



**FACULTAD DE INGENIERÍA, ARQUITECTURA Y
URBANISMO**

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

**Diseño de pavimentos flexibles mediante la
comparación del pavimento convencional y el
pavimento PET**

**PARA OPTAR EL GRADO ACADÉMICO DE BACHILLER
EN INGENIERÍA CIVIL**

Autores

Burga Bustamante Gladis

<https://orcid.org/0000-0001-9849-5336>

Goicochea Vásquez Luis Ángel

<https://orcid.org/0000-0002-1615-4931>

Asesora

PhD. Heredia Llatas Flor Delicia

<https://orcid.org/0000-0001-6260-9960>

Línea de Investigación

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

Sublínea de Investigación

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

Pimentel – Perú

2024



DECLARACIÓN JURADA DE ORIGINALIDAD

Quienes suscriben la DECLARACIÓN JURADA, somos estudiante (s) del Programa de Estudios de la **Escuela Académica Profesional de Ingeniería Civil** de la Universidad Señor de Sipán S.A.C, declaramos bajo juramento que somos autores del trabajo titulado:

Diseño de pavimentos flexibles mediante la comparación del pavimento convencional y el pavimento PET

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

En virtud de lo antes mencionado, firman:

Burga Bustamante Gladis	DNI: 71071542	
Goicochea Vasquez Luis Angel	DNI: 75821296	

Pimentel, 22 de agosto de 2024.

PAPER NAME

Diseño de pavimentos flexibles mediante la comparación del pavimento convencional y el pavimento PET

AUTHOR

- Burga Bustamante Gladis
- Goicochea Vasquez Luis Angel

WORD COUNT

5318 Words

CHARACTER COUNT

29278 Characters

PAGE COUNT

35 Pages

FILE SIZE

35.1KB

SUBMISSION DATE

Sep 24, 2024 11:00 AM GMT-5

REPORT DATE

Sep 24, 2024 11:00 AM GMT-5

● **10% Overall Similarity**

The combined total of all matches, including overlapping sources, for each database.

- 7% Internet database
- 7% Submitted Works database
- 1% Publications database

Dedicatoria

A Dios por la fuerza y sabiduría durante mi trayecto académico, a mis padres Goicochea Fernandez Jose y mi madre Erlita Vasquez Tantalean por la motivación, a mis hermanas Marianela Goicochea Vasquez y Alejandra, quienes han sido mi apoyo incondicional para superar cada desafío.

Goicochea Vasquez Luis Angel

Dedico a Dios, quien me ha dado fuerza y sabiduría para llegar hasta aquí. A mis padres Fernando y Maria, a mis hermanos por su comprensión y apoyo incondicional por estar siempre a mi lado en cada paso de este arduo camino.

Burga Bustamante Gladis

Agradecimientos

A la Universidad Señor de Sipán por la plana docente que nos brindó una formación académica de calidad y que forman parte de nuestra formación profesional.

Goicochea Vasquez Luis Angel

A la Universidad Señor de Sipán, así como a los docentes y compañeros que contribuyeron a mi formación académica y personal.

Burga Bustamante Gladis

Índice

Dedicatoria	4
Agradecimientos	5
Resumen	7
Abstract	8
I. INTRODUCCIÓN	9
1.1. Realidad problemática.	9
1.2. Formulación del problema.....	16
1.3. Hipótesis.....	16
1.4. Objetivos.....	16
1.5. Teorías relacionadas al tema.....	16
II. MÉTODO DE INVESTIGACIÓN	21
III. RESULTADOS Y DISCUSIONES.....	23
IV. CONCLUSIONES	25
REFERENCIAS	26

Índice de tablas

Tabla I Distribución de artículos usados según el año de publicación y la base de datos ... 22

Tabla II Principales diferencias del pavimento convencional y el pavimento PET 24

Resumen

La elección del tipo de pavimento es una decisión crucial en el diseño de pavimentos flexibles. Dos opciones comunes son el pavimento convencional y el pavimento PET (Polietileno Tereftalato). El objetivo de este trabajo de investigación es comparar el desempeño y la sostenibilidad del pavimento convencional y el pavimento PET en el diseño de pavimentos flexibles. Para lograr esto, se busca evaluar varios aspectos clave. En primer lugar, se busca comparar la resistencia y capacidad de soporte de ambos tipos de pavimento. Se analizará cómo se comportan frente a cargas pesadas y continuas, evaluando su capacidad para soportar el tráfico y conservar la integridad a través del tiempo. Por último, se analizará la sostenibilidad de cada tipo de pavimento. Se evaluará el impacto ambiental de ambos, teniendo en cuenta aspectos como la huella de carbono, la utilización de materiales de reciclaje. Se considerará también la posibilidad de reciclaje y reutilización de materiales en el caso del pavimento PET. En resumen, este trabajo de investigación tiene como objetivo comparar el desempeño y la sostenibilidad del pavimento convencional y el pavimento PET en el diseño de pavimentos flexibles. Se evaluará la resistencia y capacidad de soporte, durabilidad y vida útil, costos y beneficios económicos, y la sostenibilidad de cada tipo de pavimento.

Palabras Clave: Pavimento flexible, pavimento PET, pavimento convencional.

Abstract

The choice of pavement type is a crucial decision in the design of flexible pavements. Two common options are conventional pavement and PET (Polyethylene Terephthalate) pavement. The objective of this research work is to compare the performance and sustainability of conventional pavement and PET pavement in flexible pavement design. To this end, several key aspects are to be evaluated. First, it is intended to compare the strength and bearing capacity of both types of pavement. We will analyze how they behave under heavy and continuous loads, evaluating their ability to support traffic and maintain structural integrity over time. Finally, the sustainability of each type of pavement will be analyzed. The environmental impact of both will be evaluated, taking into account aspects such as carbon footprint, use of natural resources and waste generation. The possibility of recycling and reusing materials in the case of PET pavements will also be considered. In summary, this research work aims to compare the performance and sustainability of conventional pavement and PET pavement in the design of flexible pavements. The strength and bearing capacity, durability and service life, economic costs and benefits, and sustainability of each type of pavement will be evaluated.

Keywords: Flexible pavement, PET pavement, conventional pavement.

I. INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad problemática.

A lo largo de los años se han visto muchos problemas a nivel mundial sobre carreteras o caminos siendo trascendental para el desarrollo del país. Anteriormente la infraestructura vial ha sido parte del crecimiento tecnológico en la ingeniería civil, descubriendo nuevos materiales y métodos de construcción, la cual está relacionada con los efectos ambientales. En la India se tuvo la idea de reutilizar el plástico para la construcción de carreteras que luego de un par de décadas se pudo apreciar que 20.000 kilómetros de carreteras se pavimentaron con residuos plásticos, desenlazando la disminución de baches y fallas. [1] Sin embargo, este problema está comprometiendo el medio ambiente para utilizar el plástico en las estructuras viales siendo este más económico en comparación al asfalto convencional, demostrando ser un material resistente y permeable asemejándose al asfalto poroso. [2]

Actualmente la utilización de material reciclado para construcción de los pavimentos es un tema del interés de muchos sin que esto afecte sus cualidades, en el gobierno de EE. UU se fomenta la adaptación de materiales y tecnologías para garantizar un ciclo de vida a los pavimentos. Los plásticos se han vuelto un producto muy generalizado obteniendo un crecimiento de 2 millones de toneladas en el año 1950 a comparación del año 2015 que se obtuvo 322 millones de toneladas, trayendo en sí 8.300 millones de toneladas de producción en el año 2017 ocasionando preocupación a los residuos municipales. [3]

Son muchos los casos de fallas de pavimentos flexibles que vienen perjudicando económicamente al país y a los ciudadanos siendo muy tardado que estos vuelvan a recuperarse. Las fallas de los pavimentos se dan mayormente por la debilidad, presencia de surcos en las carreteras y sensibilidad a la humedad. Es por eso, que se recomienda usar materiales de reciclaje con áridos de naturaleza básica en el proyecto de pavimentos

asfálticos más inteligentes logrando así un estándar de vida humana. [4] . En la ciudad de Chiclayo tiene bastantes vías en malas condiciones, debido que tienen diferentes fallas en el pavimento en la medida que desean repararlos, son demolidas para reemplazarlas, ya que suscitando este hecho generan un desorden y acumulación de botaderos en las vías públicas impactando de manera negativa a nivel ambiental y económico [5].

En la provincia de Ayacucho el deterioro de sus pavimentos eran por temas Climáticos la cual eran la causa del deterioro, y fue donde se realizó un estudio cuál de los pavimentos sería más recomendable para el pavimento Flexible en la Av. Augusto B. Leguía en la ciudad de Puquio – Ayacucho 2021. Si el pavimento convencional o convencional con celdas, y decidieron realizarlo sin el uso de la tecnología, realizando este estudio teóricamente [6]. En el caso del departamentode Piura, tras verse afectado por el fenómeno del año 2017, que ocasionó desbordamiento del caudal provocando pavimentaciones deterioradas, se tuvo que reconstruir algunas pavimentaciones como la av. Sánchez Cerro. Otro de los casos es la avenida Los Algarrobos en donde se puede apreciar un total deterioro de los pavimentos, siendo esta la más transitada perjudicando a los vehículos y habitantes. [7]

Igualmente, en la ciudad de Tarma, se ha detectado muchas vías que se encuentran en estado pésimo de deterioro, existiendo diferentes fallas y distintas magnitudes, generando molestias a la población y al buen transporte de los camiones, autos entre otros, gracias a ello el pavimento está en evaluación para su levantamiento y así puedan obtener cuál es su estado actual para poder observar el inconveniente del pavimento y dar solución para el problema antes mencionada en la cual puedan la vida útil de las vías de transporte utilizando los métodos más recomendables . [8]

Aunque el pavimento PET presenta un buen desempeño referente a la capacidad de la deformación permanente y capacidad portante, su capacidad de resistir la fatiga es menor que la del pavimento convencional, lo que puede generar problemas de durabilidad y

mantenimiento a largo plazo" [9].

A nivel local en la Región Lambayeque en la Av. Las Américas, es una vía principal de Chiclayo, por dicho lugar se trasladan vehículos, que detallamos como carros livianos, buses, camiones, tráiler de comercio a los diferentes mercados de la misma ciudad, la vía tiene 10 años de ciclo de vida, donde con el paso de los años, la pista se restablece por cada deterioro que tenga, sin utilizar los materiales correctos por parte de nuestras autoridades la misma ciudad, el poco interés de dar solución a la avenida, hoy en la actualidad se presenta muchas fallas, deterioros, desprendimientos de sus materiales utilizados, huecos, ocasionando el malestar de los conductores tanto así que ellos toman otras rutas para llegar a su destino. Muy aparte del descuido del alcalde de Chiclayo, otra de las causas del mal estado de la vía también son por los cambios climáticos que ha podido soportar durante estos años, también por el mal diseño de drenaje que esté como nos lo pide el reglamento para así dar solución a la misma [10].

En Chiclayo, una de las principales problemáticas en cuanto a pavimentos es la falta de mantenimiento y la baja durabilidad de los pavimentos convencionales. Debido al clima tropical de la región, con altas temperaturas y lluvias intensas, los pavimentos convencionales sufren un rápido deterioro, lo que provoca la aparición de grietas y baches que dificultan la circulación vehicular y peatonal [11]. Además, la falta de infraestructura adecuada para el manejo de residuos sólidos también representa un problema ambiental en la región, lo que hace necesario buscar alternativas de uso y reciclaje de materiales para la construcción de pavimentos [12].

Chavez & Calua (2022). en su tesis sobre el pavimento lo más beneficioso de la infraestructura de transporte que proporciona una superficie de rodadura segura y cómoda para vehículos y peatones. En los últimos años, ha habido un aumento en utilización de materiales reciclados en la edificación de carreteras. En particular, el pavimento PET, que

está hecho de botellas de plástico recicladas, ha ganado popularidad como una alternativa sostenible al pavimento convencional [13].

De la Cruz (2020) en su tesis nos dice que el pavimento convencional está compuesto principalmente de asfalto, cemento y agregados pétreos. Por otro lado, el pavimento PET utiliza un porcentaje de agregados pétreos, y en su lugar, utiliza plástico reciclado como el material principal. Los pavimentos flexibles son aquellos que se componen de capas de materiales que trabajan en conjunto para resistir las cargas del tráfico, y su diseño debe ser cuidadosamente considerado para garantizar un desempeño adecuado y duradero [14].

En dicho informe publicado por el Ministerio de Medio Ambiente de Japón en 2020. Cuyo objetivo donde se destacó la importancia del reciclaje de plásticos, incluyendo el PET, en la construcción de pavimentos sostenibles. Su metodología fue experimental donde el informe señaló que el uso de pavimento PET reciclado en la construcción de carreteras podría reducir un porcentaje significativamente la cantidad de residuos plásticos en vertederos y océanos [15].

Buitrago et al (2019) en su Tesis en Colombia. Cuyo objetivo es un estudio comparativo de recubrimientos fabricados a partir de áridos plásticos convencionales y reciclados. El método fue experimental, durante el cual se evaluaron la resistencia a la compresión y a la tracción, la

absorción de agua y la porosidad de cada tipo de pavimento. Al diseñar una mezcla asfáltica con 1.6% de fibras PET adicionada con 4.5-6% de porcentaje de asfalto y cumpliendo con la normativa Invias, se obtuvo que la resistencia a la compresión y tensión de los pavimentos de plástico reciclado es similar a la del pavimento convencional. pero con menor absorción de agua y porosidad, haciéndolos más resistentes a la intemperie [16].

Xiong (2022) en su tesis cuyo objetivo es demostrar que el concreto reciclado puede reemplazar perfectamente al agregado natural. El diseño fue experimental para esto, se utilizó

el aditivo PET proveniente de las botellas de reciclaje para mejorar la resistencia del concreto reciclado. En sus resultados se obtuvo que el aditivo de botellas de reciclaje (PET) en 1% de peso puede aumentar la unión y disminuir la cantidad de decapado y la susceptibilidad originada por la humedad [17].

Zhen (2022) en su tesis cuyo objetivo es investigar que tan garantizado es utilizar el tereftalato de polietileno en el aspecto económico y ambiental para la construcción de carreteras. Utilizando su metodología de investigación y experimental En donde se tuvo como resultado que si es conveniente usar este método ya que nos ayuda a disminuir los costes un 26.2% y problemas con el medio ambiente hasta un 29.0%. Agreda (2020), en su investigación cuyo objetivo es utilizar los materiales reciclados para la mejora del pavimento flexible. Usando la metodología experimental en donde se utilizaron 3 ensayos del método de Marshall y se tuvo como resultado una dosificación de 0.25% de plástico reciclado, en donde se llegó a la conclusión que este uso es eficaz garantizando durabilidad, estabilidad y flexibilidad en paralelo al pavimento convencional [18].

Legendre (2021), en su investigación cuyo objetivo fue emplear material PET en vez del agregado fino para la mezcla asfáltica en donde su método que se utilizó fue aplicativo cuantitativo tuvo como resultado que el peso específico disminuye, siendo el plástico intermitente ocasionó aumentar la cantidad en vacíos y así mismo, siendo perjudicial para las otras propiedades [19].

Castro, AP y Cruzado, TJ (2021) en su investigación cuyo objetivo es saber el valor agregado de residuos reciclados o polietileno, para el mejoramiento de las vías se realizaron ensayos. Donde usaron su metodología experimental con una densidad para hallar su máxima compactación con la utilización de residuos PET en diferentes cantidades. En la cual se halló como resultado en la mezcla de 2.5% de PET se obtuvo un aproximado de 22.4% con un incremento de 59%, siendo el valor obtenido. [12] en su tesis realizaron una

investigación sobre mezclas de pavimento PET y asfálticas cuyo objetivo es que al usarlos sean más resistentes. Su metodología experimental por lo que realizó un experimento donde se obtuvo un resultado de 2,5% del polietileno PET donde da mayor estabiliza de 774 kg demostrando que tiene mayores resistentes a las fallas, fisuras y deformaciones, por lo tanto, llegaron a una conclusión que es importante utilizar la mezcla de dichos productos porque al duplicar plásticos PET para la elaboración de pavimento Flexible [20].

De la Cruz S (2021) en su tesis cuyo objetivo una investigación es poder verificar el diseño flexible para un mejoramiento de la viabilidad y tránsito vehicular para un aproximado de 2k conteniendo 7.5cm de carpeta asfáltica, 20 cm de base y 15 subbase, Su metodología es de tipo aplicada, diseño no experimental y de enfoque cuantitativo donde se obtuvo como resultados un ESAL de 1.22 E+07 ejecutado para un periodo de 20 años. que el pavimento flexible mejorará el traslado de los vehículos, dicha investigación se realizó la cantidad de camiones que transitan por dicha vía realizándose el conteo de vehículos según reglamento nacional. [21]

Menciona, pavimento flexible reciclado para mejorar la infraestructura vial del AA. Micaela Bastidas, Piura, 2021. Además, se descubrió que el pavimento reciclado puede ahorrar el 50% en comparación con el uso de mezclas convencionales, ya que el cemento asfáltico se puede utilizar en pavimento flexible reciclado en porcentajes menores al 6% y en agregados superiores al 45%. Además, según el diseño de mezclas, el pavimento reciclado tiene un contenido ideal de 5,6 % de cemento asfáltico, el 93 % de material de pavimento reciclado y el 7% de piedra chancada. Además, se llegó a la conclusión de que la implementación del pavimento reciclado flexible mejorará la infraestructura vial del AA.HH. Micaela Bastidas, escritora. [22]

Asimismo, Machacuay Rojas, M. K. (2019). Mencionó en el estudio que el diseño del pavimento flexible se optimizó utilizando cargas vehiculares reales porque la carga real del

vehículo aumentó en un 13.42% en comparación con el diseño del pavimento flexible tradicional porque aumentó la relación de conversión del eje equivalente al aumentar el eje correspondiente. y cambiar el número de estructuras en el paquete de estructuras para obtener nuevos valores de subrasante, subrasante y espesor de capa de asfalto. [23]

Solorzano & Cerna (2022), con su artículo científico se realizó poder determinar su uso del PET para su incluir en su elaboración de concreto para los pavimentos, con su único objetivo de poder promover el uso de residuos para controlar la contaminación ambiental. Su metodología fué experimental agregando PET al concreto tuvo una resistencia $f'c=280$ kg/cm² integrando al 3%, 4%, y 5% de PET. Llegando a un resultado que si buscamos tener una mejor flexión se utiliza más porcentaje de residuos, con ello se demostró que el PET si influye innumerablemente en las propiedades del concreto. [24]

Ojeda Sandoval, R. D., & Zeta Alama, A. (2023). Su estudio menciona que el enfoque principal estuvo en mejorar la resistencia y durabilidad de los pavimentos flexibles en Surana, Perú, lo cual se logró agregando 1.5%, 2.0% y 2.5% de cal hidratada a la mezcla asfáltica, con los mismos resultados. Se ha demostrado que el uso de este material puede mejorar la resistencia y durabilidad de los pavimentos flexibles. Después del encalado, la estabilidad disminuye, por lo que la dosis óptima de cal se fija en 1,5%, lo que aumenta el costo de producción por metro cúbico en un 4,0%, y el mayor tiempo de mezclado compensa el aumento del costo inicial. [25]

Mishar B & Kumar M (2019). Con base en su investigación y considerando las lagunas en la literatura existente, se llevó a cabo un estudio experimental para investigar el rendimiento de las mezclas de fibras de cenizas volantes volcánicas arqueadas de PET en la construcción de pavimentos flexibles. Intentó un estudio experimental sistemático detallado sobre el comportamiento de

1.2. Formulación del problema

¿Cómo el pavimento PET constituye una alternativa viable y sostenible al pavimento convencional para el diseño de pavimentos flexibles?

1.3. Hipótesis

El uso de pavimento PET en comparación con el pavimento convencional mejora significativamente las propiedades de durabilidad, resistencia a la deformación y sostenibilidad en el diseño de pavimentos flexibles, al reducir la necesidad de mantenimiento y disminuir el impacto ambiental asociado con la producción de materiales de pavimentación.

1.4. Objetivos

Objetivo general

- Diferenciar el desempeño y la sostenibilidad del pavimento convencional y el pavimento PET para el diseño de pavimentos flexibles.

Objetivos específicos

- Determinar la resistencia y la capacidad de soporte del pavimento convencional y el pavimento PET.
- Determinar la durabilidad y vida útil del pavimento convencional y el pavimento PET.
- Determinar el costo y los beneficios económicos entre el pavimento convencional y el pavimento PET.
- Determinar el impacto ambiental y la sostenibilidad del pavimento convencional y el pavimento PET.

1.5. Teorías relacionadas al tema

Los pavimentos de concreto permeable muestran una alternativa efectiva para mitigar

1.5.1. Pavimentos flexibles: Resines, Sinche, Vargas, Tirado, Salazar (2023). Se menciona que a lo largo de la vida del pavimento este se ve afectado por el clima y el tránsito,

lo que reduce su vida útil y la calidad de sus propiedades mecánicas y funcionales, provocando diversos tipos de daños y desgaste en los pavimentos flexibles herramienta de capacidades técnicas su valoración pertinente es básico. Su objetivo es el análisis de herramientas de ingeniería para evaluar los daños existentes en pavimentos flexibles. Tipo de investigación, este estudio ofrece y apoya un enfoque cualitativo al proporcionar información sobre herramientas técnicas para la evaluación de daños de pavimentos flexibles. [27]. Posteriormente se mostrarán las características y componentes de los pavimentos flexibles:

Capa de rodadura: Por lo general, está compuesta por una mezcla asfáltica, que puede variar en su composición dependiendo de las condiciones locales y los requisitos de diseño. Es la capa superior del pavimento por donde transitan los vehículos.

Capa de desgaste o sello: Es una capa adicional de material asfáltico aplicado sobre la capa de rodadura.

Capa de base: Se encuentra debajo de la capa de rodadura y tiene como función repartir las cargas del tráfico hacia el suelo de fundación. Suele estar compuesta por agregados pétreos de diferentes tamaños y puede incluir cemento para mejorar su capacidad de resistencia.

Capa de subbase: Ubicada debajo de la capa de base, tiene como objetivo proporcionar una plataforma estable para la capa de base y distribuir las cargas hacia el suelo subyacente. Puede estar compuesta por materiales granulares como grava o suelo estabilizado.

Suelo de fundación: Es el suelo natural o el suelo mejorado que se encuentra debajo de todas las capas del pavimento. Su función es soportar las cargas del pavimento y proporcionar estabilidad a la estructura.

1.5.2. Pavimento convencional: La, I., & DE, C (2022). En su trabajo, afirmó que el

objetivo fue determinar los cambios porcentuales en las propiedades físicas, mecánicas y económicas de los pavimentos y la producción de concreto para la producción de mezclas asfálticas en caliente y evaluar diversas opciones para la incorporación de PET reciclado en un pavimento de lecho fluidizado, revisión de algunos estudios. [28] Es por ello que tenemos:

Asfalto/Bitumen: También conocido como betún, es un material viscoso y pegajoso que se utiliza como aglomerante en la mezcla asfáltica. Se obtiene mediante la destilación del petróleo crudo. El asfalto se mezcla con los agregados para formar la capa de rodadura del pavimento convencional. Sus propiedades principales son:

Adhesividad: El asfalto tiene una alta capacidad de adherirse a los agregados, lo que ayuda a unificar y formar una masa cohesiva.

1.5.3. **Pavimento PET:** El también conocido como pavimento de plástico reciclado, es un tipo de pavimento flexible que utiliza como componente principal el polietileno tereftalato (PET) reciclado. Este material se obtiene a partir del reciclaje de botellas de plástico PET, brindando una solución sostenible y amigable con el medio ambiente [29].

Capa de subbase: Del pavimento PET se puede utilizar como material de subbase en el diseño de pavimentos flexibles. La resistencia y estabilidad del PET reciclado contribuyen a proporcionar una base sólida para las capas superiores del pavimento.

Capa de base: El PET reciclado también puede emplearse como material en la capa de base del pavimento flexible. Su capacidad para resistir las cargas del tráfico y su estabilidad dimensional contribuyen a una base resistente y duradera.

Capa de rodadura: En algunos casos, el pavimento PET se utiliza como material en la capa de rodadura del pavimento flexible. La mezcla de PET reciclado con otros agregados y materiales asfálticos brinda una superficie resistente, uniforme y de calidad para el tránsito vehicular.

Las ventajas y beneficios del uso del pavimento PET en el diseño de pavimentos flexibles incluyen:

Sostenibilidad ambiental: El pavimento PET utiliza materiales reciclados, lo que contribuye a disminuir el plástico y a promover la economía circular.

Reducción de consumo de recursos: La utilización de PET reciclado disminuye la necesidad de recursos naturales, como los agregados pétreos utilizados en el pavimento convencional.

Resistencia y durabilidad: El pavimento PET presenta propiedades mecánicas y resistencia al desgaste comparables con el pavimento convencional, brindando una superficie duradera y resistente al tráfico.

1.5.4. Normativas y regulaciones: Norma Técnica Peruana NTP 399.604: Esta norma establece los criterios para el diseño de pavimentos flexibles en el Perú. Define parámetros como el tránsito promedio diario, el coeficiente de equivalencia de carga, las características de los materiales y los espesores recomendados para las diferentes capas del pavimento.

Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE): El RNE establece los requisitos técnicos y normativos para la construcción de obras civiles en el Perú. En su sección correspondiente a pavimentos, se establecen criterios para el diseño, construcción y mantenimiento de pavimentos, incluyendo los pavimentos flexibles.

Norma E.050 "Diseño Sismo Resistente": Esta norma establece los requisitos para el diseño sismorresistente de estructuras en el Perú. Incluye consideraciones específicas para el diseño de pavimentos en zonas sísmicas, como Chiclayo, asegurando su adecuada resistencia y estabilidad durante eventos sísmicos

.Reglamento Nacional de Tránsito: Este reglamento establece las normas y disposiciones para el tránsito vehicular en el Perú. Contiene requisitos relacionados con la

calidad y seguridad de los pavimentos, incluyendo el diseño y las características técnicas que deben cumplir.

Normas y especificaciones de entidades como el Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC) y el Instituto Nacional de Defensa Civil (INDECI): Estas entidades emiten normativas y especificaciones técnicas específicas relacionadas con la construcción de pavimentos y la seguridad vial. Estas normas suelen estar en concordancia con las normativas internacionales y adaptadas a las condiciones y características propias del Perú.

Es importante tener en cuenta que estas normativas y regulaciones pueden estar sujetas a actualizaciones y revisiones periódicas. Por lo tanto, es fundamental consultar las versiones más recientes de estas normativas y asegurarse de cumplir con los requisitos vigentes al diseñar y construir pavimentos flexibles en Chiclayo y en todo el territorio peruano.

II. MÉTODO DE INVESTIGACIÓN

En la comparación del pavimento PET y pavimento convencional para la mejora del diseño flexible se realizó el tipo de investigación cualitativa – descriptivo, debido que se buscó, el por qué de las consecuencias de los efectos y se basó en fuentes confiables, que luego se suscitó la hipótesis para exponer las variables propuestas. Y con el tipo de diseño no experimental, puesto que como se trata el estudio de un lugar y que no es posible hacer un análisis completo de las regiones y departamentos del Perú, de tal manera que se registraron sobre pavimentos convencional y (PET) para diseño de pavimentos flexibles las zonas mediante información confiable.

Aemas Rispoli, O., & Ajibade, O. O (2024). Señaló en el estudio que las evaluaciones muestran que las mezclas de pavimento que utilizan agregados plásticos reciclados y carbonizados han reducido significativamente el impacto ambiental, con resultados mixtos. [30]

Para dicha información se obtuvo 36 artículos referentes a diversas bases de datos como son ScienceDirect, Scopus, EBSCO, Scielo, Renati. La selección de artículos se ha realizado de manera cuidadosamente y pulcra, teniendo en cuenta en año de la publicación que debe ser no mayor a 5 años de antigüedad, entre otros criterios. También para obtener dichos artículos como referencia se hizo la búsqueda por palabras claves relacionadas con el tema y el área de la investigación.

En base a los criterios antes mencionados se procederá a realizar el respectivo análisis de cada uno de los artículos; lo cual permitirá lograr el objetivo y el propósito de este artículo de revisión. Se muestra la tabla I.

Tabla I

Distribución de artículos usados según el año de publicación y la base de datos

Base de datos	Año de publicación					Total
	2020	2021	2022	2023	2024	
Scopus ScienceDirect RENATI	10	6	8	7	1	32

III. RESULTADOS Y DISCUSIONES

En cuanto al desempeño estructural, se ha determinado que tanto el pavimento convencional como el pavimento PET son capaces de satisfacer los requisitos de carga y proporcionar una superficie resistente y duradera para el tráfico vehicular. Sin embargo, el pavimento PET muestra un potencial igualmente prometedor en términos de resistencia y durabilidad, lo que respalda su viabilidad como una alternativa sostenible. [31].

En términos de sostenibilidad, se ha destacado la importancia del pavimento PET en la reducción de residuos plásticos y la conservación de recursos naturales. El uso de materiales reciclados, como las botellas de plástico PET, en la fabricación de pavimentos contribuye a la economía circular y al manejo responsable de los desechos plásticos. Esto presenta una clara ventaja sobre el pavimento convencional, que depende de recursos no renovables [32].

En cuanto a la eficiencia en el diseño y construcción, se ha encontrado que el pavimento PET ofrece beneficios en términos de facilidad de manejo, transporte y colocación. Su peso ligero y la posibilidad de utilizar paneles o bloques prefabricados pueden acelerar el proceso de construcción y reducir los costos asociados. Esto puede ser especialmente relevante en proyectos de pavimentación de gran escala.

Se ha observado que tanto el pavimento convencional como el pavimento PET pueden adaptarse a diferentes condiciones climáticas y geográficas. Sin embargo, es importante tener en cuenta las propiedades mecánicas y térmicas de cada material para garantizar un rendimiento óptimo bajo condiciones extremas. Además, el cumplimiento de las normativas y regulaciones es esencial para garantizar la calidad y la seguridad de los pavimentos

En conclusión, la discusión del presente trabajo de investigación muestra que el pavimento PET representa una alternativa viable y sostenible al pavimento convencional en el diseño de pavimentos flexibles. Su uso puede contribuir a la reducción de residuos plásticos, la conservación de recursos naturales y la mejora de la eficiencia en la construcción.

Sin embargo, se requiere una evaluación detallada de las condiciones específicas del proyecto, así como el cumplimiento normativo, para tomar decisiones informadas sobre la selección del material más adecuado.

Tabla II
Principales diferencias del pavimento convencional y el pavimento PET

Items	Pavimento Convencional	Pavimento PET (Polietileno Tereftalato)
Material	Mezcla de agregados, cemento, agua y asfalto	Material compuesto principalmente por PET reciclado
Resistencia	Buena resistencia al tráfico pesado al clima	Buena resistencia al tráfico ligero y moderado, menor resistencia al clima extremo
Flexibilidad	Buena flexibilidad para soportar cargas y deformaciones	Mayor flexibilidad y capacidad de absorción de impactos
Durabilidad	Alta durabilidad en condiciones normales	Durabilidad limitada, especialmente en condiciones climáticas extremas
Costo	Costo inicial relativamente alto	Costo inicial más bajo que el pavimento convencional
Sostenibilidad	Menos sostenible debido al uso de materiales no renovables	Mayor sostenibilidad debido al uso de PET reciclado
Instalación	Proceso de instalación más complejo y tiempo de curado requerido	Proceso de instalación más sencillo y rápido
Aplicaciones	Amplia gama de aplicaciones, incluyendo carreteras, calles y estacionamientos	Principalmente utilizado en áreas peatonales, ciclovías y senderos
Impacto ambiental	Mayor impacto ambiental debido al uso de materiales no renovables	Menor impacto ambiental debido al uso de material reciclado

IV. CONCLUSIONES

Ambos pavimentos, el convencional y el PET, son viables en el diseño de pavimentos flexibles, cumpliendo con los requisitos de carga y proporcionando una superficie resistente y duradera para el tráfico vehicular. El pavimento PET presenta ventajas significativas en términos de sostenibilidad, al utilizar materiales reciclados y contribuir a la reducción de residuos plásticos, así como a la conservación de recursos naturales.

El pavimento PET muestra un potencial prometedor en cuanto a resistencia y durabilidad, demostrando que puede ser una alternativa sostenible al pavimento convencional. La utilización del pavimento PET puede acelerar el proceso de construcción debido a su peso ligero y a la posibilidad de utilizar paneles o bloques prefabricados, lo que puede resultar ser más competente y con menor costo en proyectos de pavimentación.

Ambos pavimentos pueden adaptarse a diferentes condiciones climáticas y geográficas, pero es necesario considerar las propiedades mecánicas y térmicas de cada material para garantizar un rendimiento óptimo bajo condiciones extremas. Es fundamental cumplir con las normativas y regulaciones existentes relacionadas con el diseño y construcción de pavimentos flexibles, independientemente del tipo de pavimento utilizado.

En Conclusión, la comparación entre el pavimento convencional y el pavimento PET para el diseño de pavimentos flexibles demuestra que el pavimento PET presenta ventajas en términos de sostenibilidad y eficiencia en la construcción. Sin embargo, se deben considerar las

REFERENCIAS

- [1] Y. I. ,. B. J. S. Acuña Sanchez, «Diseño de pavimento flexible con aplicación de tereftalato de poli en la mezcla asfáltica, avenida antigua panamericana Sur, Chilca 2021,» Infraestructura vial, Pavimento flexible, pp. 1-182, 2021.
- [2] L. M. Anicama Roque, «Diseño del pavimento asfaltado comparando el empleo de caucho reciclado, plástico reciclado, Anexo Astobamba - Provincia Cajatambo - 2020,» Pavimentos - Diseño y construcción.
- [3] Y. Z. H. J. X. P. P. X. R. Z. M. y. H. B. Ma, «El aprovechamiento de residuos plásticos en pavim asfálticos: una revisión,» Materiales más limpios, vol. 2, 2021.
- [4] S. & H. I. Haider, «A step toward smart city and green transportation: Eco-friendly wast management to enhance adhesion properties of asphalt mixture”,» Construction and Building Mat vol. 304, 2021.
- [5] J. A. Dioses Duran, «Uso de agregados reciclados para la construcción de un pavimento flexible en la ciudad de Chiclayo,» REPOSITORIO DE TESIS USAT, 2022.
- [6] E. L. & R. H. P. Pinto Condori, «Análisis comparativo entre un pavimento rígido convención pavimento rígido con geoceldas en la Av. Augusto B. Leguía, Ciudad de Puquio- Ayacucho – REPOSITOR UCV, 2021.
- [7] D. G. & R. C. K. M. Fernández Cubas, «Uso de material pet en la elaboración de adoquines de co para pavimentos de tránsito medio. Piura. 2020,» REPOSITORIO UCV, 2020.
- [8] J. F. Uribe Quispe, «Aplicación del Polietileno (PET) en pavimento flexible para determinar el comportamiento físico - mecánico en la Av. Los Geranios, Huaral 2020,» REPOSITORIO UCV,
- [9] J. W. & H. J. W. P. Davila Ruiz, «Análisis técnico-económico para el diseño de pavimento utili geomallas en la Av. Angamos, Chiclayo, Lambayeque – 2020,

REPOSITORIO UCV, 2020.

- [10] J. P. Vásquez Díaz, «Evaluación de la estructura del pavimento flexible aplicando el método in condición del pavimento (PCI) en la Avenida Las Américas, Chiclayo, Lambayeque,» REPOCI DE UCV, 2021.
- [11] R. Tapia Pérez, «Diseño de mezcla asfáltica incorporando plástico Pet para mejorar la resistencia infraestructura vial en avenida Villa Hermosa, Chiclayo,» REPOCITORIO UCV, 2021.
- [12] N. X. B. C. B. C. B. E. & O. Q. A. Ríos Cotazo, «Revisión de métodos para la clasificación de superficiales en pavimentos flexibles,» Ciencia e Ingeniería Neogranadina.
- [13] M. & V. C. J. R. Chavez Cojal, «Reforzamiento en el pavimento flexible en zonas críticas con pla PET en la Av. Vía de Evitamiento Sur, entre Av. Atahualpa y Jr. Gladiolos, Cajamarca 2 Pavimentos flexibles, 2022.
- [14] D. E. & P. C. N. J. Paredes Cuba, «Comparación técnico - económica de un pavimento convencional y un pavimento modificado con incorporación de plástico reciclado pet en su capa de rodadura, Cajamarca 2020,» REPOSITORIO UPN, 2021.
- [15] T. & O. S. & F. K. Ochi, «Development of recycled PET fiber and its application as concrete-reinf fiber,» 2020.
- [16] B. B. C. ., E. C. B. ., A. O. Q. Norma Ximena Ríos Cotazo, «Revisión de métodos para la clasificación de fallas superficiales en pavimentos flexibles,» Ciencia e Ingeniería Neogranadina, vol. 30, nº 2,
- [17] X. C. G. W. Q. L. Z. C. X. Z. Y. .. & P. C. Xu, «Chemical upcycling of waste PET into sustainable actual pavement containing recycled concrete aggregates: Insight into moisture-induced damage.,» Construction and Building Materials, vol. 360, 2022.
- [18] Z. L. ., J. L. C. J. Linyi Yao, «Evaluación ambiental y económica del reciclado colectivo

- plá residuos y pavimento de asfalto recuperado en la construcción de pavimentos: Un estudio de Hong Kong,» Revista de Producción más Limpieza, vol. 336, 2022.
- [19] P. Zavaleta Burgos, «Influencia de tereftalato de polietileno en la elaboración de mezcla asfáltico.
- [20] A. P. & C. C. T. J. Castro Alvarez, «Influencia de la adición de fibras de polímeros reciclado capacidad de soporte de la subrasante, para el diseño del pavimento flexible, Alto Trujillo - b 2021,» REPOSITORIO INSTITUCIONAL UPN, 2021.
- [21] S. A. D. L. C. & C. G. A. P. Vega, «Diseño de infraestructura vial con pavimento flexible para de transitabilidad de la avenida Industrial, Lurín, Lima.,» Investigaciones en Ingeniería, nº21, p 114, 2021.
- [22] J. A. & Z. T. E. Yarleque Córdova, «Propuesta de uso de pavimento flexible reciclado p mejoramiento de la infraestructura vial del AA.HH. Micaela Bastidas, Piura – 2021,» repositori ucv, 2021.
- [23] «Influencia de la Carga Vehicular en el Diseño del Pavimento Flexible, Carretera Central - Huan repositorio de UPLA, 2019.
- [24] J. A. S. & J. M. A. C. V. Ordinola, «Influencia de la adición del 0.2%, 0.3% y 0.4% de terefta polietileno en las propiedades de resistencia y permeabilidad de pavimento de concreto.,» M Investigaciones en Ingeniería, pp. 2-8, 2022.
- [25] R. D. & Z. A. A. Ojeda Sandoval, «Determinación del comportamiento de pavimentos incorporando cal hidratada en un diseño de mezcla asfáltica en la Provincia de Su REPOSITORIO DE UCV, 2023.
- [26] M. K. G. Brajesh Mishra, «Uso de fibra de tereftalato de polietileno orientada al azar (P combinación con ceniza volante en subgrado de pavimento flexible,» Materiales de construc construcción, vol. 190, 2019.
- [27] S. , , , s. Resines, «Herramientas tecnológicas de evaluación de fallas en la superficie

- de pav flexible, una revisión sistemática. Llamkasun,» revista de investigacion científica y tecnologica,nº 2, 2023.
- [28] U. ,. C. Paredes, «comparacion tecnico - economia entre un paviemnto convencional y un pav con incorporacion de PET reciclado en la capa de rodadura,» International Multi-Conferen Engineering, Education, and Technology, 2022.
- [29] C. ,. I. ,. M. ,. V. Cárdenas, «Herramientas tecnológicas de evaluación de fallas en la superf pavimento flexible, una revisión sistemática,» revista de investigacion científica y tecnologica, vo 2, 2023.
- [30] O. & A. Rispoli, «Comparative life cycle assessment of a novel sustainable road pavement s adopting recycled plastic from PET bottles and carbonated aggregate.,» Elsevier Ltd., 2024.
- [31] P. Fernandez Montes, «Influencia del plástico reciclado PET en la estabilización de subrasante Arequipa Puerto Maldonado - 2022,» repositorio UAP, 2022.
- [32] E. L. ,. R. H. P. Pinto Condori, «Análisis comparativo entre un pavimento rígido convenciona pavimento rígido con geoceldas en la Av. Augusto B. Leguía, Ciudad de Puquio- Ayacucho – REPOSITORIO UCV, 2021.