TESIS UANCV
VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN
"OFICINA DE INVESTIGACIÓN"

UNIVERSIDAD ANDINA

NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ

FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

ESTUDIO COMPARATIVO DEL ESTADO SUPERFICIAL DE PAVIMENTOS RÍGIDOS MEDIANTE LA APLICACIÓN DE MÉTODOS DE INSPECCIÓN VISUAL EN VÍAS DEL DISTRITO DE AYAVIRI 2025

TESIS PRESENTADA POR:

Bach. JOHN EDDY MAMANI LUPACA

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO CIVIL

JULIACA – PERÚ

2026

OFICINA DE INVESTIGACIÓN
Tesis Publicada con autorización del autor
http://repositorio.uancv.edu.pe/

TESIS UANCV

VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN
"OFICINA DE INVESTIGACIÓN"

UNIVERSIDAD ANDINA

NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ

FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

ESTUDIO COMPARATIVO DEL ESTADO SUPERFICIAL DE PAVIMENTOS RÍGIDOS MEDIANTE LA APLICACIÓN DE MÉTODOS DE INSPECCIÓN VISUAL EN VÍAS DEL DISTRITO DE AYAVIRI 2025

TESIS PRESENTADA POR:

Bach. JOHN EDDY MAMANI LUPACA

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO CIVIL

APROBADA POR EL JURADO REVISOR:

PRESIDENTE	:	Dr. RONALD MADERA TERÁN
PRIMER MIEMBRO	:	Dr. ARNALDO YANA TORRES
SEGUNDO MIEMBRO	:	Dr. LEONEL SUASACA PELINCO
ASESOR DE TESIS	:	Dr. OSCAR VICENTE VIAMONTE CALLA
LÍNEA DE INVESTIGACIÓN	:	TECNOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN – P17

OFICINA DE INVESTIGACIÓN
Tesis Publicada con autorización del autor

http://repositorio.uancv.edu.pe/

TESIS UANCV
VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN
"OFICINA DE INVESTIGACIÓN"

UNIVERSIDAD ANDINA
"NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"

RESOLUCIÓN DECANAL N° 0278-2026-D-UI-FICP-UANCV

Juliaca, 13 de mayo del 2026

VISTO: El expediente **N° 2025-CU-003608** presentado por el (la) Bachiller: **JOHN EDDY MAMANI LUPACA** estudiante de la Escuela Profesional de **Ingeniería Civil** de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras quien solicita **NOMINACIÓN DE JURADOS Y PROGRAMACIÓN DE FECHA Y HORA DE SUSTENTACIÓN.**

CONSIDERANDO:

Que, el (la) Bach. **JOHN EDDY MAMANI LUPACA,** quien solicita **NOMINACIÓN DE JURADOS Y PROGRAMACIÓN DE FECHA Y HORA DE SUSTENTACIÓN** de la Tesis Titulada: **ESTUDIO COMPARATIVO DEL ESTADO SUPERFICIAL DE PAVIMENTOS RÍGIDOS MEDIANTE LA APLICACIÓN DE MÉTODOS DE INSPECCIÓN VISUAL EN VÍAS DEL DISTRITO DE AYAVIRI 2025,** la misma que pertenece a la línea de investigación **TECNOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN** para optar el Título Profesional de **Ingeniero Civil.**

Que, al haberse cumplido con los requisitos exigidos por el reglamento interno de trabajos de investigación conducente a grados y títulos mediante Resolución N° 0294-2023 UANCV-CU-R. y en concordancia con el dictamen de similitud.

De conformidad al Reglamento Interno de Trabajos de Investigación Conducente a Grados y Títulos aprobado con Resolución N° 0294-2023 UANCV-CU-R. y en merito al Art. 24, Art. 28 del reglamento, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales, y en uso a las atribuciones, que le concede la ley Universitaria N° 30220, ley de creación de la UANCV N° 23738 y modificatoria N° 24661, y el Estatuto de la UANCV, el Decano y el Director de la Unidad de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras.

RESUELVE:

ARTÍCULO PRIMERO.- APROBAR, la **NOMINACIÓN DE JURADOS** integrado por los siguientes docentes:

- **Presidente** : Dr. RONALD MADERA TERÁN
- **1er Miembro** : Dr. ARNALDO YANA TORRES
- **2do Miembro** : Dr. LEONEL SUASACA PELINCO

ARTICULO SEGUNDO. – RECONOCER como asesor de la investigación (tesis) de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras al (a la) docente, **Dr. OSCAR VICENTE VIAMONTE CALLA.**

ARTICULO TERCERO. – APROBAR, la **FECHA Y HORA DE SUSTENTACIÓN DE LA TESIS** de él (la) bachiller: **JOHN EDDY MAMANI LUPACA;** del informe final de la investigación (tesis) titulada: **ESTUDIO COMPARATIVO DEL ESTADO SUPERFICIAL DE PAVIMENTOS RÍGIDOS MEDIANTE LA APLICACIÓN DE MÉTODOS DE INSPECCIÓN VISUAL EN VÍAS DEL DISTRITO DE AYAVIRI 2025** para optar el Título Profesional de **Ingeniero Civil.** de acuerdo al siguiente detalle:

- **FECHA** : Jueves 21 de mayo del 2026
- **HORA** : 08:00 hr
- **LUGAR** : Aula 406 - FICP

ARTÍCULO CUARTO.- DISPONER que, la Unidad de Investigación, Responsables del Comité de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras y el Director de la Escuela Profesional de **Ingeniería Civil** quedan encargados del cumplimiento de la presente Resolución.

Regístrese, Comuníquese, Archívese.

Dr. Ronald Madera Terán
DECANO (e)
CIP: 66975

Dr. Fritz Willy Mamani Apaza
DIRECTOR
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN

cc.
Archivo
Interesado (a)

OFICINA DE INVESTIGACIÓN
Tesis Publicada con autorización del autor
http://repositorio.uancv.edu.pe/

TESIS UANCV

RESOLUCIÓN DECANAL N° 0103-2026-D-UI-FICP-UANCV

Juliaca, 28 de enero del 2026

VISTO: El expediente **N° 2026-CU-000227** por el señor (a): **JHON EDDY MAMANI LUPACA** quien solicita **REVISIÓN DEL INFORME FINAL DE LA INVESTIGACIÓN (borrador de tesis)**, el PROVEIDO – **N° 0011-2026**-UI-FICP-UANCV/J, y la **FICHA DE OPINIÓN DEL INFORME FINAL DE LA INVESTIGACION (BORRADOR DE TESIS)** formato **N° 013 - 2026** del integrante del comité de investigación **EPIC** de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, según al reglamento interno de trabajos de investigación conducente a grados y títulos.

CONSIDERANDO:

Que, el señor (a): **JHON EDDY MAMANI LUPACA,** ha presentado su informe final de la investigación (borrador de tesis) Titulada: **ESTUDIO COMPARATIVO DEL ESTADO SUPERFICIAL DE PAVIMENTOS RÍGIDOS MEDIANTE LA APLICACIÓN DE MÉTODOS DE INSPECCIÓN VISUAL EN VÍAS DEL DISTRITO DE AYAVIRI 2025**, para optar el Título Profesional de **Ingeniero Civil.**

Que, al haberse cumplido con los requisitos exigidos por el Reglamento Interno de Trabajo de Investigación Conducente a Grados y Títulos, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales; el integrante del comité de investigación **Dr. Leonel Suasaca Pelinco** de la Escuela Profesional de **Ingeniería Civil** de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, emitió la ficha de opinión del informe final de la investigación (borrador de tesis) formato N° 013 - 2026 **aprobando** el informe final de la investigación (borrador de tesis) titulado: **ESTUDIO COMPARATIVO DEL ESTADO SUPERFICIAL DE PAVIMENTOS RÍGIDOS MEDIANTE LA APLICACIÓN DE MÉTODOS DE INSPECCIÓN VISUAL EN VÍAS DEL DISTRITO DE AYAVIRI 2025**, Correspondiente a la línea de investigación **TECNOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN.**

Que, al haberse cumplido con los requisitos exigidos por el reglamento interno de trabajos de investigación conducentes a grados y títulos mediante Resolución N° 0294-2023 UANCV-CU-R. y estando a la opinión favorable del comité de investigación respecto al informe final de la investigación (borrador de tesis).

Estando, con la opinión favorable del Comité de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras y en concordancia al Reglamento Interno de Trabajos de Investigación Conducente a Grados y Títulos aprobado con Resolución N° 0294-2023 UANCV-CU-R. y en mérito al Art. 27 del reglamento, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales, y en uso a las atribuciones, que le concede la ley Universitaria N° 30220, ley de creación de la UANCV N° 23738 y modificatoria N° 24661, y el Estatuto de la UANCV, el Decano y el Director de la Unidad de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras.

RESUELVE:

ARTÍCULO PRIMERO.- **APROBAR**, el **INFORME FINAL DE LA INVESTIGACIÓN (BORRADOR DE TESIS)**, para la **REVISIÓN DE SIMILITUD TURNITIN,** presentado por el señor (a): **JHON EDDY MAMANI LUPACA,** para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil, con el Tema Titulada: **ESTUDIO COMPARATIVO DEL ESTADO SUPERFICIAL DE PAVIMENTOS RÍGIDOS MEDIANTE LA APLICACIÓN DE MÉTODOS DE INSPECCIÓN VISUAL EN VÍAS DEL DISTRITO DE AYAVIRI 2025** correspondiente a la línea de investigación **TECNOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN,** en virtud a los considerandos expuestos.

ARTÍCULO SEGUNDO.- RATIFICAR como **ASESOR DE INVESTIGACIÓN** al (a la), **Dr. OSCAR VICENTE VIAMONTE CALLA.**

ARTÍCULO TERCERO.- **DISPONER** que, la Unidad de Investigación, Responsables del Comité de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras y el Director de la Escuela Profesional de **Ingeniería Civil** quedan encargados del cumplimiento de la presente Resolución.

Regístrese, Comuníquese, Archívese.

Dr. Donald Madera Terán
DECANO (e)
CIP: 66975

Dr. Fritz Willy Mamani Apaza
DIRECTOR
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN

cc.
Archivo 2026
interesado (a)

OFICINA DE INVESTIGACIÓN
Tesis Publicada con autorización del autor
http://repositorio.uancv.edu.pe/

TESIS UANCV

RESOLUCIÓN DECANAL N° 1472-2025-D-UI-FICP-UANCV

Juliaca, 05 de noviembre del 2025

VISTO: El expediente **N° 2025-CU-10791**, presentado por el señor (a) **JOHN EDDY MAMANI LUPACA** solicitando **APROBACIÓN DE LA PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN** el PROVEIDO – N° 1039-2025-UI-FICP-UANCV/J, y la FICHA DE OPINIÓN DE LA PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN formato N° 158- 2025 del integrante del comité de investigación **EPIC** de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, según al reglamento interno de trabajos de investigación conducente a grados y títulos.

CONSIDERANDO:

Que, el señor (a): **JOHN EDDY MAMANI LUPACA,** ha presentado su propuesta de investigación Titulada: **ESTUDIO COMPARATIVO DEL ESTADO SUPERFICIAL DE PAVIMENTOS RÍGIDOS MEDIANTE LA APLICACIÓN DE MÉTODOS DE INSPECCIÓN VISUAL EN VÍAS DEL DISTRITO DE AYAVIRI 2025**, para optar el Título Profesional de **Ingeniero Civil.**

Que, al haberse cumplido con los requisitos exigidos por el Reglamento Interno de Trabajo de Investigación Conducente a Grados y Títulos, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales; el integrante del comité de investigación **Dr. Arnaldo Yana Torres** de la Escuela Profesional de **Ingeniería Civil** de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, emitió la ficha de opinión de la propuesta de investigación formato N° 158- 2025- aprobando la propuesta de investigación titulada: ESTUDIO COMPARATIVO DEL ESTADO SUPERFICIAL DE PAVIMENTOS RÍGIDOS MEDIANTE LA APLICACIÓN DE MÉTODOS DE INSPECCIÓN VISUAL EN VÍAS DEL DISTRITO DE AYAVIRI 2025.

Que, es requisito indispensable contar con un asesor docente ordinario y/o contratado de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras con un mínimo de cinco años de docencia, grado de doctor o magister y experiencia en la línea a investigar, o deberá estar acreditado por Resolución 0989-2022-UANCV-CU-R, quien asumirá como asesor de la propuesta de investigación, según el área o grado.

Estando, con la opinión favorable de la propuesta de investigación del Comité de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras y en concordancia al Reglamento Interno de Trabajos de Investigación Conducente a Grados y Títulos aprobado con Resolución N° 0294-2023 UANCV-CU-R. y en merito al Art. 25 del reglamento, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales, y en uso a las atribuciones, que le concede la ley Universitaria N° 30220, ley de creación de la UANCV N° 23738 y modificatoria N° 24661, y el Estatuto de la UANCV, el Decano y el Director de la Unidad de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras.

RESUELVE:

ARTÍCULO PRIMERO.- APROBAR, la **PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN**, presentado por el señor (a): **JOHN EDDY MAMANI LUPACA,** para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil, con el Tema Titulada: **ESTUDIO COMPARATIVO DEL ESTADO SUPERFICIAL DE PAVIMENTOS RÍGIDOS MEDIANTE LA APLICACIÓN DE MÉTODOS DE INSPECCIÓN VISUAL EN VÍAS DEL DISTRITO DE AYAVIRI 2025** correspondiente a la línea de investigación **TECNOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN.**

La misma que deberá proceder con la ejecución de la propuesta de Investigación aprobado de acuerdo a lo establecido en el Reglamento Interno de Trabajo de Investigación Conducente a Grados y Títulos, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales.

ARTÍCULO SEGUNDO.- RECONOCER como **ASESOR DE INVESTIGACIÓN** de al (a la) docente **Dr. OSCAR VICENTE VIAMONTE CALLA.**

ARTÍCULO TERCERO.- DISPONER que, la Unidad de Investigación, Responsables del Comité de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras y el Director de la Escuela Profesional de **Ingeniería Civil** quedan encargados del cumplimiento de la presente Resolución.

Registrese, Comuníquese, Archívese.

UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERIAS Y Cs. PURAS
Dr. OSCAR V. VIAMONTE CALLA
DECANO (e)
CIP 32730

DIRECTOR
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN

cc:
Archivo 2025
Interesado (a)

OFICINA DE INVESTIGACIÓN
Tesis Publicada con autorización del autor
http://repositorio.uancv.edu.pe/

TESIS UANCV
VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN
"OFICINA DE INVESTIGACIÓN"

JOHN EDDY MAMANI LUPACA

ESTUDIO COMPARATIVO DEL ESTADO SUPERFICIAL DE PAVIMENTOS RÍGIDOS MEDIANTE LA APLICACIÓN DE MÉTO...

Trabajos de tesis para ingreso a repositorio

Detalles del documento

Identificador de la entrega
trn:oid:::13016:604067873

Fecha de entrega
1 jul 2026, 16:03 GMT-5

Fecha de descarga
2 jul 2026, 21:42 GMT-5

Nombre del archivo
T036_72379946_T.docx

Tamaño del archivo
13.5 MB

144 páginas

30.441 palabras

169.750 caracteres

OFICINA DE INVESTIGACIÓN
Tesis Publicada con autorización del autor
http://repositorio.uancv.edu.pe/

TESIS UANCV

VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN
"OFICINA DE INVESTIGACIÓN"

20% Similitud general

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

Filtrado desde el informe

- Bibliografía
- Coincidencias menores (menos de 10 palabras)

Fuentes principales

13% Fuentes de Internet
2% Publicaciones
18% 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.

OFICINA DE INVESTIGACIÓN
Tesis Publicada con autorización del autor
http://repositorio.uancv.edu.pe/

Metadatos Complementarios

Título de la tesis	
ESTUDIO COMPARATIVO DEL ESTADO SUPERFICIAL DE PAVIMENTOS RÍGIDOS MEDIANTE LA APLICACIÓN DE MÉTODOS DE INSPECCIÓN VISUAL EN VÍAS DEL DISTRITO DE AYAVIRI 2025	
Datos de autor	
Nombres y apellidos	JOHN EDDY MAMANI LUPACA
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	72379946
URL de ORCID	https://orcid.org/0009-0005-4769-2416
Datos de asesor	
Nombres y apellidos	OSCAR VICENTE VIAMONTE CALLA
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	02371550
URL de ORCID	https://orcid.org/0009-0005-6613-6925
Datos del jurado	
Presidente del jurado	
Nombres y apellidos	RONALD MADERA TERÁN
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	02429150
Miembro del jurado 1	
Nombres y apellidos	ARNALDO YANA TORRES
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	41414676
Miembro del jurado 2	
Nombres y apellidos	LEONEL SUASACA PELINCO
Tipo de documento	DNI

Número de documento de identidad	40865558
Datos de investigación	
Línea de investigación	Tecnología de la construcción - **P17**
Grupo de investigación	No aplica.
Agencia de financiamiento	Sin financiamiento
Ubicación geográfica de la investigación	País: Perú Departamento: Puno Provincia: Melgar Distrito: Ayaviri Latitud: S 14° 52′ 5” Longitud: O 70° 35′ 24”  https://maps.app.goo.gl/UQ1oKPit9e7ibpLdA
Año o rango de años en que se realizó la investigación	Noviembre 2025 – Mayo 2026
URL de disciplinas OCDE https://concytec-pe.github.io/Peru-CRIS/vocabularios/ocde_ford.html - Librería	**Ingeniería Civil** https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.01.00 **Ingeniería de la construcción** https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.01.03

UNIVERSIDAD NACIONAL "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
DIRECTOR
Dr. Fritz Willy Mamani Apaza
DIRECTOR
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN

TESIS UANCV
TESIS UANCV
VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN
"OFICINA DE INVESTIGACIÓN"

DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD Y RESPONSABILIDAD

Yo JOHN EDDY MAMANI LUPACA, identificado con DNI Nro. 72379946, en mi condición de egresado de:

☒ **Escuela Profesional**

☐ **Programa de Segunda Especialidad,**

☐ **Programa de Maestría o Doctorado**

INGENIERÍA CIVIL

informo que he elaborado el/la ☒ **Tesis** o ☐ **Trabajo de Investigación,** ☐ **Trabajo Académico** denominada:

ESTUDIO COMPARATIVO DEL ESTADO SUPERFICIAL DE PAVIMENTOS RÍGIDOS MEDIANTE LA APLICACIÓN DE MÉTODOS DE INSPECCIÓN VISUAL EN VÍAS DEL DISTRITO DE AYAVIRI 2025

Asesorado por: Dr. OSCAR VICENTE VIAMONTE CALLA

Es un tema original.

Declaro que el presente trabajo de tesis es elaborado por mi persona y **no existe plagio/copia** de ninguna naturaleza, en especial de otro documento de investigación (tesis, revista, texto, congreso, o similar) presentado por persona natural o jurídica alguna ante instituciones académicas, profesionales, de investigación o similares, en el país o en el extranjero.

Dejo constancia que las citas de otros autores han sido debidamente identificadas en el trabajo de investigación, por lo que no asumiré como suyas las opiniones vertidas por terceros, ya sea de fuentes encontradas en medios escritos, digitales o Internet.

Asimismo, ratifico que soy plenamente consciente de todo el contenido de la tesis y asumo la responsabilidad de cualquier error u omisión en el documento, así como de las connotaciones éticas y legales involucradas.

El incumplimiento de lo declarado da lugar a responsabilidad del declarante, en consecuencia; a través del presente documento asumo frente a terceros, la Universidad Andina Néstor Cáceres Velásquez y/o la Administración Pública toda responsabilidad que pueda derivarse por el trabajo final presentado. Lo señalado incluye responsabilidad pecuniaria incluido el pago de multas u otros por los daños y perjuicios que se ocasionen.

Juliaca 11 de junio del 2026

Firma del Asesor (obligatoria)

Firma del Estudiante (obligatoria)

Huella

OFICINA DE INVESTIGACIÓN
Tesis Publicada con autorización del autor
http://repositorio.uancv.edu.pe/
OFICINA DE INVESTIGACIÓN
Tesis Publicada con autorización del autor
http://repositorio.uancv.edu.pe/

DEDICATORIA

A mis padres, Abraham y María Rosa, por ser el pilar fundamental de mi vida, por su amor incondicional, sus sacrificios silenciosos y por enseñarme que con esfuerzo y perseverancia se pueden alcanzar los sueños más grandes; a mi hermano Richard, por caminar siempre a mi lado, por su compañía leal y sus palabras de aliento en los momentos difíciles; y a mi familia y amigos que, de una u otra manera, aportaron su granito de arena para que este trabajo sea una realidad. Con profunda gratitud y cariño eterno.

OFICINA DE INVESTIGACIÓN
Tesis Publicada con autorización del autor
http://repositorio.uancv.edu.pe/

AGRADECIMIENTO

A mis padres, Abraham y María Rosa, por su apoyo y cariño infinito; a mi hermano Richard, por su compañía y aliento constante; a mis profesores, por sus enseñanzas; y a mis amigos, por su amistad sincera. Gracias a todos por creer en mí.

OFICINA DE INVESTIGACIÓN
Tesis Publicada con autorización del autor
http://repositorio.uancv.edu.pe/

ÍNDICE GENERAL

Pág.

DEDICATORIA i
AGRADECIMIENTO ii
ÍNDICE GENERAL iii
ÍNDICE DE TABLAS vii
ÍNDICE DE FIGURAS viii
RESUMEN ix
ABSTRACT x
INTRODUCCIÓN xi

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1 Análisis de la situación problemática 14
1.2 Planteamiento del problema 15
1.2.1 Problema general 15
1.2.2 Problemas específicos 15
1.3 Objetivos de la investigación. 16
1.3.1 Objetivo general 16
1.3.2 Objetivos específicos 16
1.4 Justificación de la investigación 16
1.4.1 Justificación técnica 16
1.4.2 Justificación económica 17
1.4.3 Justificación social 17
1.4.4 Justificación ambiental 18
1.5 Hipótesis de la investigación 18
1.5.1 Hipótesis general 18
1.5.2 Hipótesis específicas. 18
1.6 Variables e indicadores 19
1.6.1 Variable independiente 19
1.6.2 Variable dependiente 19

1.7 Operacionalización de variables 20

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes de la investigación 21
2.1.1 Antecedentes internacionales 21
2.1.2 Antecedente nacional 24
2.1.3 Antecedente de ámbito local 27
2.2 Bases teóricas 28
2.2.1 Pavimentos Rígidos 28
2.2.1.1 Características del Pavimento Rígido 29
2.2.1.2 Estructura y Composición de los Pavimentos Rígidos 30
2.2.1.3 Tipos de Pavimentos Rígidos y sus Aplicaciones 31
2.2.2 Deterioro de Pavimentos 32
2.2.2.1 Tipos de Fallas Comunes en Pavimentos Rígidos 33
2.2.2.2 Factores que Contribuyen al Deterioro del Pavimento 34
2.2.2.3 Impacto del Tráfico Vehicular y las Condiciones Climáticas en el Pavimento 35
2.2.3 Métodos de Evaluación del Estado de los Pavimentos 36
2.2.3.1 Método del Índice de Condición del Pavimento (PCI) 37
2.2.3.2 Método del MTC (Ministerio de Transportes y Comunicaciones) 38
2.2.4 Propiedades Físicas y Mecánicas de los Materiales de Pavimentación 40
2.2.4.1 Propiedades del Subrasante y su Impacto en el Pavimento 41
2.2.4.2 Función de la Subbase y Base en la Estructura del Pavimento 42
2.2.4.3 Comportamiento de los Materiales Bajo Carga 43
2.2.5 Impacto del Tráfico Vehicular en el Estado del Pavimento 44
2.2.5.1 Efectos de los Vehículos Livianos y Pesados sobre el Pavimento 45
2.2.5.2 Relación entre Volumen de Tráfico y Deterioro del Pavimento 46
2.2.5.3 Técnicas para Evaluar el Impacto del Tráfico en el Pavimento 47
2.2.6 Normativas y Estándares en la Construcción y Mantenimiento de Pavimentos 48
2.2.6.1 Estándares Técnicos en la Pavimentación en el Perú 49

2.2.6.2 Normas del MTC para el Diseño y Mantenimiento de Pavimentos..... 50
2.2.6.3 Directrices para la Rehabilitación y Mantenimiento de Pavimentos..... 51
2.3 Marco conceptual..... 52

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1 Enfoque de investigación..... 55
3.2 Tipo de la investigación..... 56
3.3 Nivel de la investigación..... 56
3.4 Diseño de la investigación..... 57
3.5 Método de la investigación..... 57
3.6 Población y muestra de la investigación..... 57
3.6.1 Población..... 57
3.6.2 Muestra..... 58
3.7 Técnicas e instrumentos..... 59
3.7.1 Técnicas..... 59
3.7.2 Instrumentos de recolección de datos investigación..... 60
3.8 Validación y confiabilidad del instrumento..... 61
3.8.1 Validación de los instrumentos..... 61
3.8.2 Confiabilidad de instrumentos..... 61
3.9 Plan de recolección y procesamiento de datos..... 62
3.9.1 Procedimiento de evaluación..... 62
3.9.2 Etapa de gabinete..... 64

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Presentación y análisis de resultados..... 67
4.1.1 Total, de fallas halladas en las calles del Jirón 2 de Mayo y Cusco y su evaluación utilizando el método PCI..... 75
4.1.2 Análisis de las variaciones del estado superficial del pavimento por el método MTC 86
4.1.3 La variación entre el pavimento rígido mediante el PCI y MTC..... 93
4.1.4 Propuesta de plan de acción para mantenimiento..... 99

4.2 Discusión de resultados 104
CONCLUSIONES 108
RECOMENDACIONES 111
REFERENCIAS 112

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Operacionalización de variables 20
Tabla 2 técnicas aplicadas a lo largo de la investigación 59
Tabla 3 Instrumentos aplicados a lo largo de la investigación 60
Tabla 4 Datos de las calles estudiadas 71
Tabla 5 Cantidad de muestras generadas a partir de las calles apreciadas 72
Tabla 6 Total de muestras extraídas a partir de las calles observadas 73
Tabla 7 Procedimiento para el cálculo de PCI 74
Tabla 8 Cantidad total de problemas encontrados en la investigación 76
Tabla 9 Degradación reportada en la Jirón 2 de Mayo 77
Tabla 10 Degradación reportada en el Jirón Cusco 78
Tabla 11 Recopilación de las muestras evaluadas y sus respectivos PCI 79
Tabla 12 Deficiencias que ocasionan mayores consecuencias 82
Tabla 13 Estado del pavimento rígido por el método MTC 87
Tabla 14 Clasificación del pavimento por el método MTC 90
Tabla 15 Comparación de parámetros para realizar la comparación 94
Tabla 16 Resultados y comparativa de valores en los dos métodos (PCI y MTC) 95
Tabla 17 Promedios generales por ambos medios 97
Tabla 18 Acciones de acuerdo a la condición del pavimento 103

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Distrito de Ayaviri – Provincia de Melgar 68
Figura 2 Conteo vehicular (formato) 69
Figura 3 Conteo vehicular, Jirón 2 de mayo 69
Figura 4 Conteo vehicular, Jirón Cusco 70
Figura 5 Puntuaciones del índice de condición superficial vial 71
Figura 6 Ficha usada para medir los valores del PCI en pavimentos 74
Figura 7 Jirones y sus valores PCI 81
Figura 8 Cuantificación de la evaluación por el método MTC 90
Figura 9 Promedios del estudio 98

RESUMEN

El estudio tiene como objetivo principal determinar el estado superficial de los pavimentos rígidos utilizando el PCI y el MTC, evaluar las variaciones entre ambos métodos, y proponer alternativas de intervención basadas en los resultados obtenidos. La metodología empleada es de enfoque cuantitativo, con un tipo de investigación aplicada, un nivel descriptivo, diseño no experimental y método científico. Para la recolección de datos, se utilizó la evaluación visual directa de los pavimentos, identificando defectos y calculando los índices de condición mediante ambos métodos. Los resultados mostraron que la mayoría de los tramos estudiados en el Jirón 2 de Mayo y Jirón Cusco presentan condiciones regulares según ambos métodos, aunque con algunos tramos clasificados como malos. El PCI reveló daños significativos, como grietas y fisuras, mientras que el MTC clasificó algunos de estos tramos de manera más optimista debido a su enfoque estructural. Las alternativas de intervención propuestas incluyen mantenimiento preventivo, conservación rutinaria y reconstrucción parcial o total de los tramos más deteriorados. En conclusión, el estudio subraya la importancia de utilizar ambos métodos de forma complementaria para obtener una evaluación más precisa y definir intervenciones adecuadas, asegurando la seguridad vial y prolongando la vida útil de las infraestructuras viales en el distrito de Ayaviri.

Palabras clave: Pavimento Rígido, evaluación, Índice de Condición del Pavimento (PCI), mantenimiento vial.

ABSTRACT

The main objective of this study is to determine the surface condition of rigid pavements using the PCI and MTC methods, evaluate the variations between these two methods, and propose intervention alternatives based on the results obtained. The methodology employed is quantitative, with an applied research approach, a descriptive level, a non-experimental design, and the scientific method. Data collection involved direct visual evaluation of the pavements, identifying defects and calculating condition indices using both methods. The results showed that most of the sections studied on Jirón 2 de Mayo and Jirón Cusco presented fair conditions according to both methods, although some sections were classified as poor. The PCI revealed significant damage, such as cracks and fissures, while the MTC classified some of these sections more optimistically due to its structural focus. The proposed intervention alternatives include preventive maintenance, routine upkeep, and partial or total reconstruction of the most deteriorated sections. In conclusion, the study underscores the importance of using both methods in a complementary manner to obtain a more accurate assessment and define appropriate interventions, ensuring road safety and extending the useful life of road infrastructure in the Ayaviri district.

Keywords: rigid pavement, evaluation, pavement condition index (PCI), road maintenance.

INTRODUCCIÓN

El estudio realizado tuvo como propósito analizar de manera detallada el estado superficial de pavimentos rígidos en el distrito de Ayaviri, mediante la aplicación de métodos de inspección visual. En las últimas décadas, la infraestructura vial ha jugado un papel crucial en garantizar la conectividad y el desarrollo de las diferentes regiones del país. A través de este estudio, se buscó obtener datos precisos sobre el estado de las vías, identificando las condiciones de los pavimentos y las necesidades de mantenimiento o intervención. La evaluación visual, como herramienta comúnmente utilizada en este tipo de análisis, permitió realizar una inspección rápida y efectiva, proporcionando información relevante sobre el deterioro de las superficies viales.

El análisis se centró en comparar los resultados obtenidos de las inspecciones visuales de pavimentos rígidos con 2 diferentes métodos, con el fin de identificar cuál de estos presentaba mejores características de durabilidad y resistencia. Se tomaron en cuenta los métodos de inspección visual más utilizados por entidades especializadas, como el PCI (Índice de Condición del Pavimento) y el MTC (Ministerio de Transporte y Comunicaciones), lo que proporcionó una base sólida para la comparación. Este análisis fue fundamental para mejorar las estrategias de mantenimiento vial, optimizando los recursos y mejorando la calidad de las infraestructuras de transporte en la región.

El objetivo general del estudio fue estudiar comparativamente el estado superficial de pavimentos rígidos mediante la aplicación de métodos de inspección visual en las vías del distrito de Ayaviri. En cuanto a los objetivos específicos, se determinó el estado superficial del pavimento rígido evaluado mediante la metodología del PCI y el MTC, en las vías del distrito de Ayaviri. Además, se evaluó la variación de la inspección del estado superficial del pavimento rígido a través del PCI y MTC, en las mismas vías. Finalmente,

se propusieron alternativas de intervención para los pavimentos rígidos de acuerdo con los métodos PCI y MTC.

La metodología empleada en el estudio fue cuantitativa, ya que se basó en la recolección de datos medibles y verificables, los cuales fueron analizados estadísticamente. El tipo de investigación fue aplicada, pues se buscó resolver problemas específicos relacionados con el estado de los pavimentos y su posible mejora. A nivel descriptivo, se describieron las condiciones actuales de las vías mediante la evaluación del pavimento sin intervenir ni modificar el entorno durante el proceso investigativo. El diseño fue no experimental, ya que no se manipularon variables, sino que se observó y analizó la situación existente de manera natural. Finalmente, el método científico fue la base de la investigación, lo que garantizó que el estudio se realizara con rigor y objetividad, obteniendo resultados fiables y válidos.

Capítulo I: Problema de la investigación

Este capítulo establece el contexto y la justificación del estudio, explicando la importancia de evaluar el estado superficial de los pavimentos rígidos en el distrito de Ayaviri. Se define el tema de investigación, se plantean los objetivos del estudio y se explica la relevancia de utilizar métodos de inspección visual para valorar la infraestructura vial.

Capítulo II: Marco Teórico

Este capítulo aclara el marco teórico del estudio, abordando los principios esenciales de los pavimentos rígidos, así como los métodos de evaluación visual utilizados, entre ellos el Índice de Condición de Pavimentos (PCI) y la Clasificación de Tratamientos de Mantenimiento (MTC). Se revisan investigaciones previas que exponen las metodologías y criterios predominantes para evaluar el estado de las vías en diversos contextos.

Capítulo III: Metodología

En este capítulo se describe la técnica metodológica utilizada en el estudio, que se define como cuantitativa, aplicada y descriptiva. Se detalla el diseño no experimental y la metodología científica empleada para recolectar y analizar los datos sobre las condiciones de los pavimentos en el distrito de Ayaviri. Además, se aclaran los métodos de inspección visual y las herramientas de medición utilizadas.

Capítulo IV: Resultados y Discusión

Este capítulo presenta las conclusiones obtenidas de la investigación, especificando las condiciones superficiales de los pavimentos rígidos en las vías del distrito de Ayaviri. Se comparan los resultados de los distintos métodos de inspección visual y se analizan las implicaciones de los datos recolectados, llegando a conclusiones sobre el estado de la infraestructura vial y las modificaciones necesarias.

.

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1 Análisis de la situación problemática

A nivel global, la degradación de las infraestructuras viales constituye un problema recurrente que afecta a muchas naciones, especialmente en aquellas en vías de desarrollo. Factores como las condiciones climáticas extremas, el intenso tráfico, el envejecimiento de los materiales de pavimentación y la insuficiencia de mantenimiento adecuado contribuyen al deterioro de las vías. Este fenómeno no solo pone en riesgo la seguridad vial, sino que también incrementa los costos operativos y reduce la eficiencia del transporte, afectando negativamente la economía. En este contexto, varios estudios internacionales han subrayado la importancia de utilizar metodologías de evaluación más precisas y accesibles, entre ellas la inspección visual, que ha demostrado ser una herramienta valiosa para obtener datos concretos y fiables que permitan planificar de forma adecuada las intervenciones necesarias en las infraestructuras viales (Tho'atin et al., 2016).

En el ámbito nacional, las condiciones de las infraestructuras viales en Perú han presentado un deterioro considerable, especialmente en las zonas más alejadas y rurales. A pesar de los esfuerzos del gobierno y diversas entidades para mantener y mejorar las vías, persisten problemas como la falta de recursos adecuados y la planificación insuficiente del mantenimiento preventivo. En particular, localidades como Ayaviri

enfrentan barreras logísticas y limitaciones en el acceso a equipos especializados para ejecutar programas de mantenimiento de pavimentos. Aunque se han implementado algunas medidas y metodologías, como el uso de índices de pavimento (PCI) y las directrices del Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC), la falta de consistencia en su aplicación y la escasa infraestructura de apoyo en estas áreas dificultan la mejora continua del estado de las carreteras y calles del país (Freire, 2024).

A nivel local, el distrito de Ayaviri enfrenta importantes desafíos en cuanto a la calidad y mantenimiento de su red vial. Las vías de pavimento rígido, han sufrido un deterioro evidente debido a factores como el incremento del volumen vehicular, las intensas lluvias y la falta de mantenimiento preventivo en los últimos años. Esta situación ha comprometido la seguridad de los habitantes y ha afectado el transporte de productos clave para la economía local. Aunque existen algunos esfuerzos aislados para mejorar la infraestructura vial, la falta de recursos adecuados y de personal capacitado en la zona sigue siendo una barrera para garantizar la eficiencia de las intervenciones. Por ello, la implementación de métodos de inspección visual más detallados y sistemáticos se presenta como una solución viable, pero su efectividad depende de la continuidad y coordinación de las acciones gubernamentales y locales para asegurar que las intervenciones sean oportunas y eficaces (Nuñez & Francisco, 2019).

1.2 Planteamiento del problema

1.2.1 Problema general

¿Cuál es la variación del estado superficial de pavimentos rígidos mediante la aplicación de métodos de inspección visual en vías del distrito de Ayaviri 2025?

1.2.2 Problemas específicos.

1. ¿Cuál es el estado superficial del pavimento rígido evaluado mediante la metodología del PCI, en las vías del distrito de Ayaviri?

2. ¿Cuál es el estado superficial del pavimento rígido evaluado mediante la metodología del MTC, en las vías del distrito de Ayaviri?
3. ¿Cuál es la variación de la inspección del estado superficial del pavimento rígido mediante el PCI y MTC, de las vías del distrito de Ayaviri?
4. ¿Cuáles son las alternativas de intervención para los pavimentos rígidos según el método PCI y el método MTC de vías del distrito de Ayaviri?

1.3 Objetivos de la investigación.

1.3.1 Objetivo general

Estudiar comparativamente el estado superficial de pavimentos rígidos mediante la aplicación de métodos de inspección visual en vías del distrito de Ayaviri 2025.

1.3.2 Objetivos específicos

1. Determinar el estado superficial del pavimento rígido evaluado mediante la metodología del PCI, en las vías del distrito de Ayaviri.
2. Determinar el estado superficial del pavimento rígido evaluado mediante la metodología del MTC, en las vías del distrito de Ayaviri.
3. Evaluar la variación de la inspección del estado superficial del pavimento rígido mediante el PCI y MTC, de las vías del distrito de Ayaviri.
4. Proponer alternativas de intervención para los pavimentos rígidos según el método PCI y el método MTC de vías del distrito de Ayaviri.

1.4 Justificación de la investigación

1.4.1 Justificación técnica

La evaluación detallada de las condiciones superficiales de los pavimentos rígidos es de vital importancia para el diagnóstico temprano de patologías estructurales que

puedan comprometer la funcionalidad de las infraestructuras viales. Aplicar métodos de inspección visual precisos y sistemáticos permite identificar anomalías en el pavimento que podrían no ser evidentes a simple vista, optimizando los recursos al planificar intervenciones específicas y oportunas. Esta metodología técnica ofrece una herramienta accesible y efectiva para mantener la integridad estructural de las vías, maximizando la vida útil de los pavimentos y asegurando que los procesos de mantenimiento se alineen con los estándares de calidad exigidos por la normativa nacional e internacional.

1.4.2 Justificación económica

La implementación de un diagnóstico preciso y confiable sobre el estado de los pavimentos contribuye directamente a una gestión más eficiente de los recursos financieros destinados al mantenimiento vial. Al identificar de manera temprana las áreas críticas que requieren intervención, se minimizan los costos asociados a reparaciones mayores o reconstrucciones completas. Este enfoque económico no solo optimiza el uso del presupuesto asignado, sino que también previene daños adicionales que podrían incrementar los gastos operativos a largo plazo. Además, al reducirse los tiempos de reparación y los riesgos de accidentes viales, se favorece una mayor circulación de bienes y personas, impulsando la productividad y competitividad local.

1.4.3 Justificación social

El análisis de las condiciones de las infraestructuras viales tiene un impacto directo sobre la calidad de vida de los habitantes, ya que la seguridad y la accesibilidad en las carreteras son fundamentales para el bienestar colectivo. Un pavimento en condiciones óptimas facilita el transporte seguro, reduciendo la probabilidad de accidentes y promoviendo la integración social entre comunidades. Además, la correcta evaluación y conservación de las vías permite una mejor conectividad entre diversas áreas, lo que fomenta el acceso a servicios esenciales, como la salud, la educación y el empleo,

contribuyendo al desarrollo social y al fortalecimiento del tejido comunitario en áreas rurales y urbanas.

1.4.4 Justificación ambiental

Desde una perspectiva ambiental, el mantenimiento adecuado de las infraestructuras viales contribuye a la reducción de la huella ecológica generada por el transporte. Un pavimento bien conservado mejora la eficiencia del tránsito, reduciendo las emisiones contaminantes de los vehículos al disminuir la fricción y el desgaste innecesario. Además, la implementación de prácticas de conservación y rehabilitación de pavimentos puede ser más sostenible al incorporar materiales reciclables o técnicas que minimicen el impacto ambiental durante las obras de mantenimiento. La preservación de la infraestructura vial en buen estado también favorece el equilibrio del ecosistema local al evitar la erosión del suelo y la obstrucción de los cauces hídricos debido a la degradación de las vías.

1.5 Hipótesis de la investigación

1.5.1 Hipótesis general

El análisis comparativo del estado superficial de los pavimentos rígidos mediante métodos de inspección visual en las vías del distrito de Ayaviri evidenciará variaciones significativas que influirán en las propuestas de intervención vial.

1.5.2 Hipótesis específicas.

1. El estado superficial del pavimento rígido, evaluado mediante el Índice de Condición de Pavimento (PCI), en las vías del distrito de Ayaviri mostrará un deterioro considerable, lo que implicará la necesidad de intervenciones urgentes.

2. El análisis del pavimento rígido utilizando la metodología del MTC indicará una condición general regular en las vías de Ayaviri, con daños moderados que permitirán intervenciones menos invasivas.
3. Se evidenciarán diferencias sustanciales en los resultados de la inspección visual del pavimento rígido entre el PCI y el MTC, reflejando una tendencia a un deterioro más notorio en el primer método para las vías del distrito de Ayaviri.
4. Las alternativas de intervención propuestas para los pavimentos rígidos, según los métodos PCI y MTC, mostrarán variaciones notables, siendo más eficaz el PCI para el mantenimiento rutinario, mientras que el MTC resultará más adecuado para intervenciones preventivas.

1.6 Variables e indicadores

1.6.1 Variable de caracterización

Métodos de inspección visual

Indicadores:

- Método PCI
- Método MTC

1.6.2 Variable de interés

Estado superficial de pavimentos rígidos

Indicadores:

- Clasificación superficial
- Propuesta de intervención

1.7 Operacionalización de variables

Tabla 1

Operacionalización de variables

V. Caracterización	Definición	Dimensiones	Indicadores	Valor final	Inst. Medición	Tipo
Métodos de inspección visual	Métodos utilizados para evaluar el estado superficial de los pavimentos a través de observaciones visuales directas de daños y fallas.	Inspección visual para pavimentos rígidos, bajo criterios PCI y MTC.	Método PCI Método MTC	Bueno Regular Fallado	Inspección visual directa en campo, herramientas de medición específicas como reglas, cintas métricas, y cámaras fotográficas	Cuantitativa
V. Interés	**Definición**	**Dimensiones**	**Indicadores**	**Valor final**	**Inst. Medición**	**Tipo**
Estado superficial de pavimentos rígidos	El nivel de deterioro de la superficie del pavimento rígido determinado mediante la aplicación de los métodos de inspección visual PCI y MTC	Estado de los pavimentos en función del tipo de daño (grietas, fisuras, baches, desgaste general).	Clasificación superficial Propuesta de intervención	Índice de Condición de Pavimento (PCI) y clasificación del MTC.	inspección visual de los tramos de pavimento y análisis fotográfico de las áreas afectadas.	Cuantitativa

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes de la investigación

2.1.1 Antecedentes internacionales

Para, Isradi et al. (2019) este estudio titulado "Análisis del daño en pavimentos rígidos mediante el índice de condición del pavimento (PCI)" La carretera Bogasari, que se encuentra situada en el subdistrito de Citeureup, dentro del municipio de Bogor, en el área industrial de PT Indocement Tunggal Prakarsa, está equipada con pavimento rígido. Esta vía es frecuentemente transitada por camiones de gran tonelaje que, debido a su sobrecarga, provocan un desgaste considerable en el pavimento, afectando tanto su durabilidad como la seguridad y el confort de los usuarios. Las condiciones de la carretera se ven deterioradas no solo por el volumen de tráfico, sino también por el peso excesivo de los vehículos que circulan por ella, lo que contribuye al agravamiento del estado del pavimento con el paso del tiempo. El propósito de este estudio fue evaluar el flujo promedio de tráfico diario, analizar el estado actual del pavimento rígido y, en base a los hallazgos obtenidos, formular recomendaciones dirigidas a las autoridades competentes. Estas recomendaciones están orientadas a la ejecución de acciones correctivas, así como a la asignación de recursos para el mantenimiento adecuado de la carretera, con el fin de garantizar la seguridad vial y prolongar la vida útil de la infraestructura. Para realizar este

análisis, se empleó la metodología del Índice de Condición del Pavimento (PCI), una herramienta reconocida internacionalmente por su capacidad para evaluar el deterioro del pavimento de forma detallada y objetiva. Según los resultados obtenidos, se encontró que el flujo promedio diario de tráfico en la carretera es de 2,883 vehículos por hora, lo cual representa una carga considerable para la vía. En cuanto al estado del pavimento, el puntaje promedio obtenido fue de 66.57, lo que lo clasifica dentro de la categoría de "bueno", aunque se observan algunos signos de desgaste que podrían comprometer su funcionamiento a largo plazo. Esta calificación indica que, si bien la carretera se encuentra en condiciones relativamente aceptables, existe una necesidad urgente de implementar medidas de mantenimiento preventivo y correctivo para evitar que el deterioro continúe avanzando y afecte la seguridad vial. Además, el estudio proporcionó una serie de estrategias de reparación que podrían llevarse a cabo utilizando métodos funcionales, lo que permitiría mejorar el estado de la carretera sin tener que recurrir a una reconstrucción costosa y prolongada. Estas recomendaciones están basadas en el principio de que un mantenimiento adecuado y oportuno puede ser una solución eficaz para mantener la infraestructura vial en buenas condiciones, optimizando así los recursos disponibles y asegurando que la carretera continúe cumpliendo con las expectativas de seguridad y durabilidad a largo plazo.

Seguidamente, Isradi et al. (2023) en este trabajo se investiga "Relación del índice de serviciabilidad actual de pavimentos flexibles y rígidos en la evaluación de daños en vías urbanas utilizando el índice de condición del pavimento y el índice internacional de rugosidad", Existen deficiencias tanto en la funcionalidad como en la estructura del sistema de pavimentación. El valor del Estado de la Carretera evalúa las condiciones de los pavimentos viales para la gestión de superficies flexibles y rígidas en áreas urbanas de Indonesia. La evaluación del estado del pavimento depende de factores como las irregularidades superficiales, el enrutamiento (formación de surcos) y la degradación directa de la superficie. Este estudio tiene como objetivo evaluar el impacto del daño en

las carreteras sobre pavimentos flexibles y rígidos, y establecer una relación concluyente entre la Capacidad de Servicio Actual (Present Serviceability Index, PSI), la Rugosidad Internacional (International Roughness Index, IRI) y el Índice de Condición del Pavimento (Pavement Condition Index, PCI). Para la recopilación de datos, se realizó una observación en campo, lo que permitió identificar diversos tipos de daños presentes en las superficies viales. Los datos obtenidos del levantamiento de campo revelaron que los daños más comunes en los pavimentos flexibles fueron los baches rellenos (56 casos), seguidos de las grietas longitudinales (18) en pavimentos rígidos. Estos resultados resaltan la variabilidad en el tipo de daño que afecta a ambos tipos de pavimentos y sirven como base para un análisis más detallado sobre las condiciones estructurales y funcionales de las carreteras en la región. Los modelos PSI, IRI y PCI demostraron una fuerte asociación entre ellos, con un valor R^2 que se considera adecuado para los fines del estudio. Esta relación exhibe una correlación sólida, con puntuaciones superiores al 90% en carreteras clasificadas como excepcionales, promedio e inferiores. Las ecuaciones resultantes muestran una correlación significativa entre el IRI y el PCI, lo que indica que ambos índices proporcionan una medición complementaria y confiable del estado de las superficies viales. Además, los hallazgos de la validación de los modelos demostraron que el modelo propuesto es completamente preciso, lo que garantiza que los resultados obtenidos pueden ser aplicados de manera efectiva para la gestión y mantenimiento de las infraestructuras viales. Esta precisión en los modelos es crucial para establecer políticas y estrategias de intervención que optimicen los recursos disponibles para el mantenimiento de las carreteras.

Finalmente, Saadulla et al. (2019) en su estudio titulado "Uso del índice de condición del pavimento para evaluar la condición de pavimentos flexibles y rígidos", El deterioro del pavimento es un problema persistente que reduce la vida útil de las carreteras si no se aborda antes de que se agrave. La calidad de los materiales y la construcción no son los únicos factores a considerar; sin embargo, estos deben someterse a inspecciones

regulares y a un mantenimiento adecuado. El Índice de Condición del Pavimento (PCI) es una medida crítica que debe evaluarse para cada carretera y se recomienda actualizarse anualmente. Este estudio tiene como objetivo determinar el PCI para dos carreteras en la ciudad de Sulaimani, que incluyen pavimentos flexibles y rígidos. Se utilizó el método ASTM D6433 para la evaluación visual de los defectos, y se aplicó un sofisticado instrumento de estación para determinar las coordenadas exactas de las anomalías en las carreteras, lo cual permitirá tomar las acciones necesarias. La evaluación de un tramo de 720 metros de la carretera Badinan para pavimento rígido reveló que el mantenimiento periódico insuficiente ha causado desconchados y la expansión de juntas transversales, entre otras deficiencias, resultando en un Índice de Condición del Pavimento (PCI) de 41.1, lo que indica una condición "aceptable". Por otro lado, la evaluación de un tramo de 1620 metros de la carretera Hawary Shar para pavimento flexible mostró una significativa presencia de grietas transversales y longitudinales, entre otros fallos. Sin embargo, la carretera presentó un PCI de 95.5, lo que indica un rendimiento excepcional. Se propusieron soluciones de mantenimiento para cada tipo de pavimento según la gravedad de los defectos observados. Las estrategias de intervención sugeridas buscan restaurar las condiciones del pavimento, minimizando el riesgo de daños adicionales y maximizando la durabilidad de las superficies viales. Este enfoque permitirá implementar un plan de mantenimiento más efectivo, adaptado a las necesidades específicas de cada tipo de pavimento y a las características particulares de cada carretera evaluada.

2.1.2 Antecedentes nacionales

Según Tafur (2021) en su investigación denominada “Tipo de condición del pavimento rígido aplicando métodos PCI y MTC para proponer el tipo de conservación en la Urbanización Monterrico - distrito de Santiago de Surco” consistió en una investigación no experimental, transversal, descriptiva y prospectiva que tuvo como objetivo identificar el tipo de condición del pavimento rígido aplicando métodos MTC en un total de 26 tramos

y PCI en el conjunto de 52 unidades de muestra para proponer el tipo de conservación en el sector 3, de la Urbanización Monterrico Sur del distrito de Santiago de Surco. En el desarrollo de la investigación se determinaron en ambas metodologías MTC y PCI el tipo de fallas con el fin de establecer el tipo de condición del pavimento, resultando el tipo de conservación y las medidas correctivos a realizar. Finalmente, la investigación determino un tipo de condición bueno indicativo de un tipo de conservación rutinario en la metodología MTC y un tipo de condición malo indicativo de un tipo de conservación malo bajo la metodología PCI, luego de contrastar ambas con lo observado en campo, se propuso un tipo de conservación periódica en el sector 3, de la Urbanización Monterrico Sur del distrito de Santiago de Surco.

Para, Benzaquen (2024) la investigación titulada "Patologías del pavimento rígido en términos del PCI y su efecto en la transitabilidad de la avenida amazonas, ciudad de Tingo María, distrito de Rupa Rupa, provincia de Leoncio Prado, departamento de Huánuco, 2023" El estudio se organiza en varias secciones: declaración del problema, marco teórico, marco metodológico, resultados, discusión de resultados, conclusiones y recomendaciones. Este estudio descriptivo-relacional, aplicado, cuantitativo y no experimental emplea una muestra no probabilística para examinar la correlación entre la transitabilidad, medida por las velocidades promedio temporales y espaciales, y el Índice de Condición del Pavimento (PCI), utilizando análisis estadísticos tanto descriptivos como inferenciales. Los resultados del estudio revelan que los principales defectos en el pavimento rígido de la Avenida Amazonas son baches sustanciales y hundimientos, con una severidad moderada y una densidad de 12%. El PCI promedio es de 40.8%, clasificado como regular, lo cual afecta considerablemente la transitabilidad de la vía. El objetivo principal es evaluar el impacto de las condiciones del pavimento en la eficiencia del tráfico en una vía vital de Tingo María. Las patologías observadas y su gravedad afectan negativamente el estado del pavimento, lo que disminuye la calidad del tráfico en la Avenida Amazonas, destacando la necesidad urgente de implementar intervenciones que

mejoren las condiciones del pavimento y, por ende, la eficiencia del tráfico en la zona analizada. Este estudio proporciona una base sólida para tomar decisiones informadas sobre el mantenimiento y las reparaciones necesarias en la infraestructura vial, permitiendo optimizar el uso de recursos y mejorar las condiciones de tránsito en la región. La relación entre el PCI y la eficiencia del tráfico resalta la importancia de abordar estos problemas estructurales para garantizar una circulación más fluida y segura.

Finalmente, Granda (2019) el presente estudio titulado "Evaluación de la condición del pavimento rígido por el método PCI en el anillo vial Tramo Chaupimarca – Yanacancha – Pasco – 2018" El estado del pavimento rígido en el tramo de la carretera circunvalatoria Chaupimarca - Yanacancha - Pasco no está claramente definido. Esta información resulta fundamental para formular una estrategia de conservación y mantenimiento adecuada para esta ruta, debido a su importancia derivada de un considerable volumen de tráfico. El objetivo principal de esta investigación es evaluar el estado del pavimento rígido a lo largo del tramo de la carretera circunvalatoria Chaupimarca - Yanacancha - Pasco. La pregunta de investigación planteada es la siguiente: ¿Cuál es el estado actual del pavimento rígido en el tramo de la carretera circunvalatoria Chaupimarca - Yanacancha - Pasco en el año 2018? Para evaluar el estado del pavimento, se utilizó la metodología del Índice de Condición del Pavimento (PCI) mediante inspección visual. Los datos obtenidos fueron procesados matemáticamente para generar el índice PCI, el cual posteriormente se comparó con los rangos establecidos para clasificar el estado del pavimento. La adopción de la metodología PCI para evaluar el tramo de la carretera circunvalatoria Chaupimarca - Yanacancha resultó en un índice de condición de 32. Este valor indica que el pavimento se encuentra en un estado deteriorado, lo que resalta la urgencia de realizar intervenciones. A partir de este diagnóstico, se recomienda que la Municipalidad Provincial de Pasco lleve a cabo un mantenimiento regular en la carretera circunvalatoria, a fin de mejorar las condiciones superficiales del pavimento y garantizar una mayor durabilidad y seguridad vial. Este estudio subraya la relevancia de implementar un enfoque sistemático

y riguroso para el mantenimiento de las infraestructuras viales, lo cual no solo optimiza la utilización de recursos, sino que también contribuye a la seguridad y comodidad de los usuarios. Las intervenciones periódicas basadas en el seguimiento continuo del estado del pavimento son clave para prevenir el deterioro acelerado y asegurar la funcionalidad de la vía a largo plazo.

2.1.3 Antecedente de ámbito local

Según, Paucar (2019) en su investigación titulada "Evaluación de pavimentos flexibles y rígidos aplicando las metodologías de inspección visual de zonas y rutas en riesgo e índice de condición del pavimento para el mantenimiento vial, caso de la Av. Floral y Jr. Carabaya, Puno", se tiene como objetivo evaluar la superficie de los pavimentos de la ciudad de Puno con las metodologías de Índice de Condición del Pavimento (PCI) e Inspección Visual de Zonas y Rutas en Riesgo (VIZIR) para el mantenimiento vial. Para esto se planteó la inspección de dos vías representativas que son la Av. Floral (Pavimento flexible) y el Jr. Carabaya (Pavimento Rígido) durante el primer semestre del año 2019. Obteniéndose como resultado que el pavimento flexible de la Av. Floral se encuentra en promedio en un estado regular con un PCI promedio de 49.35 y 41.91 y un Is promedio de 3 y 4 según VIZIR en el lado izquierdo y derecho respectivamente; esto a causa de sus fallas más influyentes, que son los huecos, la piel de cocodrilo y los parcheos. Por lo que se requiere de un mantenimiento vial con actividades de mantenimiento rutinario y periódico que se ejecute antes de la época de lluvias que incluye el sellado de grietas, el parcheo superficial, profundo, la sustitución de parches y señalización horizontal; trabajos que generarán un presupuesto aproximado de S/. 119,118.50. El pavimento rígido del Jr. Carabaya se encuentra en promedio en un estado Bueno con un PCI promedio de 67.30; a causa de sus fallas más influyentes, que son las losas divididas, las grietas lineales y el parcheo. Por lo que se requiere mantenimiento rutinario, pero se recomienda realizar también mantenimiento periódico que se ejecute antes de la época de lluvias, que incluye

el sellado de grietas, sellado de juntas, el cambio de losas de concreto y señalización horizontal; trabajos que generarán un presupuesto aproximado de S/. 266,720.21.

Asimismo, Vilcapaza (2024) en su investigación que se denominada "Evaluación superficial del pavimento rígido mediante el método Pavement Condition Index del Jirón Francisco Pizarro de la ciudad de Juliaca, año 2023", tiene como objetivo fundamental el de evaluar el estado operativo actual del pavimento rígido del jirón Francisco Pizarro, específicamente entre las calles Circunvalación y José Domingo Choquehuanca. Los hallazgos derivados de las muestras recolectadas revelan la presencia de fallas identificadas a lo largo de la carretera, específicamente en las localizaciones numeradas N° 22, 23, 28, 29, 31, 34, 38 y 39. Entre estas fallas, las más prevalentes son las fallas por grietas lineales, que representan el 43,40% del total, seguidas por las fallas por losas partidas con el 27,31%, las fallas por parches grandes con el 17,82%, las fallas por grietas en esquinas con el 7,87% y las fallas por pulido de agregados con el 30,21% en términos de niveles de severidad. Según los datos, el 38,37% de los fallos se clasifican como de gravedad alta (nivel H), el 41,04% como de gravedad media (nivel M) y el 20,62% como de gravedad baja (nivel L). Esta distribución sugiere que la mayoría de los fallos se producen en distintos niveles de gravedad, a saber, bajo, medio y alto. En cuanto al Índice de Condición del Pavimento (ICP) de la carretera Jirón Francisco Pizarro de nuestra ciudad, se mide en 40,7. Este valor categoriza a la vía en una condición de calidad regular. En consecuencia, es necesario intervenir oportunamente a través del mantenimiento rutinario y periódico a fin de mejorar la serviciabilidad de la vía para la población que depende de ella.

2.2 Bases teóricas

2.2.1 Pavimentos rígidos

Los pavimentos rígidos se caracterizan por su estructura sólida y duradera, diseñada para soportar cargas pesadas y resistir deformaciones a largo plazo.

Comúnmente compuestos por una capa de concreto, estos pavimentos ofrecen una alta capacidad de carga debido a su rigidez y resistencia a la flexión. La principal ventaja de los pavimentos rígidos es su mayor durabilidad en comparación con otros tipos de pavimentos, especialmente en condiciones de tráfico intenso y en regiones con climas extremos. Su capacidad para distribuir las cargas sobre una mayor superficie reduce el riesgo de deterioro prematuro, haciendo de este tipo de pavimento una opción preferida en zonas urbanas y viales de alto tránsito (Pillpe, 2018).

La estructura del pavimento rígido se compone principalmente de una losa de concreto que se encuentra sobre una base granular o cimentación adecuada. Esta capa superficial se refuerza mediante el uso de acero o aditivos especiales que proporcionan mayor resistencia frente a las fuerzas de compresión y tracción. Además, los pavimentos rígidos requieren de un adecuado diseño en cuanto a la dilatación y contracción térmica, ya que el concreto tiende a expandirse y contraerse con los cambios de temperatura. Esta consideración es crucial para evitar la formación de grietas o fisuras que afecten la integridad estructural del pavimento a lo largo del tiempo (Amez, 2023).

El mantenimiento de los pavimentos rígidos, aunque generalmente menos frecuente que en pavimentos flexibles, se basa en la identificación temprana de fallas estructurales como grietas, desconchados o desplomes en las juntas. En este sentido, el monitoreo constante de su estado superficial y la aplicación de métodos de reparación adecuados son fundamentales para garantizar su funcionalidad. A pesar de su mayor resistencia, los pavimentos rígidos pueden verse afectados por factores externos, como las cargas excesivas de vehículos pesados, las variaciones climáticas extremas o la falta de un adecuado drenaje, lo que puede llevar a la aparición de defectos en la superficie (Amez, 2023).

2.2.1.1. Características del Pavimento Rígido

Los pavimentos rígidos se distinguen principalmente por su capacidad para soportar cargas elevadas sin experimentar deformaciones significativas. Compuestos en

su mayoría por concreto armado, estos pavimentos se caracterizan por su alta resistencia a la flexión y compresión. La estructura del pavimento rígido distribuye las cargas de manera más uniforme, lo que minimiza el riesgo de fallas estructurales a lo largo de su vida útil. Esta capacidad de carga es particularmente crucial en vías de alto tráfico, como autopistas y carreteras urbanas, donde los pavimentos deben soportar el peso constante de vehículos pesados (Panduro, 2019).

Una de las características clave de los pavimentos rígidos es su capacidad para resistir los efectos adversos del clima, especialmente en zonas con temperaturas extremas. La expansión y contracción térmica del concreto se gestiona mediante juntas de dilatación, las cuales permiten que el material se adapte a las variaciones térmicas sin comprometer su integridad estructural. Además, la superficie del pavimento rígido es menos susceptible a daños por desgaste superficial en comparación con otros tipos de pavimentos, lo que contribuye a una mayor longevidad y reducción de costos en mantenimiento a largo plazo (Pillpe, 2018).

Los pavimentos rígidos también presentan una alta resistencia al envejecimiento y al deterioro causado por factores ambientales como la humedad, las heladas o la acción química de los agentes contaminantes. Gracias a su estructura densa y cohesiva, el pavimento rígido es menos susceptible a la deformación por efecto de la humedad y los ciclos de congelamiento-descongelamiento. No obstante, para mantener su funcionalidad y prolongar su vida útil, es esencial llevar a cabo un monitoreo regular, especialmente en las juntas y las zonas de contacto con el subrasante, para evitar filtraciones de agua que puedan afectar la estabilidad del pavimento a lo largo del tiempo (Panduro, 2019).

2.2.1.2. Estructura y Composición de los Pavimentos Rígidos

Los pavimentos rígidos se distinguen principalmente por su capacidad para soportar cargas elevadas sin experimentar deformaciones significativas. Compuestos en su mayoría por concreto armado, estos pavimentos se caracterizan por su alta resistencia a la flexión y compresión. La estructura del pavimento rígido distribuye las cargas de

manera más uniforme, lo que minimiza el riesgo de fallas estructurales a lo largo de su vida útil. Esta capacidad de carga es particularmente crucial en vías de alto tráfico, como autopistas y carreteras urbanas, donde los pavimentos deben soportar el peso constante de vehículos pesados (Panduro, 2019).

Una de las características clave de los pavimentos rígidos es su capacidad para resistir los efectos adversos del clima, especialmente en zonas con temperaturas extremas. La expansión y contracción térmica del concreto se gestiona mediante juntas de dilatación, las cuales permiten que el material se adapte a las variaciones térmicas sin comprometer su integridad estructural. Además, la superficie del pavimento rígido es menos susceptible a daños por desgaste superficial en comparación con otros tipos de pavimentos, lo que contribuye a una mayor longevidad y reducción de costos en mantenimiento a largo plazo (Cavalcanti, 2020a).

Los pavimentos rígidos también presentan una alta resistencia al envejecimiento y al deterioro causado por factores ambientales como la humedad, las heladas o la acción química de los agentes contaminantes. Gracias a su estructura densa y cohesiva, el pavimento rígido es menos susceptible a la deformación por efecto de la humedad y los ciclos de congelamiento-descongelamiento. No obstante, para mantener su funcionalidad y prolongar su vida útil, es esencial llevar a cabo un monitoreo regular, especialmente en las juntas y las zonas de contacto con el subrasante, para evitar filtraciones de agua que puedan afectar la estabilidad del pavimento a lo largo del tiempo (Pillpe, 2018).

2.2.1.3. Tipos de Pavimentos Rígidos y sus Aplicaciones

Los pavimentos rígidos pueden clasificarse en varios tipos según su composición, diseño y método de construcción, siendo cada uno adecuado para diferentes condiciones de uso. Uno de los tipos más comunes es el pavimento de concreto simple, que se caracteriza por ser una losa de concreto sin refuerzo adicional. Este tipo es especialmente apropiado para áreas con un tráfico moderado y cuando los costos de construcción deben mantenerse bajos. En pavimentos de concreto simple, la resistencia y durabilidad

dependen en gran medida de la calidad del concreto utilizado y la correcta aplicación de las juntas de expansión para mitigar la presión térmica (Mundaca, 2019).

Otro tipo importante de pavimento rígido es el de concreto armado, que incluye refuerzo de acero dentro de la losa de concreto para proporcionar mayor resistencia a la tracción y a las fuerzas de flexión. Este tipo de pavimento es ideal para carreteras y autopistas de alto tráfico, donde las cargas de vehículos pesados requieren una mayor capacidad de soporte. El uso de concreto armado también mejora la resistencia a las fisuras y al deterioro estructural, lo que aumenta su durabilidad y reduce la necesidad de mantenimiento frecuente.

Finalmente, se encuentran los pavimentos rígidos de concreto pre-ensamblado, que son secciones de losa de concreto fabricadas previamente en planta y luego transportadas e instaladas en el sitio. Este tipo se utiliza principalmente en proyectos de infraestructura donde el tiempo de construcción debe minimizarse, como en la renovación de calles urbanas o en áreas con restricciones de tráfico. Además, los pavimentos pre-ensamblados ofrecen la ventaja de un control de calidad más riguroso, ya que son fabricados bajo condiciones controladas, lo que asegura una mayor uniformidad en las propiedades del material (Mundaca, 2019).

2.2.2 Deterioro de pavimentos

El deterioro de pavimentos es un proceso gradual que afecta la estructura y la funcionalidad de las vías, comprometiendo su capacidad para soportar el tráfico vehicular y su durabilidad a lo largo del tiempo. Este deterioro puede originarse por diversos factores, como el envejecimiento de los materiales, la exposición a condiciones climáticas extremas, el tráfico pesado o una construcción deficiente. A medida que el pavimento envejece, se comienzan a observar signos de fatiga en la superficie, tales como grietas, fisuras y deformaciones, que, si no son atendidas adecuadamente, pueden llevar a fallas estructurales significativas (Pillpe, 2018).

Uno de los tipos más comunes de deterioro es la formación de fisuras, las cuales pueden ser longitudinales, transversales o en patrones más complejos como la piel de cocodrilo. Estas fisuras permiten la infiltración de agua, lo que acelera el deterioro del pavimento al debilitar los materiales subyacentes y fomentar la expansión de las grietas. A medida que las fisuras se agrandan, se presentan otros problemas como el abultamiento o hundimiento del pavimento, lo que afecta la suavidad de la superficie y la seguridad vial. En pavimentos rígidos, los daños más graves pueden incluir el desconchado de la superficie y la expansión de las juntas, lo que requiere intervenciones costosas y complejas (Puga, 2018).

El tráfico vehicular, especialmente el pesado, también es una causa principal del deterioro de pavimentos. Las cargas repetidas de los vehículos generan tensiones en la estructura del pavimento, lo que puede dar lugar a la formación de baches, deformaciones o desgaste excesivo de la superficie. La abrasión y el deslizamiento de los vehículos sobre el pavimento también contribuyen al desgaste de la capa superior. A medida que el pavimento se ve afectado por estos factores, la necesidad de mantenimiento y reparación aumenta, con el fin de asegurar que la infraestructura vial mantenga su funcionalidad y no represente un riesgo para los usuarios.

2.2.2.1. Tipos de Fallas Comunes en Pavimentos Rígidos

Los pavimentos rígidos están sujetos a diversos tipos de fallas, las cuales afectan tanto su integridad estructural como su funcionalidad. Las fallas más comunes incluyen las fisuras transversales y longitudinales, que surgen principalmente debido a la expansión y contracción del concreto bajo condiciones térmicas extremas. Estas fisuras pueden permitir la infiltración de agua, lo que debilita el material subyacente y acelera el proceso de deterioro. Además, las fisuras longitudinales suelen ser provocadas por el asentamiento diferencial de la subbase o problemas de compactación durante la construcción, lo que genera una debilidad a lo largo de la longitud de la losa (Puga, 2018).

Otra falla frecuente es el desconchamiento, también conocido como "pitting" o "spalling", que ocurre cuando la capa superficial del concreto se rompe y se desprende, formando pequeños agujeros o baches. Este fenómeno es más común en áreas sometidas a cargas repetidas, cambios climáticos drásticos y condiciones de congelamiento-descongelamiento. El desconchamiento es una indicación de que el concreto ha perdido su resistencia superficial, lo que compromete la funcionalidad del pavimento y aumenta el riesgo de que otras fallas se desarrollen (Cavalcanti, 2020).

Un problema adicional que afecta a los pavimentos rígidos es el movimiento de las juntas, que puede incluir el agrietamiento de las juntas de expansión o la formación de fisuras alrededor de las mismas. Estas juntas son esenciales para permitir la expansión térmica del pavimento, pero si no se instalan correctamente o si se deterioran con el tiempo, pueden causar desalineaciones y deformaciones en la superficie. Finalmente, la depresión y el abultamiento son defectos estructurales comunes que ocurren cuando las cargas pesadas o la insuficiencia en la preparación del subrasante generan una deformación del pavimento, resultando en áreas hundidas o elevadas que afectan la seguridad y la comodidad del tránsito vehicular (Puga, 2018).

2.2.2.2. Factores que Contribuyen al Deterioro del Pavimento

El deterioro de los pavimentos rígidos es influenciado por diversos factores, tanto externos como internos, que afectan la integridad de la estructura a lo largo del tiempo. Uno de los factores más determinantes es el tráfico vehicular, especialmente el de vehículos pesados. Las cargas repetidas de vehículos de gran tonelaje generan tensiones en el pavimento, lo que provoca la fatiga del material y facilita la aparición de fisuras y deformaciones. Además, el volumen y la frecuencia del tráfico incrementan el desgaste de la superficie, acelerando el proceso de deterioro y reduciendo la vida útil del pavimento (Pillpe, 2018).

Otro factor crucial es la variabilidad climática, especialmente las condiciones de congelamiento-descongelamiento y la exposición a temperaturas extremas. Las

fluctuaciones térmicas provocan la expansión y contracción del concreto, lo que debilita las juntas y las capas superficiales del pavimento. El agua que se infiltra en las fisuras durante las lluvias o el deshielo contribuye a la erosión interna y al debilitamiento de la estructura del pavimento, lo que puede generar el fenómeno conocido como "pitting" o desconchamiento. En climas más cálidos, el calor intenso puede provocar que el pavimento se agriete o se desintegre debido a la pérdida de cohesión de los materiales (Cavalcanti, 2020).

El diseño y la calidad de los materiales utilizados durante la construcción del pavimento también juegan un papel esencial en su durabilidad. La deficiencia en la preparación del subrasante o el uso de materiales de baja calidad puede provocar una mala distribución de cargas, lo que acelera el deterioro. La falta de un adecuado mantenimiento preventivo, como la reparación o sellado de fisuras, también contribuye a la acumulación de daños, ya que pequeñas imperfecciones no corregidas pueden agrandarse con el tiempo y derivar en fallas estructurales más graves. Además, la inadecuada instalación de juntas de expansión o su deterioro con el tiempo puede generar movimientos no deseados en el pavimento, afectando su estabilidad y funcionalidad.

2.2.2.3. Impacto del tráfico vehicular y las condiciones climáticas en el pavimento

El tráfico vehicular es uno de los factores más influyentes en el deterioro de los pavimentos rígidos, ya que las cargas repetidas de vehículos, especialmente los de gran tonelaje, ejercen una presión constante sobre la superficie pavimentada. Las tensiones mecánicas generadas por los vehículos pesados provocan deformaciones y el desgaste acelerado de las capas superficiales, lo que puede dar lugar a fisuras, baches y otros defectos estructurales. A medida que aumenta el volumen y la frecuencia del tráfico, la acumulación de estas tensiones contribuye al colapso progresivo de la infraestructura, reduciendo su durabilidad y funcionalidad. El tráfico liviano, aunque menos dañino, también juega un rol en el desgaste general del pavimento, especialmente en áreas de alto tránsito urbano (Cavalcanti, 2020).

Por otro lado, las condiciones climáticas extremas tienen un impacto significativo en el comportamiento del pavimento rígido. Las fluctuaciones de temperatura, especialmente los ciclos de congelamiento-descongelamiento, afectan la expansión y contracción térmica del concreto, lo que puede generar fisuras y agrietamientos en la superficie. Estas grietas permiten la infiltración de agua, lo que debilita aún más la estructura del pavimento y acelera su deterioro. En regiones cálidas, las altas temperaturas pueden causar la desintegración de la superficie del concreto, provocando el desmoronamiento de la capa superior y aumentando el riesgo de descohesión en las juntas (Pillpe, 2018).

La humedad y las precipitaciones también contribuyen al deterioro del pavimento al favorecer la erosión del material subyacente y al aumentar la probabilidad de que se formen fisuras y depresiones en la superficie. En zonas donde las lluvias son frecuentes, el agua que se infiltra en el pavimento genera una acción destructiva en las capas inferiores, lo que afecta tanto la estabilidad estructural del pavimento como su capacidad de carga. Las condiciones climáticas, combinadas con el tráfico vehicular, crean un ciclo continuo de estrés para el pavimento, acelerando su deterioro y reduciendo su eficiencia a lo largo del tiempo.

2.2.3 Métodos de evaluación del estado de los pavimentos

La evaluación del estado de los pavimentos es crucial para determinar su rendimiento y planificar intervenciones de mantenimiento o reparación. Uno de los métodos más utilizados es el Índice de Condición del Pavimento (PCI), que proporciona una medida cuantitativa del deterioro superficial del pavimento a través de la inspección visual. Este índice evalúa la severidad y la extensión de las fallas en la superficie del pavimento, como fisuras, desconchamientos y otros defectos, para asignar un valor que clasifique el estado del pavimento en diferentes categorías, desde excelente hasta muy malo. El PCI es una herramienta eficiente para detectar problemas de manera temprana y priorizar áreas que

requieren atención urgente, lo que permite la optimización de recursos en las obras de mantenimiento (Carbajal, 2018).

Otro enfoque comúnmente utilizado en la evaluación del pavimento es el Método del Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC), el cual se enfoca en una evaluación detallada basada en un inventario de defectos y fallas del pavimento. Este método se aplica a intervalos específicos y se complementa con análisis cuantitativos para calcular el grado de deterioro. A diferencia del PCI, que se concentra en los aspectos superficiales, el MTC también evalúa otros factores relacionados con la estructura interna del pavimento, proporcionando una visión más integral de su condición. Este enfoque es particularmente útil para identificar problemas estructurales que pueden no ser evidentes a simple vista pero que afectan la estabilidad a largo plazo de la infraestructura (Quispe, 2022).

Además de estos métodos, las inspecciones visuales complementarias y el uso de tecnologías avanzadas como sensores y sistemas de imágenes térmicas permiten una evaluación más precisa y detallada. Estas herramientas proporcionan datos en tiempo real sobre la temperatura, la humedad y otros factores ambientales que influyen en la salud del pavimento. La combinación de métodos visuales tradicionales y tecnologías emergentes ofrece una forma más robusta de evaluación, lo que mejora la precisión de las mediciones y facilita la toma de decisiones informadas sobre el mantenimiento del pavimento. Estos métodos también permiten un monitoreo constante, lo que es esencial para detectar cambios progresivos en el estado del pavimento y ajustar las estrategias de mantenimiento conforme sea necesario (Cavalcanti, 2020).

2.2.3.1. Método del Índice de Condición del Pavimento (PCI)

El Índice de Condición del Pavimento (PCI) es una metodología ampliamente reconocida para evaluar el estado de los pavimentos, que se basa en la observación visual de defectos y fallas en la superficie del pavimento. Este índice proporciona una medida cuantitativa del grado de deterioro superficial, teniendo en cuenta tanto la gravedad como

la extensión de las imperfecciones observadas, como fisuras, baches, y desconchamientos. El PCI asigna un valor numérico entre 0 y 100, donde 100 indica un pavimento en excelente estado y valores cercanos a 0 reflejan un pavimento completamente deteriorado. La evaluación mediante el PCI es fundamental para la gestión eficiente del mantenimiento vial, permitiendo priorizar las áreas más afectadas y determinar el tipo de intervención requerido (Quispe, 2022).

La metodología PCI se aplica mediante un procedimiento sistemático que incluye la inspección visual de la superficie del pavimento, en la que se identifican los diferentes tipos de fallas. Estas observaciones se registran y se cuantifican en función de su severidad y extensión, utilizando una tabla de clasificación que asocia cada tipo de daño con un valor específico. Los resultados se agregan para obtener un único índice que refleja el estado general del pavimento. Este proceso es relativamente rápido y no requiere de equipos complejos, lo que lo convierte en una herramienta accesible y económica para su implementación en diversas redes viales (Carbajal, 2018).

Una de las principales ventajas del PCI es su capacidad de diagnóstico temprano, ya que permite identificar defectos superficiales antes de que se conviertan en problemas estructurales mayores. Además, el PCI facilita la comparación entre tramos de pavimento, lo que ayuda a establecer un programa de mantenimiento preventivo o correctivo basado en la condición real de la infraestructura vial. A pesar de su simplicidad, el PCI es altamente efectivo para la toma de decisiones en cuanto a la planificación de intervenciones, ya que proporciona datos claros y cuantificables que pueden ser utilizados para justificar la asignación de recursos y priorizar los trabajos de reparación.

2.2.3.2. Método del MTC (Ministerio de Transportes y Comunicaciones)

El Método del Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC) es una metodología de evaluación utilizada para analizar el estado de los pavimentos en el contexto de las infraestructuras viales del Perú. Este enfoque se basa en la identificación y cuantificación de los defectos y fallas que afectan tanto a la superficie como a la

estructura del pavimento. A diferencia del PCI, que se enfoca principalmente en la inspección visual superficial, el método del MTC ofrece un análisis más integral, considerando no solo las imperfecciones visibles sino también otros factores estructurales que pueden comprometer la estabilidad y durabilidad del pavimento. El método se aplica mediante un inventario de fallas, que clasifica y mide la intensidad de los defectos para obtener una evaluación más detallada y precisa (Quispe, 2022).

El proceso de evaluación con el método del MTC incluye una inspección visual exhaustiva en la que se registran las fallas detectadas a intervalos específicos de la carretera. Los defectos se agrupan según su tipo y gravedad, y se asignan valores que permiten calcular un índice de condición del pavimento en función del número y la severidad de los fallos observados. Este índice sirve para clasificar el pavimento en categorías de bueno, regular o malo, lo que facilita la toma de decisiones sobre las acciones de mantenimiento más adecuadas. Además, el método incorpora parámetros técnicos relacionados con la estructura interna del pavimento, como la compactación de las capas subyacentes y la resistencia del material utilizado, lo que le otorga una mayor precisión para identificar problemas que podrían no ser evidentes en una inspección superficial (Carbajal, 2018).

El Método MTC tiene la ventaja de ser una herramienta de evaluación integral, que no solo permite identificar defectos superficiales, sino también diagnosticar posibles fallas estructurales que podrían afectar la funcionalidad a largo plazo de la vía. Esta metodología es especialmente útil en la planificación de proyectos de rehabilitación, ya que permite priorizar las zonas que requieren intervención urgente y asignar recursos de manera más eficiente. Al combinar aspectos cualitativos y cuantitativos, el método MTC ofrece una evaluación más completa que facilita la gestión del mantenimiento vial y la mejora continua de las infraestructuras viales en el país.

2.2.4 Propiedades físicas y mecánicas de los materiales de pavimentación

Las propiedades físicas y mecánicas de los materiales de pavimentación son esenciales para garantizar la estabilidad, durabilidad y desempeño de los pavimentos a lo largo del tiempo. Estos materiales deben ser seleccionados cuidadosamente en función de su capacidad para soportar las cargas vehiculares, las condiciones climáticas y los ciclos de fatiga a los que estarán expuestos. Las propiedades físicas incluyen características como la granulometría, que se refiere al tamaño y distribución de las partículas del material, y la densidad, que indica cuán compactado está el material. Estos factores afectan directamente la porosidad y la permeabilidad del pavimento, lo que influye en su capacidad para resistir el paso de agua y evitar la degradación interna por filtraciones (Rodríguez, 2017).

Por otro lado, las propiedades mecánicas de los materiales de pavimentación incluyen la resistencia a la compresión, que mide la capacidad del material para soportar fuerzas de carga sin deformarse, y la resistencia a la abrasión, que indica cuán bien el material resiste el desgaste superficial debido al tráfico. También es relevante la resistencia a la tracción y la flexibilidad, especialmente en materiales como el concreto y el asfalto, que deben ser capaces de adaptarse a las variaciones térmicas sin desarrollar fisuras significativas. Estas propiedades determinan la capacidad estructural del pavimento y su capacidad para mantener la integridad bajo condiciones de tráfico constante (Quispe, 2022).

En el contexto de los pavimentos rígidos, la interacción de estas propiedades físicas y mecánicas garantiza la estabilidad a largo plazo de la infraestructura. La composición del subrasante, la subbase y la base desempeñan un papel fundamental en la distribución de las cargas a través del pavimento. Un material con baja resistencia a la compresión o con alta porosidad puede comprometer la capacidad de carga del pavimento y acelerar su deterioro. Además, la durabilidad de los materiales está estrechamente relacionada con su capacidad para resistir los efectos de los agentes atmosféricos, la humedad y las

variaciones térmicas, factores que afectan tanto a la estructura superficial como a la interna del pavimento.

2.2.4.1. Propiedades del subrasante y su impacto en el pavimento

El subrasante es la capa de material natural sobre la cual se asienta el pavimento, y su calidad es fundamental para la estabilidad y durabilidad del sistema de pavimentación. Las propiedades físicas del subrasante, como su composición, granulometría, densidad y contenido de agua, determinan la capacidad de carga de la estructura del pavimento. Un subrasante adecuado debe ser homogéneo y capaz de distribuir de manera uniforme las cargas aplicadas sobre la superficie, evitando deformaciones excesivas que puedan comprometer la integridad del pavimento. Si el subrasante es débil o presenta variabilidad en su compactación, pueden generarse asentamientos o desplazamientos, afectando la uniformidad del pavimento y provocando fallas estructurales (Rodríguez, 2017).

Las propiedades mecánicas del subrasante, como la resistencia a la compresión y el índice de plasticidad, también juegan un papel esencial en el comportamiento del pavimento. Un subrasante con un alto índice de plasticidad, por ejemplo, puede ser susceptible a la expansión y contracción bajo condiciones de humedad, lo que genera movimientos volumétricos que afectan el pavimento superior. De igual forma, la resistencia al corte del subrasante es crucial para garantizar que las cargas no causen deslizamientos o desplazamientos, lo que puede provocar depresiones o agrietamientos en la capa de pavimento. Estos factores requieren una adecuada evaluación geotécnica antes de la construcción, para asegurarse de que el subrasante tenga las características necesarias para soportar las cargas del tráfico sin generar problemas de estabilidad a largo plazo (Baque, 2020).

El impacto del subrasante en el pavimento es directo y significativo, ya que cualquier deficiencia en esta capa puede derivar en fallas visibles en el pavimento, tales como hundimientos, fisuras o desprendimiento de la superficie. Además, un subrasante mal preparado o inadecuado puede alterar la distribución de cargas y acelerar el deterioro

de las capas superiores del pavimento. Es por ello que el mantenimiento adecuado del subrasante, mediante la compactación, drenaje adecuado y el uso de materiales correctivos, es esencial para prolongar la vida útil del pavimento y asegurar la seguridad vial.

2.2.4.2. Función de la subbase y base en la estructura del pavimento

La subbase y la base son capas fundamentales en la estructura del pavimento, ya que juegan un papel esencial en la distribución de cargas y la estabilidad global de la infraestructura vial. La subbase actúa como una capa intermedia entre el subrasante y la base, proporcionando una barrera que mejora la capacidad de carga del sistema. Su función principal es transmitir las cargas desde el pavimento hacia el subrasante de manera uniforme, evitando la concentración de esfuerzos que podrían provocar deformaciones o fallas estructurales. Además, la subbase contribuye al drenaje del agua, reduciendo el riesgo de acumulación de humedad que podría debilitar las capas inferiores y comprometer la integridad del pavimento (Baque, 2020).

Por otro lado, la base constituye la capa más cercana al pavimento y tiene una función crucial en la distribución de las cargas hacia la subbase y el subrasante. Su tarea principal es proporcionar la rigidez necesaria para soportar el tráfico vehicular y resistir las tensiones generadas por las cargas repetidas. Las propiedades de la base, como su resistencia a la compresión y su capacidad de drenaje, son determinantes para evitar la deformación del pavimento. Una base de baja calidad o mal compactada puede comprometer la estabilidad del pavimento, favoreciendo la aparición de grietas, agrietamientos y otros defectos superficiales (Rodríguez, 2017).

La interacción adecuada entre la subbase, la base y el pavimento es esencial para garantizar la durabilidad y funcionalidad del pavimento a largo plazo. Una subbase o base mal diseñada o inadecuada puede generar asentamientos diferenciales, que afecten la uniformidad de la superficie del pavimento y favorezcan el deterioro prematuro. Por ello, es fundamental que ambas capas sean compuestas por materiales de alta calidad y que

se utilicen técnicas de compactación adecuadas para asegurar que el pavimento sea capaz de soportar las cargas del tráfico y las condiciones climáticas sin comprometer su rendimiento.

2.2.4.3. Comportamiento de los materiales bajo carga

El comportamiento de los materiales bajo carga es un aspecto fundamental en el diseño y la evaluación de pavimentos, ya que determina la capacidad de las estructuras pavimentarias para soportar las cargas vehiculares sin sufrir daños permanentes. Los materiales que componen las diferentes capas del pavimento, como el concreto en los pavimentos rígidos y los agregados en la base y subbase, responden de manera diferente a las tensiones aplicadas. En términos generales, los materiales experimentan una deformación elástica bajo cargas moderadas, lo que significa que pueden recuperar su forma original una vez que se elimina la carga. Sin embargo, cuando las tensiones superan un umbral crítico, los materiales pueden sufrir una deformación plástica, lo que resulta en fallas permanentes como fisuras y agrietamientos (Baque, 2020).

El módulo de elasticidad y la resistencia a la compresión son dos propiedades clave que influyen en cómo un material responde bajo carga. El módulo de elasticidad mide la capacidad de un material para deformarse elásticamente bajo una carga, mientras que la resistencia a la compresión indica el punto en el que un material comenzará a fallar bajo presiones extremas. Estos parámetros son particularmente importantes en las capas estructurales del pavimento, ya que aseguran que el material sea lo suficientemente fuerte para distribuir las cargas de manera eficiente sin comprometer la integridad de la superficie. En pavimentos rígidos, el concreto debe tener una alta resistencia a la compresión para soportar las tensiones generadas por el tráfico pesado y evitar el colapso estructural (Rodríguez, 2017).

Además, el comportamiento de los materiales bajo carga también está influenciado por la frecuencia y duración de las cargas. Las cargas repetidas, como las causadas por vehículos en movimiento, generan un efecto de fatiga que puede debilitar gradualmente

los materiales del pavimento, provocando desgaste superficial y deformaciones progresivas. Esto es especialmente cierto para materiales menos resistentes o mal compactados, que pueden desarrollar fallas más rápidamente bajo condiciones de carga cíclica. Por tanto, es crucial considerar no solo la intensidad de las cargas, sino también su frecuencia y distribución a lo largo del tiempo, para garantizar que los materiales del pavimento puedan mantener su funcionalidad y resistencia a lo largo de su vida útil.

2.2.5 Impacto del tráfico vehicular en el estado del pavimento

El impacto del tráfico vehicular en el estado del pavimento es uno de los factores más determinantes en el desgaste y deterioro de las infraestructuras viales. Las cargas repetidas que ejercen los vehículos, especialmente los de gran tonelaje, generan fuerzas compresivas y tensionales sobre la superficie del pavimento, lo que provoca la deformación progresiva de las capas estructurales. Estas tensiones, acumuladas a lo largo del tiempo, favorecen la aparición de fallas como fisuras, baches y agrietamientos, que afectan la uniformidad y la seguridad de la vía. En particular, los vehículos pesados, como camiones y autobuses, tienen un impacto más agresivo, ya que concentran grandes fuerzas en áreas reducidas, aumentando el riesgo de deterioro prematuro en comparación con el tráfico liviano (Huete, 2021).

Además de la magnitud de las cargas, la frecuencia y velocidad del tráfico también influyen significativamente en el estado del pavimento. El tráfico continuo y el paso repetido de vehículos, especialmente en áreas de alta congestión, generan deformaciones plásticas que no pueden ser completamente recuperadas, lo que compromete la integridad estructural del pavimento. A medida que el volumen de vehículos aumenta, también lo hacen las tensiones ejercidas sobre el pavimento, lo que resulta en una reducción de la vida útil de la infraestructura. En vías con alto volumen de tráfico, el pavimento se desgasta más rápidamente, lo que obliga a realizar reparaciones o mantenimiento más frecuentes (Flores, 2021).

El tráfico no solo genera deformaciones físicas, sino que también influye en otros aspectos del pavimento, como la eficiencia del drenaje y la resistencia al deslizamiento. Las agresiones mecánicas causadas por los vehículos, combinadas con factores climáticos, pueden generar fisuras en las juntas del pavimento, lo que permite la infiltración de agua. Esto debilita las capas inferiores y acelera el deterioro, formando vacíos o creando condiciones propensas a la acumulación de agua, lo que agrava aún más el daño. Por tanto, el tráfico vehicular no solo afecta la estructura superficial del pavimento, sino también su estabilidad a largo plazo, haciendo crucial un monitoreo continuo del tráfico y su impacto en la infraestructura vial.

2.2.5.1. Efectos de los vehículos livianos y pesados sobre el pavimento

Los vehículos livianos y pesados tienen efectos distintivos sobre el pavimento, debido a las diferencias en la magnitud de las cargas que ejercen y la distribución de estas sobre la superficie. Los vehículos livianos, como automóviles y motocicletas, ejercen menores presiones sobre el pavimento en comparación con los vehículos pesados, sin embargo, su frecuencia en las vías urbanas contribuye al desgaste constante de la capa superficial. Aunque su impacto es menos severo, la acción repetida de estos vehículos puede provocar abrasión gradual, fisuras superficiales y la pérdida de agregados, especialmente en pavimentos que ya presentan signos de deterioro. La deformación en pavimentos con tráfico exclusivamente liviano tiende a ser más localizada, pero no menos importante, ya que, con el tiempo, las fallas superficiales pueden acumularse y convertirse en problemas estructurales si no se abordan de manera preventiva (Flores, 2021).

Por otro lado, los vehículos pesados como camiones, autobuses y vehículos de carga generan fuerzas mucho mayores que concentran grandes cantidades de presión en puntos específicos del pavimento. Esta presión incrementada produce una deformación plástica en las capas superiores e inferiores del pavimento, lo que puede llevar a la formación de surcos, fisuras profundas y baches. Estos efectos se acentúan en carreteras con un alto volumen de tráfico pesado, lo que acelera significativamente el deterioro

estructural. Los pavimentos rígidos, aunque más resistentes que los flexibles, también sufren de fatiga cuando están expuestos a cargas repetidas, lo que aumenta la probabilidad de aparición de grietas y otros daños que afectan la distribución de cargas en el pavimento (Huete, 2021).

El impacto combinado de los vehículos livianos y pesados no solo afecta la durabilidad superficial del pavimento, sino también su capacidad de carga y su rendimiento a largo plazo. Los vehículos pesados, al concentrar grandes tensiones en áreas reducidas, provocan fisuras y deformaciones estructurales más profundas, lo que puede comprometer la integridad del pavimento si no se toman las medidas adecuadas, como reforzar las capas inferiores del pavimento o mejorar el drenaje para reducir la acumulación de agua en las fisuras. A medida que aumenta el tráfico pesado, la necesidad de mantenimiento preventivo y refuerzo estructural también crece, haciendo esencial un enfoque integral para gestionar los efectos del tráfico en las infraestructuras viales.

2.2.5.2. Relación entre volumen de tráfico y deterioro del pavimento

La relación entre el volumen de tráfico y el deterioro del pavimento es un factor determinante en la planificación y gestión de infraestructuras viales. A medida que el volumen de tráfico aumenta, especialmente en vías de alta circulación, las cargas repetidas que ejercen los vehículos sobre el pavimento aceleran el proceso de fatiga estructural. El tráfico constante somete al pavimento a estrés mecánico, causando deformaciones permanentes, como fisuras, hundimientos y desgaste superficial. Los pavimentos que soportan altos volúmenes de tráfico vehicular, en particular aquellos con vehículos pesados, experimentan un desgaste más rápido debido a la concentración de esfuerzos en puntos específicos, lo que reduce su vida útil y aumenta la necesidad de intervenciones de mantenimiento y reparación.

El tipo y la intensidad del tráfico también juegan un papel importante en el grado de deterioro. Vehículos livianos, aunque menos dañinos en términos de presión sobre la superficie, contribuyen al desgaste continúo del pavimento debido a su alta frecuencia. Por

otro lado, los vehículos pesados generan un impacto mucho mayor, ya que ejercen fuerzas concentradas que pueden superar la capacidad de carga de las capas del pavimento, acelerando la aparición de fisuras profundas y desprendimiento de material. El ciclo de carga repetida generado por el tránsito pesado incrementa la probabilidad de falla estructural, lo que exige una mayor capacidad de reparación y refuerzo en áreas con tráfico denso y constante (Flores, 2021).

A nivel estadístico, se ha demostrado que existe una correlación directa entre el aumento del volumen de tráfico y la gravedad del deterioro del pavimento. En estudios realizados en diversas zonas urbanas y rurales, las carreteras con un alto volumen de tráfico diario presentan un índice de deterioro significativamente mayor en comparación con aquellas con un volumen menor de vehículos. Esta relación subraya la importancia de realizar evaluaciones periódicas del pavimento y de considerar el volumen de tráfico como un factor clave en el diseño y mantenimiento de las infraestructuras viales, para garantizar que las inversiones en mantenimiento sean adecuadas y eficaces a largo plazo (Huete, 2021).

2.2.5.3. Técnicas para evaluar el impacto del tráfico en el pavimento

Las técnicas para evaluar el impacto del tráfico en el pavimento son esenciales para comprender cómo las cargas vehiculares afectan la durabilidad y funcionalidad de las infraestructuras viales. Una de las metodologías más utilizadas es la inspección visual combinada con el análisis de fallas superficiales, como fisuras, baches y deformaciones. A través de esta técnica, se pueden identificar signos evidentes de deterioro causados por el tráfico constante, especialmente en áreas con un alto volumen de vehículos pesados. La inspección visual permite observar patrones de daño que se correlacionan directamente con la frecuencia y tipo de tráfico, proporcionando una primera indicación sobre las áreas que requieren atención inmediata (Huete, 2021).

Otra técnica común es el monitoreo del tráfico vehicular, que implica el uso de sensores de tráfico, cámaras y dispositivos de conteo para medir el volumen y tipo de

vehículos que transitan por una vía específica. Estos datos, combinados con los resultados de la inspección del pavimento, permiten correlacionar el tipo de tráfico con el grado de deterioro observado. Los sensores de presión instalados en el pavimento también permiten medir la distribución de carga y la intensidad del tráfico, proporcionando datos más precisos sobre el impacto que cada tipo de vehículo tiene sobre la estructura del pavimento. Esta información es crucial para realizar un diagnóstico detallado y para prever el comportamiento del pavimento bajo condiciones de carga intensiva (Benavides Y Román, 2025).

Además, las simulaciones de tráfico y los modelos matemáticos son herramientas avanzadas utilizadas para evaluar el impacto del tráfico sobre el pavimento. Estos modelos permiten simular diferentes condiciones de tráfico y evaluar cómo las cargas repetidas afectan la resistencia estructural del pavimento con el paso del tiempo. Al incorporar variables como el tipo de vehículos, la velocidad y la frecuencia del tráfico, se pueden predecir patrones de deterioro y establecer estrategias de mantenimiento preventivo más efectivas. La combinación de estas técnicas proporciona un enfoque integral para la evaluación del impacto del tráfico en el pavimento, permitiendo una gestión más eficiente de las infraestructuras viales (Flores, 2021).

2.2.6 Normativas y estándares en la construcción y mantenimiento de pavimentos

Las normativas y estándares en la construcción y mantenimiento de pavimentos son fundamentales para garantizar la calidad y seguridad de las infraestructuras viales. En muchos países, estas normativas son desarrolladas y actualizadas por organismos gubernamentales y asociaciones de ingeniería, como el Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC) en Perú, que establece las guías y requerimientos técnicos para la diseño, ejecución y mantenimiento de pavimentos. Estas normativas definen las características técnicas de los materiales, los procedimientos constructivos y las tolerancias aceptables para asegurar que los pavimentos sean capaces de soportar el tráfico y las condiciones climáticas a lo largo de su vida útil (Hernández, 2020).

Una de las normas más relevantes en la construcción de pavimentos es la norma técnica EG-2013, que especifica los requisitos para la ejecución de pavimentos de concreto en el Perú. Esta norma establece las características mínimas que deben cumplir los materiales, así como las procedimientos de compactación, curado y cimentación de las estructuras. Además, regula el uso de aditivos y refuerzos en el concreto, para asegurar la durabilidad y resistencia del pavimento frente a las condiciones extremas de tráfico y clima. El cumplimiento de estas normativas es crucial para evitar fallos prematuros en las infraestructuras y para prolongar la vida útil de los pavimentos (Benavides Y Román, 2025).

En cuanto al mantenimiento, las normativas también definen los criterios de intervención y las estrategias de rehabilitación para pavimentos deteriorados. La frecuencia de inspecciones y el uso de métodos de evaluación como el Índice de Condición del Pavimento (PCI) están establecidos para identificar de manera precisa las áreas que requieren mantenimiento preventivo o reparaciones. Los estándares internacionales, como los establecidos por la American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO), complementan estas normativas locales y proporcionan directrices adicionales sobre la gestión de la vida útil de los pavimentos y la optimización de recursos para su conservación. Estas normativas y estándares aseguran que la construcción y el mantenimiento de pavimentos se realicen de acuerdo con los más altos niveles de calidad y eficiencia (Hernández, 2020).

2.2.6.1. Estándares técnicos en la pavimentación en el Perú

Los estándares técnicos en la pavimentación en el Perú son un conjunto de directrices y normativas que regulan tanto el diseño como la construcción, reparación y mantenimiento de pavimentos en las infraestructuras viales del país. Estas normativas son emitidas por el Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC) y están orientadas a garantizar la seguridad, durabilidad y eficiencia de las vías pavimentadas, adaptándose a las condiciones geográficas y climáticas del Perú. Entre las normativas más relevantes se encuentra la Norma Técnica EG-2013, que regula las características y los procedimientos

para la construcción de pavimentos de concreto, estableciendo los parámetros de diseño y ejecución que deben seguirse para obtener pavimentos de alta calidad que soporten el tráfico pesado y las condiciones climáticas extremas (Benavides Y Román, 2025).

Además de esta norma, existen otros estándares complementarios que cubren aspectos como la elección de materiales, la comparación de las capas subyacentes y la gestión de las juntas de expansión para asegurar la movilidad térmica del pavimento. Estos estándares incluyen especificaciones sobre la resistencia a la compresión, la porosidad y la capacidad de drenaje de los materiales utilizados, así como los métodos adecuados para medir y verificar estas propiedades antes, durante y después de la construcción del pavimento. La aplicación rigurosa de estos estándares es esencial para prevenir fallos prematuros y garantizar la longevidad del pavimento, evitando daños costosos y peligrosos por deterioro prematuro (Hernández, 2020).

En cuanto al mantenimiento, los estándares técnicos peruanos también establecen los criterios para realizar inspecciones periódicas del estado del pavimento, determinando los índices de condición y los tipos de intervención necesarios. Estos estándares promueven el uso de métodos de evaluación como el Índice de Condición del Pavimento (PCI), el cual ayuda a priorizar las áreas de mayor deterioro y a planificar el mantenimiento preventivo y correctivo de manera eficiente. La implementación de estos estándares asegura que el pavimento, en cualquier tipo de vía, cumpla con las expectativas de seguridad, confort y sostenibilidad, optimizando los recursos y mejorando la calidad de las infraestructuras viales del país (Benavides Y Román, 2025).

2.2.6.2. Normas del MTC para el diseño y mantenimiento de pavimentos

Las normas del Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC) para el diseño y mantenimiento de pavimentos en el Perú son fundamentales para garantizar que las infraestructuras viales sean seguras, duraderas y adecuadas para soportar las cargas vehiculares a lo largo del tiempo. Estas normativas establecen los criterios técnicos y los procedimientos que deben seguirse durante todas las etapas de la vida útil del pavimento,

desde su diseño hasta su mantenimiento y rehabilitación. Entre las principales normas emitidas por el MTC se destacan las Normas Técnicas de Pavimentación, que especifican los requisitos para la construcción de pavimentos tanto rígidos como flexibles, con un enfoque en la selección de materiales, el diseño estructural y la ejecución de obras (Benavides Y Román, 2025).

Una de las normativas más relevantes es la Norma Técnica EG-2013, que regula la construcción de pavimentos de concreto y define los procedimientos para la elección y preparación de materiales, la compactación de las capas de base y subbase, y las especificaciones para las juntas de expansión. Esta norma asegura que los pavimentos sean capaces de resistir las tensiones generadas por el tráfico, las variaciones térmicas y las condiciones climáticas extremas. Además, regula el proceso de curado del concreto para garantizar que el pavimento alcance su resistencia óptima y se minimicen las fisuras o el deterioro prematuro debido a fallos en la ejecución (Hernández, 2020).

En cuanto al mantenimiento de pavimentos, el MTC establece procedimientos detallados para la inspección periódica de las infraestructuras viales, el uso de métodos de evaluación como el Índice de Condición del Pavimento (PCI) y las estrategias de intervención. La normativa también incluye directrices sobre el mantenimiento preventivo y correctivo, indicando cuándo y cómo realizar reparaciones en áreas deterioradas para evitar el colapso estructural o el desgaste acelerado. Además, el MTC promueve el uso de tecnologías y prácticas innovadoras en el diseño y mantenimiento de pavimentos, con el objetivo de optimizar los recursos y mejorar la sostenibilidad de las infraestructuras viales a lo largo del tiempo (Lizana Y Vargas, 2024).

2.2.6.3. Directrices para la rehabilitación y mantenimiento de pavimentos

Las directrices para la rehabilitación y mantenimiento de pavimentos son fundamentales para garantizar la longevidad y seguridad de las infraestructuras viales a lo largo del tiempo. Estas directrices, proporcionadas por organismos como el Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC), establecen los procedimientos y las mejores

prácticas que deben seguirse para preservar la integridad estructural del pavimento, evitando su deterioro prematuro y asegurando su funcionalidad en el tiempo. En términos generales, estas directrices abarcan desde la inspección periódica y el monitoreo de la condición del pavimento, hasta la selección de materiales y las técnicas de rehabilitación más adecuadas según el tipo de daño observado (Hernández, 2020).

En el contexto de la rehabilitación, las directrices del MTC proponen la evaluación de la severidad del deterioro mediante métodos como el Índice de Condición del Pavimento (PCI), que permite identificar áreas críticas que requieren intervención inmediata. En función de los resultados de la inspección, se determinan las estrategias de intervención más apropiadas, que pueden incluir recapado, reciclaje de la capa superficial, refuerzo estructural de las capas inferiores o incluso la repavimentación completa en casos de deterioro avanzado. Estas intervenciones se planifican para asegurar la eficiencia de los recursos y minimizar el impacto sobre la funcionalidad de la vía (Lizana Y Vargas, 2024).

El mantenimiento preventivo, por su parte, juega un rol crucial en la conservación del pavimento, y las directrices especifican la necesidad de sellado de fisuras, eliminación de baches y la restauración de juntas para evitar que pequeños problemas se conviertan en fallas estructurales graves. Las técnicas de mantenimiento correctivo incluyen la reparación de fisuras mayores y el refuerzo de capas de base que han perdido su capacidad de carga. Además, se destacan los procedimientos de drenaje para evitar la acumulación de agua, la cual puede acelerar el desgaste del pavimento. Estas directrices aseguran que las intervenciones sean apropiadas, oportunas y optimicen la durabilidad del pavimento, manteniendo la seguridad vial y reduciendo los costos a largo plazo (Doig, 2020).

2.3 Marco conceptual

a. **Capacidad de Carga. -** Se refiere a la habilidad de un pavimento para soportar las cargas vehiculares sin sufrir deformaciones permanentes. Este concepto está

relacionado con la resistencia estructural de las capas de pavimento y su capacidad de distribución de las tensiones generadas por el tráfico, incluyendo vehículos livianos y pesados.

b. **Condición del Pavimento. -** Es el estado general del pavimento, que se evalúa a través de la observación y medición de defectos visibles y estructurales. Las condiciones del pavimento pueden clasificarse en categorías como excelente, bueno, regular o malo, dependiendo de los índices de deterioro y la presencia de fallas (Doig, 2020).

c. **Deterioro Superficial. -** Se refiere al desgaste o daño que ocurre en la superficie del pavimento debido a factores como el tráfico vehicular, las condiciones climáticas, la erosión y la infiltración de agua. Este deterioro puede manifestarse como fisuras, grietas o desprendimiento de material.

d. **Evaluación Visual. -** Es un método de inspección utilizado para evaluar el estado del pavimento, que se basa en la observación directa de la superficie y la identificación de defectos o fallas visibles. Aunque es un método sencillo y económico, requiere de experiencia para interpretar correctamente los patrones de daño y su gravedad.

e. **Índice de Condición del Pavimento (PCI). -** Es una herramienta cuantitativa utilizada para medir el estado del pavimento, basada en la inspección visual de fallas y su gravedad. El PCI asigna un valor entre 0 y 100, donde 100 indica un pavimento en excelentes condiciones y valores cercanos a 0 representan un pavimento deficiente (Doig, 2020).

f. **Mantenimiento Preventivo. -** Conjunto de actividades diseñadas para mantener el pavimento en condiciones operativas óptimas, evitando su deterioro prematuro. Estas actividades incluyen sellado de fisuras, limpieza de drenajes y refuerzo de juntas, y están orientadas a reducir la necesidad de reparaciones mayores.

g. **Mantenimiento Correctivo. -** Se refiere a las intervenciones realizadas para reparar defectos estructurales ya existentes, como baches, fisuras o hundimientos. A menudo, estas reparaciones son necesarias cuando el deterioro ha alcanzado un nivel que no puede ser mitigado mediante mantenimiento preventivo (Lizana Y Vargas, 2024).

h. **Pavimento Rígido. -** Tipo de pavimento que se compone principalmente de concreto armado. Los pavimentos rígidos se caracterizan por su alta resistencia a la compresión y su capacidad para distribuir cargas de manera uniforme, lo que los hace ideales para carreteras de alto tráfico y zonas con condiciones climáticas extremas.

i. **Subrasante. -** Capa de material natural que se encuentra directamente debajo de las capas de pavimento. Su calidad y compactación son cruciales para la estabilidad estructural del pavimento, ya que una subrasante débil puede provocar deformaciones y daños en las capas superiores.

j. **Tráfico Vehicular. -** Hace referencia al movimiento y volumen de vehículos que transitan por una carretera. El tipo de vehículos (livianos o pesados) y el volumen de tráfico influyen directamente en el deterioro del pavimento, ya que las cargas repetidas y las tensiones generadas afectan la integridad estructural de la vía (Lizana Y Vargas, 2024).

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

La metodología de la investigación es el conjunto de métodos, técnicas y procedimientos que se emplean para llevar a cabo un estudio de manera sistemática y estructurada. Su objetivo principal es guiar al investigador en cada fase del proceso, desde la formulación del problema hasta la recolección y análisis de datos, garantizando la validez y fiabilidad de los resultados. Incluye la selección de herramientas adecuadas para la recopilación de información, así como las estrategias para interpretarla y presentarla de forma coherente y objetiva.

3.1 Enfoque de investigación

El enfoque de investigación corresponde al esquema metodológico que define la estructura general de un estudio, orientando el proceso de obtención y análisis de datos. Este enfoque establece el marco bajo el cual se organiza la recolección de información, ya sea desde un paradigma cualitativo, cuantitativo o mixto, ajustándose a los objetivos establecidos. La elección del enfoque es determinante para determinar las herramientas de análisis y los procedimientos que se seguirán en la investigación, con el fin de asegurar que los resultados sean confiables, precisos y pertinentes (Castro et al., 2023).

El estudio adopta el enfoque cuantitativo debido a su orientación hacia la medición numérica y el análisis de variables de manera objetiva. El propósito de este enfoque es establecer relaciones entre distintas variables, evaluando su impacto mediante métodos estadísticos que proporcionan resultados sistemáticos y generalizables. A través de este enfoque, se busca una evaluación precisa y replicable del deterioro del pavimento, permitiendo una interpretación clara y objetiva de los datos recabados.

3.2 Tipo de la investigación

El tipo de investigación categoriza el estudio de acuerdo con su propósito y naturaleza. Dependiendo de la intención, puede ser exploratoria, descriptiva o explicativa, cada una con un enfoque y profundidad diferentes en el análisis del fenómeno en cuestión (Castro et al., 2023).

Este estudio se clasifica como aplicado, ya que su objetivo principal es abordar un problema concreto relacionado con la gestión y mantenimiento de pavimentos rígidos. En lugar de generar conocimiento teórico, se busca encontrar soluciones prácticas y efectivas que puedan ser implementadas directamente para mejorar la condición del pavimento y su eficiencia funcional en el contexto estudiado.

3.3 Nivel de la investigación

El nivel de investigación refiere al grado de profundidad y complejidad de los objetivos del estudio. Puede ser exploratorio, descriptivo o explicativo, lo que determina la naturaleza del análisis y las conclusiones a las que se aspira llegar (Ramos, 2020).

Este estudio se considera de nivel descriptivo dado que se centra en caracterizar el estado actual del pavimento rígido mediante la observación sistemática de sus condiciones y defectos visibles. No se busca investigar las causas profundas del deterioro, sino simplemente registrar y clasificar el deterioro superficial para apoyar decisiones sobre intervenciones futuras.

3.4 Diseño de la investigación

El diseño de investigación establece la estructura y enfoque del estudio, detallando los métodos y procedimientos que guiarán la recolección y análisis de los datos. Este puede ser experimental, donde se manipulan variables, o no experimental, cuando el estudio observa el fenómeno tal como ocurre naturalmente (Vega & Cahuana, 2021).

El estudio emplea un diseño no experimental debido a que no se manipulan las variables del pavimento ni las condiciones de tráfico, sino que se lleva a cabo una observación directa y evaluación del estado actual del pavimento. La metodología se basa en el análisis descriptivo y correlacional, sin intervenir en las condiciones existentes, lo que permite examinar la relación entre el deterioro del pavimento y los factores asociados.

3.5 Método de la investigación

El método de investigación es el proceso sistemático de recopilación, análisis e interpretación de datos, que sigue una estructura lógica y coherente. Dependiendo del enfoque y tipo de estudio, puede ser cualitativo, cuantitativo o mixto, adaptándose a los objetivos específicos del proyecto (Reyes, 2022).

Este estudio sigue el método científico, basado en la observación controlada, la formulación de hipótesis sobre el deterioro del pavimento, la recolección de datos cuantitativos y el análisis mediante herramientas estadísticas. Este enfoque estructurado y lógico asegura que los resultados obtenidos sean válidos, verificables y reproducibles, permitiendo concluir con un alto grado de precisión sobre el estado y las necesidades del pavimento estudiado.

3.6 Población y muestra de la investigación

3.6.1 Población

La población en el contexto de una investigación se refiere al conjunto total de elementos o unidades sobre los cuales se desea obtener información o hacer inferencias.

Este grupo puede estar compuesto por individuos, objetos, eventos o situaciones que comparten características comunes. En investigaciones cuantitativas, la población puede ser finita o infinita, dependiendo de la extensión del estudio, y la definición precisa de la población es esencial para garantizar que los resultados sean representativos y aplicables a la totalidad del grupo (Ojeda, 2020).

En este estudio, la población está compuesta por los pavimentos rígidos en el tramo de la carretera seleccionado en el distrito de Ayaviri, Puno. Este conjunto incluye todas las secciones de pavimento que han estado expuestas a diferentes condiciones de tráfico y clima a lo largo del tiempo. La población se seleccionó en función de la homogeneidad en las condiciones de pavimentación y tráfico, con el objetivo de evaluar el deterioro general del pavimento en la zona y proporcionar recomendaciones prácticas para el mantenimiento.

3.6.2 Muestra

La muestra es un subconjunto representativo de la población total, que se selecciona para realizar un estudio cuando la totalidad de la población no es accesible o es demasiado grande para ser evaluada en su totalidad. La selección de una muestra adecuada es crucial para asegurar que los resultados obtenidos sean válidos y reflejen correctamente las características de la población. Las muestras pueden ser seleccionadas de forma aleatoria, estratificada, por conveniencia o según otro tipo de criterio que dependa de los objetivos y la naturaleza del estudio (Castro et al., 2023).

Para este estudio, la muestra está compuesta por un conjunto de secciones específicas del pavimento rígido del Jr. 2 de Mayo y Jr. Cusco, dentro de Ayaviri. Estas secciones fueron seleccionadas estratégicamente con base a su representatividad en términos de condiciones de tráfico y clima, abarcando áreas con diferentes niveles de deterioro. La selección de la muestra permitió realizar una evaluación más detallada y focalizada, facilitando la obtención de datos relevantes y aplicables para el análisis del estado general del pavimento.

3.7 Técnicas e instrumentos

3.7.1 Técnicas

Para llevar a cabo el estudio, se emplearon diversas técnicas de recolección de datos que permitieron evaluar con precisión el estado de los pavimentos rígidos en el tramo de la carretera seleccionado en Ayaviri. Estas técnicas fueron seleccionadas en función de los objetivos del estudio, buscando obtener una evaluación detallada y cuantificable del deterioro del pavimento y su relación con diversos factores como el tráfico vehicular y las condiciones climáticas.

Tabla 2

técnicas aplicadas a lo largo de la investigación

Técnicas Utilizadas	Descripción
Observación Directa Visual	Se efectuó una **observación visual detallada** de la superficie del pavimento en puntos seleccionados, con el objetivo de identificar **irregularidades superficiales** tales como fisuras, agrietamientos y desprendimientos, las cuales fueron registradas y documentadas con imágenes de alta resolución para su análisis posterior.
Método del MTC (Ministerio de Transportes y Comunicaciones)	La **metodología del MTC** fue implementada para realizar un análisis exhaustivo de las condiciones del pavimento, lo cual involucró un **inventario pormenorizado** de defectos y su clasificación conforme a su impacto estructural y superficial, con el fin de definir las áreas prioritarias para intervención.
Evaluación con el Índice de Condición del Pavimento (PCI)	La técnica del **Índice de Condición del Pavimento (PCI)** fue aplicada para medir numéricamente el nivel de deterioro, mediante la observación de defectos y su **gravedad**. El PCI proporcionó un valor cuantitativo que permitió evaluar la **condición general** del pavimento y guiar las acciones de mantenimiento.
Registro Detallado de Defectos	Se realizó un **registro pormenorizado** de las fallas observadas en el pavimento, categorizando los **tipos de daños** según su extensión y severidad. Este inventario facilitó la posterior clasificación de las áreas dañadas y el cálculo del **índice de deterioro**.
Recolección de Información sobre Flujo Vehicular	Se llevaron a cabo **observaciones directas** y **registro de datos** sobre el **tráfico vehicular** utilizando sensores y otras herramientas, para **correlacionar** la intensidad del tránsito con el **deterioro observado** en el pavimento, proporcionando datos relevantes sobre el impacto de los vehículos en las condiciones viales.

3.7.2 Instrumentos de recolección de datos investigación

Instrumentos de recolección de datos en investigación son las herramientas, técnicas o dispositivos utilizados para obtener información relevante y precisa durante un estudio. Estos instrumentos permiten recopilar datos de manera sistemática, asegurando que la información sea válida y representativa del fenómeno investigado. Los instrumentos de recolección pueden incluir cuestionarios, entrevistas, encuestas, observación directa, pruebas experimentales, entre otros, y se seleccionan en función del tipo de investigación, los objetivos específicos y las características del objeto de estudio. Su correcta aplicación es fundamental para garantizar la fiabilidad y validez de los resultados obtenidos en el proceso investigativo.

Tabla 3

Instrumentos aplicados a lo largo de la investigación

Instrumentos Utilizados	Descripción
Cuestionario de Inspección Visual	El **cuestionario de inspección visual** fue diseñado para guiar la observación detallada de la superficie del pavimento, permitiendo la identificación y clasificación de fallas visibles. Este instrumento permitió un **registro estandarizado** de fisuras, grietas y otros defectos superficiales, facilitando la cuantificación de daños.
Formulario de Evaluación del PCI	El **formulario de evaluación del PCI** se utilizó para medir el **índice de condición del pavimento** mediante la observación directa de los defectos. Este formulario proporcionó un **método estructurado** para asignar valores numéricos a las fallas observadas, ayudando a determinar la severidad del deterioro del pavimento.
Formulario de Inventario de Fallas	Se empleó un **formulario de inventario de fallas** para documentar los tipos y extensión de los daños observados en el pavimento. Este instrumento permitió clasificar los defectos en categorías de acuerdo con su gravedad, sirviendo como base para el análisis posterior y la toma de decisiones sobre el mantenimiento.
Dispositivos de Registro Fotográfico	Los **dispositivos de registro fotográfico** fueron fundamentales para documentar visualmente los **defectos** y **daños estructurales** observados. Las imágenes obtenidas facilitaron la **clasificación visual** y permitieron un análisis detallado, siendo útiles tanto para la posterior evaluación como para la **validación de los resultados** obtenidos.

3.8 Validación y confiabilidad del instrumento

3.8.1 Validación de los instrumentos

La validación de los instrumentos en este estudio se llevó a cabo para garantizar que los métodos utilizados para la recolección de datos fueran adecuados, precisos y capaces de medir de manera efectiva los aspectos clave del pavimento. Este proceso consistió en verificar que las herramientas de inspección visual, como los formularios de evaluación PCI y el inventario de fallas, fueran capaces de identificar correctamente los defectos y determinar la severidad del deterioro de los pavimentos rígidos en el tramo de carretera de Ayaviri. Además, se corroboró que el registro fotográfico y los formularios estandarizados permitieran un análisis claro y uniforme de las fallas observadas.

Para asegurar la validez de los instrumentos, se realizaron pruebas piloto en secciones representativas del pavimento antes de comenzar la evaluación final. Estas pruebas permitieron comprobar que los instrumentos eran consistentes y producían resultados confiables bajo condiciones normales de uso. En función de los resultados obtenidos, se ajustaron algunas categorías de clasificación y se mejoraron ciertos aspectos del proceso de recolección de datos. Este enfoque aseguraba que la información recopilada durante la investigación fuera sólida y reflejara fielmente el estado del pavimento, permitiendo obtener conclusiones válidas para futuras intervenciones de mantenimiento.

3.8.2 Confiabilidad de instrumentos

La confiabilidad de los instrumentos en este estudio se evaluó para asegurar que las herramientas de recolección de datos ofrecieran resultados consistentes y repetibles a lo largo del tiempo. Para ello, se realizaron pruebas de consistencia interna, verificando que los formularios de inspección visual, el inventario de fallas y el índice PCI generaran resultados similares bajo las mismas condiciones de evaluación. Este proceso de validación inicial permitió confirmar que los instrumentos eran aptos para ofrecer

mediciones estables y precisas sin importar la variabilidad de los observadores o las condiciones del entorno durante el estudio.

Asimismo, se aplicaron pruebas de fiabilidad inter-observador, en las que diferentes evaluadores realizaron las mismas inspecciones en el mismo tramo de pavimento para determinar si los resultados obtenidos coincidían. Los resultados de estas pruebas mostraron que los instrumentos mantenían un alto nivel de consistencia entre observadores, lo que garantizó que los datos recopilados fueran confiables y que las conclusiones derivadas de los análisis fueran robustas y representativas del estado real del pavimento.

3.9 Plan de recolección y procesamiento de datos

3.9.1 Procedimiento de evaluación

La etapa de procedimiento de evaluación en este estudio consistió en una serie de pasos sistemáticos que permitieron obtener datos consistentes y detallados sobre el estado del pavimento rígido en el tramo de carretera seleccionado en Ayaviri. Este procedimiento fue estructurado para garantizar una recolección de datos precisa y una interpretación válida de los resultados, con el objetivo de evaluar el grado de deterioro y las condiciones actuales del pavimento.

En primer lugar, se definieron las áreas específicas del pavimento a ser evaluadas. Estas se seleccionaron estratégicamente en función de su exposición a condiciones de tráfico y clima. La selección de las secciones se basó en una distribución representativa que permitió capturar variaciones en el deterioro, asegurando que las áreas con diferentes grados de desgaste fueran evaluadas para obtener una imagen completa del estado general del pavimento.

El siguiente paso en el procedimiento fue la inspección visual directa. Esta fase se realizó utilizando un cuestionario estandarizado de inspección visual, diseñado para guiar la observación de los defectos superficiales más comunes, como fisuras, grietas,

desprendimientos de material y agrietamientos en las juntas. La inspección fue llevada a cabo por un equipo capacitado, siguiendo criterios específicos para clasificar cada tipo de falla según su severidad y extensión. Se prestó especial atención a las áreas más vulnerables, como las juntas de expansión y las zonas donde las cargas pesadas pudieran haber causado mayor daño.

Cada fallo identificado durante la inspección fue documentado de manera exhaustiva mediante fotografía digital, lo que permitió contar con un registro visual claro y verificable de cada defecto. Las imágenes tomadas fueron catalogadas de acuerdo con su ubicación geográfica y tipo de defecto, lo que facilitó la organización y análisis posterior de los datos.

Una vez completada la inspección visual, se procedió con la aplicación del Índice de Condición del Pavimento (PCI). El equipo de evaluación utilizó la metodología estándar para asignar un valor numérico a cada sección del pavimento, basado en la gravedad y extensión de los defectos observados. El PCI es un sistema cuantitativo que asigna un valor de entre 0 y 100, donde 100 indica un pavimento en excelentes condiciones y valores cercanos a 0 reflejan un pavimento en mal estado. Durante este proceso, se aseguraron de seguir estrictamente las tablas de clasificación del PCI, utilizando las categorías específicas para cada tipo de defecto (fisuras, descohesión, etc.) y evaluando su impacto en la funcionalidad general del pavimento.

Además de la evaluación mediante PCI, se llevó a cabo un inventario detallado de fallas en el que se registraron todas las características de los daños encontrados. Este inventario no solo incluyó los defectos superficiales, sino que también consideró factores como la frecuencia y tamaño de las fisuras, la localización de los baches, y la expansión de las juntas. El inventario facilitó el cálculo de la extensión del deterioro y proporcionó una base para priorizar las áreas que requerían intervención inmediata.

A continuación, se recopiló información sobre el tráfico vehicular en el tramo de carretera evaluado. Aunque en esta fase no se utilizaron sensores de tráfico, se realizaron observaciones directas del volumen vehicular y se estimó la frecuencia de los vehículos

pesados que circulaban por el tramo. Este dato fue esencial para correlacionar el impacto del tráfico en el deterioro observado en el pavimento. Se consideraron factores como la distribución del tráfico durante el día y las horas de mayor intensidad, lo cual permitió establecer una relación entre las cargas repetidas y el desgaste del pavimento.

Finalmente, una vez recolectados todos los datos, se procedió a la análisis y clasificación de los resultados. El equipo de investigación utilizó las herramientas estadísticas adecuadas para interpretar los datos del PCI y los resultados del inventario de fallas, permitiendo identificar patrones de deterioro y establecer las prioridades de intervención. En esta fase, también se cruzaron los datos de tráfico con los resultados de la inspección para entender cómo las variables de tráfico y condiciones ambientales influían en el estado general del pavimento.

En resumen, el procedimiento de evaluación en este estudio se desarrolló de manera meticulosa y sistemática, asegurando que cada paso estuviera alineado con los objetivos del estudio y proporcionando una base sólida para la toma de decisiones sobre las estrategias de mantenimiento del pavimento rígido en el tramo de carretera seleccionado.

3.9.2 Etapa de gabinete

La etapa de gabinete en este estudio consistió en el análisis y procesamiento de los datos recolectados durante las inspecciones de campo. Esta fase fue crucial para organizar, clasificar y analizar toda la información obtenida de las evaluaciones visuales y los inventarios de fallas. Se trabajó con un conjunto de herramientas analíticas y software estadístico para asegurar que los datos fueran correctamente estructurados y se pudieran extraer conclusiones relevantes que apoyaran la toma de decisiones sobre las condiciones del pavimento y las posibles intervenciones.

Durante esta etapa, se revisaron y validaron los registros de las observaciones visuales, verificando que todas las fallas estuvieran correctamente documentadas y categorizadas. Cada tipo de daño identificado en el pavimento (como fisuras, baches y

agrietamientos) fue clasificado según su severidad y ubicación exacta, utilizando las tablas de clasificación del Índice de Condición del Pavimento (PCI). Los datos de cada sección de pavimento fueron ingresados en una base de datos organizada, lo que facilitó la comparación entre diferentes tramos de carretera y permitió identificar las áreas más críticas en términos de deterioro.

Uno de los pasos clave en esta etapa fue el cálculo del PCI para cada una de las secciones evaluadas. A partir de los datos obtenidos en las inspecciones, se asignaron valores a cada defecto en función de su gravedad y extensión, conforme al procedimiento del PCI. Estos valores fueron luego analizados para obtener un índice global para cada tramo de pavimento. A continuación, se establecieron las prioridades de mantenimiento en función de los resultados del PCI, destacando las áreas que requerían intervenciones inmediatas debido a su deterioro avanzado.

Además, durante la etapa de gabinete, se analizó la relación entre el tráfico vehicular y el deterioro del pavimento. Se tomaron los datos de tráfico observados en la fase de campo y se integraron con los resultados de la evaluación del pavimento. Este análisis permitió identificar cómo las cargas repetidas generadas por el tráfico pesado podrían estar acelerando el desgaste estructural en determinadas zonas. A través de un análisis comparativo, se logró establecer una correlación entre el volumen de tráfico y la gravedad de los daños en el pavimento, lo que proporcionó información valiosa para la planificación de estrategias de intervención basadas en el impacto del tráfico.

La clasificación y priorización de las áreas de pavimento deterioradas se llevó a cabo utilizando una matriz de prioridad, la cual consideraba tanto el índice PCI como la gravedad del daño y el impacto potencial en la funcionalidad de la vía. Este análisis permitió identificar zonas críticas donde el deterioro era más avanzado y que requerían acciones correctivas urgentes, como recapeado, refuerzo estructural o incluso repavimentación completa.

Finalmente, en esta etapa también se elaboraron los informes finales, en los cuales se documentaron todos los resultados obtenidos, las metodologías empleadas y las

recomendaciones para el mantenimiento y rehabilitación de los pavimentos. Los informes fueron presentados a los responsables de la gestión vial con el objetivo de facilitar la toma de decisiones informadas sobre las acciones correctivas que deberían implementarse en función del análisis realizado.

En resumen, la etapa de gabinete permitió transformar los datos obtenidos en el campo en información procesada y análisis técnico, facilitando la planificación de estrategias de mantenimiento basadas en una evaluación objetiva y detallada del estado del pavimento. Este paso fue esencial para proporcionar una visión clara y precisa del nivel de deterioro, y para definir las prioridades de intervención en el tramo de carretera evaluado.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Presentación y análisis de resultados

La presentación y análisis de resultados en este estudio implicó la organización detallada y sistemática de la información obtenida durante las evaluaciones del pavimento rígido en el tramo de carretera de Ayaviri. En esta fase, los datos recopilados fueron procesados y representados de manera clara a través de gráficos, tablas y diagramas que facilitaron su comprensión. Se presentaron los resultados del Índice de Condición del Pavimento (PCI), el inventario de fallas y la correlación con el tráfico vehicular, permitiendo identificar patrones y áreas con mayor deterioro. Cada conjunto de datos fue desglosado y comparado entre las diferentes secciones evaluadas, lo que permitió ofrecer una visión clara de las condiciones actuales del pavimento y su relación con los factores externos.

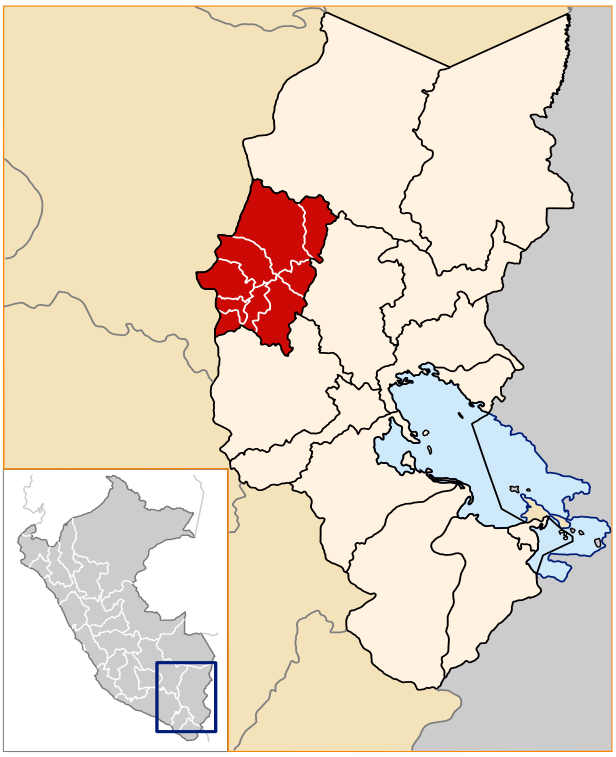
El análisis de los resultados se centró en interpretar los datos obtenidos de forma objetiva, identificando las zonas críticas que requieren intervención urgente y las que podrían beneficiarse de mantenimiento preventivo. Se analizaron las tendencias de deterioro observadas en las diversas secciones del pavimento y se relacionaron con las condiciones de tráfico y el impacto de los factores climáticos. Este análisis permitió no solo clasificar el pavimento según su estado, sino también priorizar las áreas que demandaban una acción inmediata, como reparaciones puntuales o mejoras estructurales. Los

resultados fueron presentados de manera que facilitaran la toma de decisiones para mejorar la gestión del mantenimiento vial y optimizar los recursos disponibles para la rehabilitación del pavimento.

a. Ubicación del estudio

Figura 1

Distrito de Ayaviri – Provincia de Melgar



b. Evaluación del tránsito existente

La evaluación del tránsito existente se refiere al análisis detallado del flujo y las características del tráfico vehicular en una vía determinada. Este proceso implica la recopilación de datos sobre el volumen de vehículos, su composición (livianos, pesados, etc.), las horas punta y las frecuencias de paso, con el objetivo de entender cómo el tráfico influye en el estado de la infraestructura vial. En la evaluación, se consideran factores como la capacidad de la carretera para soportar el tráfico actual y futuro, así como las posibles variaciones estacionales o incidentes especiales que puedan afectar la circulación.

A través de esta evaluación, se pueden identificar puntos críticos de congestión o zonas de alta demanda, lo que permite establecer estrategias de gestión de tráfico y determinar su impacto en la deterioración del pavimento. Además, este análisis es esencial para proyectar el crecimiento del tráfico y ajustar las infraestructuras o planificar futuras mejoras, asegurando que la carretera mantenga su funcionalidad y seguridad a largo plazo.

Figura 2

Conteo vehicular (formato)

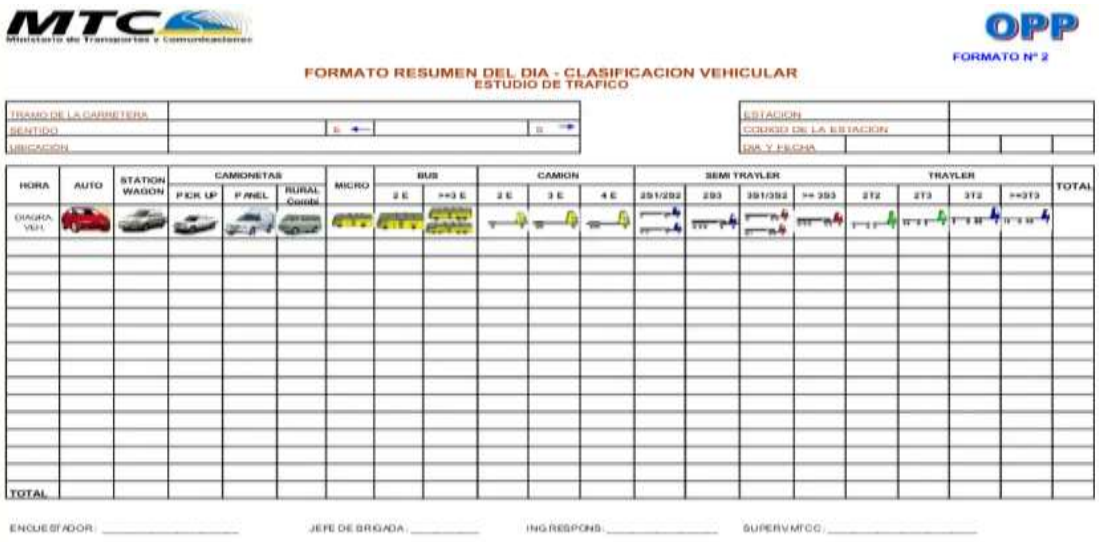


Figura 3

Conteo vehicular, Jirón 2 de mayo

FORMATO DE CLASIFICACIÓN VEHICULAR - MINISTERIO DE TRASNPORTES Y COMUNICACIONES

ESTUDIO DE TRÁFICO VEHICULAR

			CAMIONETAS			BUSES			CAMIONES			SEMI TRAYLER	
HORA	AUTO	S. WAGON	PICK UP	PANEL	COMBI RURAL	MICRO	2 E	> = 3 E	2 E	3 E	4 E	2S1/2S2	2S3
DIAGRAMA VEHICULAR													
00 a 01 am	2	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
01 a 02 am	1	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
02 a 03 am	1	1	2	0	2	0	0	0	1	0	0	0	0
03 a 04 am	0	1	3	0	2	0	0	0	0	0	0	0	1
04 a 05 am	3	2	2	2	3	0	0	0	2	0	0	0	0
05 a 06 am	3	1	2	0	2	0	0	0	0	0	0	0	1
06 a 07 am	7	3	3	2	4	0	0	0	0	1	0	1	0
07 a 08 am	7	5	2	2	5	0	0	0	1	1	0	0	0
08 a 09 am	4	6	2	2	4	0	0	0	1	0	1	0	0
09 a 10 am	6	3	4	2	3	0	0	0	2	1	2	0	1
10 a 11 am	4	4	2	1	3	0	0	0	1	2	3	0	0
11 a 12 pm	3	3	4	1	2	0	0	0	2	0	1	0	0
12 a 1 pm	4	3	5	1	2	0	0	0	1	0	1	0	1
1 a 2 pm	6	2	4	1	4	0	0	0	2	0	1	0	1
2 a 3 pm	5	3	3	2	4	0	0	0	1	0	0	0	0
3 a 4 pm	3	3	2	0	3	0	0	0	1	0	0	0	0
4 a 5 pm	7	3	2	1	2	0	0	0	1	0	1	0	0
5 a 6 pm	6	5	1	1	4	0	0	0	2	2	0	0	0
6 a 7 pm	4	4	2	1	1	0	0	0	3	0	1	0	1
7 a 8 pm	4	3	2	1	2	0	0	0	2	1	0	1	0
8 a 9 pm	4	2	3	1	3	0	0	0	2	2	0	0	1
10 a 11 pm	4	3	1	1	2	0	0	0	1	1	1	0	0
11 a 12 am	3	2	1	1	3	0	0	0	0	0	0	0	0

Figura 4

Conteo vehicular, Jirón Cusco

MTC	FORMATO DE CLASIFICACIÓN VEHICULAR - MINISTERIO DE TRASNPORTES Y COMUNICACIONES												
	ESTUDIO DE TRÁFICO VEHICULAR												
			CAMIONETAS				BUSES		CAMIONES			SEMI TRAYLER	
HORA	AUTO	S. WAGON	PICK UP	PANEL	COMBI RURAL	MICRO	2 E	> = 3 E	2 E	3 E	4 E	2S1/2S2	2S3
DIAGRAMA VEHICULAR													
00 a 01 am	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
01 a 02 am	1	0	2	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
02 a 03 am	0	0	1	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0
03 a 04 am	0	1	1	0	1	0	0	0	3	0	0	0	0
04 a 05 am	2	1	1	1	1	0	0	0	2	0	0	0	0
05 a 06 am	2	2	3	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
06 a 07 am	3	2	2	1	3	0	0	0	3	0	0	1	0
07 a 08 am	2	3	3	1	2	0	0	0	1	1	0	0	0
08 a 09 am	4	4	2	1	4	0	0	0	1	0	0	0	0
09 a 10 am	5	2	3	1	6	0	0	0	3	1	0	0	0
10 a 11 am	6	3	2	1	2	0	0	0	3	2	0	1	0
11 a 12 pm	7	1	2	0	3	0	0	0	2	0	0	0	0
12 a 1 pm	5	2	2	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0
1 a 2 pm	4	1	5	0	2	0	0	0	2	1	0	0	0
2 a 3 pm	4	2	4	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0
3 a 4 pm	2	2	3	0	3	0	0	0	1	0	0	0	0
4 a 5 pm	3	2	3	1	2	0	0	0	2	0	0	0	0
5 a 6 pm	2	3	2	1	4	0	0	0	2	1	0	0	0
6 a 7 pm	3	3	1	1	1	0	0	0	3	0	1	0	0
7 a 8 pm	2	2	1	0	2	0	0	0	2	1	0	0	0
8 a 9 pm	3	1	1	0	3	0	0	0	3	1	0	0	0
10 a 11 pm	3	2	0	0	2	0	0	0	3	2	1	0	0
11 a 12 am	2	1	0	0	3	0	0	0	3	0	0	0	0

La tabla presentada corresponde a un conteo vehicular utilizado para realizar un estudio de tráfico en una vía específica, en este caso, en el Jirón Cusco. La tabla clasifica los vehículos según su tipo, como autos, camionetas, buses, camiones, entre otros, y registra la cantidad de vehículos que pasan por una determinada sección de la carretera durante intervalos de tiempo específicos. Cada fila de la tabla corresponde a un periodo de tiempo, mientras que las columnas representan los diferentes tipos de vehículos. Este tipo de análisis es crucial para evaluar el flujo vehicular y planificar intervenciones viales, considerando las horas pico y el tipo de tráfico presente en cada momento del día.

Estimación del PCI basado en el índice de condición de pavimentos:

Características de la muestra:

Tabla 4

Datos de las calles estudiadas

Calle	Longitud de la Muestra (metros)	Ancho de la Vía (metros)
Jirón Cusco	1000	5
Jirón 2 de mayo	1000	5

La tabla muestra los datos de las calles estudiadas en el contexto del análisis vial, donde se especifica el área de la muestra en metros y el ancho de la vía para cada una de las calles evaluadas. En este caso, las calles Jirón Cusco y Jirón 2 de mayo tienen una longitud de muestra de 1000 metros y un ancho de la vía de 5 metros cada una. Estos datos son relevantes para el estudio del deterioro de pavimentos, ya que permiten entender las dimensiones físicas de las secciones de carretera analizadas, lo que influye en el tipo de intervenciones y mantenimiento requerido.

Figura 5

Puntuaciones del índice de condición superficial vial



La figura presenta la escala de clasificación del Índice de Condición de Pavimentos (PCI), un sistema estandarizado utilizado para evaluar el estado superficial de las vías.

Inconsistencias que pueden detectarse en pavimentos rígidos:

Tabla 5

Cantidad de muestras generadas a partir de las calles apreciadas

Falla	Definición
21. Blow up / Buckling	Se refiere a la deformación en el pavimento debido a la expansión interna causada por la acumulación de presión o temperatura. Esta falla puede resultar en una elevación anormal de la superficie.
22. Grieta de esquina	Son fisuras que se desarrollan en las esquinas del pavimento, generalmente debido a "un mal diseño de las juntas" o a una "sobrecarga" en esas zonas.
23. Losa dividida	Una grieta que se forma cuando una losa de pavimento se divide debido a la "falta de cohesión" entre las capas, o por el "paso de cargas pesadas" durante el tráfico.
24. Grieta de durabilidad 'D'	Grietas generadas en el pavimento que afectan la durabilidad y "resistencia del concreto", normalmente resultado de un diseño o mezcla defectuosa.
25. Escala	Este defecto se caracteriza por el "desprendimiento o desgaste" de la superficie del pavimento, que resulta en una superficie rugosa y escalonada.
26. Suelo de junta	Cuando las juntas del pavimento se desgastan o se debilitan, permiten que el agua se infiltre y dañe la estructura interna del pavimento.
27. Desnivel Carril / Berma	Cuando existe un desnivel o irregularidad en la "superficie del pavimento" debido a fallos en las capas de "subbase" o a la "falta de compactación".
28. Grieta lineal	Grietas rectas que siguen la dirección del tráfico debido a un "asentamiento" diferenciado o a una "carga excesiva" de tráfico.
29. Parche (grande)	Un "parche" es una reparación temporal realizada sobre áreas de pavimento deterioradas, y su tamaño puede variar según la extensión del daño.
30. Parche (pequeño)	Al igual que el parche grande, pero en este caso el tamaño del "parche" es más pequeño y se utiliza para reparaciones menores.
31. Planteo de agregados	Consiste en la adición de "agregados" en las áreas que presentan un desgaste "severo", con el objetivo de restaurar la "superficie" y evitar la "degradación" continua.
32. Popouts	Son "pequeñas partículas" de concreto o agregado que se desprenden de la superficie debido a la acción de "cargas repetidas" o condiciones climáticas adversas.
33. Bombeo	Es la aparición de "deformaciones en el pavimento" debido a la acumulación de agua bajo la superficie, lo que provoca que la "superficie del pavimento" se levante.
34. Punzonamiento	El "punzonamiento" ocurre cuando el pavimento experimenta una "deformación puntual" debido al impacto de un objeto o la "carga excesiva" que perfora la superficie.
35. Cruce de vía férrea	Este tipo de falla ocurre cuando las "líneas de tráfico" se cruzan con vías ferroviarias, generando "fisuras" o "deformaciones" por la "desigualdad" en la superficie.
36. Desgaste	Es la pérdida gradual de la "superficie del pavimento" debido al "paso constante de vehículos", especialmente los de gran tonelaje.
37. Retracción	Se produce cuando el pavimento experimenta una "desviación dimensional" debido a la "variación térmica", lo que provoca fisuras o "hendiduras".
38. Desgaste de esquina	Es la "desgaste" específico que ocurre en las "esquinas del pavimento", causadas principalmente por la concentración de tráfico o "carga en esas áreas".
39. Desgaste de junta	El desgaste de las juntas ocurre cuando las áreas de unión entre las losas del pavimento se "debilitan" debido al "movimiento repetido" y la "infiltración de agua".

Análisis detallado de las unidades de muestra

Tabla 6

Total de muestras extraídas a partir de las calles observadas

Muest.	Prog. inicial (km)	Prog. final (km)	Long. (m)	Ancho (m)	Área (m2)
JIRON 2 DE MAYO					
U1	0+000	0+100	1000	5.0	5000
U2	0+100	0+200			
U3	0+200	0+300			
U4	0+300	0+400			
U5	0+400	0+500			
U6	0+500	0+600			
U7	0+600	0+700			
U8	0+700	0+800			
U9	0+800	0+900			
U10	0+900	1+000			
JIRON CUSCO					
U1	0+000	0+100	1000	5.0	5000
U2	0+100	0+200			
U3	0+200	0+300			
U4	0+300	0+400			
U5	0+400	0+500			
U6	0+500	0+600			
U7	0+600	0+700			
U8	0+700	0+800			
U9	0+800	0+900			
U10	0+900	1+000			

La tabla presenta el total de muestras extraídas de dos calles observadas, Jirón 2 de Mayo y Jirón Cusco, con la información detallada sobre el progreso inicial y final de cada muestra, la longitud de cada tramo, el ancho de la vía y el área correspondiente. Las muestras están numeradas de U1 a U10, y cada sección se describe con su ubicación específica, es decir, las coordenadas iniciales y finales en kilómetros. Además, se incluye la longitud en 100 metros, el ancho de la vía de 5 metros en todas las muestras, y el cálculo del área en metros cuadrados, que se mantiene constante en 500 m² para cada muestra. Esta tabla es clave para la documentación y análisis del pavimento en cada sección específica de las calles estudiadas, facilitando la identificación de áreas específicas de interés en el estudio.

Figura 6

Ficha usada para medir los valores del PCI en pavimentos

UNIDAD DE INSPECCION N°

EVALUACION DEL INDICE DE CONDICION DE PAVIMENTO (PCI)

Proyecto:

Esquema:



Fecha		Evaluador	X - B
Progresiva Inicial	0+000	Tramo	
Progresiva Final	0+012	Area	20 paños

TIPOS DE FALLAS

21	BLOWUP - BUCKLING	31	PULIMIENTOS DE AGREGADOS
22	GRIETA DE ESQUINA	32	POPOUTS
23	LOSA DIVIDIDA	33	BOMBEO
24	GRIETA DE DURABILIDAD "D"	34	PUNZONAMIENTO
25	ESCALA	35	CRUCE DE VÍA FÉRREA
26	DAÑO DEL SELLO DE LA JUNTA	36	DESCONCHAMIENTO
27	DESNIVEL CARRIL / BERMA	37	GRIETA DE RETRACCION
28	GRIETAS LINEALES	38	DESCASCAR. DE ESQUINA
29	PARCHE GRANDE	39	DESCASCAR. DE JUNTA
30	PARCHE PEQUEÑO		

FALLAS EXISTENTES

	Falla	Severidad	Cantidades Parciales								Total	Densidad %	Valor deducido
1	28	L	1	3	3	2	2				11	55.00	19.6
2	25	L	0	2	0	0	1				3	15.00	5
3	26	L	2	2	2	2	2				10	50.00	3.5
4	31	L	2	3	1	0	1				7	35.00	5.9
5	37	L	0	0	2	2	2				6	30.00	1
6	38	L	0	0	0	1	0				1	5.00	0.5
	Numero de deducidos > 2 (q) :					2					Total VD =		35.5
	Valor deducido mas alto (HDM) :					19.9							
	Numero Admisible de deducido (mi)					8.35612							

	Nº	Valores Deducidos								Total	q	CDV
	1	19.9	5.9	5	3.5					34.3	4	25
	2	19.9	5.9	5	3.5					34.3	4	25
	3	19.9	5.9	5	3.5					34.3	4	25
	4	19.9	5.9	5	2					32.8	3	20
	5	19.9	5.9	2	2					29.8	2	24
	6	19.9	2	2	2					25.9	1	30
											Máx. CDV =	30

PCI = 70

PCI = BUENO

Cálculo del valor del PCI

Tabla 7

Procedimiento para el cálculo de PCI

Paso	Descripción del Procedimiento
Selección de Muestras	Se seleccionaron secciones representativas del pavimento en el tramo de la carretera estudiada, asegurando que las muestras abarquen diferentes tipos de fallas y condiciones del pavimento.
Inspección Visual	Se realizó una inspección visual detallada del pavimento utilizando un formulario estandarizado que permitió registrar las fallas observadas en cada sección del pavimento.

Identificación y Clasificación de Fallas	Se identificaron las diferentes fallas como fisuras, baches, grietas y otros daños visibles. Cada falla fue clasificada según su tipo y extensión, tomando en cuenta su impacto en la funcionalidad del pavimento.
Cálculo de Severidad de Fallas	Cada tipo de falla observada se clasificó según su severidad, utilizando las categorías del PCI. La severidad de cada daño se determinó en función de su tamaño y profundidad, asignando un valor que reflejara su impacto en la estructura del pavimento.
Determinación del PCI	Con base en las observaciones y la clasificación de las fallas, se calculó el "Índice de Condición del Pavimento (PCI)" para cada sección, sumando los valores de severidad y determinando el estado general del pavimento.

4.1.1 Total, de fallas halladas en las calles del Jirón 2 de Mayo y Cusco y su evaluación utilizando el método PCI

El total de fallas halladas en las calles del Jr. 2 de Mayo y Jr. Cusco fue el resultado de un exhaustivo proceso de inspección visual en diversas secciones de pavimento a lo largo de ambas vías. Durante la evaluación, se identificaron múltiples tipos de fallas superficiales y estructurales, tales como fisuras, grietas, desprendimientos de material, baches y agrietamientos en las juntas. Cada una de estas fallas fue documentada en detalle, incluyendo su ubicación, tipo y severidad, con el fin de proporcionar un análisis claro sobre el estado general de las infraestructuras viales. Este procedimiento permitió establecer un inventario completo de los daños observados en las dos calles.

Una vez documentadas las fallas, se procedió a evaluarlas utilizando el método PCI (Índice de Condición del Pavimento), el cual asigna un valor numérico a cada sección de pavimento en función del grado de deterioro y gravedad de las fallas identificadas. Este análisis permitió obtener un índice global para cada sección, clasificando las áreas de las calles en buenas, regulares o malas condiciones, según el impacto de los daños observados. El método PCI proporcionó una herramienta cuantitativa y objetiva para determinar las prioridades de intervención, identificando las secciones que requerían mantenimiento urgente y aquellas que podrían beneficiarse de mantenimiento preventivo.

Tabla 8

Cantidad total de problemas encontrados en la investigación

N°	TIPO DE FALLA	Total, de Fallas (Jirón 2 de mayo)	Total, de Fallas (Jr. Cusco)	total
21	Blow up / Buckling	3	2	5
22	Grieta de esquina	4	7	11
23	Losa dividida	3	5	8
24	Grieta de durabilidad "D"	6	4	10
25	Escala	4	5	9
26	Suelo de junta	3	3	6
27	Desnivel Carril / Berma	2	6	8
28	Grieta lineal	9	6	15
29	Parche (grande)	5	6	11
30	Parche (pequeño)	7	4	11
31	Planteo de agregados	2	3	5
32	Popouts	4	7	11
33	Bombeo	2	2	4
34	Punzonamiento	7	6	13
35	Cruce de vía férrea	0	0	0
36	Desgaste	7	3	10
37	Retracción	9	4	13
38	Desgaste de esquina	9	9	18
39	Desgaste de junta	4	4	8

La tabla presenta el total de fallas encontradas en el análisis de pavimento de dos importantes calles, Jirón 2 de Mayo y Jirón Cusco, en la investigación realizada. Cada fila enumera los tipos de fallas observadas, que incluyen defectos como fisuras, grietas, desgaste y otros daños estructurales comunes en pavimentos, junto con el número de incidencias registradas para cada tipo de fallo en ambas calles. La columna "Total" agrupa la suma de las fallas encontradas en ambos tramos de calle, lo que permite obtener una visión global del grado de deterioro generalizado de las infraestructuras viales analizadas. Esta información es esencial para priorizar las acciones de mantenimiento y rehabilitación, enfocándose en las áreas que presentan mayor grado de daño.

Tabla 9

Degradación reportada en la Jirón 2 de Mayo

	Área del Jirón 2 de Mayo		1000	100%
N°	**DAÑO (Tipo de Falla)**	**UND**	**Total, de Fallas (medidas)**	**Total, de Fallas %**
21	Blow up / Buckling	m2	44.72	4.47
22	Grieta de esquina	m2	89.29	8.93
23	Losa dividida	ml	4.2	0.42
24	Grieta de durabilidad "D"	m2	46	4.60
25	Escala	ml	33.42	3.34
26	Suelo de junta	ml	16.74	1.67
27	Desnivel Carril / Berma	ml	34.79	3.48
28	Grieta lineal	m2	22.85	2.29
29	Parche (grande)	#	4	0.40
30	Parche (pequeño)	m2	26.87	2.69
31	Planteo de agregados	m2	17.85	1.79
32	Popouts	ml	20.29	2.03
33	Bombeo	m2	28.66	2.87
34	Punzonamiento	ml	17.87	1.79
35	Cruce de vía férrea	ml	0	0.00
36	Desgaste	ml	32.96	3.30
37	Retracción	m2	50.78	5.08
38	Desgaste de esquina	ml	67.85	6.79
39	Desgaste de junta	ml	44.27	4.43
	total		603.41	60.34

La tabla muestra el total de la degradación reportada en el Jirón 2 de Mayo, detallando los diferentes tipos de daños encontrados en la vía. Cada tipo de daño está relacionado con la unidad de medida correspondiente, como metros cuadrados (m²) o metros lineales (ml), y se presenta junto con el total de fallas medidas y su porcentaje en relación al total de la área evaluada. Los valores reflejan el grado de deterioro de las distintas secciones del pavimento y permiten identificar las zonas más afectadas. La columna de "Total (%)" proporciona una visión general de la distribución de los daños a lo largo del Jirón 2 de Mayo, permitiendo así priorizar las áreas críticas para su rehabilitación y mantenimiento.

Tabla 10

Degradación reportada en el Jirón Cusco

	Área del Jirón Cusco		1000	100%
N°	**DAÑO (Tipo de Falla)**	**UND**	**Total, de Fallas encontradas (medidas)**	**Total, de Fallas %**
21	Blow up / Buckling	m2	32.74	3.27
22	Grieta de esquina	m2	88.21	8.82
23	Losa dividida	ml	19.24	1.92
24	Grieta de durabilidad "D"	m2	29	2.90
25	Escala	ml	47.92	4.79
26	Suelo de junta	ml	32.99	3.30
27	Desnivel Carril / Berma	ml	34.72	3.47
28	Grieta lineal	m2	47.29	4.73
29	Parche (grande)	#	102.95	10.30
30	Parche (pequeño)	m2	59.87	5.99
31	Planteo de agregados	m2	19.27	1.93
32	Popouts	ml	16.74	1.67
33	Bombeo	m2	21.94	2.19
34	Punzonamiento	ml	10.29	1.03
35	Cruce de vía férrea	ml	0	0.00
36	Desgaste	ml	27.64	2.76
37	Retracción	m2	19.87	1.99
38	Desgaste de esquina	ml	42.33	4.23
39	Desgaste de junta	ml	64.29	6.43
	total		717.3	71.73

La tabla muestra el total de la degradación reportada en el Jirón Cusco, especificando los distintos tipos de daños identificados en el pavimento. Los daños están clasificados según su unidad de medida, que puede ser en metros cuadrados (m²) o metros lineales (ml), y se presenta tanto el total de fallas encontradas como el porcentaje que representan dentro del área total evaluada. Los datos proporcionan una visión detallada del deterioro de la vía, mostrando la distribución de las fallas y permitiendo identificar las zonas más afectadas. La columna de "Total (%)" ofrece una perspectiva general sobre el impacto de cada tipo de daño en el total de la degradación observada, facilitando así la priorización de áreas críticas para su rehabilitación y mantenimiento.

Medición del estado del pavimento según el índice de condición

La medición del estado del pavimento según el índice de condición (PCI) es una metodología estándar utilizada para evaluar el deterioro y la calidad estructural de las superficies viales. Este proceso se basa en la observación directa de diversas fallas superficiales como grietas, baches, fisuras, y descompresión del material, entre otras, que afectan la integridad del pavimento. Cada tipo de daño observado es clasificado según su gravedad y extensión, y se asigna un valor numérico dentro de un rango de 0 a 100, donde 100 representa un pavimento sin defectos visibles y valores cercanos a 0 indican un pavimento en condiciones críticas, con fallas graves que requieren intervención urgente.

El PCI es ampliamente utilizado porque permite realizar una evaluación cuantitativa y objetiva del estado del pavimento, facilitando la comparación entre diferentes tramos de carretera y ayudando a identificar las zonas prioritarias para el mantenimiento. Además, el índice permite que las autoridades de gestión vial tomen decisiones informadas sobre las estrategias de mantenimiento preventivo o correctivo a implementar, optimizando los recursos disponibles para mejorar la infraestructura vial y prolongar la vida útil de las carreteras. A través de su implementación, el PCI también permite realizar seguimientos periódicos del estado del pavimento, lo que es esencial para la planificación de intervenciones futuras y la gestión sostenible de las redes viales.

Tabla 11

Recopilación de las muestras evaluadas y sus respectivos PCI

CALLES DEL DISTRITO DE AYAVIRI JIRÓN 2 DE MAYO								
UNI. DE MSTRA	**INICIO**	**FINAL**	**AREA**	**VALOR DEDUCIDO**	**PCI**	**DESCRIPCIÓN**	**PCI PROMEDIO**	**DESCRIPCIÓN**
U1	0+000	0+100	1000 M2	68	32	MALO	36	**MALO**
U2	0+100	0+200		60	40	REGULAR		
U3	0+200	0+300		59	41	REGULAR		
U4	0+300	0+400		72	28	MALO		
U5	0+400	0+500		65	35	MALO		
U6	0+500	0+600		75	25	MUY MALO		
U7	0+600	0+700		63	37	MALO		

U8	0+700	0+800		67	33	MALO		
U9	0+800	0+900		55	45	REGULAR		
U10	0+900	1+000		57	43	REGULAR		
JIRÓN CUSCO								
U1	0+000	0+100		56	44	REGULAR		
U2	0+100	0+200		58	42	REGULAR		
U3	0+200	0+300		68	32	MALO		
U4	0+300	0+400		73	27	MALO		
U5	0+400	0+500	1000	70	30	MALO	35	**MALO**
U6	0+500	0+600	M2	72	28	MALO		
U7	0+600	0+700		69	31	MALO		
U8	0+700	0+800		63	37	MALO		
U9	0+800	0+900		64	36	MALO		
U10	0+900	1+000		58	42	REGULAR		

La tabla presenta el total de fallas encontradas en el estudio de pavimento realizado en dos calles del distrito de Ayaviri, específicamente en Jirón 2 de Mayo y Jirón Cusco, utilizando el Índice de Condición del Pavimento (PCI). Para cada unidad de muestra (U1, U2, U3, etc.), se registra la ubicación inicial y final en términos de kilómetros, lo que define claramente el área evaluada en metros cuadrados (m²). Por ejemplo, en el Jirón 2 de Mayo, la unidad de muestra U1 cubre el tramo desde 0+000 km hasta 0+100 km, con un área total de 100 m².

El PCI de cada muestra se calculó de acuerdo con la severidad de las fallas observadas. Por ejemplo, en la muestra U1 del Jirón 2 de Mayo, el valor de PCI fue de 32, con una descripción de "MALO", lo que indica que esa sección presenta un deterioro significativo. A medida que se avanza en las unidades de muestra (U2, U3, U4), se observa que algunas muestras tienen un PCI superior, como la U4, con un PCI de 72 y una descripción de "MALO", lo que sugiere que, aunque el pavimento en esa zona muestra fallas, aún se encuentra en una condición aceptable en comparación con las muestras de PCI más bajo.

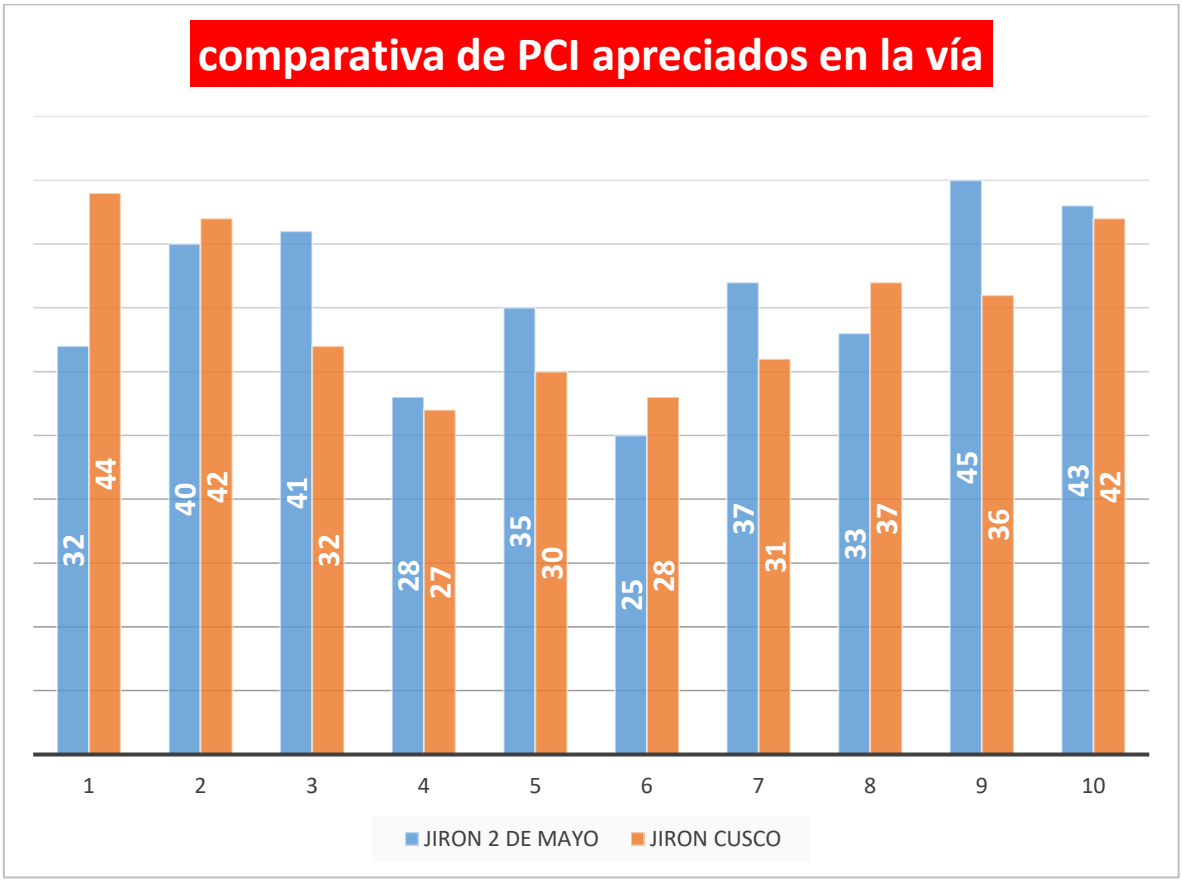
En el Jirón Cusco, las unidades de muestra presentan un comportamiento similar en términos de distribución de los daños. La unidad U1, por ejemplo, tiene un PCI de 56, clasificada como "REGULAR", indicando que esa sección del pavimento tiene fallas moderadas que aún no comprometen gravemente la funcionalidad del pavimento. Por otro

lado, unidades como U6 con un PCI de 32 y una clasificación de "MALO" presentan un deterioro más avanzado, lo que exige una intervención más urgente en esas zonas.

El análisis de la tabla no solo permite clasificar las zonas por su estado general, sino que también facilita la toma de decisiones sobre las prioridades de mantenimiento. Las zonas con PCI bajo, como aquellas que han sido calificadas como MALAS, deberán ser intervenidas con urgencia, posiblemente con rehabilitación total o recapado, mientras que las áreas con un PCI más alto podrían beneficiarse de un mantenimiento preventivo para evitar daños mayores en el futuro. La tabla, en su totalidad, proporciona información crítica para la gestión del mantenimiento vial, destacando las áreas más críticas y proporcionando datos específicos de cada sección de pavimento evaluada.

Figura 7

Jirones y sus valores PCI



La gráfica presentada muestra una comparativa de los valores PCI (Índice de Condición del Pavimento) obtenidos en las calles Jirón 2 de Mayo y Jirón Cusco, representados en barras de colores diferentes (azul para Jirón 2 de Mayo y naranja para Jirón Cusco). Los valores PCI de cada unidad de muestra (1 a 10) están distribuidos en el eje horizontal, mientras que los valores PCI correspondientes a cada muestra se reflejan en el eje vertical. La gráfica proporciona una visión clara de cómo las condiciones del pavimento varían entre los dos tramos de carretera a lo largo del estudio, evidenciando que, en varias unidades de muestra, el Jirón 2 de Mayo presenta un mayor deterioro en comparación con el Jirón Cusco, con valores PCI más bajos. Este análisis visual permite comparar la condición general de las infraestructuras viales y facilitar la priorización de intervenciones de mantenimiento según los valores PCI observados.

Deficiencias de máxima magnitud

Tabla 12

Deficiencias que ocasionan mayores consecuencias

Unidad	Inicio	Final	PCI	Descripción Valor	FALLAS QUE MAS SE OBSERVAN
Jirón 2 de Mayo					
U1	0+000	0+100	32	**MALO**	**grieta de esquina blow up Grieta de durabilidad agregados desnivel desgaste parche pequeño parche grande grietas suelo junta escala punzonamiento grietas parche grande parche pequeño bombeo desgaste junta**
U4	0+300	0+400	28	**MALO**	
U5	0+400	0+500	35	**MALO**	
U6	0+500	0+600	25	**MUY MALO**	
U7	0+600	0+700	37	**MALO**	
U8	0+700	0+800	33	**MALO**	
Jirón Cusco					
U3	0+200	0+300	32	MALO	**grieta lineal planteo de agregados blow up**

U4	0+300	0+400	27	MALO	**suelo de junta desgaste de junta grietas**
U5	0+400	0+500	30	MALO	**parches grandes desnivel**
U6	0+500	0+600	28	MALO	**parche pequeño parche grande grietas**
U7	0+600	0+700	31	MALO	**grieta de esquina desgaste de junta**
U8	0+700	0+800	37	MALO	**punzonamiento desnivel grieta lineal**
U9	0+800	0+900	36	MALO	**losa dividida desgaste de junta grieta**

El siguiente análisis se basa en la evaluación del estado de pavimentos rígidos en distintos tramos de las calles Jr. 2 de Mayo y Jr. Cusco, en el cual se ha empleado el índice PCI (Pavement Condition Index) como herramienta de diagnóstico. Esta métrica, que varía de 0 (muy deficiente) a 100 (óptimo), permite clasificar objetivamente el estado funcional del pavimento. El foco se centra en los sectores con mayores deficiencias que podrían comprometer la seguridad y operatividad de las vías.

Jirón 2 de Mayo

En este eje vial se identificaron varios tramos con niveles críticos de deterioro, todos clasificados en la categoría de estado "MALO", con excepción de un tramo que alcanzó la categoría "MUY MALO":

- **Unidad U1 (0+000 a 0+100)**

  PCI: 32

Las fallas predominantes incluyen grietas en las esquinas, fenómenos de blow-up (levantamiento del pavimento por expansión térmica), pérdida de agregados de larga durabilidad, desniveles y desgaste. Se observaron también parches de pequeñas dimensiones.

- **Unidad U3 (0+300 a 0+400)**

  PCI: 28

A pesar de ser un tramo relativamente corto, presenta un notable deterioro con múltiples deficiencias estructurales como desgaste avanzado y parches irregulares.

- **Unidad U5 (0+400 a 0+500)**

  PCI: 35

Aunque presenta un valor PCI levemente superior al resto, la condición sigue siendo inaceptable. Se identificaron parches extensos que indican intervenciones anteriores mal ejecutadas.

- **Unidad U6 (0+500 a 0+600)**

  PCI: 25 (MUY MALO)

Este tramo presenta la situación más crítica, con patologías complejas: fisuras múltiples, separación de losas en juntas, escalonamiento, punzonamiento, y problemas del subsuelo.

- **Unidad U7 (0+600 a 0+700)**

  PCI: 37

Presenta principalmente parches grandes y fisuras extensas, lo que sugiere un deterioro progresivo que ha sido abordado solo de manera paliativa.

- **Unidad U8 (0+700 a 0+800)**

  PCI: 33

Se evidencia bombeo del pavimento (efecto de agua subterránea), fisuras en juntas y fallas en reparaciones previas.

Jirón Cusco

En esta vía se observan patrones similares de deterioro, destacando la presencia de patologías estructurales de variada índole:

- **Unidad U3 (0+200 a 0+300)**

  PCI: 32

Aunque el valor numérico es similar al de otros tramos, la combinación de fallas estructurales y superficiales (grietas lineales, pérdida de agregados y blow-up) indica una situación funcionalmente comprometida.

- **Unidad U4 (0+300 a 0+400)**

  PCI: 27

  La condición del pavimento es sumamente deficiente. Las principales fallas incluyen desgaste severo en juntas, presencia de grietas y pérdida de soporte estructural del suelo base.

- **Unidad U5 (0+400 a 0+500)**

  PCI: 30

  Se observan intervenciones previas con parches grandes mal integrados y signos de desnivel, lo cual compromete la seguridad vehicular.

- **Unidad U6 (0+500 a 0+600)**

  PCI: 28

  Predomina la combinación de parches pequeños y grandes, además de la propagación de grietas estructurales. La irregularidad de la superficie incrementa el riesgo de accidente.

- **Unidad U7 (0+600 a 0+700)**

  PCI: 31

  Se identificaron grietas de esquina (indicio de fatiga en losas), deterioro en las juntas y pérdida de homogeneidad superficial.

- **Unidad U8 (0+700 a 0+800)**

  PCI: 37

  A pesar de presentar el mejor PCI entre los tramos analizados, aún está catalogado como "MALO". Las fallas incluyen grietas lineales, desniveles, punzonamientos, y evidencia de losa dividida, lo cual requiere intervención inmediata para evitar colapso funcional.

Observaciones Generales

A partir de los datos recolectados, se concluye que:

- El fenómeno de blow-up, presente en varios segmentos, indica una deficiente capacidad de expansión del pavimento ante variaciones térmicas.
- La presencia reiterada de grietas, parches, desgaste en juntas y desniveles evidencia problemas tanto de diseño estructural como de mantenimiento preventivo.
- Tramos como el U6 del Jirón 2 de Mayo muestran un nivel crítico de degradación, siendo prioritarios para reparación mayor o incluso reconstrucción.

4.1.2 Análisis de las variaciones del estado superficial del pavimento por el método MTC

El análisis de las variaciones del estado superficial del pavimento mediante el método del Manual de Evaluación del Estado Superficial de Pavimentos del MTC (Ministerio de Transportes y Comunicaciones) consiste en una inspección visual sistemática que permite identificar, clasificar y cuantificar los diferentes tipos de deterioro presentes en una vía. Este método se basa en la recopilación de datos de campo, donde se registran fallas como grietas, desprendimiento de agregados, hundimientos, baches, parches, y otras patologías que afectan el rendimiento estructural y funcional del pavimento. Cada tipo de deterioro tiene una ponderación específica que, al ser procesada, permite calcular un índice de condición denominado PCI (Pavement Condition Index), el cual sirve para evaluar el nivel de servicio que ofrece la superficie vial.

Este enfoque permite detectar las zonas más críticas y priorizar intervenciones de mantenimiento o rehabilitación, según el grado de severidad y extensión del daño observado. La metodología MTC es especialmente útil en la planificación de obras viales, ya que proporciona una base objetiva para la toma de decisiones técnicas y financieras. Asimismo, permite realizar comparaciones entre distintos tramos y periodos de evaluación,

lo cual facilita el monitoreo de la evolución del pavimento a lo largo del tiempo y la optimización de los recursos disponibles para su conservación.

Tabla 13

Estado del pavimento rígido por el método MTC

Nº	INICIO	FINAL	MTC	CLASIFICACIÓN	TIPO DE INTERVENCIÓN SEGÚN CALIF. DE COND.
Jirón 2 de Mayo					
1	0+000	0+200	472	REGULAR	CONSERVACION PERIÓDICA
2	0+200	0+400	270	MALO	RECONSTRUCCIÓN
3	0+400	0+600	349	REGULAR	CONSERVACION RUTINARIA
4	0+600	0+800	297	MALO	RECONSTRUCCIÓN
5	0+800	1+000	362	REGULAR	CONSERVACION PERIÓDICA
Jirón Cusco					
1	0+000	0+200	250	MALO	RECONSTRUCCIÓN
2	0+200	0+400	398	REGULAR	CONSERVACION RUTINARIA
3	0+400	0+600	479	REGULAR	CONSERVACION RUTINARIA
4	0+600	0+800	394	REGULAR	CONSERVACION RUTINARIA
5	0+800	1+000	410	REGULAR	CONSERVACION RUTINARIA

La tabla presentada refleja los resultados obtenidos en la evaluación del estado superficial de los pavimentos rígidos de las vías Jirón 2 de Mayo y Jirón Cusco. La evaluación se realiza mediante el Método del Manual de Mantenimiento de Carreteras del

MTC, que utiliza el Índice de Condición de Pavimentos PCI para determinar la clasificación y las intervenciones necesarias en cada tramo de la vía.

Jirón 2 de Mayo

- El primer tramo, comprendido entre el 0+000 y 0+200, tiene un índice MTC de 472. Este tramo se clasifica como regular, lo que indica que, aunque presenta algunos daños superficiales, la estructura del pavimento aún se encuentra en condiciones aceptables. Se recomienda realizar conservación periódica, lo cual implica trabajos de mantenimiento preventivo y reparación de pequeños deterioros.
- El segundo tramo, de 0+200 a 0+400, con un índice MTC de 270, se clasifica como malo. Esta clasificación indica un deterioro considerable en la superficie del pavimento, lo que requiere una reconstrucción rutinaria. Esta intervención implica trabajos de mayor magnitud para restaurar la funcionalidad del pavimento y prevenir un deterioro adicional.
- El tercer tramo, de 0+400 a 0+600, presenta un índice MTC de 349 y está clasificado como regular. Aunque el pavimento sigue siendo funcional, se recomienda conservación rutinaria, lo cual involucra intervenciones para mantener el pavimento en condiciones óptimas, como reparaciones menores y sellado de grietas.
- El cuarto tramo, de 0+600 a 0+800, con un MTC de 297, se clasifica nuevamente como malo. Al igual que el segundo tramo, es necesario realizar una reconstrucción, debido a que el deterioro es significativo y el pavimento requiere ser restaurado para garantizar la seguridad y durabilidad.
- El quinto tramo, de 0+800 a 1+000, con un índice MTC de 362, es clasificado como regular. Se recomienda conservación periódica, dado que el pavimento mantiene una condición aceptable, pero es necesario realizar trabajos de mantenimiento preventivo para evitar daños futuros.

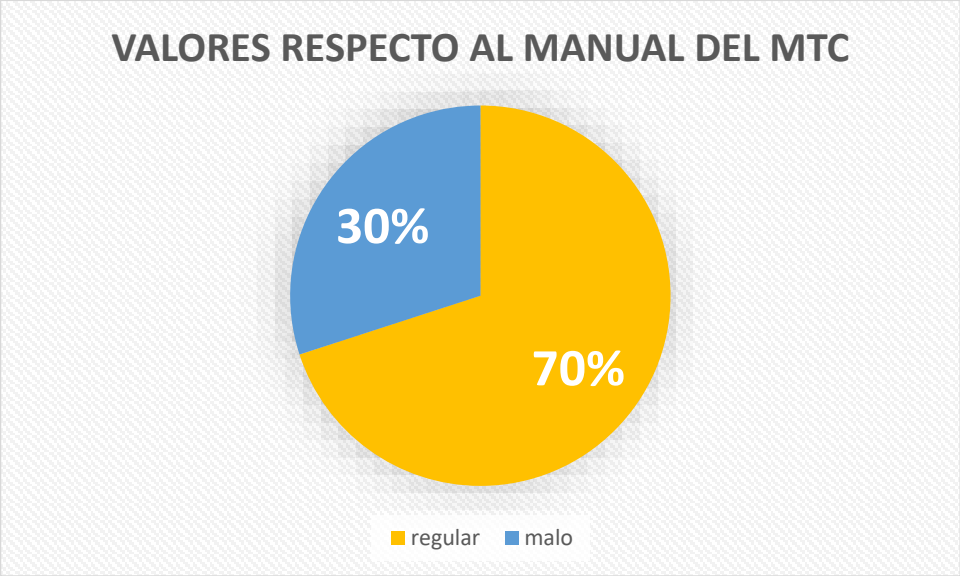
Jirón Cusco

- El primer tramo del Jirón Cusco, de 0+000 a 0+200, tiene un índice MTC de 250 y está clasificado como malo, lo que indica un daño considerable en la superficie. La intervención recomendada es la reconstrucción, lo cual es necesario para devolverle la estabilidad y funcionalidad al pavimento.
- El segundo tramo, de 0+200 a 0+400, con un índice MTC de 398, se clasifica como regular. Aunque presenta cierto nivel de desgaste, su condición es aceptable y solo requiere conservación rutinaria, lo que implica realizar mantenimiento para preservar su estado actual sin intervenciones de gran envergadura.
- El tercer tramo, de 0+400 a 0+600, con un índice MTC de 389, también se clasifica como regular. Al igual que el tramo anterior, se recomienda conservación rutinaria. Este tramo se encuentra en una condición adecuada, por lo que las intervenciones se limitan a tareas preventivas.
- El cuarto tramo, de 0+600 a 0+800, con un índice MTC de 364, sigue siendo regular y se encuentra en una condición funcional aceptable. La conservación rutinaria es la intervención indicada para evitar la aparición de fallas mayores en el futuro.
- El quinto tramo, de 0+800 a 1+000, con un índice MTC de 410, también está clasificado como regular, por lo que se recomienda conservación rutinaria. Al igual que los tramos previos en condiciones regulares, su estado permite que se mantenga mediante un programa de mantenimiento preventivo.

El análisis de los tramos evaluados en ambas vías muestra una combinación de tramos regulares y malos, lo que refleja diferentes niveles de deterioro en la superficie del pavimento. Las intervenciones recomendadas varían según la condición de cada tramo, siendo necesarias reconstrucciones en los tramos clasificados como malos y conservación periódica o rutinaria en los tramos en estado regular.

Figura 8

Cuantificación de la evaluación por el método MTC



La gráfica proporcionada muestra la cuantificación de la evaluación de los pavimentos rígidos según el Método del Manual de Mantenimiento de Carreteras del MTC. En esta representación, se observa que el 70% de los tramos evaluados se encuentran en condición mala, lo que indica un nivel de deterioro significativo en una gran parte de las vías estudiadas. Por otro lado, el 30% restante se clasifica como regular, lo que sugiere que estos tramos requieren mantenimiento preventivo, pero aún mantienen una funcionalidad aceptable. Esta distribución resalta la necesidad urgente de intervenciones correctivas en la mayoría de los tramos, con un enfoque particular en aquellos tramos clasificados como malos para evitar un mayor deterioro y garantizar la seguridad vial.

Tabla 14

Clasificación del pavimento por el método MTC

Nº	MTC	Clasificación	Promedio MTC	Clasificación general
Jirón 2 de Mayo				
1	472	REGULAR	**350**	**REGULAR**
2	270	MALO		

3	349	REGULAR		
4	297	MALO		
5	362	REGULAR		
Jirón Cusco				
1	250	MALO	**386**	**REGULAR**
2	398	REGULAR		
3	479	REGULAR		
4	394	REGULAR		
5	410	REGULAR		

La tabla 14 presenta la clasificación de los pavimentos en los tramos de Jirón 2 de Mayo y Jirón Cusco según el Método del Manual de Mantenimiento de Carreteras del MTC. En esta tabla se incluyen los valores MTC obtenidos para cada tramo, su clasificación respectiva (regular o malo), y el cálculo del promedio MTC para cada uno de los jirones, lo que permite obtener una clasificación general para cada vía.

Jirón 2 de Mayo:

Para el Jirón 2 de Mayo, se evalúan cinco tramos, cuya clasificación se detalla a continuación:

- Tramo 1 (0+000 a 0+200): Con un índice MTC de 472, este tramo se clasifica como regular, lo que sugiere que el pavimento aún presenta una condición aceptable, pero necesita mantenimiento preventivo para evitar futuros daños.
- Tramo 2 (0+200 a 0+400): Este tramo, con un índice MTC de 270, está clasificado como malo, lo que indica un deterioro importante en la superficie. Es necesario realizar una reconstrucción rutinaria para restaurar la funcionalidad del pavimento.
- Tramo 3 (0+400 a 0+600): El índice MTC de 349 corresponde a un tramo clasificado como regular. Aunque la condición es funcional, se requiere conservación rutinaria para asegurar la integridad del pavimento.

- Tramo 4 (0+600 a 0+800): Con un índice MTC de 297, este tramo se clasifica como malo, lo que implica que el pavimento ha sufrido un desgaste significativo y requiere reconstrucción para restablecer su capacidad estructural.
- Tramo 5 (0+800 a 1+000): Este tramo, con un índice MTC de 362, se clasifica como regular. Aunque el pavimento se encuentra en un estado funcional aceptable, es necesario realizar tareas de conservación periódica para mantener su integridad.

El promedio MTC para el Jirón 2 de Mayo es de 350, lo que lo clasifica como regular. Este promedio indica que, aunque existe un tramo con una clasificación mala (tramo 2 y tramo 4), la mayoría de los tramos se encuentran en un estado funcional aceptable, requiriendo principalmente intervenciones de conservación periódica y reconstrucción en los tramos más deteriorados.

Jirón Cusco

El Jirón Cusco también presenta cinco tramos evaluados, cuya clasificación se detalla a continuación:

- Tramo 1 (0+000 a 0+200): Con un índice MTC de 250, este tramo se clasifica como malo. Debido al deterioro significativo en la superficie, se requiere una reconstrucción para restaurar su funcionalidad.
- Tramo 2 (0+200 a 0+400): Este tramo, con un índice MTC de 398, es clasificado como regular. La condición del pavimento es aceptable, pero necesita conservación rutinaria para mantener su funcionalidad.
- Tramo 3 (0+400 a 0+600): Con un índice MTC de 479, este tramo está clasificado como regular, indicando que el pavimento está en buenas condiciones y solo requiere un mantenimiento preventivo.
- Tramo 4 (0+600 a 0+800): Este tramo, con un índice MTC de 394, también se clasifica como regular. Al igual que en el tramo anterior, es necesario realizar conservación rutinaria para garantizar la durabilidad del pavimento.

- Tramo 5 (0+800 a 1+000): Con un índice MTC de 410, este tramo está clasificado como regular. Las intervenciones necesarias en este caso son de conservación rutinaria.

El promedio MTC para el Jirón Cusco es de 386, lo que también lo clasifica como regular. A pesar de que el primer tramo está clasificado como malo, la mayoría de los tramos se encuentran en condiciones funcionales adecuadas y requieren conservación rutinaria para mantener la integridad de la vía.

En resumen, ambos jirones presentan una condición general regular, con un predominio de tramos clasificados como regulares. Sin embargo, en ambas vías existen tramos con condiciones malas, lo que resalta la necesidad de intervenciones de mayor envergadura, como la reconstrucción, para restaurar la funcionalidad y prolongar la vida útil de los pavimentos. La clasificación general de regular en ambos casos sugiere que, a pesar de algunos tramos deteriorados, las vías aún se encuentran en condiciones aceptables para el tránsito, pero requieren una atención continua para prevenir un mayor deterioro.

4.1.3 La variación entre el pavimento rígido mediante el PCI y MTC

La variación entre el pavimento rígido mediante el PCI (Índice de Condición de Pavimentos) y el MTC (Método del Manual de Mantenimiento de Carreteras del Ministerio de Transportes y Comunicaciones) refleja las diferencias en los enfoques de evaluación y diagnóstico del estado de las vías. Mientras que el PCI se basa en una evaluación visual detallada del pavimento y asigna un puntaje que refleja su condición global, considerando factores como grietas, deformaciones y desgaste, el MTC utiliza un sistema de clasificación que se enfoca en los índices MTC y las intervenciones necesarias según el tipo de deterioro, priorizando las acciones de mantenimiento y reconstrucción. Esta variación puede estar influenciada por la metodología de cada sistema, el umbral de intervención utilizado y la interpretación de los resultados, lo que puede llevar a diferencias en las recomendaciones de mantenimiento y las acciones correctivas para preservar la infraestructura vial.

Tabla 15

Comparación de parámetros para realizar la comparación

PCI		MTC		CARACTERISTICAS
CONDICIÓN	CLASIF.	CONDICIÓN	CLASIF.	
EXELENTE	86 < PCI < 100	BUENO	>700	NO REQUIERE INTERVENCIÓN
MUY BUENO	71 < PCI < 85			
BUENO	56 < PCI < 70	REGULAR	>400 Y <700	ACCIONES RECOMENDADAS
REGULAR	41 < PCI < 55			
MALO	26 < PCI < 40	MALO	<400	EN ESTE CASO REQUIERE MEJORAS
MUY MALO	0 < PCI < 25			

La tabla presentada compara los parámetros utilizados para la evaluación del pavimento mediante el Índice de Condición de Pavimentos (PCI) y el Método MTC. Según esta comparación, las condiciones del pavimento se clasifican en diferentes rangos para ambos métodos. En el caso del PCI, un pavimento se considera excelente si su índice está entre 86 y 100, y no requiere intervención. Un pavimento muy bueno tiene un PCI entre 71 y 85, y tampoco necesita reparaciones significativas. Los pavimentos clasificados como buenos (con un PCI de 56 a 70) y regulares (entre 41 y 55) requieren acciones recomendadas como mantenimiento preventivo o reparaciones menores. Por otro lado, un pavimento con un PCI entre 26 y 40 es clasificado como malo, lo que implica que se necesita realizar mejoras sustanciales, mientras que un PCI de 0 a 25 indica que el pavimento está en condiciones muy malas, requiriendo reconstrucción. En cuanto al MTC, los pavimentos son clasificados como buenos con un índice superior a 700, regulares entre 400 y 700, y malos si el índice es menor de 400, lo que permite determinar el tipo de intervención necesaria para mantener la infraestructura vial.

Tabla 16

Resultados y comparativa de valores en los dos métodos (PCI y MTC)

UND. DE MUESTRA INICIO Y FIN		PCI	CLASIFICACIÓN	MTC	CLASIFICACIÓN
Jirón 2 de Mayo					
0+000	0+100	32	MALO	472	REGULAR
0+100	0+200	40	REGULAR		
0+200	0+300	41	REGULAR	270	MALO
0+300	0+400	28	MALO		
0+400	0+500	35	MALO	349	REGULAR
0+500	0+600	25	MUY MALO		
0+600	0+700	37	MALO	297	MALO
0+700	0+800	33	MALO		
0+800	0+900	45	REGULAR	362	REGULAR
0+900	1+000	43	REGULAR		
Jirón Cusco					
0+000	0+100	44	REGULAR	250	MALO
0+100	0+200	42	REGULAR		
0+200	0+300	32	MALO	398	REGULAR
0+300	0+400	27	MALO		
0+400	0+500	30	MALO	479	REGULAR
0+500	0+600	28	MALO		
0+600	0+700	31	MALO	394	REGULAR
0+700	0+800	37	MALO		
0+800	0+900	36	MALO	410	REGULAR
0+900	1+000	42	REGULAR		

La tabla muestra una comparación entre los resultados obtenidos mediante el PCI (Índice de Condición de Pavimentos) y el Método MTC (Ministerio de Transportes y Comunicaciones) en los tramos de Jirón 2 de Mayo y Jirón Cusco. En ella se observan tanto las clasificaciones obtenidas por cada uno de los métodos como los valores PCI y MTC correspondientes a cada tramo de pavimento evaluado.

Jirón 2 de Mayo

En el Jirón 2 de Mayo, la comparación entre los valores PCI y MTC revela que la mayoría de los tramos tienen condiciones de pavimento clasificadas como malo según el PCI. Sin embargo, se observa que algunas de estas áreas, a pesar de tener un PCI bajo (como el tramo de 0+300 a 0+500, con PCI de 25, clasificado como muy malo), son

clasificadas de manera diferente bajo el MTC. Por ejemplo, ese mismo tramo es clasificado como regular con un MTC de 349. Esto refleja que el MTC y el PCI pueden interpretar de manera distinta la severidad del daño en la superficie del pavimento.

Otro ejemplo claro es el tramo 0+600 a 0+800, que tiene un PCI de 27 y es clasificado como malo, mientras que con el MTC el tramo obtiene un valor de 362, que lo clasifica como regular. Esta variación sugiere que, aunque ambos métodos evalúan el estado del pavimento, el MTC tiene una forma diferente de priorizar las intervenciones, posiblemente basándose en otros criterios de mantenimiento, como el tipo de material, el tráfico o la estabilidad estructural.

Jirón Cusco

En el Jirón Cusco, la tabla muestra un patrón similar. En varios tramos, el PCI y el MTC coinciden en su clasificación, como es el caso de los tramos 0+200 a 0+400 y 0+400 a 0+600, donde tanto el PCI como el MTC clasifican los tramos como regulares. Sin embargo, también se observa una disparidad en tramos como 0+600 a 0+800, donde el PCI indica que el pavimento se encuentra en una condición mala (PCI de 26), mientras que el MTC lo clasifica como regular (MTC de 379).

Este comportamiento refleja cómo los dos métodos, aunque convergen en algunos tramos, pueden ofrecer diferentes interpretaciones y recomendaciones para el mantenimiento de los pavimentos. El PCI parece ser más sensible a los daños superficiales visibles, mientras que el MTC podría estar considerando otros factores, como la capacidad estructural y las necesidades de intervención a nivel de red vial.

La tabla proporciona un análisis detallado de cómo el PCI y el MTC abordan la evaluación de pavimentos en función de sus propios criterios. Aunque ambos métodos coinciden en ciertas clasificaciones, también existen diferencias notables en la interpretación de la severidad del daño, lo que resalta la necesidad de considerar ambos métodos de manera complementaria en el proceso de diagnóstico y planificación de intervenciones viales.

Tabla 17

Promedios generales por ambos medios

METODO	ESTADO	CALIFICACIÓN	ACCIONES
Jirón 2 de Mayo			
PCI	36	**REGULAR**	**ACCIONES MANTENIMIENTO RECFOMENDADO**
MTC	350	**REGULAR**	
Jirón Cusco			
PCI	35	**REGULAR**	**ACCIONES MANTENIMIENTO RECFOMENDADO**
MTC	386	**REGULAR**	

La tabla de promedios generales por ambos métodos muestra una comparación de los resultados obtenidos a través del Índice de Condición de Pavimentos (PCI) y el Método MTC para los Jirón 2 de Mayo y Jirón Cusco. En ambos casos, se presenta la calificación general y las acciones recomendadas en función del estado de los pavimentos.

Jirón 2 de Mayo

Para el Jirón 2 de Mayo, el PCI tiene un valor promedio de 36, lo que indica una condición regular del pavimento. Este valor refleja un deterioro moderado que requiere acciones de mantenimiento preventivo para evitar un mayor deterioro. Por otro lado, el valor promedio del MTC es de 350, lo que también clasifica el pavimento como regular, pero en este caso, el MTC recomienda acciones de mantenimiento preventivo, lo que sugiere que, aunque el pavimento aún es funcional, debe mantenerse de manera periódica para garantizar su durabilidad.

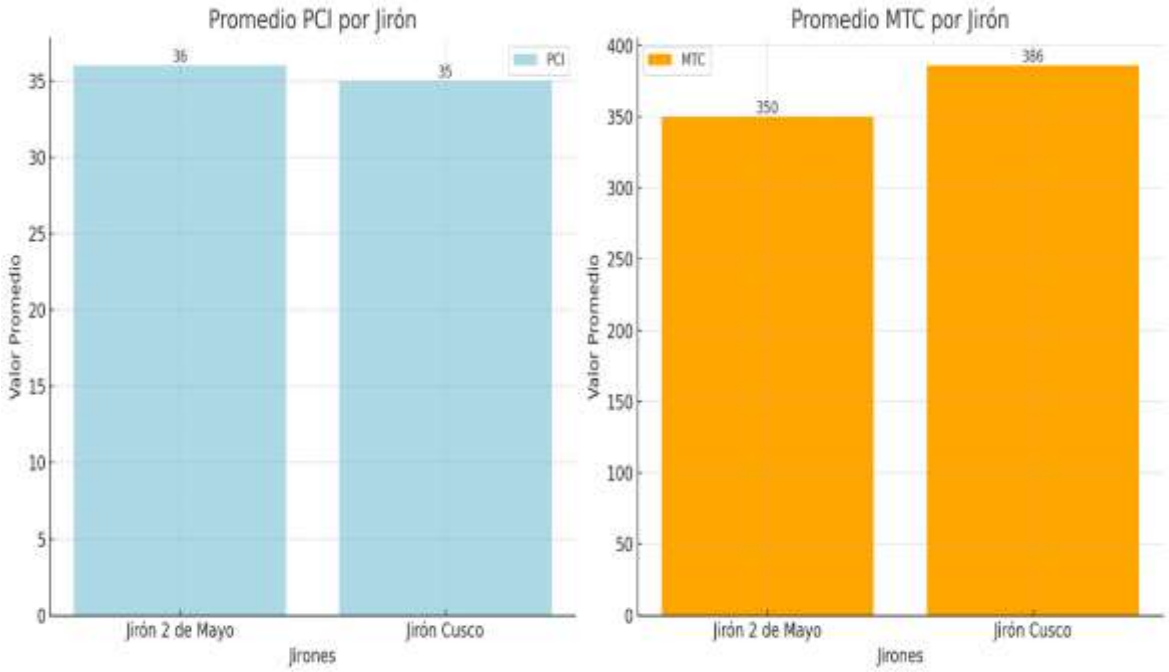
Jirón Cusco

En el Jirón Cusco, el PCI tiene un valor promedio de 35, lo que lo clasifica igualmente como regular. Este valor indica que el pavimento presenta daños menores, pero no compromete su funcionalidad general. La recomendación para este caso es realizar acciones de mantenimiento preventivo para conservar la vía en buen estado. Por otro lado, el valor promedio del MTC es de 386, que también clasifica el pavimento como regular. Al igual que en el Jirón 2 de Mayo, el MTC sugiere acciones de mantenimiento preventivo, lo que subraya la necesidad de mantener el pavimento para evitar problemas futuros.

En resumen, ambos métodos, PCI y MTC, coinciden en clasificar los pavimentos de ambos jirones como regulares, pero ofrecen diferentes enfoques y rangos para determinar las intervenciones necesarias. La recomendación general para ambos casos es llevar a cabo acciones de mantenimiento preventivo para garantizar la funcionalidad y prolongar la vida útil de las infraestructuras viales.

Figura 9

Promedios del estudio



La gráfica comparativa muestra los promedios generales de PCI y MTC por Jirón, destacando las diferencias en las evaluaciones de las condiciones de los pavimentos en el Jirón 2 de Mayo y el Jirón Cusco. Ambos métodos clasifican los pavimentos como regulares, con valores de 36 para PCI y 350 para MTC en el Jirón 2 de Mayo, y 35 para PCI y 386 para MTC en el Jirón Cusco. La gráfica resalta cómo el MTC ofrece una evaluación más alta en comparación con el PCI, lo que refleja las diferencias en las métricas de cada método para medir el estado de los pavimentos. Ambos métodos recomiendan acciones de mantenimiento preventivo debido a las condiciones regulares observadas en ambas vías.

4.1.4 Propuesta de plan de acción para mantenimiento

El Objetivo 4 del estudio tiene como propósito fundamental el diseño de un conjunto de estrategias de intervención vial que permitan mejorar las condiciones de los pavimentos rígidos en el distrito de Ayaviri, tomando en consideración los resultados obtenidos a partir de las evaluaciones realizadas con el Índice de Condición de Pavimentos (PCI) y el Método MTC (Ministerio de Transportes y Comunicaciones). Estas estrategias se han de proponer considerando los niveles de deterioro observados en los tramos de las vías estudiadas y deben estar alineadas con las mejores prácticas de mantenimiento preventivo y correctivo, teniendo en cuenta los costos, la viabilidad técnica y los beneficios sociales derivados de cada intervención.

1. Análisis Detallado de los Resultados Obtenidos

Los resultados obtenidos mediante la aplicación de ambos métodos, PCI y MTC, han proporcionado una visión integral del estado de los pavimentos en los tramos evaluados en Ayaviri. El PCI es un índice que evalúa las condiciones superficiales del pavimento a través de una inspección visual detallada, tomando en cuenta el tipo y grado de deterioro visible, como grietas, baches, ondulaciones y desgaste general. En contraste, el MTC considera también otros factores estructurales y funcionales del pavimento, como la resistencia, el tipo de material y la capacidad de carga de la vía.

A través de estas dos metodologías, se identificaron diferentes grados de deterioro en los tramos evaluados, que van desde condiciones regulares, donde los pavimentos aún tienen funcionalidad, hasta condiciones malas o incluso muy malas, donde la integridad estructural del pavimento se ve comprometida, y la intervención debe ser más profunda. Este análisis detallado establece la base para las siguientes alternativas de intervención.

2. Alternativas de Intervención Propuestas

Las alternativas de intervención para los pavimentos rígidos en Ayaviri se han categorizado en función de las condiciones específicas que presenta cada tramo, según lo establecido por los valores obtenidos de ambos métodos. Las propuestas se dividen en intervenciones de mantenimiento preventivo, mantenimiento correctivo, rehabilitación estructural y reconstrucción total.

2.1. Mantenimiento Preventivo

El mantenimiento preventivo tiene como objetivo principal prolongar la vida útil de los pavimentos en condiciones regulares y evitar un mayor deterioro. Esta estrategia es ideal para los tramos evaluados como regulares según el PCI y el MTC, y debe centrarse en intervenciones poco invasivas que eviten un desgaste adicional. Las acciones de mantenimiento preventivo incluyen:

- Sellado de grietas y juntas: Las grietas, aunque pequeñas, pueden convertirse en un problema grave si permiten la infiltración de agua. El sellado adecuado de estas grietas evitará la formación de fisuras más profundas o baches. Este proceso involucra el uso de selladores asfálticos o resinas que impiden la penetración de agua y preservan la estructura del pavimento.
- Reparación de fisuras superficiales: El tratamiento de fisuras superficiales con una capa de asfalto frío o un sellador especializado asegura la estabilidad de la superficie y evita que la fisura se amplíe con el tiempo.
- Rejuvenecimiento de la capa superficial: Se puede aplicar una capa de microaglomerado asfáltico o un tratamiento de rejuvenecimiento del asfalto. Este

proceso ayuda a restaurar las propiedades del asfalto, dándole una mayor flexibilidad y resistencia, además de prevenir futuras fisuras.

2.2. Mantenimiento Correctivo

El mantenimiento correctivo es necesario cuando los daños ya son más significativos, pero aún no requieren una reconstrucción completa del pavimento. Se recomienda en los tramos clasificados como malos según el PCI y el MTC, y tiene como objetivo reparar los daños visibles sin llegar a una intervención estructural compleja. Las acciones correctivas son:

- Reconstrucción de tramos deteriorados: En tramos donde el pavimento ha sufrido daños importantes, como la aparición de baches, deformaciones o pérdida de material, se propone la reconstrucción parcial. Este proceso consiste en remover la capa dañada y reemplazarla con una nueva capa de asfalto o concreto, dependiendo de las condiciones específicas del pavimento y el tráfico vehicular de la zona.
- Refuerzo de la base: En algunos casos, los tramos deteriorados necesitan un refuerzo estructural para restaurar su capacidad de carga. Esto puede implicar la aplicación de materiales geosintéticos, la compactación del suelo o el uso de una capa adicional de material granular para mejorar la estabilidad del pavimento.

2.3. Rehabilitación Estructural

La rehabilitación estructural se propone para aquellos tramos que han sufrido un daño profundo en su estructura y no pueden ser restaurados adecuadamente mediante simples reparaciones superficiales. Estos tramos requieren una reconstrucción de la capa estructural para garantizar que puedan soportar la carga vehicular sin comprometer la seguridad vial. Las acciones clave en la rehabilitación estructural incluyen:

- Rehabilitación de la subbase y base: En áreas donde el suelo de apoyo del pavimento ha perdido su capacidad de carga, se debe reforzar la subbase y la base del pavimento mediante la adición de material adecuado o la aplicación de

tratamientos de estabilización, como cal o cemento para mejorar las propiedades del suelo.

- Rehabilitación de la capa de rodadura: Cuando la capa de rodadura está demasiado desgastada o ha sufrido fisuras graves, es necesario reponerla completamente. Se pueden usar materiales asfálticos reciclados o nuevos materiales de pavimentación para restaurar la capa de rodadura.

2.4. Reconstrucción Total del Pavimento

En los casos más graves, donde los pavimentos presentan daños irreparables o el costo de repararlos supera el de construir un nuevo pavimento, se recomienda la reconstrucción total del pavimento. Este tipo de intervención es necesaria en los tramos clasificados como muy malos según el PCI y el MTC. Las acciones en este caso incluyen:

- Remoción completa del pavimento existente: Se retira todo el material dañado, incluyendo la capa de rodadura, la base y, en algunos casos, la subbase, dependiendo de la gravedad del deterioro.
- Construcción de nuevas capas: Se debe construir un nuevo pavimento desde la base. Esto incluye el diseño y construcción de una nueva subbase, base y capa de rodadura con materiales de alta calidad que garanticen la estabilidad y la durabilidad de la vía a largo plazo.

3. Justificación de las Alternativas de Intervención

Las alternativas de intervención propuestas se justifican por el análisis detallado de los resultados obtenidos a través de ambos métodos, el PCI y el MTC, que nos permiten identificar de manera precisa las áreas que requieren atención urgente y las que pueden ser mantenidas mediante técnicas preventivas.

La estrategia de mantenimiento preventivo es la opción más viable en tramos con daños menores, ya que permite extender la vida útil de los pavimentos sin incurrir en costos excesivos. Para los tramos más deteriorados, las intervenciones correctivas y rehabilitadoras son esenciales para restaurar la funcionalidad y garantizar la seguridad vial.

La reconstrucción total se reserva para los tramos que presentan daños estructurales graves, donde no es rentable ni seguro mantener el pavimento en su estado actual. La correcta ejecución de estas alternativas garantizará la durabilidad y seguridad de las vías del distrito de Ayaviri, optimizando los recursos disponibles y mejorando la calidad de vida de los habitantes y usuarios de estas vías.

Tabla 18

Acciones de acuerdo a la condición del pavimento

Condición del Pavimento	Método de Evaluación (PCI)	Clasificación PCI	Método de Evaluación (MTC)	Clasificación MTC	Alternativas de Intervención	Descripción Detallada
Excelente	PCI: 86 - 100	Excelente	MTC: > 700	Bueno	No Requiere Intervención	El pavimento está en excelentes condiciones, no se requieren intervenciones.
Muy Bueno	PCI: 71 - 85	Muy Bueno	MTC: > 700	Bueno	No Requiere Intervención	El pavimento tiene pocos o ningún defecto. No se requiere ninguna acción.
Bueno	PCI: 56 - 70	Bueno	MTC: > 400 y < 700	Regular	Mantenimiento Preventivo	El pavimento está en condiciones aceptables, pero se recomienda el mantenimiento preventivo para prolongar su vida útil.
Regular	PCI: 41 - 55	Regular	MTC: > 400 y < 700	Regular	Mantenimiento Correctivo	Se recomienda realizar trabajos de conservación para mantener la funcionalidad y evitar el deterioro.
Malo	PCI: 26 - 40	Malo	MTC: < 400	Malo	Mantenimiento Correctivo	El pavimento presenta daños visibles y requiere reparaciones importantes para restaurar su capacidad funcional.
Muy Malo	PCI: 0 - 25	Muy Malo	MTC: < 400	Malo	Reconstrucción Total	El pavimento se encuentra en un estado **irrecuperable**. Se debe reemplazar por completo.

La tabla de intervenciones permite identificar claramente las estrategias de intervención necesarias en función del estado del pavimento. Con base en los resultados del PCI y MTC, se puede elegir la intervención más adecuada para cada tramo vial, desde acciones preventivas y correctivas en pavimentos en buen estado, hasta reconstrucciones totales en aquellos que se encuentran en condiciones irrecuperables. Este enfoque garantiza una

gestión eficiente del mantenimiento vial, optimizando recursos y prolongando la vida útil de las infraestructuras viales.

4.2 Discusión de resultados

En este estudio, se evaluaron las condiciones de los pavimentos rígidos en diversas vías del distrito de Ayaviri utilizando dos métodos ampliamente reconocidos: el Índice de Condición de Pavimentos (PCI) y el Método del Manual de Mantenimiento de Carreteras del MTC. Los resultados obtenidos a partir de ambas metodologías muestran una clara diferencia en la clasificación de los pavimentos, pero también revelan que ambas técnicas son complementarias en su análisis y permiten una evaluación más robusta y detallada del estado de las infraestructuras viales. A lo largo de la discusión de los resultados, se explorarán las implicaciones de estas diferencias y lo que significa para las futuras intervenciones en el mantenimiento y reparación de las vías (Isradi et al., 2019).

Comparación entre PCI y MTC

Uno de los hallazgos clave en el estudio es la diferencia en las clasificaciones de los pavimentos entre el PCI y el MTC. Mientras que el PCI se centra en la evaluación visual de los pavimentos, el MTC proporciona una visión más estructural y técnica, evaluando factores como la capacidad de carga y la necesidad de intervención a nivel funcional y estructural. En general, el MTC tiende a ofrecer una calificación más alta en comparación con el PCI, lo que refleja una diferencia en la forma en que ambos métodos interpretan los daños. El PCI puede estar más influenciado por daños superficiales que no comprometen necesariamente la integridad estructural, mientras que el MTC considera estos aspectos de forma más integrada, lo que da como resultado una evaluación más favorable en ciertos tramos (Isradi et al., 2023).

Este comportamiento se observa particularmente en los tramos que fueron clasificados como regulares según el PCI, pero que el MTC clasificó como buenos o con menores necesidades de intervención. En esos casos, el MTC parece ofrecer una

evaluación más optimista del estado del pavimento, lo que puede ser atribuido a su enfoque en la capacidad de carga y la estabilidad estructural general del pavimento. Sin embargo, esta diferencia no implica que uno de los métodos sea inferior al otro; más bien, refleja las ventajas de utilizar ambos enfoques de manera complementaria para obtener una imagen más precisa y completa de las condiciones de los pavimentos (Saadulla et al., 2019).

Evaluación de la Condición de los Pavimentos

A lo largo del estudio, se encontraron tramos en condiciones regulares según ambos métodos, que requieren acciones de mantenimiento preventivo para prolongar su vida útil. Este hallazgo subraya la importancia de la intervención temprana en pavimentos que aún mantienen una buena funcionalidad pero que presentan signos de desgaste. En estos tramos, el sellado de grietas y la reparación de fisuras superficiales son intervenciones cruciales para evitar un deterioro más grave que podría generar costos más elevados en el futuro.

Por otro lado, los tramos clasificados como malos según el PCI y el MTC requieren intervenciones más profundas. Este grupo de tramos es de particular interés, ya que refleja pavimentos con un deterioro más avanzado, lo que pone en evidencia la necesidad de reconstrucciones parciales o totales en ciertos tramos. Los hallazgos indican que muchos de estos tramos afectados no se pueden mantener adecuadamente mediante reparaciones superficiales y que una intervención más significativa es esencial para garantizar la seguridad vial y la funcionalidad estructural de las vías (Chaiña Y Chaiña, 2020).

Implicaciones de los Resultados para la Gestión de Mantenimiento Vial

Una de las principales implicaciones de estos resultados es la necesidad de desarrollar un plan de mantenimiento adaptativo, que considere las condiciones específicas de cada tramo. En los tramos que están clasificados como regulares, es fundamental implementar mantenimiento preventivo con el objetivo de evitar que el desgaste superficial se convierta en un problema estructural. Mientras tanto, en los tramos con condiciones malas, el enfoque debe ser más correctivo, con reconstrucciones parciales o incluso la rehabilitación estructural, dependiendo de la magnitud del daño observado.

El estudio también resalta la importancia de un enfoque integral en el mantenimiento vial, que no solo se enfoque en la superficie del pavimento, sino que también considere la estructura interna y la capacidad de carga de la vía. Si bien el PCI proporciona una evaluación crucial sobre el estado superficial, el MTC ofrece un panorama más amplio y técnico que permite realizar intervenciones que no solo restauran la superficie, sino que también mejoran la resistencia estructural y la durabilidad de las vías (Benzaquen, 2024).

Una línea de investigación futura podría centrarse en la optimización del uso de ambos métodos en conjunto para evaluar pavimentos en diferentes tipos de vías, considerando variables como el tráfico vehicular o las condiciones climáticas locales. Además, sería útil realizar estudios comparativos con otras metodologías de mantenimiento vial, como la evaluación mediante sensores o el análisis de imágenes satelitales, para determinar si la combinación de estas técnicas proporciona resultados más precisos o si ofrece ventajas en términos de eficiencia y costo-beneficio.

Otra área prometedora sería el análisis del impacto económico de las intervenciones propuestas. Con el fin de garantizar una gestión óptima de los recursos públicos, sería útil investigar cómo las diferentes alternativas de intervención propuestas (mantenimiento preventivo, correctivo y reconstrucción) afectan los costos a largo plazo, especialmente en términos de mantenimiento preventivo frente a reconstrucciones más costosas (Granda, 2019).

En conclusión, los resultados obtenidos del PCI y el MTC proporcionan una visión detallada del estado de los pavimentos en el distrito de Ayaviri. Si bien ambos métodos arrojan resultados en su mayoría coincidentes, también es claro que ofrecen perspectivas complementarias sobre el estado de las vías. Las alternativas de intervención propuestas, que incluyen desde mantenimiento preventivo hasta reconstrucciones totales, reflejan la necesidad de un plan de mantenimiento dinámico y adaptable a las condiciones cambiantes de los pavimentos. La implementación adecuada de estas intervenciones asegurará que las vías de Ayaviri no solo se mantengan en buenas condiciones, sino que

también puedan soportar el tránsito y las inclemencias del tiempo, garantizando seguridad vial y sostenibilidad en el largo plazo.

CONCLUSIONES

General, el objetivo general del estudio fue evaluar comparativamente el estado superficial de los pavimentos rígidos en el distrito de Ayaviri utilizando métodos de inspección visual en 2025. Los resultados obtenidos a partir del análisis con el Índice de Condición de Pavimentos (PCI) y el Método del Manual de Mantenimiento de Carreteras del MTC revelaron que, en general, los pavimentos del distrito presentan un estado de deterioro moderado, con áreas que requieren intervenciones correctivas. De acuerdo con los datos obtenidos, los tramos más afectados corresponden a las zonas de Jirón 2 de Mayo y Jirón Cusco, donde un 70% de los tramos evaluados están clasificados como malos según el MTC, mientras que el 30% restante muestra condiciones regulares.

Primera, la evaluación del estado superficial del pavimento rígido utilizando el PCI reveló que todos los tramos analizados en el distrito de Ayaviri presentaron una clasificación de condiciones regulares a malas, con valores de PCI que varían desde 25 (muy malo) hasta 70 (bueno) en algunos tramos. En particular, el Jirón 2 de Mayo mostró tramos con un PCI de 32 en la unidad U1 (0+000 a 0+100), clasificada como mala, lo que subraya la necesidad de intervenciones urgentes. Este resultado refleja una pérdida significativa de integridad superficial, principalmente en términos de grietas lineales y fisuras de durabilidad. El Jirón Cusco, por su parte, presentó valores mayores de PCI, como el tramo U10 (0+900 a 1+000), con un PCI de 42, pero aun así se identificaron fisuras de esquina y desgaste de juntas que requieren mantenimiento preventivo para evitar un deterioro adicional.

Segunda, el análisis realizado con el Método del Manual de Mantenimiento de Carreteras del MTC para los pavimentos rígidos de Ayaviri mostró que los tramos evaluados presentan una condición variada, con valores MTC que van desde 250 (malo) hasta 479 (regular). Los tramos con un MTC de 250, como en el tramo de 0+000 a 0+200 del Jirón Cusco, presentan un daño estructural importante, principalmente debido a la pérdida de agregados

y la inestabilidad de la subbase. La recomendación principal para estos tramos es realizar una reconstrucción, ya que el daño es significativo y no puede ser solucionado con reparaciones superficiales. Otros tramos, como el de 0+200 a 0+400 en el Jirón Cusco, con un MTC de 398, requieren conservación rutinaria, ya que el pavimento está en condiciones funcionales aceptables, pero debe recibir mantenimiento preventivo para evitar futuros deterioros.

Tercera, al evaluar la variación en la inspección del estado superficial del pavimento rígido mediante el PCI y el MTC, se observó que ambos métodos coinciden parcialmente en la clasificación de los tramos. Por ejemplo, el tramo de 0+200 a 0+400 del Jirón Cusco, clasificado como regular con un PCI de 41, muestra un valor MTC de 398, lo que indica que, aunque ambos métodos coinciden en que el pavimento está funcional, el MTC tiende a ofrecer una evaluación más optimista en cuanto a la capacidad estructural del pavimento. Sin embargo, el PCI, al centrarse en los daños superficiales, proporciona una visión más detallada de los problemas visibles, como las fisuras de durabilidad y el desgaste de las juntas, lo que hace que los métodos complementarios proporcionen un diagnóstico más completo. Esta disparidad en las clasificaciones muestra que ambos métodos deberían emplearse de manera conjunta para obtener un análisis más preciso de las necesidades de intervención vial.

Cuarta, con base en los resultados obtenidos del PCI y el MTC, se han propuesto alternativas de intervención adaptadas a las condiciones específicas de cada tramo de pavimento. Para los tramos con PCI en el rango de 36-45, como los del Jirón 2 de Mayo (U1 y U3), donde se han identificado fisuras y grietas significativas, se recomienda conservación periódica mediante sellado de grietas y la reparación de fisuras superficiales. Para los tramos clasificados como malo por el MTC, como el tramo 0+000 a 0+200 del Jirón Cusco, con un MTC de 250, se recomienda realizar reconstrucciones parciales, dada la pérdida estructural observada. Además, se sugiere implementar un mantenimiento preventivo en tramos con un MTC de 386, como el Jirón Cusco, donde la mayoría de los

tramos requieren mantenimiento rutinario para evitar que el pavimento pase a una condición mala en el futuro. Este enfoque integrado garantizaría que los recursos sean optimizados y las intervenciones sean eficaces para alargar la vida útil de los pavimentos y asegurar la seguridad vial.

RECOMENDACIONES

General, se recomienda realizar un seguimiento periódico de los pavimentos evaluados, considerando factores como carga vehicular y variaciones climáticas, que podrían influir en el deterioro de las infraestructuras.

Primera, se recomienda que, para mejorar la precisión en la evaluación del estado superficial del pavimento, realizar inspecciones más frecuentes en áreas críticas, especialmente en tramos con bajas puntuaciones de PCI, y utilizar herramientas tecnológicas avanzadas.

Segunda, se recomienda incorporar el análisis de otros factores estructurales que puedan influir en la durabilidad de los pavimentos, tales como características del suelo o condiciones de drenaje.

Tercera, se recomienda un análisis más profundo sobre las diferencias entre PCI y MTC al evaluar pavimentos de diferentes tipos de material o tráfico. Se sugiere también realizar pruebas comparativas con otras metodologías complementarias, como el uso de sensores de carga o el análisis predictivo de deterioro, para identificar patrones de desgaste y mejorar la precisión en la predicción de la necesidad de intervenciones en el futuro.

Cuarto, se recomienda para futuras intervenciones desarrollar un enfoque más personalizado basado en el análisis detallado de cada sección de pavimento, considerando factores como el tipo de material, el tráfico vehicular y la variabilidad climática.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Amez Samaritano, L. A. (2023). Evaluación de patologías en pavimento rígido aplicando Paviment Condition Index de la Av. Antonio Raimondi—Huaraz—2022.

Apaza Condorcallo, R. A. (2022). Evaluación del estado de conservación del pavimento flexible aplicando el método índice de condición de pavimento de la vía Chasqui—Pilcuyo, Puno—2019.

Baque Solis, B. S. (2020). Evaluación del estado del pavimento flexible mediante el método del PCI de la carretera puerto-aeropuerto (Tramo II), Manta. Provincia de Manabí. Dominio de las Ciencias, 6(2), 203-228. https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7398457

Benavides Medina, L. E., & Román Rentería, B. C. (2025). Evaluación situacional del pavimento rígido y flexible utilizando el método pci y la viga benkelman de la ciudad de Lambayeque, distrito de Lambayeque, provincia de Lambayeque, región de Lambayeque. http://repositorio.unprg.edu.pe/handle/20.500.12893/15112

Benzaquen Silva, S. E. (2024). Patologías del pavimento rígido en términos del PCI y su efecto en la transitabilidad de la avenida amazonas, ciudad de Tingo María, distrito de Rupa Rupa, provincia de Leoncio Prado, departamento de Huánuco, 2023. Universidad de Huánuco. https://repositorio.udh.edu.pe/xmlui/handle/20.500.14257/5596

Carbajal Terrones, M. (2018). "Aplicación del método PCI para evaluar las condiciones de la superficie del pavimento rígido en la avenida Chiclayo, Jose Leonardo Ortiz".

Castro Maldonado, J. J., Gómez Macho, L. K., Camargo Casallas, E., Castro Maldonado, J. J., Gómez Macho, L. K., & Camargo Casallas, E. (2023). La investigación aplicada y el desarrollo experimental en el fortalecimiento de las competencias de la sociedad del siglo XXI. Tecnura, 27(75), 140-174. https://doi.org/10.14483/22487638.19171

Cavalcanti Paredes, J. (2020a). "Determinación del índice de condición del pavimento rígido (PCI) en las pistas de la avenida magisterial del distrito de San Juan Bautista – Huamanga – Ayacucho – 2018". Universidad Católica Los Ángeles de Chimbote. https://repositorio.uladech.edu.pe/handle/20.500.13032/17005

Cavalcanti Paredes, J. (2020b). Identificación y evaluación de patologías para la determinación del índice de condición del pavimento rígido (pci) en las pistas de la avenida magisterial del distrito de San Juan Bautista – Huamanga – Ayacucho – 2019. Universidad Católica Los Ángeles de Chimbote. https://repositorio.uladech.edu.pe/handle/20.500.13032/17197

Chaiña Sucasaca, G. G., & Chaiña Arapa, O. D. (2020). EVALUACIÓN CON EL MÉTODO PCI Y MTC PARA MEJORAR EL MANTENIMIENTO DE PAVIMENTOS FLEXIBLES EN LA AVENIDA ROMA, DISTRITO DE TRUJILLO, 2019. Universidad Privada de Trujillo. https://repositorio.uprit.edu.pe:443/handle/UPRIT/391

Doig Sánchez, J. K. (2020). Evaluación de 0.57 kilómetros de pavimento rígido mediante el método PCI de la avenida Confraternidad Internacional Este de la provincia de Huaraz—Áncash – 2019.

Flores Correa, J. P. (2021). Evaluación de las fallas del pavimento rígido mediante el método PCI en la calle Triunfo—Chepén—La Libertad 2021.

Freire Cazagallo, B. A. (2024). Análisis comparativo del método de PCI e IRI en la calificación de la condición actual del pavimento flexible en un tramo de la Av. Llira Ñan y OE2 en la Ciudad de Quito [bachelorThesis]. http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/27921

Granda Hinostroza, C. G. (2019). Evaluación de la condición del pavimento rígido por el método PCI en el anillo vial Tramo Chaupimarca – Yanacancha – Pasco – 2018. Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión. http://repositorio.undac.edu.pe/handle/undac/622

Hernández Bámaca, J. C. (2020). Evaluación del desempeño de pavimentos rígidos en función a su índice de condición del pavimento (PCI) y criterios de sostenibilidad en

tres segmentos del tramo CA-01 Occidente de estación 018+815 a estación 124+200 [Masters, Universidad de San Carlos de Guatemala]. http://biblioteca.ingenieria.usac.edu.gt/

Huete Inocente, J. E. (2021). Evaluación del pavimento rígido aplicando el método PCI del Jirón Caraz cuadras 7-8-9–Huaraz, Ancash 2021.

Isradi, M., Arifin, Z., & Sudrajat, A. (2019). Analysis of the Damage of Rigid Pavement Road by Using Pavement Condition Index (PCI). Journal of Applied Science, Engineering, Technology, and Education, 1(2), 193-202. https://doi.org/10.35877/454RI.asci1242

Isradi, M., Prasetijo, J., Aden, T. S., & Rifai, A. I. (2023). Relationship of present serviceability index for flexible and rigid pavement in urban road damage assessment using pavement condition index and international roughness index. E3S Web of Conferences, 429, 03012. https://doi.org/10.1051/e3sconf/202342903012

Lizana Cusquisiban, C. S., & Vargas Vasquez, J. G. (2024). Análisis del estado del pavimento rígido en la calle huamantanga mediante la metodología del pavement condition index (PCI), Jaén-Cajamarca. Universidad Nacional de Jaén||Repositorio Institucional – UNJ. https://repositorio.unj.edu.pe/handle/UNJ/646

Mundaca Nuñez, A. F. (2019). Evaluación del pavimento rígido aplicando el método índice de condición del pavimento (PCI), en las calles del distrito de Chóchope, Lambayeque – Lambayeque.

Nina Gonzalo, R. E. (2020). Evaluación Del Deterioro De La Estructura Del Pavimento Flexible, Tramo Pallallaque – Puente Cullco De La Provincia Del Collao – Región Puno.

Nuñez, M., & Francisco, A. (2019). Evaluación del pavimento rígido aplicando el método índice de condición del pavimento (PCI), en las calles del distrito de Chóchope, Lambayeque – Lambayeque. Repositorio Institucional - UCV. https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/35909

Ojeda, D. P. C. (2020). Universo, población y muestra.

Panduro Coral, E. D. (2019). Evaluación y determinación de las patologías del pavimento rígido con el método del PCI de la calle las Colinas del A.A.H.H Las Colinas, del distrito de San Juan, provincia de Maynas, departamento de Loreto—Año 2018. Universidad Católica Los Ángeles de Chimbote. https://repositorio.uladech.edu.pe/handle/20.500.13032/9159

Pillpe Sarmiento, L. E. (2018). Aplicación de un sistema de gestión de pavimentos urbano local a nivel de red mediante el Indice de Rugosidad internacional (IRI) como variable de condición en la red vial del distrito de Concepción-Junín. Universidad Continental. https://repositorio.continental.edu.pe/handle/20.500.12394/5118

Puga Alvarez, C. N. (2018). Evaluación funcional de pavimento rígido tramo avenida Loja (Cuenca). http://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/31534

Quispe Tito, G. A. (2022). Plan de mantenimiento vial en función del PCI para pavimentos rígidos del Jirón Puno de la ciudad de Juliaca, 2022.

Ramos Galarza, C. A. (2020). Los alcances de una investigación. CienciAmérica: Revista de divulgación científica de la Universidad Tecnológica Indoamérica, 9(3), 1-6. https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7746475

Reyes, E. (2022). Metodologia de la Investigacion Cientifica. Page Publishing Inc.

Rodríguez Minaya, Y. E. (2017). Evaluación de la condición operacional del pavimento rígido, aplicando el método del Pavement Condition Index (PCI), en las pistas del barrio el triunfo, distrito de Carhuaz, provincia de Carhuaz, región Ancash, diciembre 2015. Universidad Católica Los Ángeles de Chimbote. https://repositorio.uladech.edu.pe/handle/20.500.13032/704

Saadulla, H., Ibrahim, I., & Sani, A. (2019). Using Pavement Condition Index to Evaluate the Condition of Flexible and Rigid Pavements. EURASIAN JOURNAL OF SCIENCE AND ENGINEERING, 4(4), 110-121. https://doi.org/10.23918/eajse.v4i4p110

Tho'atin, U., Setyawan, A., & Suprapto3, M. (2016). PENGGUNAAN METODE INTERNATIONAL ROUGHNESS INDEX (IRI), SURFACE DISTRESS INDEX (SDI) DAN PAVEMENT CONDITION INDEX (PCI) UNTUK PENILAIAN KONDISI JALAN DI KABUPATEN WONOGIRI. Prosiding Semnastek, 0, Article 0. https://jurnal.umj.ac.id/index.php/semnastek/article/view/685

Vega, S. A. D. L. C., & Cahuana, G. A. P. (2021). Diseño de infraestructura vial con pavimento flexible para mejora de transitabilidad de la avenida Industrial, Lurín, Lima. Memoria Investigaciones en Ingeniería, 21, Article 21. https://doi.org/10.36561/ING.21.9

TESIS UANCV
VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN
"OFICINA DE INVESTIGACIÓN"

ANEXOS

OFICINA DE INVESTIGACIÓN
Tesis Publicada con autorización del autor
http://repositorio.uancv.edu.pe/

Anexo. Matriz de Consistencia

Tesis: "ESTUDIO COMPARATIVO DEL ESTADO SUPERFICIAL DE PAVIMENTOS RÍGIDOS MEDIANTE LA APLICACIÓN DE MÉTODOS DE INSPECCIÓN VISUAL EN VÍAS DEL DISTRITO DE AYAVIRI 2025"				
Problemas	**Objetivos**	**Hipótesis**	**Variables**	**Inst. de Medición**
Problema General: ¿Cuál es la variación del estado superficial de pavimentos rígidos mediante la aplicación de métodos de inspección visual en vías del distrito de Ayaviri 2025?	**Objetivo General:** Estudiar comparativamente el estado superficial de pavimentos rígidos mediante la aplicación de métodos de inspección visual en vías del distrito de Ayaviri 2025.	**Hipótesis General:** El análisis comparativo del estado superficial de los pavimentos rígidos mediante métodos de inspección visual en las vías del distrito de Ayaviri mostrará variaciones que influirán en las propuestas de intervención vial.	**Variable de caracterización** MÉTODOS DE INSPECCIÓN VISUAL **Variable de interés** ESTADO SUPERFICIAL DE PAVIMENTOS RÍGIDOS **Indicadores:** Clasificación superficial Propuesta de intervención	Fichas y Herramientas de Laboratorio Equipos y herramienta de Laboratorio de Concretos.
Problemas Específicos	**Objetivos Específicos**	**Hipótesis Específicas**		
¿Cuál es el estado superficial del pavimento rígido evaluado mediante la metodología del PCI, en las vías del distrito de Ayaviri?	Determinar el estado superficial del pavimento rígido evaluado mediante la metodología del PCI, en las vías del distrito de Ayaviri.	El estado superficial del pavimento rígido evaluado mediante el índice de condición del pavimento (PCI) en las vías del distrito de Ayaviri revelará una condición deteriorada, con múltiples fallas que requieren intervención urgente.		
¿Cuál es el estado superficial del pavimento rígido evaluado mediante la metodología del MTC, en las vías del distrito de Ayaviri?	Determinar el estado superficial del pavimento rígido evaluado mediante la metodología del MTC, en las vías del distrito de Ayaviri.	El análisis del pavimento rígido, mediante la metodología del MTC, indicará una condición regular en las vías del distrito de Ayaviri, donde se observarán daños moderados que permitirán intervenciones menos invasivas.		
¿Cuál es la variación de la inspección del estado superficial del pavimento rígido mediante el PCI y MTC, de las vías del distrito de Ayaviri?	Evaluar la variación de la inspección del estado superficial del pavimento rígido mediante el PCI y MTC, de las vías del distrito de Ayaviri.	Se evidenciarán diferencias significativas en los resultados de la inspección visual del pavimento rígido, evaluado tanto con el PCI como con el MTC, con una tendencia a un deterioro superficial más notable con el primer método en las vías del distrito de Ayaviri.		
¿Cuáles son las alternativas de intervención para los pavimentos rígidos según el método PCI y el método MTC de vías del distrito de Ayaviri?	Proponer alternativas de intervención para los pavimentos rígidos según el método PCI y el método MTC de vías del distrito de Ayaviri.	Las alternativas de intervención propuestas para los pavimentos rígidos, según los métodos PCI y MTC, mostrarán variaciones notables, siendo más eficaz el método PCI para el mantenimiento rutinario, mientras que el MTC será más adecuado para intervenciones periódicas.		

Anexo 2. Aforos

Aforo vehicular Jr. 2 de mayo

MTC	FORMATO DE CLASIFICACIÓN VEHICULAR - MINISTERIO DE TRASNPORTES Y COMUNICACIONES												
	ESTUDIO DE TRÁFICO VEHICULAR												
			CAMIONETAS				BUSES		CAMIONES			SEMI TRAYLER	
HORA	AUTO	S. WAGON	PICK UP	PANEL	COMBI RURAL	MICRO	2 E	>=3 E	2 E	3 E	4 E	2S1/2S2	2S3
DIAGRAMA VEHICULAR													
00 a 01 am	*2*	*1*	*0*	*1*	*1*	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*
01 a 02 am	1	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
02 a 03 am	1	1	2	0	2	0	0	0	1	0	0	0	0
03 a 04 am	0	1	3	0	2	0	0	0	0	0	0	0	1
04 a 05 am	3	2	2	2	3	0	0	0	2	0	0	0	0
05 a 06 am	3	1	2	0	2	0	0	0	0	0	0	0	1
06 a 07 am	7	3	3	2	4	0	0	0	0	1	0	1	0
07 a 08 am	7	5	2	2	5	0	0	0	1	1	0	0	0
08 a 09 am	4	6	2	2	4	0	0	0	1	0	1	0	0
09 a 10 am	6	3	4	2	3	0	0	0	2	1	2	0	1
10 a 11 am	4	4	2	1	3	0	0	0	1	2	3	0	0
11 a 12 pm	3	3	4	1	2	0	0	0	2	0	1	0	0
12 a 1 pm	4	3	5	1	2	0	0	0	1	0	1	0	1
1 a 2 pm	6	2	4	1	4	0	0	0	2	0	1	0	1
2 a 3 pm	5	3	3	2	4	0	0	0	1	0	0	0	0
3 a 4 pm	3	3	2	0	3	0	0	0	1	0	0	0	0
4 a 5 pm	7	3	2	1	2	0	0	0	1	0	1	0	0
5 a 6 pm	6	5	1	1	4	0	0	0	2	2	0	0	0
6 a 7 pm	4	4	2	1	1	0	0	0	3	0	1	0	1
7 a 8 pm	4	3	2	1	2	0	0	0	2	1	0	1	0
8 a 9 pm	4	2	3	1	3	0	0	0	2	2	0	0	1
10 a 11 pm	4	3	1	1	2	0	0	0	1	1	1	0	0
11 a 12 am	3	2	1	1	3	0	0	0	0	0	0	0	0

Aforo vehicular Jr. Cusco

FORMATO DE CLASIFICACIÓN VEHICULAR - MINISTERIO DE TRASNPORTES Y COMUNICACIONES

ESTUDIO DE TRÁFICO VEHICULAR

		CAMIONETAS				BUSES		CAMIONES			SEMI TRAYLER	
HORA	AUTO	S. WAGON	PICK UP	PANEL	COMBI RURAL	MICRO	2 E	>=3 E	2 E	3 E	4 E	2S1/2S2	2S3
DIAGRAMA VEHICULAR													
00 a 01 am	*0*	*1*	*1*	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*
01 a 02 am	1	0	2	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
02 a 03 am	0	0	1	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0
03 a 04 am	0	1	1	0	1	0	0	0	3	0	0	0	0
04 a 05 am	2	1	1	1	1	0	0	0	2	0	0	0	0
05 a 06 am	2	2	3	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
06 a 07 am	3	2	2	1	3	0	0	0	3	0	0	1	0
07 a 08 am	2	3	3	1	2	0	0	0	1	1	0	0	0
08 a 09 am	4	4	2	1	4	0	0	0	1	0	0	0	0
09 a 10 am	5	2	3	1	6	0	0	0	3	1	0	0	0
10 a 11 am	6	3	2	1	2	0	0	0	3	2	0	1	0
11 a 12 pm	7	1	2	0	3	0	0	0	2	0	0	0	0
12 a 1 pm	5	2	2	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0
1 a 2 pm	4	1	5	0	2	0	0	0	2	1	0	0	0
2 a 3 pm	4	2	4	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0
3 a 4 pm	2	2	3	0	3	0	0	0	1	0	0	0	0
4 a 5 pm	3	2	3	1	2	0	0	0	2	0	0	0	0
5 a 6 pm	2	3	2	1	4	0	0	0	2	1	0	0	0
6 a 7 pm	3	3	1	1	1	0	0	0	3	0	1	0	0
7 a 8 pm	2	2	1	0	2	0	0	0	2	1	0	0	0
8 a 9 pm	3	1	1	0	3	0	0	0	3	1	0	0	0
10 a 11 pm	3	2	0	0	2	0	0	0	3	2	1	0	0
11 a 12 am	2	1	0	0	3	0	0	0	3	0	0	0	0

JR. DOS DE MAYO: UM - 01

PROYECTO:	ESTUDIO COMPARATIVO DEL ESTADO SUPERFICIAL DE PAVIMENTOS RÍGIDOS MEDIANTE LA APLICACIÓN DE MÉTODOS DE INSPECCIÓN VISUAL EN VÍAS DEL DISTRITO DE AYAVIRI 2025
EVALUADOR:	Bach. JOHN EDDY MAMANI LUPACA
MUESTRA:	JR. DOS DE MAYO - AYAVIRI
FECHA:	21/11/2025

ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)

UNIDAD DE MUESTRA:	UM - 01	INICIO DE PROGRESIVA (KM) :	00+000
ANCHO DE VIA (m) :	6.00	FIN DE PROGRESIVA (KM) :	00+100
LONGITUD DE MUESTRA (m):	100.00	AREA (und) :	20 Losas

N°	TIPO DE FALLA	COD	-	N°	TIPO DE FALLA	COD	-
21	Hinchamiento / fragmentación	HFR	-	31	Pulimiento de agregados	PAG	-
22	Grieta de esquina	GRE	-	32	Desprendimiento de una parte de losa	DLO	-
23	Losa dividida	LDI	-	33	Bombeo	BOM	-
24	Grieta de durabilidad "D"	GRD	-	34	Punzonamiento	PUN	-
25	Escala	ESC	-	35	Cruce de vía férrea	CVF	-
26	Daño del sello de la junta	DSJ	-	36	Desconchamiento	DES	-
27	Desnivel carril / berma	DCB	-	37	Grieta de retracción	GRR	-
28	Grietas lineales	GRL	-	38	Descascaramiento de esquina	DEQ	-
29	Parche grande	PGR	-	39	Descascaramiento de junta	DJU	-
30	Parche pequeño	PPE	-				

NIVEL DE SEVERIDAD	BAJA	MEDIA	ALTA
	(LOW)	(MEDIUM)	(HIGH)
	L	M	H

FALLA	SEVERIDAD	CANTIDADES PARCIALES							TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO
22	M	4							4.0	20.0%	27.70
26	M	7							7.0	35.0%	4.00
27	M	6							6.0	30.0%	11.30
29	M	5							5.0	25.0%	16.90
37	M	8							8.0	40.0%	1.80
38	M	11							11.0	55.0%	16.70
									TOTAL D(%)	205.0%	

Valor deducido mas alto	27.7
valor deducido menor	1.8
Numero maximo de valores deducidos	6

m = 1+(9/98)x(100-HDV)	7.64
Parte decimal	0.64
Valor minimo	1.8

N°	VALORES DEDUCIDOS								VDT	q	VDC
1	27.70	16.90	16.70	11.30	4.00	1.80			78.40	6	40.62
2	27.70	16.90	16.70	11.30	4.00	1.80			78.40	5	43.33
3	27.70	16.90	16.70	11.30	2.00	1.80			76.40	4	44.84
4	27.70	16.90	16.70	2.00	2.00	1.80			67.10	3	43.12
5	27.70	16.90	2.00	2.00	2.00	1.80			52.40	2	41.06
6	27.70	2.00	2.00	2.00	2.00	1.80			37.50	1	37.50
										MAX VDC	44.84

INDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)	PCI	=	100-(MaxVDC o Total VD)
	PCI	=	55.16 %
CONDICION DEL PAVIMENTO:	BUENO		

JR. DOS DE MAYO: UM - 02

PROYECTO:	ESTUDIO COMPARATIVO DEL ESTADO SUPERFICIAL DE PAVIMENTOS RÍGIDOS MEDIANTE LA APLICACIÓN DE MÉTODOS DE INSPECCIÓN VISUAL EN VÍAS DEL DISTRITO DE AYAVIRI 2025
EVALUADOR:	Bach. JOHN EDDY MAMANI LUPACA
MUESTRA:	JR. DOS DE MAYO - AYAVIRI
FECHA:	21/11/2025

ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)

UNIDAD DE MUESTRA:	UM - 02	INICIO DE PROGRESIVA (KM) :	00+100
ANCHO DE VIA (m) :	6.00	FIN DE PROGRESIVA (KM) :	00+200
LONGITUD DE MUESTRA (m):	100.00	AREA (und) :	20

N°	TIPO DE FALLA	COD	-	N°	TIPO DE FALLA	COD	-
21	Hinchamiento / fragmentación	HFR	-	31	Pulimiento de agregados	PAG	-
22	Grieta de esquina	GRE	-	32	Desprendimiento de una parte de losa	DLO	-
23	Losa dividida	LDI	-	33	Bombeo	BOM	-
24	Grieta de durabilidad "D"	GRD	-	34	Punzonamiento	PUN	-
25	Escala	ESC	-	35	Cruce de vía férrea	CVF	-
26	Daño del sello de la junta	DSJ	-	36	Desconchamiento	DES	-
27	Desnivel carril / berma	DCB	-	37	Grieta de retracción	GRR	-
28	Grietas lineales	GRL	-	38	Descascaramiento de esquina	DEQ	-
29	Parche grande	PGR	-	39	Descascaramiento de junta	DJU	-
30	Parche pequeño	PPE	-				

NIVEL DE SEVERIDAD	BAJA	MEDIA	ALTA
	(LOW)	(MEDIUM)	(HIGH)
	L	M	H

FALLA	SEVERIDAD	CANTIDADES PARCIALES							TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO
22	M	7							7.0	35.0%	43.10
25	M	5							5.0	25.0%	20.10
26	M	16							16.0	80.0%	4.00
27	M	8							8.0	40.0%	13.30
28	M	12							12.0	60.0%	30.10
38	M	6							6.0	30.0%	10.20
									TOTAL D(%)	270.00%	

Valor deducido mas alto	43.1
valor deducido menor	4
Numero maximo de valores deducidos	6

m = 1+(9/98)x(100-HDV)	6.23
Parte decimal	0.23
Valor mínimo	4

N°	VALORES DEDUCIDOS								VDT	q	VDC
1	43.10	30.10	20.10	13.30	10.20	4.00			120.80	6	62.36
2	43.10	30.10	20.10	13.30	10.20	2.00			118.80	5	64.31
3	43.10	30.10	20.10	13.30	2.00	2.00			110.60	4	63.29
4	43.10	30.10	20.10	2.00	2.00	2.00			99.30	3	62.61
5	43.10	30.10	2.00	2.00	2.00	2.00			81.20	2	59.22
6	43.10	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00			53.10	1	53.10
										MAX VDC	64.31

INDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)		
PCI	=	100-(MaxVDC o Total VD)
PCI	=	35.69 %

CONDICION DEL PAVIMENTO: **MALO**

JR. DOS DE MAYO: UM - 03

PROYECTO:	ESTUDIO COMPARATIVO DEL ESTADO SUPERFICIAL DE PAVIMENTOS RÍGIDOS MEDIANTE LA APLICACIÓN DE MÉTODOS DE INSPECCIÓN VISUAL EN VÍAS DEL DISTRITO DE AYAVIRI 2025
EVALUADOR:	Bach. JOHN EDDY MAMANI LUPACA
MUESTRA:	JR. DOS DE MAYO - AYAVIRI
FECHA:	21/11/2025

ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)

UNIDAD DE MUESTRA:	UM - 03	INICIO DE PROGRESIVA (KM) :	00+200
ANCHO DE VIA (m) :	6.00	FIN DE PROGRESIVA (KM) :	00+300
LONGITUD DE MUESTRA (m):	100.00	AREA (und) :	20

N°	TIPO DE FALLA	COD	-	N°	TIPO DE FALLA	COD	-
21	Hinchamiento / fragmentación	HFR	-	31	Pulimiento de agregados	PAG	-
22	Grieta de esquina	GRE	-	32	Desprendimiento de una parte de losa	DLO	-
23	Losa dividida	LDI	-	33	Bombeo	BOM	-
24	Grieta de durabilidad "D"	GRD	-	34	Punzonamiento	PUN	-
25	Escala	ESC	-	35	Cruce de vía férrea	CVF	-
26	Daño del sello de la junta	DSJ	-	36	Desconchamiento	DES	-
27	Desnivel carril / berma	DCB	-	37	Grieta de retracción	GRR	-
28	Grietas lineales	GRL	-	38	Descascaramiento de esquina	DEQ	-
29	Parche grande	PGR	-	39	Descascaramiento de junta	DJU	-
30	Parche pequeño	PPE	-				

NIVEL DE SEVERIDAD	BAJA	MEDIA	ALTA
	(LOW)	(MEDIUM)	(HIGH)
	L	M	H

FALLA	SEVERIDAD	CANTIDADES PARCIALES							TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO
23	M	7							7.0	35.0%	46.10
26	M	10							10.0	50.0%	4.00
28	M	14							14.0	70.0%	32.30
30	M	6							6.0	30.0%	6.60
32	L	9							9.0	45.0%	8.00
									TOTAL D(%)	230.00%	

Valor deducido mas alto	46.1
valor deducido menor	4
Numero maximo de valores deducidos	5

m = 1+(9/98)x(100-HDV)	5.95
Parte decimal	0.95
Valor mínimo	4

N°	VALORES DEDUCIDOS								VDT	q	VDC
1	46.10	32.30	8.00	6.60	4.00				97.00	5	50.50
2	46.10	32.30	8.00	6.60	2.00				95.00	4	55.25
3	46.10	32.30	8.00	2.00	2.00				90.40	3	57.62
4	46.10	32.30	2.00	2.00	2.00				84.40	2	61.14
5	46.10	2.00	2.00	2.00	2.00				54.10	1	54.10
										MAX VDC	61.14

INDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)			
	PCI	=	100-(MaxVDC o Total VD)
	PCI	=	38.86 %
CONDICION DEL PAVIMENTO:	MALO		

JR. DOS DE MAYO: UM - 04

PROYECTO:	ESTUDIO COMPARATIVO DEL ESTADO SUPERFICIAL DE PAVIMENTOS RÍGIDOS MEDIANTE LA APLICACIÓN DE MÉTODOS DE INSPECCIÓN VISUAL EN VÍAS DEL DISTRITO DE AYAVIRI 2025
EVALUADOR:	Bach. JOHN EDDY MAMANI LLIPACA
MUESTRA:	JR. DOS DE MAYO - AYAVIRI
FECHA:	21/11/2025

ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)

UNIDAD DE MUESTRA:	UM - 04	INICIO DE PROGRESIVA (KM) :	00+300
ANCHO DE VIA (m) :	6.00	FIN DE PROGRESIVA (KM) :	00+400
LONGITUD DE MUESTRA (m):	100.00	AREA (und) :	20

N°	TIPO DE FALLA	COD	-	N°	TIPO DE FALLA	COD	-
21	Hinchamiento / fragmentación	HFR	-	31	Pulimiento de agregados	PAG	-
22	Grieta de esquina	GRE	-	32	Desprendimiento de una parte de losa	DLO	-
23	Losa dividida	LDI	-	33	Bombeo	BOM	-
24	Grieta de durabilidad "D"	GRD	-	34	Punzonamiento	PUN	-
25	Escala	ESC	-	35	Cruce de vía férrea	CVF	-
26	Daño del sello de la junta	DSJ	-	36	Desconchamiento	DES	-
27	Desnivel carril / berma	DCB	-	37	Grieta de retracción	GRR	-
28	Grietas lineales	GRL	-	38	Descascaramiento de esquina	DEQ	-
29	Parche grande	PGR	-	39	Descascaramiento de junta	DJU	-
30	Parche pequeño	PPE	-				

NIVEL DE SEVERIDAD	BAJA	MEDIA	ALTA
	(LOW)	(MEDIUM)	(HIGH)
	L	M	H

FALLA	SEVERIDAD	CANTIDADES PARCIALES							TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO
22	M	5							5.0	25.0%	34.40
26	M	16							16.0	80.0%	4.00
27	M	7							7.0	35.0%	12.40
38	M	6							6.0	30.0%	10.20
39	M	9							14.0	70.0%	22.10
									TOTAL D(%)	215.00%	

Valor deducido mas alto	34.4
valor deducido menor	4
Numero maximo de valores deducidos	5

m = 1+(9/98)x(100-HDV)	7.02
Parte decimal	0.02
Valor minimo	4

N°	VALORES DEDUCIDOS								VDT	q	VDC
1	34.40	22.10	12.40	10.20	4.00				83.10	5	45.96
2	34.40	22.10	12.40	10.20	2.00				81.10	4	47.61
3	34.40	22.10	12.40	2.00	2.00				72.90	3	46.86
4	34.40	22.10	2.00	2.00	2.00				62.50	2	47.63
5	34.40	2.00	2.00	2.00	2.00				42.40	1	42.40
										MAX VDC	47.63

INDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)		
PCI	=	100-(MaxVDC o Total VD)
PCI	=	52.37 %

CONDICION DEL PAVIMENTO: **REGULAR**

JR. DOS DE MAYO: UM - 05

PROYECTO:	ESTUDIO COMPARATIVO DEL ESTADO SUPERFICIAL DE PAVIMENTOS RÍGIDOS MEDIANTE LA APLICACIÓN DE MÉTODOS DE INSPECCIÓN VISUAL EN VÍAS DEL DISTRITO DE AYAVIRI 2025
EVALUADOR:	Bach. JOHN EDDY MAMANI LUPACA
MUESTRA:	JR. DOS DE MAYO - AYAVIRI
FECHA:	21/11/2025

ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)

UNIDAD DE MUESTRA:	UM - 05	INICIO DE PROGRESIVA (KM) :	00+400
ANCHO DE VIA (m) :	6.00	FIN DE PROGRESIVA (KM) :	00+500
LONGITUD DE MUESTRA (m):	100.00	AREA (und) :	20

N°	TIPO DE FALLA	COD	-	N°	TIPO DE FALLA	COD	-
21	Hinchamiento / fragmentación	HFR	-	31	Pulimiento de agregados	PAG	-
22	Grieta de esquina	GRE	-	32	Desprendimiento de una parte de losa	DLO	-
23	Losa dividida	LDI	-	33	Bombeo	BOM	-
24	Grieta de durabilidad "D"	GRD	-	34	Punzonamiento	PUN	-
25	Escala	ESC	-	35	Cruce de vía férrea	CVF	-
26	Daño del sello de la junta	DSJ	-	36	Desconchamiento	DES	-
27	Desnivel carril / berma	DCB	-	37	Grieta de retracción	GRR	-
28	Grietas lineales	GRL	-	38	Descascaramiento de esquina	DEQ	-
29	Parche grande	PGR	-	39	Descascaramiento de junta	DJU	-
30	Parche pequeño	PPE	-				

NIVEL DE SEVERIDAD	BAJA	MEDIA	ALTA
	(LOW)	(MEDIUM)	(HIGH)
	L	M	H

FALLA	SEVERIDAD	CANTIDADES PARCIALES							TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO
22	M	11							11.0	55.0%	53.80
23	L	14							14.0	70.0%	44.50
26	M	12							12.0	60.0%	4.00
39	M	9							9.0	45.0%	14.50
									TOTAL D(%)	230.00%	

Valor deducido mas alto	53.8
valor deducido menor	4
Numero maximo de valores deducidos	4

m = 1+(9/98)x(100-HDV)	5.24
Parte decimal	0.24
Valor mínimo	4

N°	VALORES DEDUCIDOS								VDT	q	VDC
1	53.80	44.50	14.50	4.00					116.80	4	66.26
2	53.80	44.50	14.50	2.00					114.80	3	71.14
3	53.80	44.50	2.00	2.00					102.30	2	71.27
4	53.80	2.00	2.00	2.00					59.80	1	59.80
										MAX VDC	71.27

INDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)	PCI	=	100-(MaxVDC o Total VD)
	PCI	=	28.73 %
CONDICION DEL PAVIMENTO:	MALO		

JR. CUSCO: UM - 01

PROYECTO:	ESTUDIO COMPARATIVO DEL ESTADO SUPERFICIAL DE PAVIMENTOS RÍGIDOS MEDIANTE LA APLICACIÓN DE MÉTODOS DE INSPECCIÓN VISUAL EN VÍAS DEL DISTRITO DE AYAVIRI 2025
EVALUADOR:	Bach. JOHN EDOY MAMANI LUPACA
MUESTRA:	JR. CUSCO - AYAVIRI
FECHA:	14/11/2025

ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)

UNIDAD DE MUESTRA:	UM - 01	INICIO DE PROGRESIVA (KM) :	00+000
ANCHO DE VIA (m) :	6.00	FIN DE PROGRESIVA (KM) :	00+100
LONGITUD DE MUESTRA (m):	100.00	AREA (und) :	20

N°	TIPO DE FALLA	COD	-	N°	TIPO DE FALLA	COD	-
21	Hinchamiento / fragmentación	HFR	-	31	Pulimiento de agregados	PAG	-
22	Grieta de esquina	GRE	-	32	Desprandimiento de una parte de losa	DLO	-
23	Losa dividida	LDI	-	33	Bombeo	BOM	-
24	Grieta de durabilidad "D"	GRD	-	34	Punzonamiento	PUN	-
25	Escala	ESC	-	35	Cruce de vía férrea	CVF	-
26	Daño del sello de la junta	DSJ	-	36	Desconchamiento	DES	-
27	Desnivel carril / berma	DCB	-	37	Grieta de retracción	GRR	-
28	Grietas lineales	GRL	-	38	Descascaramiento de esquina	DEQ	-
29	Parche grande	PGR	-	39	Descascaramiento de junta	DJU	-
30	Parche pequeño	PPE	-				

NIVEL DE SEVERIDAD	BAJA	MEDIA	ALTA
	(LOW)	(MEDIUM)	(HIGH)
	L	M	H

FALLA	SEVERIDAD	CANTIDADES PARCIALES							TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO
22	L	3							3.0	15.0%	12.60
23	L	4							4.0	20.0%	18.60
26	M	6							6.0	30.0%	4.00
30	M	2							2.0	10.0%	6.60
32	M	4							4.0	20.0%	3.20
34	M	2							2.0	10.0%	22.90
38	L	5							5.0	25.0%	4.40
									TOTAL D(%)	130.0%	

Valor deducido mas alto	22.9
valor deducido menor	3.2
Numero maximo de valores deducidos	7

m = 1+(9/98)x(100-HDV)	8.08
Parte decimal	0.08
Valor mínimo	3.2

N°	VALORES DEDUCIDOS								VDT	q	VDC
1	22.90	18.60	12.60	6.60	4.40	4.00	3.20		72.30	7	35.20
2	22.90	18.60	12.60	6.60	4.40	4.00	2.00		71.10	6	36.60
3	22.90	18.60	12.60	6.60	4.40	2.00	2.00		69.10	5	38.00
4	22.90	18.60	12.60	6.60	2.00	2.00	2.00		66.70	4	39.10
5	22.90	18.60	12.60	2.00	2.00	2.00	2.00		62.10	3	39.90
6	22.90	18.60	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00		51.50	2	40.50
7	22.90	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00		34.90	1	34.9
										MAX VDC	40.50

INDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)		
PCI	=	100-(MaxVDC o Total VD)
PCI	=	59.50 %

CONDICION DEL PAVIMENTO: **BUENO**

JR. CUSCO: UM - 02

PROYECTO:	ESTUDIO COMPARATIVO DEL ESTADO SUPERFICIAL DE PAVIMENTOS RÍGIDOS MEDIANTE LA APLICACIÓN DE MÉTODOS DE INSPECCIÓN VISUAL EN VÍAS DEL DISTRITO DE AYAVIRI 2025
EVALUADOR:	Bach. JOHN EDDY MAMANI LUPACA
MUESTRA:	JR. CUSCO - AYAVIRI
FECHA:	14/11/2025

ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)

UNIDAD DE MUESTRA:	UM - 02	INICIO DE PROGRESIVA (KM) :	00+100
ANCHO DE VIA (m) :	6.00	FIN DE PROGRESIVA (KM) :	00+200
LONGITUD DE MUESTRA (m):	100.00	AREA (und) :	20

N°	TIPO DE FALLA	COD	-	N°	TIPO DE FALLA	COD	-
21	Hinchamiento / fragmentación	HFR	-	31	Pulimiento de agregados	PAG	-
22	Grieta de esquina	GRE	-	32	Desprendimiento de una parte de losa	DLO	-
23	Losa dividida	LDI	-	33	Bombeo	BOM	-
24	Grieta de durabilidad "D"	GRD	-	34	Punzonamiento	PUN	-
25	Escala	ESC	-	35	Cruce de vía férrea	CVF	-
26	Daño del sello de la junta	DSJ	-	36	Desconchamiento	DES	-
27	Desnivel carril / berma	DCB	-	37	Grieta de retracción	GRR	-
28	Grietas lineales	GRL	-	38	Descascaramiento de esquina	DEQ	-
29	Parche grande	PGR	-	39	Descascaramiento de junta	DJU	-
30	Parche pequeño	PPE	-				

NIVEL DE SEVERIDAD	BAJA	MEDIA	ALTA
	(LOW)	(MEDIUM)	(HIGH)
	L	M	H

FALLA	SEVERIDAD	CANTIDADES PARCIALES							TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO
21	L	2							2.0	10.0%	8.30
22	M	4							4.0	20.0%	28.70
23	L	3							3.0	15.0%	14.20
26	M	6							6.0	30.0%	4.00
28	M	6							6.0	30.0%	20.20
32	L	5							5.0	25.0%	4.00
									TOTAL D(%)	130.00%	

Valor deducido mas alto	28.7
valor deducido menor	4
Numero maximo de valores deducidos	6

m = 1+(9/98)x(100-HDV)	7.55
Parte decimal	0.55
Valor minimo	4

N°	VALORES DEDUCIDOS								VDT	q	VDC
1	28.70	20.20	14.20	8.30	4.00	4.00			79.40	6	41.20
2	28.70	20.20	14.20	8.30	4.00	2.00			77.40	5	42.80
3	28.70	20.20	14.20	8.30	2.00	2.00			75.40	4	44.20
4	28.70	20.20	14.20	2.00	2.00	2.00			69.10	3	44.40
5	28.70	20.20	2.00	2.00	2.00	2.00			56.90	2	44.00
6	28.70	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00			38.70	1	38.70
										MAX VDC	44.40

INDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)	PCI	=	100-(MaxVDC o Total VD)
	PCI	=	55.60 %
CONDICION DEL PAVIMENTO:	BUENO		

JR. CUSCO: UM - 03

PROYECTO:	ESTUDIO COMPARATIVO DEL ESTADO SUPERFICIAL DE PAVIMENTOS RÍGIDOS MEDIANTE LA APLICACIÓN DE MÉTODOS DE INSPECCIÓN VISUAL EN VÍAS DEL DISTRITO DE AYAVIRI 2025
EVALUADOR:	Bach. JOHN EDDY MAMANI LUPACA
MUESTRA:	JR. CUSCO - AYAVIRI
FECHA:	14/11/2025

ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)

UNIDAD DE MUESTRA:	UM - 03	INICIO DE PROGRESIVA (KM) :	00+200
ANCHO DE VIA (m) :	6.00	FIN DE PROGRESIVA (KM) :	00+300
LONGITUD DE MUESTRA (m):	100.00	AREA (und) :	20

N°	TIPO DE FALLA	COD	-	N°	TIPO DE FALLA	COD	-
21	Hinchamiento / fragmentación	HFR	-	31	Pulimiento de agregados	PAG	-
22	Grieta de esquina	GRE	-	32	Desprendimiento de una parte de losa	DLO	-
23	Losa dividida	LDI	-	33	Bombeo	BOM	-
24	Grieta de durabilidad "D"	GRD	-	34	Punzonamiento	PUN	-
25	Escala	ESC	-	35	Cruce de vía férrea	CVF	-
26	Daño del sello de la junta	DSJ	-	36	Desconchamiento	DES	-
27	Desnivel carril / berma	DCB	-	37	Grieta de retracción	GRR	-
28	Grietas lineales	GRL	-	38	Descascaramiento de esquina	DEQ	-
29	Parche grande	PGR	-	39	Descascaramiento de junta	DJU	-
30	Parche pequeño	PPE	-				

NIVEL DE SEVERIDAD	BAJA	MEDIA	ALTA
	(LOW)	(MEDIUM)	(HIGH)
	L	M	H

FALLA	SEVERIDAD	CANTIDADES PARCIALES							TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO
22	M	6							6.0	30.0%	39.20
23	M	3							3.0	15.0%	28.20
26	M	9							9.0	45.0%	4.00
28	M	11							11.0	55.0%	28.80
38	L	8							8.0	40.0%	8.00
39	L	7							7.0	35.0%	7.63
									TOTAL D(%)	220.00%	

Valor deducido mas alto	39.2
valor deducido menor	4
Numero maximo de valores deducidos	6

m = 1+(9/98)x(100-HDV)	6.58
Parte decimal	0.58
Valor mínimo	4

N°	VALORES DEDUCIDOS								VDT	q	VDC
1	39.20	28.80	28.20	8.00	7.63	4.00			115.83	6	59.90
2	39.20	28.80	28.20	8.00	7.63	2.00			113.83	5	61.90
3	39.20	28.80	28.20	8.00	2.00	2.00			108.20	4	62.10
4	39.20	28.80	28.20	2.00	2.00	2.00			102.20	3	64.21
5	39.20	28.80	2.00	2.00	2.00	2.00			76.00	2	56.10
6	39.20	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00			49.20	1	49.20
										MAX VDC	64.21

INDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)			
	PCI	=	100-(MaxVDC o Total VD)
	PCI	=	35.79 %
CONDICION DEL PAVIMENTO:	MALO		

JR. CUSCO: UM - 04

PROYECTO:	ESTUDIO COMPARATIVO DEL ESTADO SUPERFICIAL DE PAVIMENTOS RÍGIDOS MEDIANTE LA APLICACIÓN DE MÉTODOS DE INSPECCIÓN VISUAL EN VÍAS DEL DISTRITO DE AYAVIRI 2025
EVALUADOR:	Bach. JOHN EDDY MAMANI LUPACA
MUESTRA:	JR. CUSCO - AYAVIRI
FECHA:	14/11/2025

ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)

UNIDAD DE MUESTRA:	UM - 04	INICIO DE PROGRESIVA (KM) :	00+300
ANCHO DE VIA (m) :	6.00	FIN DE PROGRESIVA (KM) :	00+400
LONGITUD DE MUESTRA (m):	100.00	AREA (und) :	20

N°	TIPO DE FALLA	COD	-	N°	TIPO DE FALLA	COD	-
21	Hinchamiento / fragmentación	HFR	-	31	Pulimiento de agregados	PAG	-
22	Grieta de esquina	GRE	-	32	Desprendimiento de una parte de losa	DLO	-
23	Losa dividida	LDI	-	33	Bombeo	BOM	-
24	Grieta de durabilidad "D"	GRD	-	34	Punzonamiento	PUN	-
25	Escala	ESC	-	35	Cruce de via férrea	CVF	-
26	Daño del sello de la junta	DSJ	-	36	Desconchamiento	DES	-
27	Desnivel carril / berma	DCB	-	37	Grieta de retracción	GRR	-
28	Grietas lineales	GRL	-	38	Descascaramiento de esquina	DEQ	-
29	Parche grande	PGR	-	39	Descascaramiento de junta	DJU	-
30	Parche pequeño	PPE	-				

NIVEL DE SEVERIDAD	BAJA	MEDIA	ALTA
	(LOW)	(MEDIUM)	(HIGH)
	L	M	H

FALLA	SEVERIDAD	CANTIDADES PARCIALES							TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO
23	L	11							11.0	55.0%	40.20
26	M	8							8.0	40.0%	4.00
28	M	5							5.0	25.0%	17.60
30	M	7							7.0	35.0%	8.00
39	L	10							10.0	50.0%	9.40
									TOTAL D(%)	150.00%	

Valor deducido mas alto	40.2
valor deducido menor	4
Numero maximo de valores deducidos	5

m = 1+(9/98)x(100-HDV)	6.49
Parte decimal	0.49
Valor minimo	4

N°	VALORES DEDUCIDOS								VDT	q	VDC
1	40.20	17.60	9.40	8.00	4.00				79.20	5	43.79
2	40.20	17.60	9.40	8.00	2.00				77.20	4	45.32
3	40.20	17.60	9.40	2.00	2.00				71.20	3	45.77
4	40.20	17.60	2.00	2.00	2.00				63.80	2	48.47
5	40.20	2.00	2.00	2.00	2.00				48.20	1	48.20
										MAX VDC	48.47

INDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)		
PCI	=	100-(MaxVDC o Total VD)
PCI	=	51.53 %

CONDICION DEL PAVIMENTO: **REGULAR**

CONDICIÓN SUPERFICIAL DE PAVIMENTO RÍGIDO

MANUAL DE CARRETERAS: MANTENIMIENTO O CONSERVACIÓN VIAL

PROYECTO : ESTUDIO COMPARATIVO DEL ESTADO SUPERFICIAL DE PAVIMENTOS RÍGIDOS MEDIANTE LA APLICACIÓN DE MÉTODOS DE INSPECCIÓN VISUAL EN VÍAS DEL DISTRITO DE AYAVIRI 2025

EVALUADOR : Bach. JOHN EDDY MAMANI LUPACA

MUESTRA : JR. DOS DE MAYO - AYAVIRI **TRAMO** : 01

FECHA : 21/11/2025 **ANCHO DE VÍA** : 6 m.

FICHA TECNICA DE DAÑOS EN PAVIMENTO RÍGIDO

Progresiva		Longitud (m)	Ancho de Via (m)	Tipo de Daño	Codigo del tipo de daño	Nivel de Gravedad	Número de Baches	Ancho del Deterioro (m)	Longitud del Deterioro (m)	Área Deterioradas	FECHA
Del Km	Al Km										
TRAMO 01: 0+000 - 0+200											
0+000.00	0+200.00	200.0	6.00	Desnivel entre losas	1	2		0.98	136.0	133.3	
0+000.00	0+200.00	200.0	6.00	Figuras longitudinales	2	2		0.88	311.0	264.4	
0+000.00	0+200.00	200.0	6.00	Fisuras de esquina	4	2		0.80	173.0	103.8	
0+000.00	0+200.00	200.0	6.00	Reparaciones o Parchados	6	2		0.90	200.0	180.0	
0+000.00	0+200.00	200.0	6.00	Desportillamiento de Juntas	7	2		0.15	268.0	40.2	

Tipo de Daño	1. Desnivel entre losas	3. Fisuras Transversales	5. Fisuras oblicuas	7. Desportillamiento de Juntas	9. Baches (Huecos)	
	2. Figuras longitudinales	4. Fisuras de esquina	6. Reparaciones o Parchados	8. Desprendimiento	10. Tratamiento superficial	
Nivel de Gravedad	0. Sin Deterioro	1. Leve	2. Moderada	3. Severa		
Clase de Densidad	Solo se Aplica al Tipo de Daño 3. Baches ó Huecos					

TESIS UANCV

VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN
"OFICINA DE INVESTIGACIÓN"

CALIFICACIÓN PARA CADA TIPO DE DETERIORO O FALLA DE LA CAPA DE RODADURA POR SECCIONES DE 200M DE CARRETERAS CON PAVIMENTO RÍGIDO

TRAMO 01: 0+000 - 0+200

Código de Daño	Deterioros / Fallas	Gravedad (G)	Medidas: Área de Deterioro Ai (m²) / Número de Deterioros (Ni) / Longitud del deterioro (Li)	Ai/n/Gravedad Severidad o Longitud del Deterioro	Ancho de la Sección Evaluada (m)	Longitud de la Sección Evaluada (m)	Area de la Sección Evaluada (m2) AS	Porcentaje de Extensión del deterioro/falla (DR)	(DP)x(k)	Relación Matemática Procedente	Puntaje de Condición según Extensión de Cada Tipo de Deterioro o Falla: 0. Sin Deterioros ó Sin Fallas	1. Leve	2. Moderada	3. Severa	Puntaje de Condición Resultante por cada Tipo de Deterioro / Falla
												DPp = Menor a 10%	DPp = entre 10% y 30%	DPp = mayor a 30%		
1	Grietas en esquinas	1. Sonidos al cruzar las juntas por la velocidad	Area ($A_{1,1}$): Dato 1 Gravedad 1 $A_{1,1}$ = Longitud × 0.10 m (Ancho de influencia)	0.0	6.0	200.0	1200.0	0.00	0.00						
		2. Sonido en una intensión significativa de la velocidad	Area ($A_{1,2}$): Dato 1 Gravedad 2 $A_{1,2}$ = Longitud × 0.30 m (Ancho de influencia)	133.3	6.0	200.0	1200.0	11.11	1480.38	$Dp = [(EP_{1,1} + A_{1,1} + EP_{1,2} + A_{1,2} + EP_{1,3} + A_{1,3}) / (A_{S1} + A_{S2})] \times 100$	0	> 0 y < 20	≥ 20 y < 100	100	
		3. Sonido en una intensión agresiva de la velocidad	Area ($A_{1,3}$): Dato 1 Gravedad 3 $A_{1,3}$ = Longitud × 0.50 m (Ancho de influencia)	0.0	6.0	200.0	1200.0	0.00	0.00	11.11	0	20.21	24.42	0	48.63
2	Figuras longitudinales	1. Fisuras finas (ancho ≤ 1 mm)	Area ($A_{2,1}$): Dato 2 Gravedad 1 $A_{2,1}$ = Longitud × 0.10 m (Ancho de influencia)	0.0	6.0	200.0	1200.0	0.00	0.00						
		2. Fisuras medias, acompañadas o no de fisuras abiertas y/o cerradas, sin pérdida de material (ancho entre 1 mm y 3 mm)	Area ($A_{2,2}$): Dato 2 Gravedad 2 $A_{2,2}$ = Longitud × 0.30 m (Ancho de influencia)	204.4	6.0	200.0	1200.0	20.83	2453.40	$Dp = [(EP_{2,1} + A_{2,1} + EP_{2,2} + A_{2,2} + EP_{2,3} + A_{2,3}) / (A_{S1} + A_{S2})] \times 100$	0	> 0 y < 20	≥ 20 y < 100	100	
		3. Fisuras gruesas, acompañadas o fisuras abiertas y/o cerradas, con pérdida de material (ancho > 3 mm)	Area ($A_{2,3}$): Dato 2 Gravedad 3 $A_{2,3}$ = Longitud × 0.50 m (Ancho de influencia)	0.0	6.0	200.0	1200.0	0.00	0.00	32.03	0	0	66.13	0	66.13
3	Fisuras Transversales	1. Fisuras finas (ancho ≤ 1 mm)	Area ($A_{3,1}$): Dato 3 Gravedad 1 $A_{3,1}$ = Longitud × 0.10 m (Ancho de influencia)	0.0	6.0	200.0	1200.0	0.00	0.00						
		2. Fisuras medias, acompañadas o fisuras abiertas y/o cerradas, (ancho > 1 mm y ≤ 3 mm)	Area ($A_{3,2}$): Dato 3 Gravedad 2 $A_{3,2}$ = Longitud × 0.30 m (Ancho de influencia)	0.0	6.0	200.0	1200.0	0.00	0.00	$Dp = [(EP_{3,1} + A_{3,1} + EP_{3,2} + A_{3,2} + EP_{3,3} + A_{3,3}) / (A_{S1} + A_{S2})] \times 100$	0	> 0 y < 20	≥ 20 y < 100	100	
		3. Fisuras gruesas, acompañadas o fisuras abiertas y/o cerradas, (ancho > 3 mm)	Area ($A_{3,3}$): Dato 3 Gravedad 3 $A_{3,3}$ = Longitud × 0.50 m (Ancho de influencia)	0.0	6.0	200.0	1200.0	0.00	0.00	0	0	0	0	0	0.00
4	Fisuras de esquina	1. Bifurcan en una esquina cualquiera	Area ($A_{4,1}$): Dato 4 Gravedad 1 $A_{4,1}$ = Longitud × 0.10 m (Ancho de influencia)	0.0	6.0	200.0	1200.0	0.00	0.00						
		2. Dos esquinas cualesquiera	Area ($A_{4,2}$): Dato 4 Gravedad 2 $A_{4,2}$ = Longitud × 0.20 m (Ancho de influencia)	113.6	6.0	200.0	1200.0	9.46	1697.87	$Dp = [(EP_{4,1} + A_{4,1} + EP_{4,2} + A_{4,2} + EP_{4,3} + A_{4,3}) / (A_{S1} + A_{S2})] \times 100$	0	> 0 y < 20	≥ 20 y < 100	100	
		3. Más que dos esquinas cualesquiera	Area (A4G): Dato 4 Gravedad 3 A4G= Longitud × 0.50 m (Ancho de influencia)	0.0	6.0	200.0	1200.0	0.00	0.00	0.00	0	17.50	0	0	17.50
5	Fisuras cíclicas	1. Fisuras finas (ancho ≤ 1 mm)	Area ($A_{5,1}$): Dato 5 Gravedad 1 $A_{5,1}$ = Longitud × 0.10 m (Ancho de influencia)	0.0	6.0	200.0	1200.0	0.00	0.00						
		2. Fisuras medias, acompañadas o fisuras abiertas y/o cerradas, (ancho > 1 mm y ≤ 3 mm)	Area ($A_{5,2}$): Dato 5 Gravedad 2 $A_{5,2}$ = Longitud × 0.30 m (Ancho de influencia)	0.0	6.0	200.0	1200.0	0.00	0.00	$Dp = [(EP_{5,1} + A_{5,1} + EP_{5,2} + A_{5,2} + EP_{5,3} + A_{5,3}) / (A_{S1} + A_{S2})] \times 100$	0	> 0 y < 20	≥ 20 y < 100	100	
		3. Fisuras gruesas, acompañadas o fisuras abiertas y/o cerradas, (ancho > 3 mm)	Area ($A_{5,3}$): Dato 5 Gravedad 3 $A_{5,3}$ = Longitud × 0.50 m (Ancho de influencia)	0.0	6.0	200.0	1200.0	0.00	0.00	0.00	0	0.00	0	0	0.00
6	Reparaciones o Parchados	1. Parchados (cubren el 10% de la superficie de las losas afectadas)	Area ($A_{6,1}$): Dato 6 Gravedad 1 $A_{6,1}$ = Longitud × Ancho (del elemento)	0.0	6.0	200.0	1200.0	0.00	0.00						
		2. Parchados cubren el 10% y 20% de la superficie de las losas afectadas	Area ($A_{6,2}$): Dato 6 Gravedad 2 $A_{6,2}$ = Longitud × Ancho (del elemento)	166.6	6.0	200.0	1200.0	13.89	2733.06	$Dp = [(EP_{6,1} + A_{6,1} + EP_{6,2} + A_{6,2} + EP_{6,3} + A_{6,3}) / (A_{S1} + A_{S2})] \times 100$	0	> 0 y < 10	≥ 10 y < 50	50	
		3. Cortinas (cruzan que el 20% de la superficie de las losas afectadas)	Area ($A_{6,3}$): Dato 6 Gravedad 3 $A_{6,3}$ = Longitud × Ancho (del elemento)	0.0	6.0	200.0	1200.0	0.00	0.00	15.00	0	0	50	0	23.05
7	Desplazamiento de Juntas	1. Presentamiento o desintegración de bordes, menor igual que el 50 % de la longitud dentro de las 0 cm de la junta	Area ($A_{7,1}$): Dato 7 Gravedad 1 A71 = Longitud × 0.10 m (Ancho de influencia)	0.0	0.0										
		2. Presentamiento o desintegración de bordes, mayor que el 50 % de la longitud dentro de las 0 cm de la junta	Area ($A_{7,2}$): Dato 7 Gravedad 1 A72 = Longitud × 0.20 m (Ancho de influencia)	40.0	0.0					$Dp = A_{7,1} + A_{7,2} + A_{7,3}$	0	> 0 y < 10	≥ 10 y < 50	50	
		3. Presentamiento o desintegración hasta una distancia superior a 5 cm de la junta	Area ($A_{7,3}$): Dato 7 Gravedad 1 A73 = Longitud × 0.30 m (Ancho de influencia)	0.0	0.0					40.00	0	0	0	50	50.00
8	Desprendimiento	1. Pérdida de material menor al 10% de la superficie de las losas afectadas	Area ($A_{8,1}$): Dato 8 Gravedad 1 $A_{8,1}$ = Longitud × Ancho (del elemento)	0.0	6.0	200.0	1200.0	0.00	0.00						
		2. Pérdida de material entre el 10 % y 20% de la superficie de las losas afectadas	Area ($A_{8,2}$): Dato 8 Gravedad 2 $A_{8,2}$ = Longitud × Ancho (del elemento)	0.0	6.0	200.0	1200.0	0.00	0.00	$Dp = [(EP_{8,1} + A_{8,1} + EP_{8,2} + A_{8,2} + EP_{8,3} + A_{8,3}) / (A_{S1} + A_{S2})] \times 100$	0	> 0 y < 10	≥ 10 y < 50	50	
		3. Pérdida de material mayor al 20% de la superficie de las losas afectadas	Area ($A_{8,3}$): Dato 8 Gravedad 3 $A_{8,3}$ = Longitud × Ancho (del elemento)	0.0	6.0	200.0	1200.0	0.00	0.00	0.00	0	0.00	0	0	0.00
9	Sellos (fisuras)	1. Ganancia < 0.2 m	Numero (N9L): Dato 9 Gravedad 1	0.0	0.0	200.0	1200.0	0.00	0.00		0. Sin Deterioros o sin Fallas	1. Leve DPp = Menor a 3 Sellos	2. Moderada DPp = entre 3 y 7 Sellos	3. Severa DPp = Mayor a 7 Sellos	
		2. Ganancia entre 0.2 y 0.3 m	Numero (N9L): Dato 9 Gravedad 2	0.0	0.0	200.0	1200.0	0.00	0.00	$Dp = [(EP_{9,1} + A_{9,1} + EP_{9,2} + A_{9,2} + EP_{9,3} + A_{9,3}) / (A_{S1} + A_{S2})] \times 100$	0	> 0 y < 20	≥ 20 y < 100	100	
		3. Ganancia > 0.3 m	Numero (N9L): Dato 9 Gravedad 3	0.0	0.0	200.0	1200.0	0.00	0.00	0.00	0	0.00	0	0	0.00
10	Fallas entre superficie	1. Desprendimiento menor al 10% de la superficie de las losas afectadas	Area (A10,1): Dato 10 Gravedad 1 A101 = Longitud × Ancho (del elemento)	0.0	6.0	200.0	1200.0	0.00	0.00						
		2. Desprendimiento entre el 10% y 30% de la superficie de las losas afectadas	Area (A10,2): Dato 10 Gravedad 2 A102 = Longitud × Ancho (del elemento)	0.0	6.0	200.0	1200.0	0.00	0.00	$Dp = [(EP_{10,1} + A_{10,1} + EP_{10,2} + A_{10,2} + EP_{10,3} + A_{10,3}) / (A_{S1} + A_{S2})] \times 100$	0	> 0 y < 20	≥ 20 y < 100	100	
		3. Desprendimiento mayor al 30% de la superficie de las losas afectadas	Area (A10,3): Dato 10 Gravedad 3 A103 = Longitud × Ancho (del elemento)	0.0	6.0	200.0	1200.0	0.00	0.00	0.00	0	0.00	0	0	0.00
														Suma de Puntaje de Condición	232.66

TRAMO 01: 0+000 - 0+200

TABLA DE CALIFICACIÓN DE CONDICIÓN SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO RÍGIDO (200M)

Calificación de condición	1000- 2(Puntaje de Condicion)=	767.94
Bueno	> 700	BUENO
Regular	> 300 y ≤ 700	
Malo	≤ 300	

SE RECOMIENDA MANTENIMIENTO PERIÓDICO

Reconstrucción - Rehabilitación			Conservación periódica				Conservación rutinaria		
100	200	300	400	500	600	700	800	900	1000

OFICINA DE INVESTIGACIÓN
Tesis Publicada con autorización del autor

http://repositorio.uancv.edu.pe/

CONDICIÓN SUPERFICIAL DE PAVIMENTO RÍGIDO

MANUAL DE CARRETERAS: MANTENIMIENTO O CONSERVACIÓN VIAL

PROYECTO : ESTUDIO COMPARATIVO DEL ESTADO SUPERRICIAL DE PAVIMENTOS RÍGIDOS MEDIANTE LA APLICACIÓN DE MÉTODOS DE INSPECCIÓN VISUAL EN VÍAS DEL DISTRITO DE AYAVIRI 2025

EVALUADOR : Bach. JOHN EDDY MAMANI LUPACA

MUESTRA : JR. DOS DE MAYO - AYAVIRI **TRAMO** : 02

FECHA : 21/11/2025 **ANCHO DE VÍA** : 6 m.

FICHA TECNICA DE DAÑOS EN PAVIMENTO RÍGIDO

Progresiva		Longitud (m)	Ancho de Via (m)	Tipo de Daño	Codigo del tipo de daño	Nivel de Gravedad	Número de Baches	Ancho del Deterioro (m)	Longitud del Deterioro (m)	Área Deterioradas	FECHA
Del Km	Al Km										
TRAMO 02: 0+200 - 0+400											
0+200.00	0+400.00	200.0	6.00	Desnivel entre losas	1	1		5.10	181.0	923.1	
0+200.00	0+400.00	200.0	6.00	Figuras longitudinales	2	1		0.60	376.0	225.6	
0+200.00	0+400.00	200.0	6.00	Fisuras transversales	3	1		0.45	217.0	97.7	
0+200.00	0+400.00	200.0	6.00	Reparaciones o Parchados	6	2		0.91	200.0	182.0	
0+200.00	0+400.00	200.0	6.00	Desportillamiento de Juntas	7	2		0.35	362.0	126.7	
0+200.00	0+400.00	200.0	6.00	Baches (Huecos)	9	3	8	0.95	0.95	7.2	

Tipo de Daño	1. Desnivel entre losas	3. Fisuras Transversales	5. Fisuras oblicuas	7. Desportillamiento de Juntas	9. Baches (Huecos)
	2. Figuras longitudinales	4. Fisuras de esquina	6. Reparaciones o Parchados	8. Desprendimiento	10. Tratamiento superficial
Nivel de Gravedad	0. Sin Deterioro	1. Leve	2. Moderada	3. Severa	
Clase de Densidad	Solo se Aplica al Tipo de Daño 9. Baches ó Huecos				

TESIS UANCV

VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN
"OFICINA DE INVESTIGACIÓN"

CALIFICACIÓN PARA CADA TIPO DE DETERIORO O FALLA DE LA CAPA DE RODADURA POR SECCIONES DE 200M DE CARRETERAS CON PAVIMENTO RÍGIDO

TRAMO 02: 0+200 - 0+400

Código de Daño	Deterioros / Fallas	Severidad (S)	Medidas: Área de Deterioro Ai (m²) / Número de Deterioros (Ni) / Longitud del deterioro (Li)	Ai=(Área del Deterioro o Longitud del Deterioro)	Ancho de la Sección Evaluada (m)	Longitud de la Sección Evaluada (m)	Area de la Sección Evaluada (m2) At	Porcentaje de Extensión del deterioro/falla (PEi)	EPi=Ai/At	Expresión Procedimiento Pavimento	Puntaje de Condición según Extensión de Cada Tipo de Deterioro o Falla: a. Sin Deterioro o Sin Fallas	1. Leve: EPi = Menor a 10%	2. Moderado: EPi = entre 10% y 30%	3. Severo: EPi = mayor a 30%	Puntaje de Condición Resultante por cada Tipo de Deterioro / Falla
1	Desnivel entre losas	1. Sensible al usuario sin reducción de la velocidad	Area ($A_{1,1}$): Daño 1 Gravedad 1 $A_{1,1}$ = Longitud × 0.10 m (Ancho de influencia)	323.1	6.8	200.0	1360.0	75.83	1144.47						
		2. Resulte en una reducción significativa de la velocidad	Area ($A_{1,2}$): Daño 1 Gravedad 2 $A_{1,2}$ = Longitud × 0.30 m (Ancho de influencia)	0.0	0.0	200.0	1360.0	0.00	0.00	$EIp = [(EP_{1,1} + A_{1,1}) + (EP_{1,2} + A_{1,2}) + (A_{1,1} + A_{1,2})]$	0	< 0 y < 20	≥ 20 y < 100	100	
		3. Resulta en una reducción drástica de la velocidad	Area ($A_{1,3}$): Daño 1 Gravedad 3 $A_{1,3}$ = Longitud × 0.50 m (Ancho de influencia)	0.0	0.0	200.0	1360.0	0.00	0.00	75.83	0	0	0	100	100.00
2	Fisuras longitudinales	1. Fisuras finas (ancho ≤ 1 mm)	Area ($A_{2,1}$): Daño 2 Gravedad 1 $A_{2,1}$ = Longitud × 0.10 m (Ancho de influencia)	225.6	6.8	200.0	1360.0	16.58	4341.20						
		2. Fisuras medias, con escasa ramificación y fisuras abiertas y/o ramificadas, sin pérdida de material (ancho ≥ 1 mm y ≤ 3 mm)	Area ($A_{2,2}$): Daño 2 Gravedad 2 $A_{2,2}$ = Longitud × 0.30 m (Ancho de influencia)	0.0	0.0	200.0	1360.0	0.00	0.00	$EIp = [(EP_{1,1} + A_{2,1}) + (EP_{1,2} + A_{2,2}) + (A_{2,1} + A_{2,2})]$	0	< 0 y < 20	≥ 20 y < 100	100	
		3. Fisuras gruesas, con escasa ramificación o fisuras abiertas y/o ramificadas, con pérdida de material (ancho > 3 mm)	Area ($A_{2,3}$): Daño 2 Gravedad 3 $A_{2,3}$ = Longitud × 0.50 m (Ancho de influencia)	0.0	0.0	200.0	1360.0	0.00	0.00	16.60	0	0	35.29	0	35.29
3	Fisuras Transversales	1. Fisuras finas (ancho ≤ 1 mm)	Area ($A_{3,1}$): Daño 3 Gravedad 1 $A_{3,1}$ = Longitud × 0.10 m (Ancho de influencia)	87.7	6.8	200.0	1360.0	6.44	784.63						
		2. Fisuras medias, con escasa ramificación y fisuras abiertas y/o ramificadas, (ancho > 1 mm y ≤ 3 mm)	Area ($A_{3,2}$): Daño 3 Gravedad 2 $A_{3,2}$ = Longitud × 0.30 m (Ancho de influencia)	0.0	0.0	200.0	1360.0	0.00	0.00	$EIp = [(EP_{1,1} + A_{3,1}) + (EP_{1,2} + A_{3,2}) + (A_{3,1} + A_{3,2})]$	0	< 0 y < 20	≥ 20 y < 100	100	
		3. Fisuras gruesas, con escasa ramificación o fisuras abiertas y/o ramificadas, (ancho > 3 mm)	Area ($A_{3,3}$): Daño 3 Gravedad 3 $A_{3,3}$ = Longitud × 0.50 m (Ancho de influencia)	0.0	0.0	200.0	1360.0	0.00	0.00	0	0	16.29	0	0	16.29
4	Fisuras de esquina	1. Solamente una esquina quebrada	Area ($A_{4,1}$): Daño 4 Gravedad 1 $A_{4,1}$ = Longitud × 0.10 m (Ancho de influencia)	0.0	0.0	200.0	1360.0	0.00	0.00						
		2. Dos esquinas quebradas	Area ($A_{4,2}$): Daño 4 Gravedad 2 $A_{4,2}$ = Longitud × 0.30 m (Ancho de influencia)	0.0	0.0	200.0	1360.0	0.00	0.00	$EIp = [(EP_{1,1} + A_{4,1}) + (EP_{1,2} + A_{4,2}) + (A_{4,1} + A_{4,2})]$	0	< 0 y < 20	≥ 20 y < 100	100	
		3. Más que dos esquinas quebradas	Area (AK4): Daño 4 Gravedad 3 AK4= Longitud × 0.50 m (Ancho de influencia)	0.0	0.0	200.0	1360.0	0.00	0.00	0.00	0	0.00	0	0	0.00
5	Fisuras oblicuas	1. Fisuras finas (ancho ≤ 1 mm)	Area ($A_{5,1}$): Daño 5 Gravedad 1 $A_{5,1}$ = Longitud × 0.10 m (Ancho de influencia)	0.0	0.0	200.0	1360.0	0.00	0.00						
		2. Fisuras medias, con escasa ramificación y fisuras abiertas y/o ramificadas, (ancho > 1 mm y ≤ 3 mm)	Area ($A_{5,2}$): Daño 5 Gravedad 2 $A_{5,2}$ = Longitud × 0.30 m (Ancho de influencia)	0.0	0.0	200.0	1360.0	0.00	0.00	$EIp = [(EP_{1,1} + A_{5,1}) + (EP_{1,2} + A_{5,2}) + (A_{5,1} + A_{5,2})]$	0	< 0 y < 20	≥ 20 y < 100	100	
		3. Fisuras gruesas, con escasa ramificación y fisuras abiertas y/o ramificadas, (ancho > 3 mm)	Area ($A_{5,3}$): Daño 5 Gravedad 3 $A_{5,3}$ = Longitud × 0.50 m (Ancho de influencia)	0.0	0.0	200.0	1360.0	0.00	0.00	0.00	0	0.00	0	0	0.00
6	Reparaciones o Parchados	1. Puntuales (menor al 10% de la superficie de las losas afectadas)	Area ($A_{6,1}$): Daño 6 Gravedad 1 $A_{6,1}$ = Longitud × Ancho (del deterioro)	0.0	0.0	200.0	1360.0	0.00	0.00						
		2. Puntuales (entre el 10% y 30% de la superficie de las losas afectadas)	Area ($A_{6,2}$): Daño 6 Gravedad 2 $A_{6,2}$ = Longitud × Ancho (del deterioro)	182.9	0.0	200.0	1360.0	16.17	2760.33	$EIp = [(EP_{1,1} + A_{6,1}) + (EP_{1,2} + A_{6,2}) + (A_{6,1} + A_{6,2})]$	0	< 0 y < 10	≥ 10 y < 50	50	
		3. Continuas (mayor que el 30% de la superficie de las losas afectadas)	Area ($A_{6,3}$): Daño 6 Gravedad 3 $A_{6,3}$ = Longitud × Ancho (del deterioro)	0.0	0.0	200.0	1360.0	0.00	0.00	16.17	0	0	33.33333333	0	33.33
7	Desconchamiento de Juntas	1. Fracturamiento o desintegración de bordes (semicircular que el 20 % de fallo(ancho del deterioro) de los 5 cm de la junta	Area ($A_{7,1}$): Daño 7 Gravedad 1 $A71$ = Longitud × 0.10 m (Ancho de influencia)	0.0	0.0										
		2. Fracturamiento o desintegración de bordes mayor que el 30 % de fallo(ancho del deterioro) de los 5 cm de la junta	Area ($A_{7,2}$): Daño 7 Gravedad 1 $A72$ = Longitud × 0.30 m (Ancho de influencia)	135.7	0.0					$EIp = A_{7,1} + A_{7,2} + A_{7,3}$	0	< 0 y < 10	≥ 10 y < 50	50	
		3. Fracturamiento o desmoronamiento hasta una profundidad superior a 5 cm de la junta	Area ($A_{7,3}$): Daño 7 Gravedad 1 $A73$ = Longitud × 0.50 m (Ancho de influencia)	0.0	0.0					135.70	0	0	0	50	50.00
8	Desprendimiento	1. Pérdida de material menor al 10% de la superficie de las losas afectadas	Area ($A_{8,1}$): Daño 8 Gravedad 1 $A_{8,1}$ = Longitud × Ancho (del deterioro)	0.0	0.0	200.0	1360.0	0.00	0.00						
		2. Pérdida de material entre el 10 % y 20% de la superficie de las losas afectadas	Area ($A_{8,2}$): Daño 8 Gravedad 2 $A_{8,2}$ = Longitud × Ancho (del deterioro)	0.0	0.0	200.0	1360.0	0.00	0.00	$EIp = [(EP_{1,1} + A_{8,1}) + (EP_{1,2} + A_{8,2}) + (A_{8,1} + A_{8,2})]$	0	< 0 y < 10	≥ 10 y < 50	50	
		3. Pérdida de material mayor al 20% de la superficie de las losas afectadas	Area ($A_{8,3}$): Daño 8 Gravedad 3 $A_{8,3}$ = Longitud × Ancho (del deterioro)	0.0	0.0	200.0	1360.0	0.00	0.00	0.00	0	0.00	0	0	0.00
9	Fisuras (Fisuras)	1. Diámetro < 0.2 m	Numero (NA): Daño 9 Gravedad 1	0.0	0.0	200.0	1360.0	0.00	0.00		0. Sin Deterioros o sin Fallas	1. Leve: EPp = Menor a 3 Daños	2. Moderado: EPp = entre 3 y 7 Daños	3. Severo: EPp = Mayor a 7 Daños	
		2. Diámetro entre 0.2 y 0.3 m	Numero (NA): Daño 9 Gravedad 2	0.0	0.0	200.0	1360.0	0.00	0.00	$EIp = [(EP_{1,1} + A_{9,1}) + (EP_{1,2} + A_{9,2}) + (A_{9,1} + A_{9,2})]$	0	< 0 y < 20	≥ 20 y < 100	100	
		3. Diámetro > 0.3 m	Numero (NA): Daño 9 Gravedad 3	7.2	6.8	200.0	1360.0	0.68	4.24	0.00	0	1.39	0	0	1.39
10	Texturamiento superficial	1. Desprendimiento menor al 10% de la superficie de las losas afectadas	Area (A101): Daño 10 Gravedad 1 A101 = Longitud × Ancho (del deterioro)	0.0	0.0	200.0	1360.0	0.00	0.00						
		2. Desprendimiento entre el 10% y 30% de la superficie de las losas afectadas	Area (A102): Daño 10 Gravedad 2 A102 = Longitud × Ancho (del deterioro)	0.0	0.0	200.0	1360.0	0.00	0.00	$EIp = [(EP_{1,1} + A_{10,1}) + (EP_{1,2} + A_{10,2}) + (A_{10,1} + A_{10,2})]$	0	< 0 y < 20	≥ 20 y < 100	100	
		3. Desprendimiento mayor al 30% de la superficie de las losas afectadas	Area (A103): Daño 10 Gravedad 3 A103 = Longitud × Ancho (del deterioro)	0.0	0.0	200.0	1360.0	0.00	0.00	0.00	0	0.00	0	0	0.00
													Suma de Puntaje de Condición		273.35

TABLA DE CALIFICACIÓN DE CONDICIÓN SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO RÍGIDO (200M)

TRAMO 02: 0+200 - 0+400

Calificación de condición	1000- 1(Puntaje de Condición)=	726.66
Bueno	> 700	BUENO
Regular	> 300 y ≤ 700	
Malo	≤ 300	

SE RECOMIENDA MANTENIMIENTO PERIÓDICO

Reconstrucción - Rehabilitación			Conservación periódica				Conservación rutinaria		
100	200	300	400	500	600	700	800	900	1000

OFICINA DE INVESTIGACIÓN
Tesis Publicada con autorización del autor

http://repositorio.uancv.edu.pe/

TESIS UANCV
TESIS UANCV
VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN
"OFICINA DE INVESTIGACIÓN"

ANEXO 1
FORMULARIO DE AUTORIZACIÓN

AUTORIZACIÓN PARA LA INCORPORACIÓN DE LOS TRABAJOS DE INVESTIGACIÓN EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL UANCV

Formato digital [X] Fecha de entrega: 11 - 06 - 2026

1. Datos del autor (es):

Nombres y Apellidos: JOHN EDDY MAMANI LUPACA
Dirección: Av. BOLOGNESI 950
DNI/Carné de Extranjería/Pasaporte N°: 72379946
Teléfono: 944 994 006 email: Johnlupaca03@gmail.com
Nombres y Apellidos:
Dirección:
DNI/Carné de Extranjería/Pasaporte N°:
Teléfono: email:
Facultad y/o Escuela de Posgrado: INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
Escuela Profesional o Mención: INGENIERÍA CIVIL
Título o Grado Académico a optar: TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL
Asesor: Dr. OSCAR VICENTE VIAMONTE CALLA
Esta obra se encuentra dentro de las siguientes denominaciones:
Trabajo de Investigación [ ] Tesis [X] Trabajo de Suficiencia Profesional [ ] Trabajo Académico [ ]
Título: ESTUDIO COMPARATIVO DEL ESTADO SUPERFICIAL DE PAVIMENTOS RÍGIDOS MEDIANTE LA APLICACIÓN DE MÈTODOS DE INSPECCIÓN VISUAL EN VÍAS DEL DISTRITO DE AYAVIRI 2025
Palabras claves, (3 a 5 términos): PAVIMENTO RÍGIDO, EVALUACIÓN, ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI), MANTENIMIENTO VIAL
¿Esta obra se desarrolló en la UANCV [1,2]?
1

[1] Indicar si su producción intelectual ha empleado recursos tales como, instalaciones, laboratorios, insumos, equipos, bases de datos, asesoría técnica por parte del personal de la UANCV, financiamiento, entré otros relacionados.
[2] Si su producción intelectual se desarrolló en la UANCV totalmente o parcialmente, deberá autorizar el depósito en el Repositorio de manera obligatoria.

OFICINA DE INVESTIGACIÓN
Tesis Publicada con autorización del autor
http://repositorio.uancv.edu.pe/
OFICINA DE INVESTIGACIÓN
Tesis Publicada con autorización del autor
http://repositorio.uancv.edu.pe/

TESIS UANCV
TESIS UANCV
VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN
"OFICINA DE INVESTIGACIÓN"

2. Referencia de tesis:

☐ Bachiller ☒ Titulo ☐ 2da Especialidad ☐ Maestria ☐ Doctorado

3. Licencias:

a) Licencia estándar:

Bajo los siguientes términos, autorizo el depósito de mi tesis en el Repositorio Digital de la UANCV.

Con la autorización de depósito de mi producción Intelectual, otorgo a la Universidad Andina "Néstor Cáceres Velásquez" una licencia no exclusiva para reproducir, distribuir, comunicar al público, transformar (únicamente mediante su traducción a otros idiomas) y poner a disposición del público mi producción intelectual (incluido el resumen), en formato físico o digital, en cualquier medio, conocido o por conocerse, a través de los diversos servicios por la Universidad, creados o por crearse, tales como el Repositorio Digital de tesis UANCV, colección de producción intelectual, entre otros, en el Perú y en el extranjero por el tiempo y veces que considere necesarias, y libres de remuneraciones.

En virtud de dicha licencia, la Universidad Andina "Néstor Cáceres Velásquez" podrá reproducir mi producción intelectual en cualquier tipo de soporte y en más de un ejemplar, sin modificar su contenido, solo con propósitos de seguridad, respaldo y preservación.

Declaro que la producción intelectual es una creación de mi autoría y exclusiva titularidad, coautoría con titularidad compartida, y me encuentro facultado a conceder la presente licencia y, asimismo, garantizo que dicha producción intelectual no infringe derechos de autor de terceras personas.

La Universidad Andina "Néstor Cáceres Velásquez" consignará el nombre del y/o los autor(es) de la producción intelectual, y no le hará ninguna modificación más que la permitida en la licencia.

Autorizo su publicación (marque con una X)

☒ Sí, autorizo que se deposite inmediatamente.

☐ Sí, autorizo que se deposite a partir de la fecha (d/m/a): _____

☐ No autorizo.

b) Licencia CREATIVE COMMONS 4.0 INTERNACIONAL:

Si usted concede una licencia CREATIVE COMMONS sobre su producción intelectual, mantiene la titularidad de los derechos de autor de esta y, a la vez, permite que otras personas puedan reproducirla, comunicarla al público y distribuir ejemplares de esta, bajo las condiciones siguientes:

¿Quiere permitir usos comérciales de su producción intelectual?

Sí: significa que usted permite la reproducción, distribución y comunicación pública de la producción intelectual incluso con fines comerciales.

No: significa que usted permite la reproducción, y comunicación pública de la producción intelectual, pero sin fines comerciales.

☐ Sí autorizo

☒ No autorizo

OFICINA DE INVESTIGACIÓN
Tesis Publicada con autorización del autor
http://repositorio.uancv.edu.pe/
OFICINA DE INVESTIGACIÓN
Tesis Publicada con autorización del autor
http://repositorio.uancv.edu.pe/

TESIS UANCV
TESIS UANCV
VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN
"OFICINA DE INVESTIGACIÓN"

Jurisdicción de su Licencia

Todas las licencias CREATIVE COMMONS son de ámbito mundial, sin embargo, usted puede elegir entre la opción "internacional" o una adaptada a su jurisdicción, como para el caso peruano.

La opción "internacional" emplea el lenguaje y la terminología de los tratados internacionales; en cambio, la adaptada a su jurisdicción, recoge las particularidades de la legislación peruana.

En consecuencia, **la opción "internacional" goza de una mayor eficacia a nivel mundial, gracias a que tiene jurisdicción neutral**. Mientras que la opción adaptada a la jurisdicción del Perú goza de una mayor eficacia ante los tribunales peruanos.

[X] Internacional

[ ] Nacional

Línea de investigación: TECNOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN – P17



11-06-2026

Firma de Autor | huella digital | Fecha

UNIVERSIDAD ANDINA NESTOR CACERES JULIACA

OFICINA DE INVESTIGACIÓN
Tesis Publicada con autorización del autor
http://repositorio.uancv.edu.pe/
OFICINA DE INVESTIGACIÓN
Tesis Publicada con autorización del autor
http://repositorio.uancv.edu.pe/