficie y coeficientes de equivalencia de espesores para el diseño de pavimentos flexibles. *Revista de Arquitectura e Ingeniería*, 2020, vol. 14, no 1, p. 1-10. <https://www.redalyc.org/journal/1939/193962633005/193962633005.pdf>
- NAVARRETE SCHETTINI, Gabriel Antonio. Diseño de mezclas asfálticas integrando residuos sólidos de la industria automovilística (elastómero) y de vías (pavimento asfáltico envejecido) en Manabí, Ecuador. *Industrial Data*, 2019, vol. 22, no 1. <https://www.redalyc.org/journal/816/81661270002/html/>
- NAZER, Amin, et al. Uso de escoria de cobre de un vertedero abandonado en mezclas asfálticas. *Obras y proyectos*, 2021, no 30, p. 91-98. [https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0718-28132021000200091&lang=es#aff3](https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-28132021000200091&lang=es#aff3)
- PACARA-COPA, M.; ROCHA, J. H. A.; LEDEZMA-PÉREZ, J. S. Time variability analysis for damage detection in flexible pavement using infrared thermography. *Revista ALCONPAT*, 2020, vol. 10, no 3, p. 350-363. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=427664143007>
- PALOMINO CÁRDENAS, Frine Tamara; AGUIRRE TAPIA, Jean Claude. Evaluación comparativa de las características físicas y comportamiento mecánico de una mezcla asfáltica en caliente adicionada con polietileno de alta densidad (HDPE) reciclado con respecto a una muestra patrón utilizando cemento asfáltico pen 85/100, con agregados de la Región Cusco2022. 2023. <https://hdl.handle.net/20.500.12557/5482>
- PEÑALOZA, Danna, et al. Theoretical analysis of waste cooking oil rejuvenator in reclaimed asphalt for sustainable hot asphalt mix preparation at the Área Metropolitana de Bucaramanga. *Dyna*, 2022, vol. 89, no 223, p. 79-87. [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0012-73532022000400079&lang=es](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0012-73532022000400079&lang=es)
- PORRAS RODRÍGUEZ, Pahola; TOVAR RIVERA, Andrés Felipe; REYES ORTIZ, Oscar Javier. Diseño, construcción e instrumentación del equipo de ahuellamiento para pavimentos flexibles. *Prospectiva*, 2018, vol. 15, no 2, p.

126-134. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=496254902014>

- QUISPE APAZA, Gabith Sayda. Evaluación comparativa del desempeño de mezclas asfálticas convencional y con cal hidratada expuestas a humedad en climas fríos. 2021. <https://renati.sunedu.gob.pe/handle/sunedu/3053512>
- RÍOS COTAZO, Norma Ximena, et al. Revisión de métodos para la clasificación de fallas superficiales en pavimentos flexibles. *Ciencia e Ingeniería Neogranadina*, 2020, vol. 30, no 2, p. 109-127. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=91167857009>
- ROJAS ROJAS, Gabriel, et al. Asphalt modification with red grape pomace as an antioxidant material. *Infraestructura Vial*, 2021, vol. 23, no 41, p. 1-10. [https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S221537052021000100001&lang=es](https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S221537052021000100001&lang=es)
- RONDON MOGOLLON, Jose Manuel. Envejecimiento de asfaltos y mezclas asfálticas: revisión teórica. 2021. <https://repository.usta.edu.co/bitstream/handle/11634/42673/2021joserondon1.pdf?sequence=2&isAllowed=y>
- SALVIATTO, Vitor Hugo; FONTENELE, Heliana Barbosa. Index for assessing the condition of flexible urban pavements based on a constructivist multicriteria analysis Índice para evaluar el estado de los pavimentos urbanos flexibles basado en un análisis multicriterio constructivista. *vol*, 2021, vol. 36, p. 107-116. [https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0718-50732021000200107&lang=es](https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-50732021000200107&lang=es)
- SILVA, Tamyres Karla da, et al. Sensitivity of the Superpave mix design method to different methods for determining the maximum specific gravity. *Dyna*, 2019, vol. 86, no 211, p. 184-191. <https://doi.org/10.15446/dyna.v86n211.7771>
- SOTO IPANAQUE, Einer Edward. Uso de caucho de llantas recicladas en mezclas asfálticas en caliente como adición del cemento asfáltico. 2023. [https://repositorio.utp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12867/7400/E.Soto\\_Tesis\\_Titulo\\_Profesional\\_2023.pdf?sequence=5&isAllowed=y](https://repositorio.utp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12867/7400/E.Soto_Tesis_Titulo_Profesional_2023.pdf?sequence=5&isAllowed=y)
- STAUB DE MELO, J.; BUZZI TORRES, I.; VILLENA, J. Aplicación de enfoques de análisis y criterios de rotura en ensayos de fatiga y su influencia en la predicción de la vida útil de la capa de rodadura asfáltica en la estructura del pavimento. *Revista ingeniería de construcción*, 2019, vol. 34, no 3, p. 268-277. [https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0718-](https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-)

[50732019000300268&lang=es](https://doi.org/10.31095/investigatio.2022.18.2)

- STAUB DE MELO, J.; VILLENA, J. Evaluación de la efectividad del uso del índice TDI (Traffic Densification Index) para la predicción del comportamiento de las mezclas asfálticas nanomodificadas frente a la deformación permanente. *Revista ingeniería de construcción*, 2020, vol. 35, no 3, p. 322-335. [https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0718-50732020000300322&lang=es](https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-50732020000300322&lang=es)
- TELLO-CIFUENTES, Lizette, et al. Evaluación de daños en pavimento flexible usando fotogrametría terrestre y redes neuronales. *TecnoLógicas*, 2021, vol. 24, no 50, p. 59-71. <http://www.scielo.org.co/pdf/teclo/v24n50/2256-5337-teclo-24-50-59.pdf>
- TORRES CASTELBLANCO, Diana M., et al. Estudio preliminar sobre el aprovechamiento de escoria de fundición de plomo secundario en la obtención de mezclas asfálticas. *Ingeniería y Desarrollo*, 2019, vol. 37, no 2, p. 256-268. [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0122-34612019000200256&lang=es](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0122-34612019000200256&lang=es)
- TORRES, Pilar Mariela Flores, et al. Uso de Grano de Caucho Reciclado para mejorar la resistencia y durabilidad en pavimentos: una revisión literaria. *INVESTIGATIO*, 2022, no 18. <https://doi.org/10.31095/investigatio.2022.18.2>
- VASCONCELOS FERNANDES, R. T., et al. Mapping of pathological manifestations in asphalt pavement through the use of drones. *Revista ALCONPAT*, 2021, vol. 11, no 1, p. 61-72. <https://www.redalyc.org/journal/4276/427668623006/427668623006.pdf>
- VILA, R. R.; MERA, W.; JARAMILLO, J. Evaluation of a rejuvenator as an additive in asphalt. *Revista Ingeniería de Construcción*, 2021, vol. 36, no 2. [https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0718-50732021000200222&lang=es](https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-50732021000200222&lang=es)

## ANEXOS

### Anexo 1. Tablas de resultados

**Tabla 1. Cantidad de documentos consultados**

<b>Cantidad de documentos consultados</b>			
<b>FUENTE</b>	<b>NUMERO DE ARCHIVOS</b>	<b>Dimensión 1</b>	<b>Dimensión 2</b>
Scielo	553	Artículos científicos	Artículos de investigación
Redalyc	68	Artículos científicos	Artículos de investigación
Sciencedirect	96	Artículos científicos	Artículos de investigación
Renati	50	Artículos científicos	Artículos de investigación
Google académico (tesis)	20	Artículos científicos	Artículos de investigación
TOTAL	787	Artículos científicos	Artículos de investigación

**Tabla 2. Número de documentos incluidos**

<b>Numero de documentos incluidos</b>		
<b>FUENTE</b>	<b>Archivos analizados</b>	<b>Archivos incluidos</b>
Scielo	237	30
Redalyc	50	7
Sciencedirect	20	3
Renati	5	1
Google académico (tesis)	15	9
TOTAL	322	50

**Tabla 3.** Documentos citados vinculados

Nº	Título de artículo	Autor	Año	Fuente	Aporte
1	Uso de distintos tipos de fibras para mejorar las propiedades mecánicas de la mezcla asfáltica: Una revisión literaria.	orlando jefferson adrianzen flores. Jhon jeiner azula vasquez. Cristian fabian pacherras. Socrates pedro muñoz perez	2022	scielo	teórico
2	Factibilidad de uso de asfaltitas de Pesca Boyacá en estructuras de pavimento flexible	alarcon dallos. W. galvis pinzon p. suarez rivera	2023	scielo	teórico
3	Índice para evaluar el estado de los pavimentos urbanos flexibles basado en un análisis multicriterio constructivista	vitor hugo salviatto-heliana barbosa fontanele	2021	scielo	teórico
4	Estabilidad y flujo de mezclas asfálticas en caliente incorporando escorias de acero	leyner osvaldo calva herrera-socrates pedro muños perz	2022	scielo	teórico
5	Protocolo para la elaboración de una mezcla asfáltica con incorporación de escoria siderúrgica como llenante mineral	Tamayo-López, Jeffrey Jhon Alexander. Bolívar-Bautista, Laura Vanessa	2020	Google académico (tesis)	teórico
6	Periodo de desempeño de mezclas asfálticas prefabricadas almacenadas para actividades de parcheo en Bogotá D.C.	Sandra Lizeth Abril Zuletaa. Wilmar Darío Fernández Gómezb. Fredy Alberto Reyes Lizcanoc	2022	scielo	teórico
7	Análisis teórico del aceite residual de cocina como rejuvenecedor del asfalto recuperado para la preparación de mezclas asfálticas en caliente sostenibles en el Área Metropolitana de Bucaramanga	Danna Peñaloza -Danna Vásquez. Valentina Valdivieso. Yeison Jaramillo. Vladimir Plata. Paalo Moreno	2022	scielo	teórico
8	Evaluación de una mezcla asfáltica con incorporación de agregados reciclados de concretos tratados superficialmente con una solución química de sulfato de magnesio*	Juan Gabriel Bastidas Martínez-Javier Mauricio Sánchez Losada-Hugo Alexander Rondón Quintana	2022	scielo	teórico
9	Uso de escoria de cobre de un vertedero abandonado en mezclas asfálticas	Amin Nazer, María Castillo, Alicia López, Leonel Ortiz, Osvaldo P	2021	scielo	teórico
10	Análisis del desempeño mecánico de una mezcla asfáltica modificada con fibra de bambú	Angie Jiménez	2021	scielo	teórico
11	Evaluación de desempeño de la mezcla asfáltica modificada con residuos de PVC tipo blíster	Nicole Cruz Cajina-Edgar Camacho Garita-Alejandra Baldi-José Pablo Aguiar Moya	2021	scielo	teórico
12	Análisis de la variabilidad asociada a ensayos de fatiga en mezclas asfálticas	Melissa Karina Mora Valverde-José Pablo Aguiar Moya-Mónica Jiménez Acuña-Wendy Sequeira Rojas	2021	scielo	teórico
13	Uso del caucho granulado en mezclas asfálticas: Una revisión literaria	Luz Magali Hoyos Díaz-Katyuska del Carmen Puicon Herrera-Sócrates Pedro Muñoz Pérez	2021	scielo	teórico
14	Evaluación de la efectividad del uso del índice TDI (Traffic Densification Index) para la predicción del comportamiento de las mezclas asfálticas nanomodificadas frente a la deformación permanente	J. Staub de Melo-J. Villena	2020	scielo	teórico
15	Evaluación reológica y mecánica de un aglutinante	L. Medina-M. Muniz de Farias-C. Recarey	2020	scielo	teórico

	asfáltico modificado por polímeros.				
16	Aplicación de enfoques de análisis y criterios de rotura en ensayos de fatiga y su influencia en la predicción de la vida útil de la capa de rodadura asfáltica en la estructura del pavimento	J Staub de Melo-I Buzzi Torres-J Villena	2019	scielo	teórico
17	Los efectos de la forma de la onda de carga en la estimación de la vida a la fatiga de la capa asfáltica en la estructura del pavimento	J Staub de Melo-M. Gaertner-J Villena	2019	scielo	teórico
18	Ensayo dinámico axial en probetas cilíndricas entalladas para medir el comportamiento a fatiga en mezclas asfálticas	Luis Mardones Parra-Gonzalo Valdés Vidal- Elsa Sánchez Alonso-Alejandra Calabi Floody	2019	scielo	teórico
19	Estudio preliminar sobre el aprovechamiento de escoria de fundición de plomo secundario en la obtención de mezclas asfálticas	Diana M. Torres Castelblanco-Luisa F. Mosquera Idrobo-Janneth Torres Agredo-Sully F. Valencia Vivas-Sergio Gallego Restrepo-Fernando Alvarez Hincapié	2019	scielo	teórico
20	Parámetros Marshall para el control de calidad de mezclas asfálticas en caliente después de la construcción del pavimento	Jaime Bojorque Ñeguez-Cristian Flores- Mario Vásquez	2019	scielo	teórico
21	Estudio experimental del efecto del caucho reciclado y la asfaltita en el desempeño del asfalto	Javier Eduardo Mantilla Foreroa - Eduardo Alberto CastañedaPinzón	2019	scielo	teórico
22	Uso de diatomita y piedra pómez como estabilizadores en mezclas asfálticas de masilla de piedra	Şevket Aslan-Bekir Aktaş	2019	scielo	teórico
23	PROCEDIMIENTO DE EVALUACIÓN Y ADAPTACIÓN DE TECNOLOGÍA PARA EL INCREMENTO DE LA PRODUCCIÓN DE LÍQUIDO ASFÁLTICO	Bonachea Crespo, Mijail - Pérez Navarro, Omar - Pedraza Gárciga, Julio	2021	scielo	teórico
24	Evaluation of a rejuvenator as an additive in asphalt	Vila, V. ; Mera, W. ; Jaramillo, J.	2021	scielo	teórico
25	Modificación del asfalto con orujo de uva roja como material antioxidante	Gabriel Rojas Rojas-Eliécer Arias Barrantes-José Pablo Aguiar Moya-Alejandra Baldi	2021	scielo	teórico
26	Evaluación reológica y mecánica de un aglutinante asfáltico modificado por polímeros.	L. Medina-M. Muniz de Farias-C. Recarey	2020	scielo	teórico
27	Beneficios del uso de cal hidratada en mezclas asfálticas: Revisión del estado del arte	Karina Kikut Cruz -M.Sc. Alejandra Baldi -M.Sc. Ana Luisa Elizondo Salas	2020	scielo	teórico
28	Asfaltos y mezclas asfálticas densas modificadas con caucho de botas militares	Diego Andrés Lozanoa Fausto Molina Gómeza. Juan Carlos Ruge. Luis Ángel MorenomAnselmic . Juan Gabriel BastidasMartínez	2020	scielo	teórico
29	Aplicación de enfoques de análisis y criterios de rotura en ensayos de fatiga y su influencia en la predicción de la vida útil de la capa de rodadura asfáltica en la estructura del pavimento	Rev. ing. constr. vol.34 no.3 Santiago dic. 2019	2019	scielo	teórico
30	Uso de Grano de Caucho Reciclado para mejorar la resistencia y durabilidad en pavimentos	Pilar Mariela Flores Torres-Antonio Gatica-Diana Trinidad-Víctor Sulca	2022	google academico (tesis)	teórico

31	Técnicas para caracterización de espumas de asfalto	Sandra Ximena Campagnoli Martínez- Enrique Estupiñán Escalante- Javier Evandro Soto Vargas	2019	scielo	teórico
32	Envejecimiento de asfaltos y mezclas asfálticas	José Manuel Rondón Mogollón	2023	google academico (tesis)	teórico
33	"Uso de caucho de llantas recicladas en mezclas asfálticas en caliente como adición del cemento asfáltico"	Einer Edward Soto Ipanaque	2023	google academico (tesis)	teórico
34	Influencia de la cal hidratada en mezclas asfálticas drenantes.	Mora Aldana, Eleazar Masah y Zamora Castillo Fabián Ricardo.	2019	google academico (tesis)	teórico
35	Influencia de la fibra de bambú en las propiedades de mezcla asfáltica en caliente para la Avenida Tumbes, 2022	Delgado Cardenas, Johnny	2022	google academico (tesis)	teórico
36	Evaluación de la incidencia de las escorias de cobre y acero en el comportamiento mecánico de mezclas densas en caliente con restos de pavimentos recuperados	Yeison andres rincón mora , camila Andrea guillin Navarro	2021	google academico (tesis)	teórico
37	"Evaluación Comparativa De Las Características Físicas Y Comportamiento Mecánico De Una Mezcla Asfáltica En Caliente Adicionada Con Polietileno De Alta Densidad (Hdpe) Reciclado Con Respecto A Una Muestra Patrón Utilizando Cemento Asfáltico Pen 85/100, Con Agregados De La Region Cusco-2022"	Palomino Cárdenas, Frine Tamara- Aguirre Tapia, Jean Claude	2023	google academico (tesis)	teórico
38	Uso del caucho granulado en mezclas asfálticas: Una revisión literaria	Luz Magali Hoyos Díaz-Katyska del Carmen Puicon Herrera-Sócrates Pedro Muñoz Pérez	2021	scielo	teórico
39	Aplicación de polvo de caucho y escoria combinados en la fabricación de mezcla asfáltica	Celi Jaramillo, Emilio Javier	2021	google academico	teórico
40	Evaluación comparativa del desempeño de mezclas asfálticas convencional y con cal hidratada expuestas a humedad en climas fríos	Quispe Apaza, Gabith Sayda	2021	reanti	teórico
41	Diseño construcción e instrumentación del equipo de ahuellamiento para pavimentos flexibles 2018	Pahola Porras Rodríguez, Andrés Felipe Tovar Oscar, Javier Reyes Ortiz	2019	redalyc	teórico
42	Revisión de métodos para la clasificación de fallas superficiales en pavimentos flexibles 2020	Norma Ximena Ríos Cotazo, Bladimir Bacca Cortés, Eduardo Caicedo Bravo	2020	redalyc	teórico
43	Propuesta de espesores mínimos de superficie y coeficientes de equivalencia de espesores para el diseño de pavimentos flexibles	María Caridad Sánchez Morales. "José Antonio Echeverría". Deborah María Pavón Marrero "José Antonio Echeverría". Dr. Eduardo Tejeda "José Antonio Echeverría".	2020	redalyc	teórico
44	Materiales granulares tratados con emulsión asfáltica para su empleo en bases o subbases de pavimentos flexibles.	María Isabel Zambrano. Eduardo Tejeda Piusseaut	2019	redalyc	teórico
45	Análisis de variabilidad temporal de daños. Detección en pavimentos flexibles	M. Pacara-, Bolivia J. H. A. Rocha J. S. Ledezma-Perez	2020	redalyc	teórico

46	Mapeo de manifestaciones patológicas en pavimento asfáltico mediante el uso de drones	R. Dias L. Pagoto N. TsutsumotoC. Fioriti	2021	redalyc	teórico
47	Evaluación de daños en pavimento flexible usando fotogrametría terrestre y redes neuronales	Lizette Tello-Cifuentes, Marcela Aguirre-Sánchez Jean P. Díaz-Paz Antonio José Camacho,	2021	scielo	teórico
48	Diseño de mezclas asfálticas integrando residuos sólidos de la industria automovilística (elastómero) y de vías (pavimento asfáltico envejecido) en Manabí	Gabriel Antonio Navarrete Schettini	2019	redalyc	teórico
49	Investigación de refuerzo de pavimentos flexibles con fibras plásticas de desecho en Ras Al Khaimah, Emiratos Árabes Unidos	Abu Abdo, A., & Jung, S. (2020)	2020	Google académico (tesis)	teórico
50	Efecto de las fibras sintéticas sobre el desempeño mecánico de la mezcla asfáltica: una revisión	Eisa, M., Basiouny, M., & Daloob, M.	2023	sciencedirect	teórico

## Anexo 2. Resultado de originalidad del Programa Turnitin.

### TRABAJO DE INVESTIGACION.pdf

---

#### INFORME DE ORIGINALIDAD

---



#### FUENTES PRIMARIAS

---



---

Excluir citas	Apagado	Excluir coincidencias	Apagado
Excluir bibliografía	Apagado		