

NELSON ROJAS

Evaluación de fallas superficiales en pavimento flexible del jirón Aviación 1 – 6 y Jorge Chávez 1 – 16 cuadras Tarapoto

 Tesis Repositorio

Detalles del documento

Identificador de la entrega

trn:oid:::3117:578936833

Fecha de entrega

15 abr 2026, 11:49 GMT-5

Fecha de descarga

15 abr 2026, 11:54 GMT-5

Nombre del archivo

TESIS_NELSON ROJAS Y ALEX BERNALES_27.03.2026.pdf

Tamaño del archivo

1.5 MB

58 páginas

12.454 palabras

76.987 caracteres




16% Similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para ca...

Filtrado desde el informe

- ▶ Bibliografía
- ▶ Texto citado
- ▶ Texto mencionado
- ▶ Coincidencias menores (menos de 10 palabras)

Fuentes principales

- 14%  Fuentes de Internet
- 1%  Publicaciones
- 11%  Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

Marcas de integridad

N.º de alertas de integridad para revisión

Los algoritmos de nuestro sistema analizan un documento en profundidad para buscar inconsistencias que permitirían distinguirlo de una entrega normal. Si advertimos algo extraño, lo marcamos como una alerta para que pueda revisarlo.

Una marca de alerta no es necesariamente un indicador de problemas. Sin embargo, recomendamos que preste atención y la revise.

Fuentes principales

- 14% Fuentes de Internet
- 1% Publicaciones
- 11% Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

Fuentes principales

Las fuentes con el mayor número de coincidencias dentro de la entrega. Las fuentes superpuestas no se mostrarán.

1	Internet	repositorio.unsm.edu.pe	5%
2	Internet	tesis.unsm.edu.pe	3%
3	Internet	hdl.handle.net	2%
4	Internet	1library.co	1%
5	Trabajos del estudiante	Universidad Tecnologica de los Andes on 2025-12-31	<1%
6	Trabajos del estudiante	Universidad Privada del Norte on 2025-10-08	<1%
7	Internet	repositorio.ucv.edu.pe	<1%
8	Trabajos del estudiante	Universidad Andina Nestor Caceres Velasquez on 2025-02-17	<1%
9	Trabajos del estudiante	Universidad Politecnica Salesiana del Ecuador on 2025-11-20	<1%
10	Trabajos del estudiante	Universidad Privada Antenor Orrego 2025 on 2025-09-28	<1%
11	Trabajos del estudiante	Universidad Nacional de Piura on 2026-03-24	<1%

12	Trabajos del estudiante	Universidad Andina Nestor Caceres Velasquez on 2026-01-15	<1%
13	Publicación	Castillo Gomez, Esther. "Neuronal Structural Plasticity in the Medial Prefrontal Co..."	<1%
14	Trabajos del estudiante	Universidad Nacional de Moquegua on 2025-03-27	<1%
15	Trabajos del estudiante	Universidad Politécnica del Perú on 2025-03-23	<1%
16	Trabajos del estudiante	Universidad Tecnológica de los Andes on 2017-12-17	<1%
17	Trabajos del estudiante	Unidades Tecnológicas de Santander on 2025-10-24	<1%
18	Trabajos del estudiante	Universidad Nacional de San Martín on 2024-03-07	<1%
19	Trabajos del estudiante	Universidad Nacional del Chimborazo on 2024-04-08	<1%
20	Internet	repositorio.uancv.edu.pe	<1%
21	Internet	repositorio.upeu.edu.pe:8080	<1%
22	Trabajos del estudiante	Universidad Andina Nestor Caceres Velasquez on 2021-06-17	<1%
23	Trabajos del estudiante	Universidad Cesar Vallejo on 2022-12-14	<1%
24	Trabajos del estudiante	Universidad Cesar Vallejo on 2026-02-18	<1%
25	Trabajos del estudiante	Universidad Nacional de Piura on 2026-03-10	<1%

26	Trabajos del estudiante	Universidad Nacional de San Martín on 2024-01-16	<1%
27	Trabajos del estudiante	Universidad Nacional de San Martín on 2026-03-06	<1%
28	Trabajos del estudiante	Universidad Andina Nestor Caceres Velasquez on 2021-08-13	<1%
29	Trabajos del estudiante	Universidad Cesar Vallejo on 2024-04-11	<1%
30	Trabajos del estudiante	Universidad Nacional Intercultural Fabiola Salazar Leguía de Bagua on 2025-11-06	<1%
31	Trabajos del estudiante	Universidad Peruana Del Centro on 2025-02-08	<1%
32	Trabajos del estudiante	Universidad Politecnica Salesiana del Ecuador on 2025-01-27	<1%
33	Trabajos del estudiante	Universidad Tecnologica del Peru on 2026-02-24	<1%
34	Trabajos del estudiante	Webster University on 2022-11-15	<1%
35	Internet	cybertesis.uni.edu.pe	<1%
36	Internet	dspace.ups.edu.ec	<1%
37	Internet	repositorio.uct.edu.pe	<1%
38	Internet	repositorio.unheval.edu.pe	<1%
39	Internet	www.semanticscholar.org	<1%



Esta obra está bajo una

[Licencia Creative Commons](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)

[Atribución - 4.0 Internacional \(CC BY 4.0\)](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)

Vea una copia de esta licencia en

<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.es>



FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Tesis

Evaluación de fallas superficiales en pavimento flexible del jirón Aviación 1 – 6 y Jorge Chávez 1 – 16 cuadras Tarapoto

Para optar el título profesional de Ingeniero Civil

Autores:

Nelson Alexander Rojas Torres
<https://orcid.org/0009-0005-4043-4588>

Alex Ivan Bernales Del Aguila
<https://orcid.org/0009-0000-1817-7347>

Asesor:

Ing. Dr. Fernando Ruiz Saavedra
<https://orcid.org/0000-0003-4664-4867>

Tarapoto, Perú

2026



FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Tesis


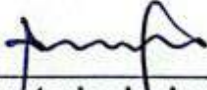


Evaluación de fallas superficiales en pavimento flexible del jirón Aviación 1 – 6 y Jorge Chávez 1 – 16 cuadras Tarapoto

Para optar el título profesional de Ingeniero Civil

Autores:

Nelson Alexander Rojas Torres
Alex Ivan Bernales Del Aguila

Sustentado y aprobado el 18 de marzo del 2026, por los siguientes jurados:

 _____ Presidente de Jurado Ing. Dr. Rubén del Águila Panduro	 _____ Secretario de Jurado Ing. M.Sc. Carlos Segundo Huamán Torrejón
 _____ Vocal de Jurado Ing. M.Sc. Ernesto Eliseo García Ramírez	 _____ Asesor Ing. Dr. Fernando Ruiz Saavedra

Tarapoto, Perú

2026



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y ARQUITECTURA



"Año de la Esperanza y el Fortalecimiento de la Democracia"

Acta de Sustentación de Trabajo de Investigación Para Título de Ingeniero Civil

N.º.....003.....



Jurado reconocido con Resolución N° 156-2025-UNSM/FICA-CF-NLU

Facultad de Ingeniería Civil y Arquitectura

Escuela profesional de Ingeniería Civil

A las 17 horas del 18 de marzo, inició el acto público de sustentación del trabajo de investigación "EVALUACIÓN DE FALLAS SUPERFICIALES EN PAVIMENTO FLEXIBLE DE JIRÓN AVIACIÓN 1-6 Y JORGE CHAVEZ 1-16 CUADRAS TARAPOTO", para optar el título de Ingeniero Civil, presentado por los bachilleres Nelson Alexander Rojas Torres y Alex Ivan Bernales del Aguila, bajo la asesoría del Ing. Dr. Fernando Ruiz Saavedra.

Instalada la Mesa Directiva conformada por Ing. Dr. Rubén del Aguila Panduro (presidente del jurado), Ing. M.Sc. Carlos Segundo Huamán Torrejón (secretario), Ing. M.Sc. Ernesto Eliseo Garcia Ramirez (vocal), y acompañados por Ing. Dr. Fernando Ruiz Saavedra (asesor); el presidente del jurado dirigió brevemente unas palabras y a continuación el secretario dio lectura a la Circular N° 003-2026-UNSM/FICA.

Seguidamente los autores expusieron el trabajo de investigación y el jurado realizó las preguntas pertinentes, respondidas por el sustentante y eventualmente, con la venia del jurado, por el asesor.

Una vez terminada la ronda de preguntas el jurado procedió a deliberar para determinar la calificación final, para lo cual dispuso un receso de quince (15) minutos, con participación del asesor con voz, pero sin voto; sin la presencia del sustentante y otros participantes del acto público.

Luego de aplicar los criterios de calificación con estricta observancia del principio de objetividad y de acuerdo con los puntajes en escala vigesimal (de 0 a 20), según el Anexo 4.2 del RG – CTI, la nota de sustentación otorgada resultante del promedio aritmético de los calificativos emitidos por cada uno de los miembros del jurado fue Dieciséis (16...); tal como se deja constar en la siguiente descripción:

[Handwritten signatures and notes on the right margin]



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y ARQUITECTURA



"Año de la Esperanza y el Fortalecimiento de la Democracia"

De acuerdo con el Artículo 40° del RG – CTI, la nota obtenida es *Aprobatoria*... y correspondiente a la calificación de *Dieciséis (16)* Leído este resultado en presencia de todos los participantes del acto de sustentación.

Se deja constancia que la presente acta se inscribe en el Libro de Sustentaciones N° *003* De la Escuela Profesional de Ingeniería Civil.

Firman los integrantes de la Mesa Directiva y el autor del trabajo de investigación en señal de conformidad, dando por concluido el acto a las *18:00* horas el mismo día miércoles 18 de marzo del año 2026.



Ing. M. Sc. Carlos Segundo
Torrejón
Secretario del Jurado



Ing. D. Rubén del
Aguila Panduro
Presidente del Jurado



Ing. M. Sc. Ernesto Eliseo
García Ramírez
Vocal del Jurado



Nelson Alexander
Rojas Torres
Autor



Dr. Fernando
Ruiz Saavedra
Asesor



Alex Ivan Bernales
del Aguila
Autor

Declaratoria de autenticidad

1 Nosotros, **Nelson Alexander Rojas Torres**, identificado con DNI N° 72945841 y **Alex Iván Bernales Del Aguila**, identificado con DNI N° 74029769, egresados de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingeniería Civil y Arquitectura de la Universidad Nacional de San Martín, autores de la tesis titulada: **Evaluación de fallas superficiales en pavimento flexible del jirón Aviación 1 – 6 y Jorge Chávez 1 – 16 cuadras Tarapoto.**

1 Declaro bajo juramento que:

1. La redacción fue realizada respetando las citas y referencia de las fuentes bibliográficas consultadas, siguiendo las normas APA actuales.
2. Toda información que contiene la tesis no ha sido plagiada.
3. Los datos presentados en los resultados son reales, no han sido alterados ni copiados, por tanto, la información de esta investigación debe considerarse como aporte a la realidad investigada.

Por lo antes mencionado, asumo bajo responsabilidad las consecuencias que deriven de mi accionar, sometiéndome a las leyes de nuestro país y normas vigentes de la Universidad Nacional de San Martín.

Tarapoto, 18 de marzo del 2026

			
Nelson Alexander Rojas Torres DNI N° 72945841		Alex Ivan Bernales Del Aguila DNI N° 74029769	

Ficha de identificación

<p>Título: Evaluación de fallas superficiales en pavimento flexible del jirón Aviación 1 – 6 y Jorge Chávez 1 – 16 cuadras Tarapoto</p>	<p>Área de investigación: Transportes Línea de investigación: Estrategias de tecnologías de información y comunicación (TIC) y sistemas constructivos convencionales y no convencionales para el desarrollo sostenible Sublínea de investigación: Sistemas urbanísticos para el desarrollo sostenible Grupo de investigación: Innovación Tecnológica Civil y Arquitectura – Resolución N°389 – 2022 – UNSM/FICA-CF-NLU Tipo de investigación: Básica <input type="checkbox"/>, Aplicada <input checked="" type="checkbox"/>, Desarrollo experimental <input type="checkbox"/></p>
<p>Autor: Nelson Alexander Rojas Torres Alex Ivan Bernales Del Aguila</p>	<p>Facultad de Ingeniería Civil y Arquitectura Escuela Profesional de Ingeniería Civil https://orcid.org/0009-0005-4043-4588 https://orcid.org/0009-0000-1817-7347</p>
<p>Asesor: Ing. Dr. Fernando Ruiz Saavedra</p>	<p>Dependencia local de soporte: Facultad de Ingeniería Civil y Arquitectura Escuela Profesional de Ingeniería Civil Unidad o Laboratorio Ingeniería Civil https://orcid.org/0000-0003-4664-4867</p>

Dedicatoria

13 A mi querida familia, por su ejemplo de perseverancia y dedicación; a mis padres, por enseñarme que con esfuerzo y fe todo es posible y a quienes ya no están, pero siguen presentes en mi corazón, por inspirarme a alcanzar mis metas.

Nelson Alexander

14 A todas aquellas personas que estuvieron en este proceso y creyeron en mí, sobre todo mis padres, por su apoyo incondicional, por enseñarme el valor del esfuerzo y por ser mi mayor inspiración en cada paso de mi vida.

Alex Iván

Agradecimiento

En primer lugar, se expresa una profunda gratitud a Dios por su guía y fortaleza espiritual, cuya presencia constante ha sido fuente de inspiración y apoyo durante las etapas más desafiantes del camino académico. De igual manera, se brinda un sincero agradecimiento al Dr. Fernando Ruiz Saavedra, asesor de esta investigación, por su dedicación, orientación continua y valioso respaldo en el desarrollo del presente trabajo. También se reconoce a los docentes de la Facultad de Ingeniería Civil y Arquitectura, cuyas enseñanzas y recomendaciones contribuyeron de manera significativa a la consolidación de nuestra formación profesional. Finalmente, se manifiesta un especial agradecimiento a la Universidad Nacional de San Martín por el valioso aporte académico y por proporcionar un entorno educativo que ha favorecido nuestro crecimiento tanto personal como profesional.

Los Autores

Índice general

2

8

1

- Ficha de identificación 6
- Dedicatoria 7
- Agradecimiento..... 8
- Índice general..... 9
- Índice de tablas 11
- Índice de figuras 12
- RESUMEN 13
- ABSTRACT 14
- CAPÍTULO I INTRODUCCIÓN A LA INVESTIGACIÓN..... 15
- CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO 17
 - 2.1. Antecedentes de la investigación 17
 - 2.1.1. A nivel internacional 17
 - 2.1.2. A nivel nacional 17
 - 2.1.3. A nivel local..... 18
 - 2.2. Fundamentos teóricos 19
 - 2.2.1. Pavimento 19
 - 2.2.2. Tipos de Pavimentos..... 19
 - 2.2.3. Capas del Pavimento Flexible 20
 - 2.2.4. Fallas en los Pavimentos 20
 - 2.2.5. Tipos de Vehículos..... 24
 - 2.2.6. Definición de términos básicos..... 24
- CAPÍTULO III MATERIALES Y MÉTODOS 27
 - 3.1. Ámbito y condiciones de la investigación..... 27
 - 3.1.1. Contexto de la investigación..... 27
 - 3.1.2. Periodo de ejecución..... 28
 - 3.1.3. Autorizaciones y permisos 28

28

1

3

2

8

- 3.1.4. Control ambiental y protocolos de bioseguridad 28
- 3.1.5. Aplicación de principios éticos internacionales 28
- 3.2. Sistema de variables 29
 - 3.2.1. Variables principales 29
 - 3.2.2. Variables secundarias 30
- 3.3. Procedimientos de la investigación 30
 - 3.3.1. Objetivo específico 1: Determinar las características de las fallas superficiales del pavimento flexible de las calles Aviación y Jorge Chávez, en Tarapoto 31
 - 3.3.2. Objetivo específico 2: Identificar las causas de las fallas superficiales del pavimento flexible de las calles Aviación y Jorge Chávez, en Tarapoto 31
 - 3.3.3. Objetivo específico 3: Determinar las propuestas para las fallas superficiales del pavimento flexible de las calles Aviación y Jorge Chávez, en Tarapoto 32
- CAPÍTULO IV RESULTADOS Y DISCUSIÓN 33
 - 4.1. Resultados del objetivo específico 1 35
 - 4.2. Resultados del objetivo específico 2 36
 - 4.3. Resultados del objetivo específico 3 37
- CONCLUSIONES 41
- RECOMENDACIONES 43
- REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS 45
- ANEXOS 51
 - Anexo 1: Matriz de consistencia 51
 - Anexo 2: Panel de fotos 53

Índice de tablas

Tabla 1 Descripción de variables por objetivo específico	29
Tabla 2 Fallas superficiales encontradas.....	33

2

Índice de figuras

Figura 1 Mapa distrital de Tarapoto.	27
Figura 2 Ubicación del proyecto.....	28
Figura 3 Diagrama de fallas superficiales encontradas	33
Figura 4 Midiendo fallas.....	34
Figura 5 Características de las fallas superficiales.....	36
Figura 6 Características de las fallas superficiales.....	37
Figura 7 Propuestas para fallas superficiales.....	38
Figura 8 Medición de falla tipo bache en la cuadra 1 del Jr. Jorge Chávez.	53
Figura 9 Medición de falla tipo bache en la cuadra 4 del Jr. Jorge Chávez.	53
Figura 10 Medición de falla tipo bache en la cuadra 8 del Jr. Jorge Chávez.	54
Figura 11 Visualización de la falla en el pavimento de la cuadra 10 del Jr. Jorge Chávez.	54
Figura 12 Medición de falla tipo fisura en la cuadra 12 del Jr. Jorge Chávez	55
Figura 13 Visualización de falla tipo bache en la cuadra 12 del Jr. Jorge Chávez.....	55
Figura 14 Medición de falla tipo desprendimiento en la cuadra 13 del Jr. Jorge Chávez.	56
Figura 15 Medición de falla tipo desprendimiento en la cuadra 15 del Jr. Jorge Chávez.	56
Figura 16 Medición de falla tipo bache en la cuadra 1 de la Av. Aviación.	57
Figura 17 Medición de falla tipo desprendimiento en la cuadra 6 de la Av. Aviación. .	57

3

RESUMEN

Evaluación de fallas superficiales en pavimento flexible del jirón Aviación 1 – 6 y Jorge Chávez 1 – 16 cuadras Tarapoto

La presente investigación tuvo como objetivo general analizar las fallas superficiales del pavimento flexible en las calles Jr. Aviación (cuadras 1–6) y Jorge Chávez (cuadras 1–16), ubicadas en el distrito de Tarapoto. El estudio partió del problema de identificar cuáles son las principales fallas presentes en estas vías urbanas, así como sus causas y posibles soluciones para mejorar su estado y prolongar su durabilidad. La hipótesis general plantea que las fallas más comunes; baches, piel de cocodrilo, cangrejas y fisuras, se deben a una combinación de factores como el tránsito vehicular pesado, las condiciones climáticas adversas propias de la región, y deficiencias tanto en el mantenimiento periódico como en el sistema de drenaje. Para validar esta hipótesis, se realizaron inspecciones visuales, registros fotográficos y análisis técnico de campo. Los resultados obtenidos confirman la presencia predominante de las fallas mencionadas, las cuales afectan la funcionalidad, seguridad y vida útil del pavimento. Se propuso como solución el uso de materiales de mayor calidad, la rehabilitación de zonas afectadas, la mejora del drenaje superficial y la implementación de programas de mantenimiento preventivo. Este estudio contribuyó al diagnóstico técnico de la infraestructura vial urbana de Tarapoto, ofreciendo lineamientos para una gestión eficiente del mantenimiento y rehabilitación de pavimentos flexibles.

Palabras clave: pavimento flexible, fallas superficiales, baches, piel de cocodrilo, cangrejas.

ABSTRACT

Assessment of surface defects in the flexible pavement along Jirón Aviación (blocks 1–6) and Jirón Jorge Chávez (blocks 1–16) in Tarapoto

The overall objective of this study was to analyze surface defects in the flexible pavement on Jr. Aviación Street (blocks 1–6) and Jorge Chávez Street (blocks 1–16), located in the district of Tarapoto. The study started with the problem of identifying the main defects present on these urban roads, as well as their causes and possible solutions to improve their condition and extend their durability. The general hypothesis posits that the most common defects—potholes, alligator cracking, rutting, and cracks—are due to a combination of factors such as heavy vehicular traffic, the region's adverse weather conditions, and deficiencies in both routine maintenance and the drainage system. To validate this hypothesis, visual inspections, photographic records, and technical field analyses were conducted. The results confirm the prevalence of the aforementioned defects, which affect the functionality, safety, and service life of the pavement. The proposed solutions include the use of higher-quality materials, the rehabilitation of affected areas, the improvement of surface drainage, and the implementation of preventive maintenance programs. This study contributed to the technical assessment of Tarapoto's urban road infrastructure, providing guidelines for the efficient management of the maintenance and rehabilitation of flexible pavements.

Keywords: flexible pavement, surface defects, potholes, alligator cracking, rutting.



CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN A LA INVESTIGACIÓN

15

La infraestructura vial desempeña un papel crucial en el progreso económico y social de las regiones. En este contexto, los pavimentos flexibles, ampliamente empleados en vías urbanas y rurales, presentan deterioros superficiales que comprometen tanto su operatividad y la seguridad de las personas. Por ello, resulta imprescindible realizar una evaluación técnica de dichas fallas para establecer acciones correctivas y preventivas que garanticen su funcionalidad.

A escala global, el manejo y conservación de pavimentos flexibles representa un reto permanente para los especialistas en ingeniería civil y las entidades encargadas del transporte. En países con alto desarrollo como Estados Unidos, Canadá y diversas naciones europeas, se han adoptado sistemas tecnológicos avanzados para el monitoreo y diagnóstico de pavimentos, entre ellos el PCI y el escaneo láser, herramientas que permiten identificar y estudiar con precisión las fallas superficiales. Gracias a estas innovaciones, es posible planificar de manera eficiente las intervenciones correctivas y establecer estrategias de mantenimiento preventivo.

24

En el contexto peruano, la infraestructura vial constituye un elemento clave para impulsar el crecimiento económico, especialmente en zonas con intensa actividad comercial y turística. No obstante, diversas vías presentan deficiencias en su conservación, atribuibles a factores como las condiciones climáticas, el tránsito vehicular de alto tonelaje y la restricción en la disponibilidad de los recursos. En el ámbito académico, la inspección de deterioros superficiales en pavimentos flexibles se ha convertido en una práctica habitual de investigaciones y trabajos de tesis, donde se emplean herramientas como el PCI para diagnosticar la condición de las vías y plantear alternativas de mejora.

Tarapoto, reconocida como la “Ciudad de las Palmeras”, se posiciona como una de las principales urbes de la región amazónica del Perú, destacando por su dinamismo turístico y comercial. Esta condición incrementa la demanda de disponer con una infraestructura vial eficiente y segura. En ese contexto, las vías Jr. Aviación y Jorge Chávez cumplen funciones estratégicas dentro del sistema de transporte urbano, por lo que su adecuado estado de conservación resulta esencial para garantizar el tránsito fluido y la protección de los peatones. La inspección de fallas superficiales en estas calles, tales como fisuras, baches y deformaciones, permite identificar oportunamente los deterioros y planificar acciones de conservación que prolonguen el periodo de

servicio del pavimento. A nivel global, nacional y local, la evaluación técnica de pavimentos flexibles representa una actividad clave. En el caso de Tarapoto, la aplicación de metodologías apropiadas para el diagnóstico y rehabilitación de estas vías contribuye directamente al fortalecimiento de la infraestructura vial y la calidad de vida de las personas.

En ese sentido, se formuló el problema de investigación, siendo este, ¿Cuáles son las principales fallas superficiales presentes en el pavimento flexible de las calles Jr. Aviación (cuadras 1-6) y Jorge Chávez (cuadras 1-16) en Tarapoto, y cuáles son las causas y posibles soluciones para mejorar su estado y durabilidad?, y los problemas específicos, a) ¿Cuáles son las características de las fallas superficiales del pavimento flexible de las calles Aviación y Jorge Chávez?; b) ¿Cuáles son las causas de las fallas superficiales del pavimento flexible de las calles Aviación y Jorge Chávez?; c) ¿Cuál es la propuesta de solución ante las fallas superficiales del pavimento flexible de las calles Aviación y Jorge Chávez?

En cuanto a la hipótesis de investigación fue definida como: Las principales fallas superficiales presentes en el pavimento flexible de las calles Jr. Aviación (cuadras 1-6) y Jorge Chávez (cuadras 1-16) en Tarapoto son baches, piel de cocodrilo y fisuras, y se deben a una combinación de tráfico pesado, condiciones climáticas adversas, y deficiencias en el mantenimiento y la infraestructura de drenaje; su identificación y el análisis de estas fallas permitirán implementar soluciones específicas, como el uso de materiales de mayor calidad, mejoras en el sistema de drenaje y programas de mantenimiento preventivo, que contribuirán a mejorar el estado y la durabilidad del pavimento; como objetivos, para el objetivo general, Analizar las fallas superficiales del pavimento flexible en las calles Aviación y Jorge Chávez, en Tarapoto; y los objetivos específicos, a) Determinar las características de las fallas superficiales del pavimento flexible de las calles Aviación y Jorge Chávez, en Tarapoto; b) Identificar las causas de las fallas superficiales del pavimento flexible de las calles Aviación y Jorge Chávez, en Tarapoto; c) Determinar las propuestas para las fallas superficiales del pavimento flexible de las calles Aviación y Jorge Chávez, en Tarapoto.

11

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de la investigación

2.1.1. A nivel internacional

Vásquez (2023), su tesis titulada “Evaluación del estado del pavimento de la vía Mira–El Hato, tramo San Luis–Santa Isabel (Ecuador)”, tuvo la finalidad de analizar el deterioro superficial del pavimento flexible a través del método PCI. La metodología contempló una evaluación visual detallada para registrar y clasificar grietas, baches y desprendimientos según su severidad y extensión. Los resultados mostraron un alto nivel de deterioro producto del escaso mantenimiento desde la inauguración de la vía. Como aporte, la investigación propuso un plan de intervención vial continuo que establece la tasa de deterioro y prioriza el mantenimiento preventivo y correctivo, optimizando la programación de reparaciones y mejorando la vida útil y serviciabilidad del pavimento.

Morán, y Tarazona (2024), su tesis denominada “Evaluación del pavimento flexible mediante muestreo y ensayos (Colombia)”, tuvo como propósito determinar el estado estructural y superficial del pavimento en un tramo urbano de 220 m de la calle 18N, Bucaramanga, aplicando el método VIZIR (INVÍAS 2022) y ensayos de laboratorio a las mezclas asfálticas. Se identificaron 12 tipos de fallas, siendo el descascaramiento (ravelling) el daño predominante, causado por insuficiente espesor de rodadura. Los ensayos de penetración, viscosidad y estabilidad confirmaron deficiencias en el material. La investigación propuso estrategias de mantenimiento y rehabilitación basadas en los lineamientos de INVÍAS, destacando la eficacia de combinar inspecciones VIZIR y análisis de laboratorio para optimizar la durabilidad vial. (p. 82).

2.1.2. A nivel nacional

Pariachi (2020), en su tesis denominada “Evaluación de fallas superficiales en pavimento flexible mediante el método PCI”, adoptó un enfoque analítico-descriptivo orientado al análisis de las distintas fallas observadas en la carpeta asfáltica del Jr. Lima–Huancayo, evidenciándose una pérdida progresiva de las condiciones originales de diseño a lo largo de su periodo de servicio, así como una limitada serviciabilidad ofrecida al usuario. En ese marco, se aplicó el método PCI, considerado un sistema de evaluación sencillo y a la vez integral, debido a que permite obtener información confiable sobre la condición funcional actual del pavimento flexible. Para el tramo evaluado, correspondiente a 1 km de vía, se identificaron once unidades de muestreo

30

3

21

que fueron debidamente inspeccionadas, determinándose que el deterioro con mayor incidencia correspondió a la patología de tipo hueco. (p.22).

20 Saravia (2021), su investigación “Evaluación de fallas superficiales por PCI con empleo de dron (Ayacucho)”. Su finalidad fue evaluar la condición del pavimento flexible de la carretera Covadonga–Mollepata, en la región Ayacucho, aplicando el Índice de Condición del Pavimento (PCI), apoyado por el empleo de drones para la obtención de fotos aéreas de alta resolución. La metodología permitió realizar una inspección visual más precisa y eficiente, identificando con claridad las fallas superficiales y su distribución a lo largo del tramo. Los resultados demostraron que el empleo del dron reduce el tiempo y costo de evaluación, manteniendo equivalencia con el método PCI tradicional en la clasificación de la condición del pavimento. Asimismo, se verificó que las imágenes aéreas posibilitan una mejor delimitación de las áreas afectadas y una cuantificación más exacta de los daños. Como aporte principal, la investigación concluyó que el uso de drones es técnica y económicamente viable para complementar o incluso reemplazar inspecciones manuales, recomendando su incorporación en futuras evaluaciones viales por su eficiencia y precisión operativa. (p. 41).

2.1.3. A nivel local

1
23
25 Arpasi (2023), en su tesis titulada “Identificación visual de patologías en carretera Morales–San Pedro (Tarapoto)”, su objetivo fue identificar y caracterizar las patologías presentes en el pavimento flexible de la carretera vecinal Morales–San Pedro, con una longitud aproximada de 8 km, ubicada en San Martín. La metodología se basó en una inspección visual detallada siguiendo los criterios técnicos del Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC), registrando los tipos de fallas, su ubicación y severidad. Se identificaron fisuras transversales y longitudinales, ahuellamientos, baches, desprendimientos de parches y agregados, clasificados según su grado de deterioro y extensión. Los resultados mostraron que no existen puntos de colapso, pero sí zonas con deterioro progresivo que requieren atención prioritaria. Finalmente, se elaboró un protocolo de intervención y mantenimiento vial, estructurado mediante diagramas PERT/CPM y cronogramas Gantt, para planificar las acciones de reparación inmediata y el mantenimiento anual de la vía. (p. 37).

7
2 Rodríguez y Valera (2023), su tesis titulada “Evaluación del estado superficial por PCI en el Jr. Jorge Chávez (Tarapoto)”. Su propósito fue evaluar el estado de conservación del pavimento flexible del Jr. Jorge Chávez entre las cuadras 1 y 14, en el distrito de Tarapoto, aplicando la metodología del PCI. La investigación consistió en el levantamiento y documentación de todos los deterioros superficiales, clasificadas de

acuerdo a su tipo, extensión y nivel de daño, para luego calcular el PCI individual por cuadra y el valor global de la vía. Como resultado, se evidenció que el pavimento presenta un estado de conservación de regular a bueno, aunque con sectores de deterioro progresivo que requieren mantenimiento preventivo y correctivo. Se determinó que, pese a mantener un nivel de servicio aceptable, la vía podría deteriorarse significativamente sin intervenciones oportunas. Finalmente, la tesis incluyó una matriz de propuestas de intervención según su tipología detectada, la cual constituye una herramienta técnica para la planificación de futuras reparaciones por parte de las autoridades locales.

2.2. Fundamentos teóricos

2.2.1. Pavimento

Se componen de múltiples capas de materiales especificados y compactados que se colocan sobre el suelo natural con el propósito de repartir adecuadamente las cargas transmitidas por el tránsito vehicular hacia la subrasante. Además, su superficie debe garantizar una circulación segura y confortable para los usuarios, ofreciendo un buen nivel de servicio, resistencia al deslizamiento, adecuada reflexión luminosa y bajos niveles de ruido. (Sotil, 2012). Se diseñan considerando principalmente la tensión de tracción y la deflexión superficial que se genera en sus capas, parámetros esenciales para garantizar su resistencia y durabilidad ante las cargas del tránsito. (Ríos et al.,2020, p.12).

2.2.2. Tipos de Pavimentos

Principalmente, existen cuatro categorías de pavimentos: rígidos, flexibles, semirrígidos y articulados. Cada uno se distingue por la composición de sus capas estructurales y por la manera en que transfieren las deformaciones y esfuerzos hacia las capas subyacentes del sistema (Armijos, 2009).

2.2.2.1. Pavimento Rígido

Está constituido por losas de concreto hidráulico, sin o con refuerzo de acero, apoyadas en una subbase y una subrasante. A diferencia de otros tipos, no se adapta fácilmente a las deformaciones del terreno. Aunque su construcción implica una inversión inicial elevada, ofrece una vida de servicio de entre 20 y 40 años y demanda pocos requerimientos de conservación, principalmente en las juntas (Armijos, 2009).

2.2.2.2. Pavimento Flexible

Posee una capa superficial asfáltica que permite absorber ligeras deformaciones del terreno sin comprometer su integridad estructural. Su conformación incluye una sub base, una base granular y una carpeta asfáltica. Presenta menores costos de

construcción en comparación con el pavimento rígido, una vida de servicio estimada de 10 a 15 años, y demanda una conservación periódica para mantener sus condiciones de servicio (Armijos, 2009).

2.2.2.3. Pavimento Semirrígido

Estructuralmente son similares a los pavimentos flexibles, a excepción que, una de sus capas es tratada con aditivos, entre ellos asfalto, cal, cemento, emulsiones o sustancias químicas para aumentar su rigidez y capacidad portante. Esta categoría comprende a los pavimentos compuestos, que integran capas de distintos tipos, generalmente una base rígida en la parte inferior y una capa flexible en la superficie, combinando las ventajas de ambos sistemas (Armijos, 2009).

2.2.2.4. Pavimento Articulado:

Están formados por bloques de concretos prefabricados, de igual forma y espesor, que constituyen la capa de rodadura. Estos bloques se asientan sobre una delgada capa de arena, esta descansa directamente sobre la subrasante o sobre una base granular, permitiendo una superficie resistente y fácilmente reemplazable. (Armijos, 2009).

2.2.3. Capas del Pavimento Flexible

Subrasante: Capa más profunda del pavimento y sirve de base para toda la estructura. Debe ser estable, con un CBR mínimo de 6 %; si no cumple este valor, se estabiliza mediante reemplazo de material, aditivos químicos, compactación o uso de geosintéticos. (Sarmiento y Arias, 2015).

Subbase: Funciona como soporte de la base y ayuda al drenaje del agua. Está compuesta por material granular o estabilizado con cemento, cal o asfalto, con un CBR de al menos 40 %. En algunos diseños puede omitirse. (Sarmiento y Arias, 2015).

Base granular: Se ubica bajo la carpeta o capa de rodadura y distribuye las cargas vehiculares. Está formada por material granular de alta calidad (CBR \geq 80 %) o tratada con aglutinantes, siendo más resistente que la subbase. (Sarmiento y Arias, 2015).

Carpeta asfáltica: Capa superficial del pavimento flexible, encargada de soportar el tránsito y brindar adherencia, suavidad y drenaje. Se fabrica con materiales de alta calidad para garantizar seguridad y durabilidad. (Sarmiento y Arias, 2015).

2.2.4. Fallas en los Pavimentos

Se entienden como el conjunto de deterioros que reducen su funcionalidad y capacidad de servicio. Estas pueden originarse por múltiples factores, entre ellos el aumento de las cargas vehiculares respecto al diseño inicial, deficiencias en la construcción (materiales inadecuados, espesores incorrectos o mala ejecución), errores en el diseño estructural

(subestimación de las propiedades de los materiales o del tránsito), condiciones climáticas adversas como lluvias intensas, nivel freático alto o drenaje insuficiente, así como por la falta de mantenimiento oportuno debido a limitaciones de recursos. (Gamboa, 2009). Según Fernández (2020, p. 33), los daños en los pavimentos se clasifican en dos tipos primordiales: estructurales, relacionados con la resistencia y capacidad portante del pavimento, y superficiales, que afectan su comodidad y seguridad durante el uso.

2.2.4.1. Agrietamientos o roturas

a) Piel de cocodrilo

Se distingue por un patrón de fisuras poligonales conectadas entre sí, semejantes a la piel de un reptil, generadas por la fatiga del pavimento debido a cargas repetidas del tránsito. Su severidad puede clasificarse en leve (grietas finas menores a 10 mm), media (10 a 25 mm) y alta (mayores a 25 mm con descascaramiento). Se determina en función al área afectada en metros cuadrados y las medidas correctivas varían desde la aplicación de un sello superficial o sobrecarpeta hasta la restauración total del sector dañado.

b) Fisura en bloque

Consiste en grietas que segmentan al pavimento en elementos de forma rectangular, producto de la contracción térmica y el envejecimiento del asfalto. Su severidad se clasifica en leve (fisuras finas), media (grietas interconectadas de 10 a 25 mm) y alta (grietas mayores a 25 mm). Se determina en función al área afectada en metros cuadrados y su reparación incluye sellado, reciclado superficial, escarificado o la aplicación de una sobrecarpeta según el grado de daño.

c) Fisura de reflexión de junta

Se trata de fisuras longitudinales o transversales que surgen en pavimentos asfálticos contruidos sobre losas de concreto, como resultado del desplazamiento térmico de las juntas del pavimento inferior. Se clasifica en baja, media y alta severidad, dependiendo del ancho y del nivel de descascaramiento, y se mide en metros lineales. Su tratamiento incluye sellado en los niveles leves y la aplicación de parches o reconstrucción en los niveles moderado y severo.

d) Fisura de borde

Se trata de fisuras longitudinales que se desarrollan paralelas al borde del pavimento, originadas por falta de confinamiento lateral, drenaje deficiente o compactación inadecuada. La severidad puede ser leve, media o alta, dependiendo del grado de desintegración; se expresa en metros lineales y se repara mediante parcheo, sellado o reconstrucción del borde afectado.

e) Fisuras longitudinales y transversales

Se trata de grietas perpendiculares o paralelas al eje de la vía, originadas por contracción térmica, endurecimiento del asfalto o fatiga estructural. Su severidad se determina según el ancho (leve <10 mm, media 10–75 mm, alta >75 mm) y se expresa en metros lineales. Son corregidos mediante sellado y, en casos más avanzados, parcheo superficial.

f) Fisura parabólica

Se manifiesta como una grieta con geometría semicircular producida por frenado o giros bruscos de los vehículos, generalmente asociada a mezclas asfálticas débiles o deficiente adherencia entre capas. La severidad se clasifica en leve (<10 mm), media (10–40 mm) y alta (>40 mm), se expresa en metros cuadrados y son corregidos con parcheo en los niveles medio y severo.

2.2.4.2. Deformaciones

a) Abultamientos y hundimientos

Son deformaciones localizadas que se presentan como ondas (abultamientos) o depresiones (hundimientos) en la superficie, producto de asentamientos o fallas en la subrasante. Su severidad se clasifica como leve, media o alta según el impacto en la calidad de tránsito; se mide en metros lineales y su corrección incluye parcheo, reciclado en frío o sobrecarpeta.

b) Corrugación

Se compone de un conjunto de ondas cortas y uniformes en la capa superficial del pavimento, normalmente en zonas de aceleración o frenado, causadas por una base inestable. Se mide en metros cuadrados, presenta tres grados de severidad y requiere reconstrucción del área afectada en niveles medio y alto.

c) Depresiones

Son zonas hundidas en la calzada que acumulan agua tras la lluvia, causadas por asentamientos de la subrasante o errores de construcción. Su severidad puede ser leve (13–25 mm), media (25–50 mm) o alta (>50 mm); se expresa en metros cuadrados y se repara con parcheo localizado.

d) Desnivel carril–berma

Representa la variación de nivel entre la berma y el pavimento, ocasionada por erosión o mala nivelación. Se clasifica en leve (25–50 mm), media (50–100 mm) y alta (>100 mm), se expresa en metros lineales, y se corrige mediante la renivelación de la berma.

e) Parches y cortes utilitarios

Son áreas reemplazadas del pavimento debido a reparaciones o instalaciones de servicios, que pueden deteriorarse con el tiempo. La severidad varía de leve (en buen estado) a alta (muy deteriorado), se expresa en metros cuadrados y se corrige con reemplazo o reconstrucción del parche.

f) Ahuellamiento

Se presenta como hendiduras longitudinales en las huellas de las ruedas por mala compactación o mezcla asfáltica inestable. Su severidad se clasifica como leve (6–13 mm), media (13–25 mm) o alta (>25 mm), se mide en metros cuadrados y se repara mediante fresado, sobrecarpeta o parcheo.

g) Desplazamiento

Es el corrimiento longitudinal del pavimento causado por empuje del tránsito, evidenciado como una ondulación de corta longitud superficial. Expresado en metros cuadrados, tiene tres niveles de severidad y se corrige con fresado y parcheo según la magnitud del daño.

h) Hinchamiento

Consiste en una elevación gradual del pavimento por suelos expansivos o congelamiento de la subrasante. Su clasificación es leve, media y alta severidad, está expresado en metros cuadrados y se corrige mediante reconstrucción de la zona afectada.

2.2.4.3. Desprendimiento

a) Huecos o baches

Se trata de cavidades de reducida magnitud superficial, causadas por pérdida de material debido al tránsito o deficiencias estructurales. La severidad depende del diámetro y la profundidad, se mide por conteo o en metros cuadrados, y se repara con parcheo parcial o profundo.

b) Agregados pulidos

Se produce por el desgaste del agregado superficial, disminuyendo la fricción del pavimento. No tiene clasificación de severidad, está expresado en metros cuadrados y se corrige con tratamiento superficial, fresado o sobrecarpeta.

c) Peladura y desprendimiento

Se presenta como separación del agregado o del ligante bituminoso, dejando la superficie rugosa y expuesta. La severidad se categoriza en leve, media y alta dependiendo del nivel de desgaste, se expresa en metros cuadrados y se corrige con sellado, tratamiento superficial o reconstrucción

2.2.4.4. Afloramiento y otros

a) Exudación

Es el afloramiento del asfalto hacia la superficie, que genera una textura brillante, pegajosa y resbaladiza. Su severidad se evalúa como leve, media o alta según la cantidad de material aflorado; se mide en metros cuadrados y se corrige aplicando arena, agregados o compactación, aunque en casos leves puede no requerir intervención.

2.2.5. Tipos de Vehículos

En el diseño de una carretera, los vehículos constituyen un factor esencial, ya que su tamaño, peso y frecuencia de circulación influyen directamente en la geometría vial. Es por ello que el Manual de Carreteras establece la necesidad de analizar las distintas clases de unidades vehiculares que hacen uso de la vía, agruparlos según sus características y seleccionar un elemento representativo dentro de cada conjunto que será empleado en el proceso de diseño. (MTC, 2018, p. 24).

2.2.5.1. Vehículos Ligeros

Comprenden principalmente automóviles destinados al transporte de un número reducido de pasajeros, generalmente menores de siete. De acuerdo con el MTC (2018, p. 25), sus dimensiones —aproximadamente 2.10 m de ancho y 5.80 m de largo— no condicionan de forma determinante la configuración geométrica de la vía, salvo en tramos donde las dimensiones de otros vehículos mayores puedan restringir el paso. Este tipo de vehículo sirve como referencia general en el diseño, pero no representa una limitación significativa para la mayoría de los proyectos viales.

2.2.5.2. Vehículos Pesados

Los vehículos pesados agrupan a los de mayor tamaño y masa, tales como camiones, tráileres y buses, los cuales tienen una incidencia directa en la planificación geométrica de las carreteras. Según el *Manual de Carreteras* (MTC, 2018, p. 25), estos vehículos determinan las condiciones mínimas de diseño, ya que su altura, longitud y capacidad de maniobra influyen en las distancias de visibilidad, frenado y cruce seguro. Por ello, su análisis es indispensable para garantizar una infraestructura que responda adecuadamente a las exigencias operativas y de seguridad del tránsito pesado.

2.2.6. Definición de términos básicos

Fallas: Derivado de deficiencias en el diseño y la ejecución constructiva, así como del desgaste progresivo inevitable generado con el paso del tiempo y de las variaciones climáticas (IJR, 2017).

Fallas superficiales: Abarca los deterioros presentes en la superficie de rodadura originados por fallas propias de la capa asfáltica superficial, los cuales no están asociados al comportamiento estructural del pavimento (MTC, 2014).

Mantenimiento Vial: Consiste en el conjunto de intervenciones destinadas a conservar, en un estado físico adecuado, los distintos elementos de la vía, con el propósito de garantizar un tránsito cómodo, eficiente y seguro. En esencia, su finalidad es proteger los recursos invertidos en la infraestructura vial y prevenir su deterioro prematuro (SUTRAN, 2006).

Mantenimiento Rutinario: Es el conjunto de labores continuas realizadas en los tramos de la vía para conservar sus elementos en buen estado, manteniendo las condiciones originales tras su construcción o rehabilitación. Incluye acciones preventivas como reparaciones menores, control de vegetación, limpieza de drenajes y, en sistemas tercerizados, tareas socioambientales y de vigilancia vial (SUTRAN, 2006).

Mantenimiento Periódico: Abarca las actividades que se realizan en periodos, que por lo general, superan un año, con el fin de frenar o prevenir el deterioro significativo de la vía, conservar sus características superficiales y mantener su integridad estructural. Incluye trabajos como la reparación de elementos físicos del camino y la reconfiguración de la plataforma. En los esquemas de mantenimiento vial subcontratados, también abarca acciones de atención de emergencias menores, socioambientales y labores de cuidado y vigilancia de la vía (SUTRAN, 2006).

Reparación: Comprende la reparación, corrección o recuperación de cualquier componente de la infraestructura vial que presente un estado deficiente como consecuencia del tránsito y las cargas vehiculares, o que haya sido afectado por agentes naturales o por la intervención de terceros (MTC, 2018).

PCI: Se trata del método más integral y preciso para la evaluación de pavimentos asfálticos y rígidos. Este procedimiento facilita la valoración rápida de vías que presentan deterioros y limitaciones asociadas al tránsito (Zevallos, 2018).

Vehículos: Constituyen un elemento fundamental de la vida moderna, ya que circulan por los distintos tramos viales, presentando una amplia diversidad de dimensiones y volúmenes de tránsito a lo largo de las carreteras (MTC, 2018).

Rehabilitación vial: Conjunto de actividades orientadas a recuperar el desempeño funcional y estructural del pavimento cuando el mantenimiento convencional ya no es suficiente (MTC, 2018).

Serviciabilidad: Capacidad del pavimento para ofrecer comodidad, seguridad y eficiencia al usuario durante su vida útil, evaluada mediante indicadores como el PCI o el IRI (RNE, 2010).

CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. **Ámbito y condiciones de la investigación**

3.1.1. **Contexto de la investigación**

3.1.1.1. **Ubicación política**

País : Perú

Región : San Martín

Departamento : San Martín

Provincia : San Martín

Distrito : Tarapoto

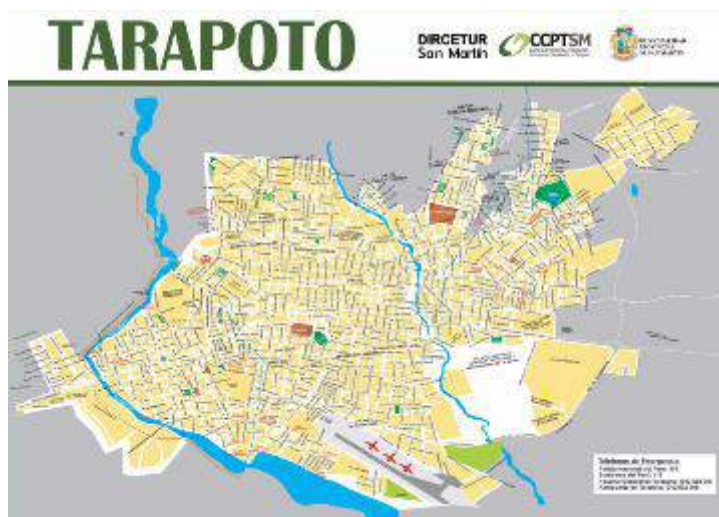


Figura 1

Mapa distrital de Tarapoto.

3.1.1.2. **Ubicación geográfica**

Tarapoto se sitúa a 350 m s. n. m., en la coordenada 06° 29' 00" de latitud sur y 76° 22' 00" de longitud oeste.

**Figura 2***Ubicación del proyecto*

3.1.2. Periodo de ejecución

La duración de la realización del trabajo de investigación abarcó 7 meses a partir de la entrega del Formato 01.

3.1.3. Autorizaciones y permisos

La presente investigación, no necesitó autorización de ningún sector, ya que se encuentra en la vía pública.

3.1.4. Control ambiental y protocolos de bioseguridad

Como parte del trabajo de campo, se implementaron acciones de control ambiental y protocolos de bioseguridad con el propósito de garantizar que la obtención de datos se desarrollara de forma segura, ordenada y con mínima afectación al entorno. Estas disposiciones se integraron al procedimiento operativo aplicado durante las evaluaciones visuales y el registro de información en el tramo vial analizado.

Respecto a la gestión de residuos sólidos, el protocolo metodológico incluyó la recolección permanente de los desechos generados durante las labores en campo. Dichos residuos fueron acopiados temporalmente por el equipo técnico y luego trasladados hacia contenedores de disposición final ubicados en zonas cercanas. De igual manera, cuando las condiciones lo permitieron, se efectuó la clasificación de materiales reciclables, promoviendo así prácticas ambientalmente responsables en el desarrollo de la investigación.

3.1.5. Aplicación de principios éticos internacionales

En el presente estudio, se tuvieron en consideración las normas del distrito y manuales según Ministerio de Transportes donde se ejecutó el estudio. Además, se consideró equitativa, en tanto se tomó en cuenta al investigador y al asesor dentro del estudio. Del mismo modo, la selección de la muestra no estuvo influenciada por preferencias personales del investigador ni por la existencia de vínculos previos. Por lo tanto, se

consideró el principio de no maleficencia, garantizando que la ejecución del estudio no genere ningún tipo de perjuicio a las entidades o agentes involucrados. Asimismo, se respetó el principio de autonomía, asegurando la confidencialidad y el anonimato de los responsables y del personal de apoyo y/o supervisión respecto a sus respuestas, observaciones o sugerencias. Finalmente, el estudio se desarrolló conforme a los lineamientos establecidos por la universidad y a las normas de citación de la APA, séptima edición, para el sustento teórico.

3.2. Sistema de variables

3.2.1. Variables principales

Variable 1 Pavimento flexible: Conjunto de capas dispuesto sobre la subrasante, cuya función es soportar y transmitir los esfuerzos generados por los vehículos que circulan sobre ella. (MEF, 2015, p. 24).

Variable 2 Fallas superficiales: Corresponden a deterioros originados por deficiencias en el diseño y la ejecución constructiva, así como por el desgaste progresivo acumulado con el paso del tiempo y la influencia de las condiciones climáticas. (IJR, 2017, p. 64).

Tabla 1

Descripción de variables por objetivo específico

Objetivo específico 1: Determinar las características de las fallas superficiales del pavimento flexible de las calles Aviación y Jorge Chávez, en Tarapoto.

Variable abstracta	Variable concreta	Medio de registro	Unidad de medida
Pavimento flexible	Soporta cargas de tránsito.	Será en forma manual.	Ordinal
Fallas superficiales	Defectos por mal análisis de diseño de pavimento	Instrumentos de medición	Ordinal

Objetivo específico 2: Identificar las causas de las fallas superficiales del pavimento flexible de las calles Aviación y Jorge Chávez, en Tarapoto

Variable abstracta	Variable concreta	Medio de registro	Unidad de medida
Pavimento flexible	Tipo de espesor del pavimento	Se medirá con instrumentos adecuados al tema	Ordinal
Fallas superficiales	Tipos de fallas en pavimentos flexibles	Instrumentos de medición	Ordinal

Objetivo específico 3: Determinar las propuestas para las fallas superficiales del pavimento flexible de las calles Aviación y Jorge Chávez, en Tarapoto.

Variable abstracta	Variable concreta	Medio de registro	Unidad de medida
Pavimento flexible	Periodo de diseño del pavimento flexible	Instrumento de medición de tiempo de conservación.	Ordinal
Fallas superficiales	Tipo y espesor del pavimento	Instrumento de medición de espesor del pavimento	Ordinal

3.2.2. Variables secundarias

Durante el desarrollo del presente estudio no se identificaron variables secundarias.

3.3. Procedimientos de la investigación

Fue definido en primer lugar el tipo de investigación; donde el trabajo científico fue de tipo aplicada, debido a que busca obtener conocimientos de manera técnica utilizando aplicaciones a sus problemas (Córdova, 2013).

En cuanto al nivel de investigación, fue de nivel descriptivo, puesto que tiene por finalidad la de analizar las fallas superficiales en Jr. Aviación y Jorge Chávez, describiendo sus procedimientos en la inspección.

Fue definida a su vez la población, que se caracteriza por ser como el conjunto total de unidades de estudio que reúnen las características necesarias para ser consideradas dentro de la investigación. Estas unidades pueden estar constituidas por personas, objetos, conglomerados, hechos o fenómenos, en la medida en que cumplen con los criterios requeridos para el estudio (Ñaupas, et al., 2018). Se tomará en cuenta como población a las calles Aviación y Jorge Chávez.

Puesto que, Hernández y Mendoza (2018) señalan que corresponde a un subconjunto de la población o universo de interés, del cual se obtendrá la información necesaria, y que debe ser representativo de dicha población, preferentemente mediante procedimientos probabilísticos, a fin de permitir la generalización de los resultados obtenidos a la población total. La muestra a estudiar fueron los 2200 m de las calles Aviación y Jorge Chávez.

El diseño del estudio fue no experimental, ya que esta se realizó no manipulando sus variables y sólo observándose sus fenómenos de forma natural con finalidad de análisis.

Por otro lado, para la realización de este estudio:

En primera instancia, se visitó la Av. Aviación y el Jr. Jorge Chávez, realizando un análisis visual.

En segunda instancia, se desarrolló el estudio para concretar el análisis de datos a fin de recopilar con técnicas para aplicar los instrumentos diseñados sobre la problemática observable como ensayos, diseños de pavimentos y análisis de fallas.

Finalmente, se elaboraron los informes respectivos, los cuales fueron procesados y analizados de acuerdo con cada uno de los objetivos planteados en el trabajo de tesis.

3.3.1. Objetivo específico 1: Determinar las características de las fallas superficiales del pavimento flexible de las calles Aviación y Jorge Chávez, en Tarapoto

a. Actividades y tareas

Se procedió visitar el área donde se recopilaban los datos necesarios; de ser necesario, aplicando ensayos de laboratorio para obtener datos de resistencia del pavimento flexible en el tramo determinado.

b. Descripción de procedimientos

El procedimiento para la recolección de información se realizó mediante la exploración de la zona a estudiar. Posterior a ello, se determinó puntos estratégicos para determinar las fallas superficiales.

c. Técnicas de procesamiento y análisis de datos

Las técnicas empleadas en el estudio fueron las siguientes: una técnica aplicada, mediante el uso del programa Excel, a partir del cual se generaron tablas y figuras con valores porcentuales; y una técnica inferencial, en la que los datos fueron procesados estadísticamente, lo que permitió la comprobación de las hipótesis planteadas.

3.3.2. Objetivo específico 2: Identificar las causas de las fallas superficiales del pavimento flexible de las calles Aviación y Jorge Chávez, en Tarapoto

a. Actividades y tareas

Se procedió visitar el área donde se recopilaban los datos necesarios; de ser necesario, aplicando ensayos de laboratorio para obtener clasificación, características e incluso para medir la capacidad de carga del pavimento flexible fallado.

b. Descripción de procedimientos

El procedimiento para la recolección de información se realizó mediante la exploración de la zona a estudiar. Posterior a ello, determinaron puntos estratégicos para extraer muestras y establecer las propiedades del suelo con el fin de determinar el hundimiento de puntos críticos, puede ser problemas de filtración de agua en esos puntos.

c. Técnicas de procesamiento y análisis de datos

Las técnicas empleadas en el estudio fueron las siguientes: una técnica aplicada, mediante el uso del programa Excel, a partir del cual se generaron tablas y figuras con valores porcentuales; y una técnica inferencial, en la que los datos fueron procesados estadísticamente, lo que permitió la comprobación de las hipótesis planteadas.

3.3.3. **Objetivo específico 3: Determinar las propuestas para las fallas superficiales del pavimento flexible de las calles Aviación y Jorge Chávez, en Tarapoto**

a. **Actividades y tareas**

Se procedió visitar el área donde se recopilaron los datos necesarios; detectar las fallas y sugerir soluciones, para mejorar las fallas del pavimento flexible.

b. **Descripción de procedimientos**

El procedimiento para la recolección de información se realizó mediante la exploración de la zona a estudiar. Posterior a ello, determinaron puntos estratégicos, con la finalidad de dar solución a todos los puntos críticos detectados.

c. **Técnicas de procesamiento y análisis de datos**

Las técnicas empleadas en el estudio fueron las siguientes: una técnica aplicada, mediante el uso del programa Excel, a partir del cual se generaron tablas y figuras con valores porcentuales; y una técnica inferencial, en la que los datos fueron procesados estadísticamente, lo que permitió la comprobación de las hipótesis planteadas.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5

Los resultados obtenidos para el objetivo general: Analizar las fallas superficiales del pavimento flexible en las calles Aviación y Jorge Chávez, en Tarapoto.

Se efectuó una inspección visual a lo largo de las 22 cuadras del tramo evaluado (2.2 km), mediante la cual se identificaron las fallas existentes en la infraestructura vial. Estas fueron clasificadas de acuerdo con su tipología (superficiales), nivel de severidad y dimensiones, en concordancia con lo establecido en el Manual de Carreteras (MTC, 2018).

Tabla 2
Fallas superficiales encontradas

N°	TIPO DE FALLAS	FRECUENCIA	PORCENTAJE
1	Piel de cocodrilo	15	30
2	Fisuras	8	16
3	Desprendimientos	6	12
4	Hundimiento	3	6
5	Baches	18	36
	Total	50	100

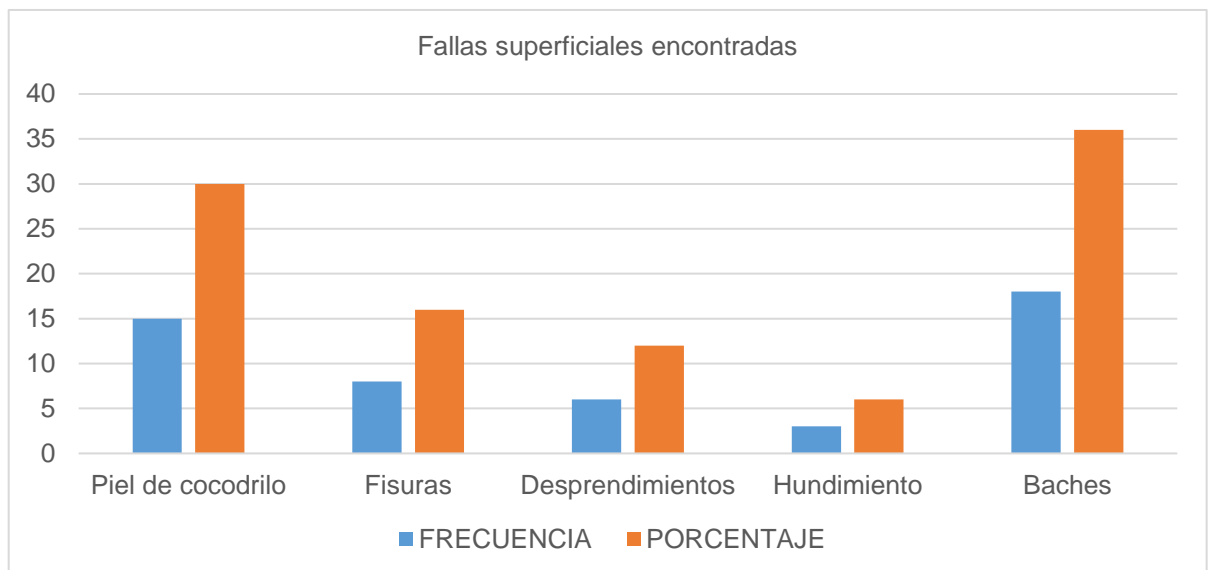


Figura 3
Diagrama de fallas superficiales encontradas

El cuadro presenta la distribución de 50 fallas superficiales identificadas en un tramo de pavimento flexible, clasificadas en cinco tipos: piel de cocodrilo, fisuras, desprendimientos, hundimiento y baches. Cada tipo se acompaña de su frecuencia absoluta y su porcentaje respecto al total.

Los resultados revelan lo siguiente:

Baches (36 %): Son la falla más frecuente, con 18 casos registrados. Indican pérdida localizada de material en la capa superficial del pavimento, afectando la seguridad vial y la transitabilidad. Su alta incidencia sugiere ausencia de mantenimiento preventivo y exposición prolongada a cargas dinámicas.

Piel de cocodrilo (30 %): Con 15 casos, esta falla refleja fatiga estructural del pavimento, causada por esfuerzos repetitivos y debilitamiento de las capas inferiores. Su presencia es crítica, ya que compromete la integridad del sistema vial.

6 Fisuras (16 %): Se identificaron 8 fisuras, que pueden ser longitudinales, transversales o en bloque. Estas permiten la infiltración de agua, acelerando el deterioro del pavimento y favoreciendo la aparición de otras fallas.

Desprendimientos (12 %): Con 6 casos, esta falla conlleva la pérdida de agregados en la capa superficial, reduciendo la adherencia y incrementado el nivel de riesgo de deslizamiento. Puede estar asociada a mezclas mal compactadas o envejecidas.

Hundimiento (6 %): Aunque menos frecuente (3 casos), esta falla indica deformaciones permanentes, posiblemente por problemas en la base o subbase, mala compactación o drenaje deficiente.

39 En conjunto, el análisis muestra que el pavimento presenta un deterioro funcional y estructural significativo. La predominancia de baches y piel de cocodrilo sugiere la necesidad de intervenciones correctivas urgentes, así como la puesta en marcha de un plan de mantenimiento periódico y mejoras en el sistema de drenaje con el fin de prevenir el agravamiento de las fallas.



Figura 4
Midiendo fallas

4.1. Resultados del objetivo específico 1

En cumplimiento del objetivo específico de **determinar las características de las fallas superficiales del pavimento flexible** en las calles Jr. Aviación (cuadras 1–6) y Jorge Chávez (cuadras 1–16), en el distrito de Tarapoto, se realizó un levantamiento visual detallado que permitió reconocer y clasificar las patologías presentes en el pavimento.

Los resultados evidencian que las fallas más representativas son:

Baches: Se trata de cavidades de reducida magnitud superficial, causadas por pérdida de material debido al tránsito o deficiencias estructurales. La severidad depende del diámetro y la profundidad, se mide por conteo o en metros cuadrados, y se repara con parcheo parcial o profundo.

Piel de cocodrilo: Se distingue por un patrón de grietas entrecruzadas que reflejan fatiga estructural del pavimento. Esta falla indica que las capas inferiores han perdido capacidad de soporte, posiblemente por esfuerzos repetitivos o envejecimiento del material. Su presencia fue significativa en ambos tramos, especialmente en zonas de mayor tránsito vehicular.

Cangrejeras: Se observaron áreas con pérdida de material superficial y formación de huecos irregulares, típicas de mezclas mal compactadas o afectadas por humedad. Esta falla compromete la textura superficial y puede evolucionar hacia desprendimientos si no se trata oportunamente.

Fisuras: Se identificaron fisuras longitudinales y transversales, algunas activas y otras selladas. Estas grietas permiten la infiltración de agua, acelerando el deterioro del pavimento y favoreciendo la aparición de otras fallas más severas.

Las características de estas fallas revelan un deterioro funcional y estructural progresivo, influenciado por factores como las condiciones climáticas propias de la región (alta humedad y lluvias frecuentes), el tránsito pesado y la falta de mantenimiento preventivo. Además, se observó que muchas de las fallas se encuentran en estado avanzado, lo que incrementa el riesgo de accidentes y reduce la vida útil del pavimento.

Este análisis permite establecer una base técnica para el diseño de soluciones específicas, orientadas a garantizar el desempeño de la infraestructura vial y asegurar una mayor durabilidad en las condiciones urbanas de Tarapoto.



Figura 5

Características de las fallas superficiales

4.2. Resultados del objetivo específico 2

En cumplimiento del objetivo específico de **identificar las causas de las fallas superficiales del pavimento flexible** en las calles Jr. Aviación (cuadras 1–6) y Jorge Chávez (cuadras 1–16), en el distrito de Tarapoto, se realizó un análisis integral que incluyó observación directa, revisión de condiciones superficiales, ambientales y operativas.

Los resultados obtenidos permiten establecer que las fallas superficiales —principalmente baches, piel de cocodrilo, cangrejas y fisuras— tienen un origen multifactorial, influenciado por los siguientes elementos:

Tráfico pesado constante: Ambas vías soportan un flujo elevado de vehículos de transporte público y carga, lo que genera esfuerzos repetitivos sobre el pavimento. Esta sobrecarga acelera el desgaste de las capas superiores y contribuye a la formación de grietas superficiales.

Condiciones climáticas adversas: Tarapoto presenta un clima cálido y húmedo, con lluvias frecuentes que favorecen la infiltración de agua en el pavimento. La humedad constante debilita la cohesión de los materiales y promueve el deterioro prematuro.

Deficiencias en el sistema de drenaje: Se evidenció acumulación de agua en varios sectores, lo que indica una evacuación ineficiente. La falta de cunetas funcionales y pendientes adecuadas permite que el agua se estanque, afectando la base y sub base del pavimento.

Ausencia de mantenimiento preventivo: No se registraron intervenciones periódicas de conservación, como sellado de fisuras o reparación de baches incipientes. Esta omisión permite que fallas menores evolucionen hacia daños más severos y costosos de reparar.

Diseño estructural limitado: En algunos tramos, el espesor de las capas del pavimento no corresponde al tipo de tránsito que actualmente circula por la vía. Esto genera una pérdida de capacidad estructural y favorece la aparición de baches, piel de cocodrilo y hundimientos.

En conjunto, estas causas explican el deterioro progresivo del pavimento flexible en las calles evaluadas. La identificación precisa de estos factores permite orientar las futuras intervenciones hacia soluciones técnicas específicas, como el rediseño estructural, la mejora del drenaje, el uso de materiales más resistentes y la implementación de un programa de mantenimiento periódico.



Figura 6
Características de las fallas superficiales

4.3. Resultados del objetivo específico 3

En cumplimiento del objetivo específico de **determinar las propuestas para las fallas superficiales del pavimento flexible** en las calles Jr. Aviación (cuadras 1–6) y Jorge Chávez (cuadras 1–16), en el distrito de Tarapoto, se formularon soluciones técnicas orientadas a mitigar el deterioro funcional y estructural del pavimento, con base en el diagnóstico realizado en campo.

Las propuestas se estructuraron considerando la naturaleza de los defectos predominantes **baches, fisuras, cangrejas y piel de cocodrilo**, así como las causas identificadas, como las deficiencias en el mantenimiento y drenaje, las condiciones climáticas adversas y el tránsito pesado. Entre las principales recomendaciones destacan:

Tratamiento de baches: Realizar la reparación localizada de los baches mediante la eliminación del material deteriorado, preparación de la superficie y reposición con mezcla asfáltica adecuadamente compactada, previa aplicación de riego de liga. Esta intervención permite recuperar la funcionalidad del pavimento y evitar la infiltración de agua hacia las capas inferiores, reduciendo la progresión del daño estructural.

Rehabilitación localizada de zonas con piel de cocodrilo, mediante fresado y reposición de la capa afectada, dado que esta falla refleja fatiga estructural profunda.

Tratamiento superficial de cangrejeras, aplicando mezclas asfálticas modificadas y mejorando la compactación para evitar desprendimientos futuros.

Sellado de fisuras activas, utilizando emulsiones asfálticas o productos elastoméricos, con el fin de impedir la infiltración de agua y extender la durabilidad del pavimento.

Mejoramiento del sistema de drenaje, incorporando cunetas, rejillas y pendientes adecuadas a fin de prevenir el acumulamiento de agua y la erosión de la base.

Implementación de un programa de mantenimiento preventivo, que contenga inspecciones periódicas, limpieza de superficies, y reparaciones menores antes de que las fallas evolucionen.

Uso de materiales de mayor calidad y durabilidad, especialmente en zonas de alto tránsito, para mejorar el desempeño estructural del pavimento frente a cargas dinámicas y condiciones climáticas exigentes.

Estas propuestas fueron diseñadas con criterios de eficiencia técnica, viabilidad económica y sostenibilidad ambiental. Su aplicación contribuirá a optimizar el desempeño de la infraestructura vial urbana, optimizar la movilidad y disminuir los gastos de mantenimiento a largo plazo en el distrito de Tarapoto.



Figura 7
Propuestas para fallas superficiales

Interpretación de la hipótesis: Las principales fallas superficiales presentes en el pavimento flexible de las calles Jr. Aviación (cuadras 1-6) y Jorge Chávez (cuadras 1-16) en Tarapoto se deben a una combinación de tráfico pesado, condiciones climáticas

adversas, y deficiencias en el mantenimiento y la infraestructura de drenaje. La identificación y el análisis de estas fallas permitirán implementar soluciones específicas, como el uso de materiales de mayor calidad, mejoras en el sistema de drenaje y programas de mantenimiento preventivo, que contribuirán a mejorar el estado y la durabilidad del pavimento, son baches, piel de cocodrilo, cangrejas y fisuras.

La hipótesis general establece que las principales fallas superficiales del pavimento flexible en las calles Jr. Aviación (cuadras 1–6) y Jorge Chávez (cuadras 1–16), en Tarapoto, se deben a una combinación de tráfico pesado, condiciones climáticas adversas, y deficiencias en el mantenimiento y la infraestructura de drenaje, y que su identificación permitirá proponer soluciones específicas para mejorar su estado y durabilidad.

Los resultados obtenidos a través de inspecciones visuales, registros fotográficos y análisis técnico confirman la validez de esta hipótesis. Se identificaron como fallas predominantes los baches, la piel de cocodrilo, las cangrejas y las fisuras, todas con alta frecuencia y severidad en los tramos evaluados.

Los baches constituyen la falla más crítica observada en los tramos evaluados, evidenciando pérdida localizada de material en la capa de rodadura, asociada principalmente a la infiltración de agua, deficiencias en el drenaje y a la repetición de cargas vehiculares pesadas. Su alta frecuencia y severidad indican un deterioro progresivo del pavimento, que compromete la seguridad vial y acelera el daño de las capas estructurales inferiores cuando no se ejecutan intervenciones oportunas.

La piel de cocodrilo refleja fatiga estructural del pavimento, atribuida al tránsito constante de vehículos pesados que exceden la capacidad de carga del diseño original.

Las cangrejas evidencian pérdida de cohesión superficial, posiblemente por mezclas mal compactadas y exposición prolongada a humedad, lo cual se agrava por la falta de mantenimiento.

Las fisuras, tanto longitudinales como transversales, indican tensiones internas y permiten la infiltración de agua, acelerando el deterioro.

Además, se constató que las condiciones climáticas de Tarapoto, caracterizadas por lluvias intensas y alta humedad, contribuyen significativamente al deterioro del pavimento, especialmente en ausencia de un sistema de drenaje eficiente. En varios sectores se observó acumulación de agua, lo que confirma la deficiencia en la infraestructura hidráulica.

La falta de mantenimiento preventivo también fue evidente, ya que muchas fallas menores no fueron tratadas a tiempo, evolucionando hacia daños más complejos y costosos de reparar.

En consecuencia, se plantearon propuestas técnicas alineadas con la hipótesis: uso de materiales de mayor calidad, mejoras en el sistema de drenaje, y programas de mantenimiento periódico. Estas medidas permitirán no solo corregir las fallas existentes, sino también prevenir su reaparición, mejorando la durabilidad, funcionalidad y seguridad del pavimento flexible en ambas vías.

CONCLUSIONES

5

Objetivo general: Analizar las fallas superficiales del pavimento flexible en las calles Aviación y Jorge Chávez, en Tarapoto.

El análisis de las fallas superficiales del pavimento flexible en las calles Aviación y Jorge Chávez, en la ciudad de Tarapoto, permite identificar patologías recurrentes como baches, piel de cocodrilo, cangrejeras y fisuras, las cuales afectan significativamente la funcionalidad y seguridad vial. Estas fallas se originan principalmente por el tránsito pesado, las condiciones climáticas adversas y la deficiente infraestructura de drenaje, así como por la ausencia de mantenimiento preventivo. La caracterización técnica de estos deterioros proporciona un sustento sólido para la elaboración de propuestas preventivas y correctivas, orientadas a mejorar la durabilidad del pavimento y optimizar la gestión vial urbana.

3

Objetivo específico 1: Determinar las características de las fallas superficiales del pavimento flexible de las calles Aviación y Jorge Chávez, en Tarapoto.

La determinación de las características de las fallas superficiales del pavimento flexible en las calles Aviación y Jorge Chávez, en Tarapoto, permite identificar que las patologías más frecuentes son los baches, fisuras, las cangrejeras y la piel de cocodrilo. Estas fallas presentan patrones definidos que evidencian deterioro estructural y funcional del pavimento, afectando el desempeño de la infraestructura vial. Su análisis detallado facilita la comprensión del estado actual de la superficie y constituye un insumo técnico esencial para la formulación de acciones de mantenimiento e intervención.

29

4

Objetivo específico 2: Identificar las causas de las fallas superficiales del pavimento flexible de las calles Aviación y Jorge Chávez, en Tarapoto.

La identificación de las causas de las fallas superficiales del pavimento flexible en las calles Aviación y Jorge Chávez, en Tarapoto, permite establecer que el deterioro está vinculado principalmente a tres factores: el tránsito vehicular pesado que supera la capacidad estructural del diseño original, las condiciones climáticas adversas propias de la región, y las deficiencias en el sistema de drenaje y mantenimiento vial. Estos elementos actúan de manera conjunta, acelerando el deterioro de la carpeta asfáltica y generando baches, fisuras, piel de cocodrilo y cangrejeras. El reconocimiento de estas causas es fundamental para orientar futuras intervenciones técnicas que garanticen la durabilidad del pavimento.

34

12

3

Objetivo Específico 3: Determinar las propuestas para las fallas superficiales del pavimento flexible de las calles Aviación y Jorge Chávez, en Tarapoto.

La determinación de propuestas para atender las fallas superficiales del pavimento flexible en las calles Aviación y Jorge Chávez, en Tarapoto, permite establecer soluciones técnicas orientadas a optimizar la durabilidad y el desempeño de la infraestructura vial. Entre las principales recomendaciones se incluyen el uso de mezclas asfálticas de mayor calidad, la implementación de un sistema de drenaje eficiente y el desarrollo de programas de conservación preventiva. Estas propuestas responden directamente a las causas identificadas y se alinean con criterios de sostenibilidad y eficiencia operativa, contribuyendo a una gestión vial más estratégica y resiliente.

Hipótesis General: Las principales fallas superficiales presentes en el pavimento flexible de las calles Jr. Aviación (cuadras 1-6) y Jorge Chávez (cuadras 1-16) en Tarapoto se deben a una combinación de tráfico pesado, condiciones climáticas adversas, y deficiencias en el mantenimiento y la infraestructura de drenaje. La identificación y el análisis de estas fallas permitirán implementar soluciones específicas, como el uso de materiales de mayor calidad, mejoras en el sistema de drenaje y programas de mantenimiento preventivo, que contribuirán a mejorar el estado y la durabilidad del pavimento, son baches, piel de cocodrilo, cangrejas y fisuras.

El análisis realizado confirma que las principales fallas superficiales del pavimento flexible en las calles Jr. Aviación y Jorge Chávez, en Tarapoto, como los baches, las cangrejas, las fisuras y la piel de cocodrilo, son consecuencia de una interacción compleja entre el flujo vehicular pesado, las deficiencias en el mantenimiento y el sistema de drenaje, y las condiciones climáticas adversas. La identificación precisa de estas fallas permite sustentar propuestas técnicas orientadas a mejorar la calidad del pavimento, tales como el uso de materiales más resistentes, la optimización del drenaje pluvial y la implementación de programas de mantenimiento preventivo. Estas acciones contribuirán significativamente a extender la vida servicio de la infraestructura vial y a mejorar la seguridad y funcionalidad urbana.

31

RECOMENDACIONES

5

Objetivo general: Analizar las fallas superficiales del pavimento flexible en las calles Aviación y Jorge Chávez, en Tarapoto.

Implementar un plan integral de intervención que contemple el uso de mezclas asfálticas de mayor resistencia, la mejora del sistema de drenaje pluvial y la ejecución de programas de mantenimiento preventivo. Estas acciones deben estar respaldadas por estudios técnicos periódicos que permitan monitorear el estado del pavimento y anticipar deterioros. Asimismo, es fundamental que las autoridades locales fortalezcan la gestión vial mediante una planificación estratégica que considere el impacto las condiciones climáticas de la zona y del tránsito pesado.

3

Objetivo específico 1: Determinar las características de las fallas superficiales del pavimento flexible de las calles Aviación y Jorge Chávez, en Tarapoto

Establecer un sistema de monitoreo técnico periódico que permita identificar tempranamente la aparición de baches, fisuras, piel de cocodrilo y cangrejas. Este sistema debe incluir inspecciones visuales sistemáticas, registros fotográficos y fichas de evaluación estructural, con el propósito de generar diagnósticos precisos que orienten decisiones de mantenimiento oportuno. La aplicación de esta medida contribuirá a reducir el deterioro progresivo del pavimento y a optimizar los recursos destinados a la infraestructura vial.

4

Objetivo específico 2: Identificar las causas de las fallas superficiales del pavimento flexible de las calles Aviación y Jorge Chávez, en Tarapoto.

A las autoridades locales, priorizar el rediseño estructural del pavimento considerando el tránsito pesado y las condiciones climáticas de Tarapoto. Asimismo, es fundamental implementar un sistema de drenaje eficiente y establecer rutinas de mantenimiento preventivo que mitiguen el deterioro progresivo. Estas acciones permitirán reducir la aparición de baches, fisuras, cangrejas y piel de cocodrilo, mejorando durabilidad y la calidad de la infraestructura vial.

3

Objetivo Específico 3: Determinar las propuestas para las fallas superficiales del pavimento flexible de las calles Aviación y Jorge Chávez, en Tarapoto.

Aplicar soluciones técnicas como el uso de mezclas asfálticas modificadas, la rehabilitación del sistema de drenaje pluvial y la implementación de un plan de mantenimiento preventivo. Estas acciones deben ser ejecutadas bajo criterios de

sostenibilidad y eficiencia, considerando el volumen de tránsito vehicular y las condiciones climáticas locales. La adopción de estas medidas contribuirá a mejorar la calidad estructural del pavimento y a prolongar su vida de servicio.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguilera, A. (2017). *Evaluación de las patologías existentes en el pavimento flexible de la avenida Don Bosco, cuadras 28, 29, 30 y 31 del AA.HH. Santa Rosa, distrito Veintiséis de Octubre, departamento de Piura*. [Tesis de pregrado, Universidad Católica Los Ángeles de Chimbote]. Piura, Perú. Recuperado de <https://hdl.handle.net/20.500.13032/3347>
- Armijos, C. (2009). *Evaluación superficial de algunas calles de la ciudad de Loja*. [Tesis de pregrado, Universidad Técnica Particular de Loja]. Loja, Ecuador. Recuperado de <http://dspace.utpl.edu.ec/handle/123456789/17726>
- Arpasi, R. (2023). *Identificación visual de patologías en la carretera vecinal tramo Morales – San Pedro (L = 8.00 km)*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de San Martín]. Recuperado de <http://hdl.handle.net/11458/5340>
- Bustamante, K., & Julón, H. (2021). *Evaluación de fallas del pavimento flexible comparando los métodos PCI y VIZIR de la carretera Jaén – Aeropuerto en Cajamarca*. [Tesis de pregrado, Universidad César Vallejo]. Recuperado de <https://hdl.handle.net/20.500.12692/76085>
- Castro, L., et al. (2021). *Tecnologías empleadas en la evaluación de pavimentos e impacto que han generado (Vol. 2)*. Tayacaja, Perú: Llamkasun. Recuperado de <https://llamkasun.unat.edu.pe/index.php/revista/article/view/29/35>
- Chilukwa, N., & Lungu, R. (2019). *Determination of layers responsible for rutting failure in a pavement structure*. *Infrastructures, Volume 4, Issue 2*. Recuperado de <https://doi.org/10.3390/infrastructures4020029>
- Cortina, A. (2013). *Para qué sirve realmente la ética*. Madrid, España: Paidós. Recuperado de <https://books.google.com/books?id=oY4v8Bsnv60C&hl=es>
- Elseicy, H., et al. (2022). *Combined use of GPR and other NDTs for road pavement assessment: An overview*. *Remote Sensing, Volume 14, Issue 17*. Recuperado de <https://doi.org/10.3390/rs14174336>
- Elshamy, et al. (2020). *Development of the non-destructive monitoring methods of the pavement conditions via artificial neural networks*. *Journal of Physics: Conference Series, 1614(1), 012099*. Recuperado de <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1614/1/012099>

- Fabián, J. (2021). *Evaluación del estado del pavimento flexible mediante la metodología del PCI de la avenida Perú, distrito de Amarilis – Huánuco – 2020*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Hermilio Valdizán]. Recuperado de <https://hdl.handle.net/20.500.13080/6858>
- Franco, M. (2014). *Tesis de investigación: Población y muestra (Tamayo y Tamayo)*. Recuperado de <https://tesisdeinvestig.blogspot.com/2011/06/poblacion-y-muestra-tamayo-y-tamayo.html>
- Fuentes, L., Arrieta, D., & Molina, P. (2021). *Modelling pavement serviceability of urban roads using deterministic and probabilistic approaches. International Journal of Pavement Engineering, Volume 22, Issue 1*. Recuperado de <https://doi.org/10.1080/10298436.2019.1577422>
- Gardner, A. (2017). *Sustainability toolkit: An educational tool for behavioral change strategies*. [Tesis de Posgrado, University of Arizona]. Recuperado de <http://hdl.handle.net/10150/625288>
- Gamboa, K. (2009). *Cálculo del índice de condición aplicado en el pavimento flexible en la Av. Las Palmeras de Piura*. [Tesis de pregrado, Universidad de Piura]. Recuperado de <https://hdl.handle.net/11042/1351>
- Garcés, D. (2017). *Evaluación vial y plan de rehabilitación y mantenimiento de la vía Azogues - Cojitambo - Deleg - La Raya. Cuenca, Ecuador*. [Tesis de Posgrado, Universidad de Cuenca]. Recuperado de <https://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/28556>
- Ghosh, S., Patel, A., & Kumar, R. (2021). *Evaluation of transverse cracking in flexible pavements using field investigation and AASHTOWare Pavement ME Design. International Journal of Pavement Research and Technology, Volume 15*. Recuperado de <https://doi.org/10.1007/s42947-021-00037-x>
- Giordani, C., & Leone, D. (2010). *Pavimentos. Rosario, Argentina: Universidad Nacional de Rosario*. Recuperado de https://www.frro.utn.edu.ar/repositorio/catedras/civil/1_ano/civil1/files/IC%20I-Pavimentos.pdf
- Hasan, H., Kareem, A., & Salman, N. (2020). *Developing International Roughness Index (IRI) model from visible pavement distresses. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, Volume 737, Issue 1*. Recuperado de <https://doi.org/10.1088/1757-899X/737/1/012119>

- Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2014). *Metodología de la investigación* (6.ª ed.). Recuperado de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/libro?codigo=775008>
- Hernández, R., & Mendoza, C. (2018). *Metodología de la investigación: Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta*. Ciudad de México, México. Recuperado de <https://bibliotecadigital.uce.edu.ec/s/L-D/item/793#?c=&m=&s=&cv=>
- Ihamouten, A., et al. (2018). *Full-waveform inversion using a stepped-frequency GPR to characterize the tack coat in hot-mix asphalt layers of flexible pavements*. *NDT & E International*, Volume 95. Recuperado de <https://doi.org/10.1016/j.ndteint.2017.12.006>
- IJR. (2017). *Failures in flexible pavements and remedial measures*. Estados Unidos. Recuperado de <https://journals.pen2print.org/index.php/ijr/article/view/7441>
- Marecos, V. (2018). *Optimisation of ground penetrating radar testing at traffic speed for structural monitoring of pavements*. [Tesis de Posgrado, Universidad de Vigo]. Recuperado de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/tesis?codigo=221721>
- Medina, A., & De la Cruz, M. (2015). *Evaluación superficial del pavimento flexible del Jr. José Gálvez del distrito de Lince aplicando el método del PCI*. [Tesis de Pregrado, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas]. Recuperado de <http://hdl.handle.net/10757/581505>
- Ministerio de Economía y Finanzas [MEF]. (2015). *Pautas metodológicas para el desarrollo de alternativas en la formulación y evaluación social de proyectos de inversión pública en carreteras*. Lima, Perú. Sistema Nacional de Inversión Pública. Recuperado de https://www.mef.gob.pe/contenidos/inv_publica/docs/normas/normasv/2015/RD003-2015/Pautas_Pavimentos.pdf
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones [MTC]. (2006). *Manual Técnico de Mantenimiento Rutinario para Red Vial Departamental No Pavimentada*. Recuperado de https://www.sutran.gob.pe/wp-content/uploads/2015/08/manualmatenimiento_rutinario_para_la_red_vial_departamental_no_pavimentada.pdf
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones [MTC]. (2013). *Manual de carreteras. Especificaciones Generales para Construcción*. Recuperado de https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/documentos/manuales/MANUALES%20DE%20CARRETERAS%202019/MC-01-

[13%20Especificaciones%20Tecnicas%20Generales%20para%20Construcci%C3%B3n%20-%20EG-2013%20-%20\(Versi%C3%B3n%20Revisada%20-%20JULIO%202013\).pdf](#)

Ministerio de Transportes y Comunicaciones [MTC]. (2014). *Manual de carreteras: Suelos, geología, geotecnia y pavimentos*. Lima, Perú. Recuperado de https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/mtc%20normas/arch_pdf/man_7%20sggp-2014.pdf

Ministerio de Transportes y Comunicaciones [MTC]. (2016). *Manual de carreteras: Mantenimiento o conservación vial*. Lima, Perú. Recuperado de https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/MTC%20NORMAS/ARCH_PDF/MAN_9%20MCV-2014_2016.pdf

Ministerio de Transportes y Comunicaciones [MTC]. (2018). *Manual de carreteras: Diseño geométrico – 2018*. Lima, Perú. Recuperado de https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/documentos/manuales/Manual.de.Carreteras.DG-2018.pdf

Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (2010). *Pavimentos Urbanos. Norma CE. 010. Reglamento Nacional de Edificaciones*. Recuperado de <https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/2686377/CE.010%20Pavimentos%20Urbanos%20DS%20N%C2%B0%20010-2010.pdf?v=1641411250>

Miranda, R. (2010). Deterioro en pavimentos flexibles y rígidos. [Tesis de pregrado, Universidad Austral de Chile]. Recuperado de <http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2010/bmfcm672d/doc/bmfcm672d.pdf>

Morán, J., & Tarazona, C. (2024). *Evaluación de Pavimento Flexible, Mediante Muestreo y Ejecución de Ensayos de Laboratorio Para Obtención de Parámetros de Calidad de las Mezclas Asfálticas MDC-19 y MDC10*. [Tesis de Posgrado, Universidad de Santander]. Recuperado de <https://repositorio.udes.edu.co/handle/001/11510>

Ñaupas, H., Mejía, E., Novoa, E., & Villagómez, A. (2018). *Metodología de la investigación científica (5.ª ed.)*. Recuperado de <https://www.cie-dc.com/uploads/1/3/2/9/132987652/metodologia-de-la-inv-cuanti-y-cuali-humberto-naupas-paitan.pdf>

Rios, N., et al. (2020). *Revisión de métodos para la clasificación de fallas superficiales en pavimentos flexibles*. *Ciencia e Ingeniería Neogranadina*. Recuperado de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=10084027>

- Rodríguez, R., & Valera, M. (2023). *Evaluación del estado superficial del pavimento Flexible, mediante el método del índice de condición del pavimento, del Jr. Jorge Chávez, distrito de Tarapoto, provincia y departamento de San Martín*. [Tesis de pregrado, Universidad Científica del Perú]. Recuperado de <http://hdl.handle.net/20.500.14503/1534>
- Romero, D. (2017). *Cualificación cuantitativa de las patologías en el pavimento flexible para la vía Siberia - Tenjo en la Sabana de Bogotá*. Bogotá, Colombia. Recuperado de <http://hdl.handle.net/10983/15274>
- Saravia, C. (2021). *Evaluación de fallas superficiales del pavimento flexible por el método PCI y empleo del dron, carretera Covadonga – Mollepata, Ayacucho 2021*. [Tesis de pregrado, Universidad César Vallejo]. Recuperado de <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/64812>
- Sarmiento, C., & Arias, T. (2015). *Análisis y diseño vial de la avenida Mártir Olaya ubicada en el distrito de Lurín del departamento de Lima*. [Tesis de pregrado, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas]. Recuperado de <http://repositorioacademico.upc.edu.pe/upc/bitstream/10757/528141/1/Tesis+Arias++Sarmiento.pdf>
- Solis, K., & Vallejos, J. (2019). *Estudio y evaluación del pavimento flexible ubicado en la Av. Chinchaysuyo del tramo del paseo Yortuque empleando el método PCI y propuesta de rehabilitación del pavimento flexible*. [Tesis de pregrado, Universidad Señor de Sipán]. Recuperado de <https://hdl.handle.net/20.500.12802/6153>
- Sotil, A. (2012). *Compilación de diapositivas del curso Diseño de pavimentos*. Lima, Perú: Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas. Recuperado de <https://es.scribd.com/presentation/203422076/0812-Pavimentos-Clase-01-Introduccion>
- Vergara, A. (2015). *Evaluación del estado funcional y estructural del pavimento flexible mediante la metodología PCI tramo Quichuay - Ingenio del Km 0+000 al Km 1+000 2014*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional del Centro del Perú]. Recuperado de <http://hdl.handle.net/20.500.12894/421>
- Vásquez Cabrera, A. C. (2023). *Evaluación del estado del pavimento de la vía Mira–El Hato, tramo San Luis – Santa Isabel, en el cantón Mira, mediante el método PCI, para el desarrollo de una propuesta de intervención vial*. [Tesis de pregrado, Universidad Internacional SEK]. Recuperado de <https://repositorio.uisek.edu.ec/handle/123456789/5066>

Zevallos, R. (2018). *Identificación y evaluación de las fallas superficiales en los pavimentos flexibles de algunas vías de la ciudad de Barranca – 2017*. [Tesis de pregrado, Universidad César Vallejo]. Recuperado de <https://hdl.handle.net/20.500.12692/16979>

ANEXOS

Anexo 1: Matriz de consistencia

Evaluación de fallas superficiales en pavimento flexible del jirón Aviación 1 – 6 y Jorge Chávez 1 – 16 cuadras Tarapoto.

Formulación del problema general	Objetivos	Hipótesis	ASPECTOS TEÓRICOS
<p>Problema general ¿Cuáles son las fallas superficiales del pavimento flexible en las calles Aviación y Jorge Chávez?</p> <p>Problemas específicos a) ¿Cuáles son las características de las fallas superficiales del pavimento flexible en las calles Aviación y Jorge Chávez? b) ¿Cuáles son las causas de las fallas superficiales del pavimento flexible en las calles Aviación y Jorge Chávez? c) ¿Cuál es la propuesta de solución ante las fallas superficiales del pavimento flexible en las calles Aviación y Jorge Chávez?</p>	<p>Objetivo general Analizar las fallas superficiales del pavimento flexible en las calles Aviación y Jorge Chávez</p> <p>Objetivos Específicos Determinar las características de las fallas superficiales del pavimento flexible en las calles Aviación y Jorge Chávez. Identificar las causas de las fallas superficiales del pavimento flexible en las calles Aviación y Jorge Chávez. Determinar las propuestas para las fallas superficiales del pavimento flexible en las calles Aviación y Jorge Chávez.</p>	<p>Hipótesis general Las principales fallas superficiales presentes en el pavimento flexible de las calles Jr. Aviación (cuadras 1-6) y Jorge Chávez (cuadras 1-16) en Tarapoto se deben a una combinación de tráfico pesado, condiciones climáticas adversas, y deficiencias en el mantenimiento y la infraestructura de drenaje. La identificación y el análisis de estas fallas permitirán implementar soluciones específicas, como el uso de materiales de mayor calidad, mejoras en el sistema de drenaje y programas de mantenimiento preventivo, que contribuirán a mejorar el estado y la durabilidad del pavimento, son baches, piel de cocodrilo, cangrejas y fisuras.</p> <p>Hipótesis específicas H1: Las características de las fallas superficiales del pavimento flexible de las</p>	<p>V1: Pavimento flexible Conjunto de capas dispuesto sobre la subrasante, cuya función es soportar y transmitir los esfuerzos generados por los vehículos que circulan sobre ella. (MEF, 2015, p. 24).</p> <p>V2: Fallas superficiales Corresponden a deterioros originados por deficiencias en el diseño y la ejecución constructiva, así como por el desgaste progresivo acumulado con el paso del tiempo y la influencia de las condiciones climáticas (IJR, 2017, p. 64).</p>

		<p>calles Aviación y Jorge Chávez, son de nivel moderado a alto.</p> <p>H2: Las causas de las fallas superficiales del pavimento flexible de las calles Aviación y Jorge Chávez, poco mantenimiento de la vía.</p> <p>H3: La propuesta para las fallas superficiales del pavimento flexible de las calles Aviación y Jorge Chávez, es el mantenimiento periódico.</p>								
Diseño de investigación	Variables y dimensiones	Población y muestra	Instrumentos de recolección de datos							
<p>El tipo de investigación, fue de tipo aplicada con un nivel de investigación descriptivo y diseño no experimental con las variables.</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Variables</th> <th>Dimensiones</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="2">Pavimento flexible</td> <td>Resistencia</td> </tr> <tr> <td>Durabilidad</td> </tr> <tr> <td>Fallas superficiales</td> <td>Tipo de Falla</td> </tr> </tbody> </table>	Variables	Dimensiones	Pavimento flexible	Resistencia	Durabilidad	Fallas superficiales	Tipo de Falla	<p style="text-align: center;">Población</p> <p>Se tomó en cuenta como población a las calles Aviación y Jorge Chávez.</p> <p style="text-align: center;">Muestra</p> <p>La muestra a estudiar fueron los 2200 m de las calles Aviación y Jorge Chávez.</p>	<p style="text-align: center;">Técnicas</p> <p>Técnica inferencial, los datos serán procesados estadísticamente, permitiendo comprobar las hipótesis.</p> <p style="text-align: center;">Instrumento</p> <p>Se aplicó empleando el programa Excel, el cual arrojará tablas y figuras con valores porcentuales</p>
Variables	Dimensiones									
Pavimento flexible	Resistencia									
	Durabilidad									
Fallas superficiales	Tipo de Falla									

Anexo 2: Panel de fotos



Figura 8

Medición de falla tipo bache en la cuadra 1 del Jr. Jorge Chávez.



Figura 9

Medición de falla tipo bache en la cuadra 4 del Jr. Jorge Chávez.



Figura 10

Medición de falla tipo bache en la cuadra 8 del Jr. Jorge Chávez.



Figura 11

Visualización de la falla en el pavimento de la cuadra 10 del Jr. Jorge Chávez.



Figura 12

Medición de falla tipo fisura en la cuadra 12 del Jr. Jorge Chávez



Figura 13

Visualización de falla tipo bache en la cuadra 12 del Jr. Jorge Chávez.



Figura 14

Medición de falla tipo desprendimiento en la cuadra 13 del Jr. Jorge Chávez.



Figura 15

Medición de falla tipo desprendimiento en la cuadra 15 del Jr. Jorge Chávez.



Figura 16

Medición de falla tipo bache en la cuadra 1 de la Av. Aviación.



Figura 17

Medición de falla tipo desprendimiento en la cuadra 6 de la Av. Aviación.