



**UNIVERSIDAD ANDINA**

**NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ**

**FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**



**EVALUACIÓN DEL ESTADO SUPERFICIAL POR MEDIO DE  
INSPECCIÓN VISUAL Y PROPUESTA DE PLAN DE  
MANTENIMIENTO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE DEL  
JIRÓN APURÍMAC DEL DISTRITO DE JULIACA 2025**

**TESIS PRESENTADA POR:**

**Bach. JULIO CESAR ARACA MARAZA**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

**INGENIERO CIVIL**

**JULIACA – PERÚ**

**2026**



**UNIVERSIDAD ANDINA**

**NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ**

**FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

**EVALUACIÓN DEL ESTADO SUPERFICIAL POR MEDIO DE  
INSPECCIÓN VISUAL Y PROPUESTA DE PLAN DE  
MANTENIMIENTO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE DEL  
JIRÓN APURÍMAC DEL DISTRITO DE JULIACA 2025**

**TESIS PRESENTADA POR:**

**Bach. JULIO CESAR ARACA MARAZA**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

**INGENIERO CIVIL**

**APROBADA POR EL JURADO REVISOR:**

**PRESIDENTE**

:

Dr. CESAR GUILLEMO CAMARGO NAJAR

**PRIMER MIEMBRO**

:

Dr. LEONEL SUASAGA PELINCO

**SEGUNDO MIEMBRO**

:

Dr. ARNALDO YANA TORRES

**ASESOR DE TESIS**

:

Dr. FRITZ WILLY MAMANI APAZA

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN**

:

TECNOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN – P17

**"NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"****RESOLUCIÓN DECANAL N° 0023-2026-D-UI-FICP-UANCV**

Juliaca, 08 de enero del 2026

**VISTO:** El expediente N° 2025-CU-13512 presentado por el (la) Bachiller: **JULIO CESAR ARACA MARAZA** 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. **JULIO CESAR ARACA MARAZA**, quien solicita **NOMINACIÓN DE JURADOS Y PROGRAMACIÓN DE FECHA Y HORA DE SUSTENTACIÓN** de la Tesis Titulada: **EVALUACIÓN DEL ESTADO SUPERFICIAL POR MEDIO DE INSPECCIÓN VISUAL Y PROPUESTA DE PLAN DE MANTENIMIENTO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE DEL JIRÓN APURÍMAC DEL DISTRITO DE JULIACA 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 mérito 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. CESAR GUILLERMO CAMARGO NAJAR
- \* **1er Miembro** : Dr. LEONEL SUASACA PELINCO
- \* **2do Miembro** : Dr. ARNALDO YANA TORRES

**ARTICULO SEGUNDO. - RECONOCER** como asesor de la investigación (tesis) de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras al (a la) docente, **Dr. FRITZ WILLY MAMANI APAZA**.

**ARTICULO TERCERO. - APROBAR**, la **FECHA Y HORA DE SUSTENTACIÓN DE LA TESIS** de él (la) bachiller: **JULIO CESAR ARACA MARAZA**; del informe final de la investigación (tesis) titulada: **EVALUACIÓN DEL ESTADO SUPERFICIAL POR MEDIO DE INSPECCIÓN VISUAL Y PROPUESTA DE PLAN DE MANTENIMIENTO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE DEL JIRÓN APURÍMAC DEL DISTRITO DE JULIACA 2025** para optar el Título Profesional de **Ingeniero Civil**, de acuerdo al siguiente detalle:

- \* **FECHA** : miércoles 14 de enero del 2026
- \* **HORA** : 14:00 horas
- \* **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.





**RESOLUCIÓN DECANAL N° 909-2025-D-UI-FICP-UANCV**

Juliaca, 23 de agosto del 2025

**VISTO:** El expediente N° 2025-CU - 1847 por el señor (a): **JULIO CESAR ARACA MARAZA** quien solicita **REVISIÓN DEL INFORME FINAL DE LA INVESTIGACIÓN (borrador de tesis)**, el **PROVEIDO - N° 703- 2025-UI-FICP-UANCV/J**, y la **FICHA DE OPINIÓN DEL INFORME FINAL DE LA INVESTIGACIÓN (BORRADOR DE TESIS)** formato N° 085- 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): **JULIO CESAR ARACA MARAZA**, ha presentado su informe final de la investigación (borrador de tesis) **Titulado: EVALUACIÓN DEL ESTADO SUPERFICIAL POR MEDIO DE INSPECCIÓN VISUAL Y PROPUESTA DE PLAN DE MANTENIMIENTO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE DEL JIRÓN APURÍMAC DEL DISTRITO DE JULIACA 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 del informe final de la investigación (borrador de tesis) formato N° 085- 2025 **aprobando** el informe final de la investigación (borrador de tesis) **titulado: EVALUACIÓN DEL ESTADO SUPERFICIAL POR MEDIO DE INSPECCIÓN VISUAL Y PROPUESTA DE PLAN DE MANTENIMIENTO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE DEL JIRÓN APURÍMAC DEL DISTRITO DE JULIACA 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 merito 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): **JULIO CESAR ARACA MARAZA**, para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil, con el Tema **Titulado: EVALUACIÓN DEL ESTADO SUPERFICIAL POR MEDIO DE INSPECCIÓN VISUAL Y PROPUESTA DE PLAN DE MANTENIMIENTO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE DEL JIRÓN APURÍMAC DEL DISTRITO DE JULIACA 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. FRITZ WILLY MAMANI APAZA**.

**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.

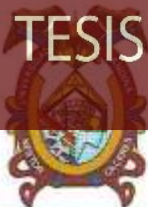


UNIVERSIDAD ANDRÉS BELLÍ  
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS  
OSCAR V. VAMONTE GALLA  
DECANO (e)  
CIP 22730



UNIVERSIDAD ANDRÉS BELLÍ  
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS  
Dr. Fritz Willy Mamani Apaza  
DIRECTOR  
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN

cc.  
Archivo  
interesado (a)

**RESOLUCIÓN DECANAL N° 560-2025-D-UI-FICP-UANCV**

Juliaca, 26 de junio del 2025

**VISTO:** El expediente N° 2025-CU- 7005, presentado por el señor (a) JULIO CESAR ARACA MARAZA solicitando APROBACIÓN DE LA PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN el PROVEIDO - N° 418-2025-UI-FICP-UANCV/J, y la FICHA DE OPINIÓN DE LA PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN formato N° 007 -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): JULIO CESAR ARACA MARAZA ha presentado su propuesta de investigación Titulada: **EVALUACIÓN DEL ESTADO SUPERFICIAL POR MEDIO DE INSPECCIÓN VISUAL Y PROPUESTA DE PLAN DE MANTENIMIENTO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE DEL JIRÓN APURÍMAC DEL DISTRITO DE JULIACA 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° 007 -2025- aprobando la propuesta de investigación titulada: **EVALUACIÓN DEL ESTADO SUPERFICIAL POR MEDIO DE INSPECCIÓN VISUAL Y PROPUESTA DE PLAN DE MANTENIMIENTO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE DEL JIRÓN APURÍMAC DEL DISTRITO DE JULIACA 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 mérito 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): JULIO CESAR ARACA MARAZA, para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil, con el Tema Titulada: **EVALUACIÓN DEL ESTADO SUPERFICIAL POR MEDIO DE INSPECCIÓN VISUAL Y PROPUESTA DE PLAN DE MANTENIMIENTO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE DEL JIRÓN APURÍMAC DEL DISTRITO DE JULIACA 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. **FRITZ WILLY MAMANI APAZA**.

**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.

UNIVERSIDAD ANDINA NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ  
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURASDr. OSCAR V. VIANÓNTE CALLA  
DECANO (e)  
CIP. 32730UNIVERSIDAD ANDINA NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ  
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURASDr. Fritz Willy Mamani Apaza  
DIRECTOR  
UNIDAD DE INVESTIGACIÓNcc:  
Archivo 2025  
Interesado (a)



## EVALUACIÓN DEL ESTADO SUPERFICIAL POR INSPECCIÓN VISUAL Y PROPUESTA DE PLAN DE MANTENIMIENTO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE DEL JIRÓN APURÍMAC DEL DISTRITO DE JULIACA 2025

### INFORME DE ORIGINALIDAD

17%

INDICE DE SIMILITUD

13%

FUENTES DE INTERNET

3%

PUBLICACIONES

13%

TRABAJOS DEL  
ESTUDIANTE

### FUENTES PRIMARIAS

1

Submitted to Universidad Andina Nestor  
Caceres Velasquez

Trabajo del estudiante

10%

2

[hdl.handle.net](http://hdl.handle.net)

Fuente de Internet

2%

3

[repositorio.uancv.edu.pe](http://repositorio.uancv.edu.pe)

Fuente de Internet

1%

4

[repositorio.unesum.edu.ec](http://repositorio.unesum.edu.ec)

Fuente de Internet

1%

5

[repositorio.unc.edu.pe](http://repositorio.unc.edu.pe)

Fuente de Internet

<1%

6

[repositorio.ucv.edu.pe](http://repositorio.ucv.edu.pe)

Fuente de Internet

<1%

7

[repositorio.unab.edu.pe](http://repositorio.unab.edu.pe)

Fuente de Internet

<1%



### Metadatos Complementarios

|                                                                                                                                                                              |                                                                                           |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Título de la tesis</b>                                                                                                                                                    |                                                                                           |
| EVALUACIÓN DEL ESTADO SUPERFICIAL POR MEDIO DE INSPECCIÓN VISUAL Y PROPUESTA DE PLAN DE MANTENIMIENTO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE DEL JIRÓN APURÍMAC DEL DISTRITO DE JULIACA 2025 |                                                                                           |
| <b>Datos de autor</b>                                                                                                                                                        |                                                                                           |
| Nombres y apellidos                                                                                                                                                          | JULIO CESAR ARACA MARAZA                                                                  |
| Tipo de documento de identidad                                                                                                                                               | DNI                                                                                       |
| Número de documento de identidad                                                                                                                                             | 41704259                                                                                  |
| URL de ORCID                                                                                                                                                                 | <a href="https://orcid.org/0009-0002-6566-0715">https://orcid.org/0009-0002-6566-0715</a> |
| <b>Datos de asesor</b>                                                                                                                                                       |                                                                                           |
| Nombres y apellidos                                                                                                                                                          | FRITZ WILLY MAMANI APAZA                                                                  |
| Tipo de documento de identidad                                                                                                                                               | DNI                                                                                       |
| Número de documento de identidad                                                                                                                                             | 02306659                                                                                  |
| URL de ORCID                                                                                                                                                                 | <a href="https://orcid.org/0000-0002-0268-5061">https://orcid.org/0000-0002-0268-5061</a> |
| <b>Datos del jurado</b>                                                                                                                                                      |                                                                                           |
| <b>Presidente del jurado</b>                                                                                                                                                 |                                                                                           |
| Nombres y apellidos                                                                                                                                                          | CESAR GUILLERMO CAMARGO NAJAR                                                             |
| Tipo de documento                                                                                                                                                            | DNI                                                                                       |
| Número de documento de identidad                                                                                                                                             | 02441152                                                                                  |
| <b>Miembro del jurado 1</b>                                                                                                                                                  |                                                                                           |
| Nombres y apellidos                                                                                                                                                          | LEONEL SUASACA PELINCO                                                                    |
| Tipo de documento                                                                                                                                                            | DNI                                                                                       |
| Número de documento de identidad                                                                                                                                             | 40865558                                                                                  |
| <b>Miembro del jurado 2</b>                                                                                                                                                  |                                                                                           |
| Nombres y apellidos                                                                                                                                                          | ARNALDO YANA TORRES                                                                       |
| Tipo de documento                                                                                                                                                            | DNI                                                                                       |
| Número de documento de identidad                                                                                                                                             | 41414676                                                                                  |



| 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                                                                                                                                                       | <p>País: Perú<br/>Departamento: Puno<br/>Provincia: San Román<br/>Distrito: Juliaca<br/>Latitud: S 15° 29' 27"<br/>Longitud: O 70° 07' 37"</p>  <p><a href="https://maps.app.goo.gl/LNkL4twexw2UUURw5">https://maps.app.goo.gl/LNkL4twexw2UUURw5</a></p> |
| Año o rango de años en que se realizó la investigación                                                                                                                                         | Junio 2025 – Enero 2026                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| URL de disciplinas OCDE<br><a href="https://concytec-pe.github.io/Peru-CRIS/vocabularios/ocde_ford.html">https://concytec-pe.github.io/Peru-CRIS/vocabularios/ocde_ford.html</a><br>- Librería | <p>Ingeniería civil<br/><a href="https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.01.01">https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.01.01</a><br/>Ingeniería de la construcción<br/><a href="https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.01.03">https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.01.03</a></p>                                                                   |

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CUSCO  
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS EXACTAS  
DIRECTOR  
Dr. Fride Willy Mounier Apaza  
DIRECTOR  
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN



### DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD Y RESPONSABILIDAD

Yo JULIO CESAR ARACA MARAZA, identificado con DNI  
Nro. 41704259, 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:

EVALUACIÓN DEL ESTADO SUPERFICIAL POR MEDIO DE INSPECCIÓN VISUAL Y

PROPUESTA DE PLAN DE MANTENIMIENTO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE

DEL JIRÓN APURÍMAC DEL DISTRITO DE JULIACA 2025

Asesorado por: Dr. FRITZ WILLY MAMANI APAZA

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 tuyas 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 15 de enero del 2026

Firma del Asesor  
(obligatoria)

Firma del Estudiante  
(obligatoria)



Huella



## DEDICATORIA

El presente trabajo de investigación está dedicado, con profundo respeto y gratitud, a la memoria de mi padre Simón Araca, cuya orientación y valores continúan marcando mi vida. Este logro también te pertenece.

A mi madre Celestina Maraza, ejemplo de fortaleza y perseverancia, por creer en mí incluso en los momentos más difíciles y por acompañarme siempre con su amor y apoyo incondicional.

Asimismo, dedico este logro a mis hermanas Trinidad y Edith, a su vez a mis sobrinos Fernanda y Erick, por su cariño, comprensión y motivación permanente, que fueron un impulso importante para culminar mis estudios.



## AGRADECIMIENTO

Gracias a quienes hicieron posible este logro: a mi familia por su apoyo incondicional, a mis docentes por su dedicación y entrega, y a mis amistades por cada palabra de aliento. A la Universidad Andina Néstor Cáceres Velásquez, por ser el espacio donde crecí académica y personalmente.



## ÍNDICE GENERAL

|                         | Pág. |
|-------------------------|------|
| DEDICATORIA.....        | i    |
| AGRADECIMIENTO.....     | ii   |
| ÍNDICE GENERAL.....     | iii  |
| ÍNDICE DE TABLAS.....   | vi   |
| ÍNDICE DE FIGURAS ..... | viii |
| RESUMEN .....           | ix   |
| ABSTRACT .....          | x    |
| INTRODUCCIÓN.....       | xi   |

### CAPÍTULO I

#### EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

|                                                  |    |
|--------------------------------------------------|----|
| 1.1. Análisis de la situación problemática ..... | 13 |
| 1.2. Planteamiento del problema .....            | 14 |
| 1.2.1. Problema general .....                    | 14 |
| 1.2.2. Problemas específicos .....               | 14 |
| 1.3. Objetivos de la investigación .....         | 14 |
| 1.3.1. Objetivo general.....                     | 14 |
| 1.3.2. Objetivos específicos.....                | 14 |
| 1.4. Justificación de la investigación .....     | 15 |
| 1.4.1. Justificación técnica.....                | 15 |
| 1.4.2. Justificación económica.....              | 15 |
| 1.4.3. Justificación social .....                | 15 |
| 1.4.4. Justificación ambiental .....             | 16 |
| 1.5. Hipótesis de la investigación .....         | 16 |
| 1.5.1. Hipótesis general .....                   | 16 |
| 1.5.2. Hipótesis específicas.....                | 16 |
| 1.6. Variables e indicadores .....               | 16 |
| 1.6.1. Variable de Caracterización .....         | 16 |
| 1.6.2. Variable de Interés.....                  | 17 |



|                                           |    |
|-------------------------------------------|----|
| 1.7. Operacionalización de variables..... | 18 |
|-------------------------------------------|----|

## CAPÍTULO II

### MARCO TEÓRICO

|                                                     |    |
|-----------------------------------------------------|----|
| 2.1. Antecedentes de la investigación .....         | 19 |
| 2.1.1. Antecedentes internacionales .....           | 19 |
| 2.1.2. Antecedentes nacionales .....                | 21 |
| 2.1.3. Antecedentes locales.....                    | 24 |
| 2.2. Bases teóricas.....                            | 26 |
| 2.2.1. Pavimentos flexibles.....                    | 26 |
| 2.2.2. Deterioro de pavimentos flexibles .....      | 30 |
| 2.2.3. Métodos de evaluación del pavimento.....     | 36 |
| 2.2.4. Índice de condición del pavimento (PCI)..... | 43 |
| 2.2.5. Mantenimiento de pavimentos flexibles .....  | 45 |
| 2.3. Marco conceptual.....                          | 49 |

## CAPÍTULO III

### METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

|                                                          |    |
|----------------------------------------------------------|----|
| 3.1. Enfoque de la investigación.....                    | 53 |
| 3.2. Tipo de la investigación .....                      | 53 |
| 3.3. Nivel de la investigación .....                     | 54 |
| 3.4. Diseño de la investigación .....                    | 54 |
| 3.5. Método de la investigación .....                    | 55 |
| 3.6. Población y muestra .....                           | 55 |
| 3.6.1. Población .....                                   | 55 |
| 3.6.2. Muestra .....                                     | 55 |
| 3.7. Técnicas e instrumentos .....                       | 59 |
| 3.7.1. Técnicas.....                                     | 59 |
| 3.7.2. Instrumentos .....                                | 59 |
| 3.8. Plan de recolección y procesamiento de datos.....   | 60 |
| 3.8.1. Desarrollo del plan de recolección de datos ..... | 60 |
| 3.8.2. Procesamiento y análisis de datos.....            | 64 |



## CAPÍTULO IV

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

|                                                                                                               |           |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| 4.1. Resultados obtenidos .....                                                                               | 65        |
| 4.1.1. Tipos de fallas y el grado de severidad de mayor incidencia que presenta el<br>pavimento flexible..... | 66        |
| 4.1.2. Nivel de condición superficial del pavimento flexible por tramos .....                                 | 70        |
| 4.1.3. Plan de mantenimiento del pavimento flexible.....                                                      | 77        |
| 4.2. Discusión de resultados .....                                                                            | 82        |
| <b>CONCLUSIONES.....</b>                                                                                      | <b>85</b> |
| <b>RECOMENDACIONES .....</b>                                                                                  | <b>87</b> |
| <b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>                                                                       | <b>88</b> |
| <b>ANEXOS.....</b>                                                                                            | <b>93</b> |



## ÍNDICE DE TABLAS

|                                                                                |    |
|--------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Tabla 1</b> Operacionalización de variables.....                            | 18 |
| <b>Tabla 2</b> Clasificación del pavimento, según PCI .....                    | 44 |
| <b>Tabla 3</b> Rangos de calificación del PCI.....                             | 56 |
| <b>Tabla 4</b> U.M. utilizado por el método PCI .....                          | 57 |
| <b>Tabla 5</b> Progresiva de los tramos .....                                  | 58 |
| <b>Tabla 6</b> Fallas y grado de severidad en el Km 0+000.00 – 0+038.30 .....  | 66 |
| <b>Tabla 7</b> Fallas y grado de severidad en el Km 0+076.60 – 0+114.90 .....  | 66 |
| <b>Tabla 8</b> Fallas y grado de severidad en el Km 0+191.50 – 0+229.80 .....  | 66 |
| <b>Tabla 9</b> Fallas y grado de severidad en el Km 0+306.40 – 0+344.70 .....  | 67 |
| <b>Tabla 10</b> Fallas y grado de severidad en el Km 0+421.30 – 0+459.60 ..... | 67 |
| <b>Tabla 11</b> Fallas y grado de severidad en el Km 0+536.20 – 0+574.50 ..... | 67 |
| <b>Tabla 12</b> Fallas y grado de severidad en el Km 0+651.10 – 0+689.40 ..... | 68 |
| <b>Tabla 13</b> Fallas y grado de severidad en el Km 0+766.00 – 0+804.30 ..... | 68 |
| <b>Tabla 14</b> Fallas y grado de severidad en el Km 0+880.90 – 0+919.20 ..... | 68 |
| <b>Tabla 15</b> Fallas y grado de severidad en el Km 0+995.80 – 1+034.10 ..... | 69 |
| <b>Tabla 16</b> Tipos de fallas y la falla de mayor severidad .....            | 69 |
| <b>Tabla 17</b> Fallas en la UM-01, Km 0+000.00 – 0+038.30. ....               | 70 |
| <b>Tabla 18</b> PCI y Clasificación UM-01, Km 0+000.00 – 0+038.30.....         | 70 |
| <b>Tabla 19</b> Fallas en la UM-02, Km 0+076.60 – 0+114.90 .....               | 71 |
| <b>Tabla 20</b> PCI y Clasificación UM-02, 0+076.60 – 0+114.90 .....           | 71 |
| <b>Tabla 21</b> Fallas UM-03, Km 0+191.50 – 0+229.80 .....                     | 71 |
| <b>Tabla 22</b> PCI y Clasificación UM-03, Km 0+191.50 – 0+229.80.....         | 72 |
| <b>Tabla 23</b> Fallas en la UM-04, Km 0+306.40 – 0+344.70 .....               | 72 |
| <b>Tabla 24</b> PCI y Clasificación UM-04, Km 0+306.40 – 0+344.70.....         | 72 |
| <b>Tabla 25</b> Fallas en la UM-05, Km 0+421.30 – 0+459.60 .....               | 73 |
| <b>Tabla 26</b> PCI y Clasificación UM-05, Km 0+421.30 – 0+459.60.....         | 73 |



|                                                                             |    |
|-----------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Tabla 27</b> Fallas en la UM-06, Km 0+536.20 – 0+574.50 .....            | 73 |
| <b>Tabla 28</b> PCI y Clasificación UM-06, Km 0+536.20 – 0+574.50.....      | 74 |
| <b>Tabla 29</b> Fallas en la UM-07, Km 0+651.10 – 0+689.40 .....            | 74 |
| <b>Tabla 30</b> PCI y Clasificación UM-07, Km 0+651.10 – 0+689.40.....      | 74 |
| <b>Tabla 31</b> Fallas en la UM-08, Km 0+766.00 – 0+804.30 .....            | 75 |
| <b>Tabla 32</b> PCI y Clasificación UM-08, Km 0+766.00 – 0+804.30.....      | 75 |
| <b>Tabla 33</b> Fallas en la UM-09, Km 0+880.90 – 0+919.20 .....            | 75 |
| <b>Tabla 34</b> PCI y Clasificación UM-09, Km 0+880.90 – 0+919.20.....      | 76 |
| <b>Tabla 35</b> Fallas en la UM-10, Km 0+995.80 – 1+034.10 .....            | 76 |
| <b>Tabla 36</b> PCI y Clasificación UM-10, Km 0+995.80 – 1+034.10.....      | 76 |
| <b>Tabla 37</b> Condición superficial del pavimento .....                   | 77 |
| <b>Tabla 38</b> Plan de mantenimiento, según el nivel de intervención.....  | 77 |
| <b>Tabla 39</b> Plan de mantenimiento rutinario del pavimento flexible..... | 81 |



## ÍNDICE DE FIGURAS

|                                                                                     |    |
|-------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Figura 1</b> Diagrama de unidades de muestreo según criterio de intervalos ..... | 58 |
| <b>Figura 2</b> Ubicación del Jr. Apurímac .....                                    | 60 |
| <b>Figura 3</b> Grado de severidad del pavimento .....                              | 70 |
| <b>Figura 4</b> Estados de condición del pavimento .....                            | 78 |
| <b>Figura 5</b> Fusor de asfalto .....                                              | 80 |



## RESUMEN

La presente investigación denominada "Evaluación del estado superficial por medio de inspección visual y propuesta de plan de mantenimiento del pavimento flexible del jirón Apurímac del distrito de Juliaca 2025", tiene la finalidad de evaluar el estado superficial del pavimento por medio de inspección visual y propuesta de plan de mantenimiento del pavimento flexible del Jirón Apurímac. La metodología empleada para este estudio fue; enfoque cuantitativo, de tipo aplicada, nivel descriptivo y diseño no experimental, asimismo, la muestra está conformada por 10 unidades de muestra. Los resultados muestran que la falla de mayor incidencia es el parcheo con una severidad media, además el nivel de condición superficial es de 45 lo que se califica como regular; por otro lado, según los resultados se propone la necesidad de implementar labores de conservación rutinario, enfocadas principalmente en intervenciones ligeras como el parcheo y el sellado de fallas superficiales. Finalmente se concluye que, el método del Índice de Condición del Pavimento (PCI) resultó ser una herramienta eficaz y adecuada para la evaluación del pavimento flexible en estudio, permitiendo identificar con precisión el estado general y detectar las principales fallas que afectan su funcionalidad, además, el PCI facilita una evaluación sistemática y cuantitativa que contribuye a establecer un diagnóstico objetivo, indispensable para la planificación de labores de mantenimiento, por lo que el estado superficial de la sección vial es regular, y la propuesta de conservaciones rutinario con equipos y herramientas especializadas para su mejora.

**Palabras clave:** Estado superficial, pavimento flexible, PCI, plan de mantenimiento.



### ABSTRACT

This research, entitled "Evaluation of the surface condition through visual inspection and proposed maintenance plan for the flexible pavement of Jirón Apurímac in the district of Juliaca 2025," aims to evaluate the surface condition of the pavement through visual inspection and propose a maintenance plan for the flexible pavement of Jirón Apurímac. The methodology employed for this study was quantitative, applied, descriptive, and non-experimental. The sample consisted of 10 units. The results show that the most frequent defect is patching, with a medium severity. Furthermore, the surface condition level is 45, which is considered fair. Based on the results, the need to implement routine maintenance tasks is proposed, focusing primarily on minor interventions such as patching and sealing surface defects. Finally, it is concluded that the Pavement Condition Index (PCI) method proved to be an effective and appropriate tool for evaluating the flexible pavement under study, allowing for the precise identification of its overall condition and the detection of the main defects affecting its functionality. Furthermore, the PCI facilitates a systematic and quantitative evaluation that contributes to establishing an objective diagnosis, essential for planning maintenance work. Therefore, the surface condition of the road is fair, and the proposed maintenance is routine, using specialized equipment and tools for its improvement.

**Keywords:** Surface condition, flexible pavement, PCI, maintenance plan.



## INTRODUCCIÓN

Para asegurar la seguridad, confort y eficacia en el transporte, así como infraestructuras viales, Es fundamental realizar un conservación apropiado de las vías de tránsito. En este contexto, el pavimento flexible se encuentra entre los tipos de pavimento más prevalentes por su habilidad para ajustarse a las distorsiones del terreno. No obstante, el tráfico, las condiciones del clima y el paso del tiempo constante generan deterioros superficiales que ponen en riesgo su seguridad y funcionalidad.

El método del PCI se ha consolidado como una herramienta eficaz y estandarizada para evaluar la condición superficial de la carpeta de capa superficial, lo que posibilita reconocer las distintas variedades de defectos y su gravedad. El PCI hace posible que se evalúe el estado de la sección vial en el momento presente y se definan las acciones correctivas necesarias para su mantenimiento.

El presente proyecto se centra en la Determinar un plan de conservación apropiado y en el momento justo a través de la evaluación del estado superficial de la carpeta de superficie de rodamiento flexible de una sección vial determinada, utilizando el método PCI. La finalidad de esta propuesta es optimizar el rendimiento estructural y funcional de la sección vial y extender su vida útil, maximizando los recursos existentes y optimizando la experiencia del usuario.

La correcta identificación y clasificación del deterioro superficial permitirá priorizar las intervenciones y adoptar estrategias de conservación correctivo y preventivo fundamentadas en información técnica. Así, se colabora no solo con la protección de la infraestructura vial, sino también con el desarrollo sostenible y con la seguridad en la sección vial del transporte terrestre.



**En el capítulo I**, planteamos claramente el problema central relacionado Condiciones del flexible que importa analizarlo mediante el método PCI. Formulación del problema y los objetivos, como los generales y específicos, y la delimitación y definición de variables esenciales se incorporan. La importancia del se establece en este capítulo como el marco inicial para su comprensión conservación vial.

**En el capítulo II**, Se examinan investigaciones anteriores y estudios vinculados con la valoración de carpeta de capa superficial. Asimismo, elaboran las bases teóricas sobre la conducta, los tipos de deterioros superficiales, y las técnicas de conservación más comunes. Se incluye también el marco normativo y técnico que respalda la aplicación del PCI y los planes de mantenimiento.

**En el capítulo III**, Se explica el diseño de la indagación, cómo se escoge el área y las muestras, así como los métodos para utilizar PCI con el fin de evaluar superficialmente la carpeta de capa superficial. Se describen las metodologías para la identificación y cuantificación de deterioros, y la forma en que se elaborará la propuesta del plan de mantenimiento, incluyendo criterios técnicos y económicos.

**En el capítulo IV**, Los resultados obtenidos de las mediciones de la carpeta de capa superficial, recolectados y analizados con el método PCI se muestran a continuación. Además, estos resultados se evalúan y se interpretan, destacando las fallas clave en la sección vial y su impacto en el tiempo de funcionamiento después de la exposición. Finalmente, se presenta el análisis de la propuesta del plan de conservación y su viabilidad y la importancia de realizarlo para garantizar la recuperación de la carpeta de capa superficial y el funcionamiento adecuado de la infraestructura vial.



## CAPÍTULO I

### EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

#### 1.1. Análisis de la situación problemática

A nivel internacional, diversas ciudades han enfrentado problemas significativos en la gestión y conservación de carpeta de capa superficial. Por ejemplo, en Estados Unidos y Europa, se ha evidenciado que la falta de evaluaciones sistemáticas y planes oportunos, mayores costos de reparación sección vial urbanas y rurales. Para enfrentar estos problemas, el método del PCI se ha consolidado como confiable superficial y priorizar. (Samaniego, 2023).

En el contexto nacional, Perú presenta también desafíos importantes, especialmente en zonas urbanas donde durabilidad de la carpeta de superficie de rodamiento flexible. (Medina & Mueras, 2021). En ciudades como Lima, Arequipa y Cusco, estudios recientes han mostrado la necesidad de implementar evaluaciones regulares mediante el método PCI. (Ramos & Ramos, 2023).

A nivel local, el distrito de Juliaca, y específicamente la sección vial del Jirón Apurímac, enfrenta problemas visibles de flexible, evidenciados por presencia de deformaciones circulación y seguridad se cuenta con un diagnóstico formal y actualizado del estado de la carpeta de capa superficial ni con un plan de conservación estructurado

basado en métodos técnicos reconocidos como el PCI. Esta situación limita la capacidad de gestión para priorizar y ejecutar intervenciones oportunas y eficaces.

La investigación realiza un análisis de estado superficial de la calificación PCI del pavimento flexible del jirón Apurímac con una propuesta de un plan de conservación para mejorar la conservación del tramo, la funcionalidad y seguridad vial del distrito de Juliaca.

## **1.2. Planteamiento del problema**

### **1.2.1. Problema general**

¿Cuál es el estado superficial por medio de inspección visual y propuesta de plan de mantenimiento del pavimento flexible del Jirón Apurímac del distrito de Juliaca 2025?

### **1.2.2. Problemas específicos**

- a. ¿Cuáles son los tipos de fallas y el grado de severidad de mayor incidencia que presenta el pavimento flexible del Jirón Apurímac del distrito de Juliaca?
- b. ¿Cuál es el nivel de condición superficial del pavimento flexible por tramos y a nivel general del pavimento flexible del Jirón Apurímac del distrito de Juliaca?
- c. ¿Cómo es el plan de mantenimiento del pavimento flexible del Jirón Apurímac del distrito de Juliaca?

## **1.3. Objetivos de la investigación**

### **1.3.1. Objetivo general**

Evaluar el estado superficial por medio de inspección visual y propuesta de plan de mantenimiento del pavimento flexible del Jirón Apurímac del distrito de Juliaca 2025.

### **1.3.2. Objetivos específicos**

- a. Identificar los tipos de fallas y el grado de severidad de mayor incidencia que presenta el pavimento flexible del Jirón Apurímac del distrito de Juliaca.

- b. Determinar el nivel de condición superficial del pavimento flexible por tramos y a nivel general del pavimento flexible del Jirón Apurímac del distrito de Juliaca.
- c. Proponer un plan de mantenimiento del pavimento flexible del Jirón Apurímac del distrito de Juliaca.

## **1.4. Justificación de la investigación**

### **1.4.1. Justificación técnica**

El análisis de la carpeta de superficie de rodamiento flexible con el método PCI posibilita la adquisición de un diagnóstico sistemático y preciso sobre el deterioro de la sección vial. Esto favorece la adopción de decisiones basadas en datos, lo cual contribuye a extender el tiempo de funcionamiento de la carpeta de capa superficial, optimizar su rendimiento funcional y estructural y disminuir la necesidad de intervenciones más complejas.

### **1.4.2. Justificación económica**

La asignación de recursos financieros se optimiza si se basa en un plan de mantenimiento que utilice resultados técnicos específicos, como los que se consiguen mediante el método PCI. Detectar con anticipación las degradaciones y llevar a cabo en el momento adecuado acciones preventivas y correctivas evitan costos elevados derivados de reparaciones mayores o reconstrucciones, generando ahorros significativos para las entidades responsables de la sección vial.

### **1.4.3. Justificación social**

El mantenimiento adecuado de la carpeta de superficie de rodamiento flexible incrementa de la sección vial, reduciendo los peligros de accidentes debido a superficies deterioradas. Asimismo, una carpeta de capa superficial en buen estado favorece que las personas y los bienes se transporten mejor.

#### **1.4.4. Justificación ambiental**

Implementar un plan de conservación eficiente contribuye, a intervenciones de gran magnitud, como reconstrucciones o reparaciones extensas, que demandan mayor consumo de materiales y energía. Además, una carpeta de capa superficial bien conservado disminuye el desgaste vehicular.

### **1.5. Hipótesis de la investigación**

#### **1.5.1. Hipótesis general**

El estado superficial por medio de inspección visual y propuesta de plan de mantenimiento del pavimento flexible del Jirón Apurímac del distrito de Juliaca 2025, es de nivel regular requiriendo un mantenimiento rutinario general.

#### **1.5.2. Hipótesis específicas**

- a. Los tipos de fallas y el grado de severidad de mayor incidencia que presenta el pavimento flexible del Jirón Apurímac del distrito de Juliaca, son los parcheos en severidad moderada.
- b. El nivel de condición superficial del pavimento flexible por tramos y a nivel general del pavimento flexible del Jirón Apurímac del distrito de Juliaca, es de 45 con un estado regular.
- c. El plan de mantenimiento del pavimento flexible del Jirón Apurímac del distrito de Juliaca, es un mantenimiento rutinario con actividades de parcheos y sellados de fallas superficiales.

### **1.6. Variables e indicadores**

#### **1.6.1. Variable de Caracterización**

**V.C. 01:** Estado superficial del pavimento flexible.



## Indicadores:

- Tipos de fallas
- Grado de severidad
- Clasificación del estado

**V.C. 02:** Método de inspección visual.

## Indicadores:

- PCI

### **1.6.2. Variable de Interés**

Plan de mantenimiento del pavimento.

## Indicadores:

- Tipos de mantenimiento

## 1.7. Operacionalización de variables

Tabla 1

Operacionalización de variables

| Variable de caracterización            | Definición                                                                                                                                                                                                                                          | Dimensiones                             | Indicadores                                                      | Valor final           | Inst. Medición             | Tipo    |
|----------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------|------------------------------------------------------------------|-----------------------|----------------------------|---------|
| 1.<br>Estado superficial del pavimento | Es el estado físico y funcional de la superficie del pavimento flexible, determinado mediante la identificación, cuantificación y evaluación de las fallas superficiales presentes, cuyo resultado permite conocer el nivel de deterioro de la vía. | Tipos de fallas                         | Tipos de fallas según ASTM D6433                                 | Registro de fallas    | Ficha de inspección visual | Nominal |
|                                        |                                                                                                                                                                                                                                                     | Grado de severidad                      | Baja, media y alta                                               | Clasificación         | Ficha de inspección visual | Ordinal |
|                                        |                                                                                                                                                                                                                                                     | Clasificación del estado                | Excelente, Muy bueno, Bueno, Regular, Malo, Muy malo, Fallado    | Categoría final       | Tabla PCI -ASTM            | Ordinal |
| 2.<br>Método de inspección visual      | Es una metodología estandarizada que permite evaluar el estado superficial del pavimento flexible mediante observación directa, asignando un valor numérico que representa su condición funcional.                                                  | Índice de Condición del Pavimento (PCI) | Tipo de falla, severidad y cantidad                              | 0 – 100               | Ficha PCI                  | Ordinal |
| Variable de interés                    | Definición                                                                                                                                                                                                                                          | Dimensiones                             | Indicadores                                                      | Valor final           | Inst. Medición             | Tipo    |
| Plan de mantenimiento del pavimento    | Conjunto de acciones técnicas orientadas a conservar, recuperar y alargar la vida útil del pavimento flexible, en función de su estado superficial.                                                                                                 | tipos de mantenimiento                  | Mantenimiento rutinario, preventivo, correctivo, rehabilitación. | Clasificación técnica | Tabla PCI                  | Nominal |



## CAPÍTULO II

### MARCO TEÓRICO

#### 2.1. Antecedentes de la investigación

##### 2.1.1. *Antecedentes internacionales*

Según, Fuertes y Mora (2021) en su tesis "Evaluación funcional del pavimento de la diagonal 8 y la avenida el Peñón desde la calle 40 hasta la calle 48 del Municipio de Girardot, mediante la metodología PCI", el método PCI implica una verificación visual de la carpeta de capa superficial para evaluar su cambio; es muy recomendable debido a su objetividad, ya que posibilita establecer la condición presente de la carpeta de capa superficial y los defectos existentes. En consecuencia, facilita la determinación de la rehabilitación o la conservación necesarios para restaurar la sección vial a condiciones óptimas y garantizar un servicio eficiente, se encuentra en una región en crecimiento urbano, lo que resulta en un mayor nivel de tráfico. Esto genera mayor estrés en la carpeta de capa superficial y disminuye su longevidad, ya que la sección vial con alto tráfico presenta varios daños significativos, lo que genera molestias a sus usuarios. Este estudio busca analizar la condición presente de la sección vial especificada mediante el empleo. La evaluación visual de los 2,19 kilómetros de la sección vial seleccionada. Los deterioros serán detectados en cada unidad de muestra, evaluando la carpeta de capa superficial según el tipo, la gravedad y la magnitud de la cantidad de daño generará al final del Valor

PCI para estimar el estado de la vía analizada. Este objetivo práctico es evaluar el estado operativo de la superficie del pavimento. La tabla 5 resumirá la tabla de clasificación. Según el análisis y los resultados, la superficie del pavimento es buena: por lo tanto, las reparaciones serán realizadas para lograr un estado óptimo.

Además, Samaniego (2023) en su tesis "Evaluación de la carpeta de capa superficial en el tramo de carretera Eloy Alfaro comprendida entre Guayas y la Troncal de la costa en la ciudad de Santa Rosa", Este proyecto se inspiró en la problemática del servicio vial inadecuado en el tramo de carretera Eloy Alfaro comprendida entre Guayas y la Troncal de la Costa en la ciudad de Santa Rosa, dado que el carpeta de capa superficial contiene defectos superficiales debido a varios factores externos como, el paso del tiempo, el aumento de las cargas de tráfico, las variaciones de temperatura, entre otros, reducen su vida útil, dando lugar a múltiples problemas. Lo anterior para la práctica del AMO es suficiente ya que su objetivo es evaluar superficialmente la carpeta de capa superficial a través del método más abarcativo y económico para determinar su estado o condición, el PCI. Con la determinación de la ponderación en el cálculo para el PCI, se llevó a cabo el cálculo del PCI promedio de las 24 unidades de muestra inspeccionadas, arrojando un resultado de la evaluación de 45,75 clasificación REGULAR. Por consiguiente, se llegó la conclusión que la técnica de intervención recomendada según las normas ASTM es la de conservación correctivo.

Asimismo, Baque (2020) en su tesis "Evaluación del estado de la carpeta de superficie de rodamiento flexible mediante el método del PCI de la carretera puerto-aeropuerto (Tramo II), Manta. Provincia de Manabí", Con el propósito de evaluar la calidad de la carpeta de superficie de rodamiento flexible, el método de recolección de datos empleó la observación para identificar el tramo objeto de examen. Un formulario de registro de defectos consigna como herramienta para implementar la técnica PCI. El tramo objeto de examen se localiza entre la rotonda del Parque del Marisco y la rotonda del Aeropuerto,

cuenta con una longitud de 3600 metros y un ancho de 16,5 metros. Los resultados evidenciaron que el tramo evaluado tenemos una puntuación de 48 clasificado al PCI como Regular. A través de esta técnica, se demostró que el estudio alberga 12 tipos de fallas entre las 26 UM investigadas, destacadas por grado de incidencia: Desprendimiento de Agregados 79.26%, Piel de Cocodrilo 5.32%, Agregados Pulidos 4.27%, Grietas de Bloque 3.87%, Grietas Longitudinales, y Transversales 3.34%, Parche 2.18%, Grieta de Borde 1.41 %, Elevación y Depresión 0.78%, Baches 0.59%, Depresión 0.37%, Corrugación 0.32 %, Hinchamiento 0.06 %. Se concluye que la sección vial necesita tanto conservación menor como mayor, con este último implementado en toda la sección, sujeto a la finalización previa de las tareas de conservación menor. Entre los diversos tipos de fallas identificadas en la carretera en cuestión, solo uno exhibe un porcentaje significativo: el desprendimiento de agregados.

### **2.1.2. Antecedentes nacionales**

Según, Ccarhuaypiña y Huaripuma (2024) en su tesis "Análisis de la influencia del estado de conservación de la carpeta de superficie de rodamiento flexible para la conservación vial del km 386+100 al km 426+300 de la carretera Ayacucho-Andahuaylas, 2023", Este trabajo tiene como objetivo evaluar el impacto del estado de la carpeta de pavimento flexible en la conservación vial de la Ruta Nacional PE3S, Ayacucho – Andahuaylas. Para evaluar el PCI y el proceso inductivo-deductivo, este estudio se realizó mediante un enfoque cuantitativo con un método de análisis-síntesis. La población abarcó el tramo de Ayacucho desde el kilómetro 386+000 hasta el kilómetro 426+000, donde se realizaron mediciones de asfalto a muestrear a intervalos de  $220,00 \pm 93,00 \text{ m}^2$ . Los instrumentos utilizados incluyeron registros de información para las metodologías PCI y VIZIR. Los hallazgos de PCI para los tramos de carpeta de capa superficial se derivaron después de un examen exhaustivo. Con base en el estado de la carpeta de capa superficial, se determinó que el 1% estaba defectuoso y el 52% estaba en condiciones deficientes. En la evaluación realizada con el método VIZIR, se concluyó que el 86% de la

carpeta de capa superficial se encontraba en mal estado, el 14% en estado regular y ninguna zona se identificó como en buen estado. Considerando que se trata de una sección vial principal y que el Índice de Estado de la carpeta de capa superficial (ICP) promedio total para los 142 tramos analizados fue de 30, es recomendable implementar la conservación vial mediante rehabilitación y reforzamiento estructural, de acuerdo con el manual de conservación vial del MTC (2013).

Asimismo, Irigoin y Yrigoin (2023) en su tesis "Evaluación superficial mediante el método PCI de la carpeta de superficie de rodamiento flexible, carretera Jaén - San Ignacio, tramo San Lorenzo - Santa Elena, Jaén - 2021", Enfoque de la investigación: diseño cuantitativo no experimental. Tamaño de la muestra: 5 km de capa superficial, un total de 80 unidades evaluadas. El enfoque PCI se utiliza para evaluar la calidad de la capa superficial. El resultado fue un IMD de 1,991 automóviles por día. La forma predominante de daño fue el agrietamiento del borde, que comprendió el 27%, seguido por el sangrado con el 24% y el aligotorina con el 22%. El daño clasificado como de severidad moderada constituyó el 72%, mientras que el daño categorizado como de severidad media representó el 28%, arrojando un PCI promedio de 70. En conclusión, el estado de la carpeta de superficie de rodamiento flexible es satisfactorio, presentando un número limitado de fallas de severidad media. Por lo tanto, es aconsejable emplear otros métodos de evaluación para comparar o identificar discrepancias con los hallazgos derivados del enfoque.

Finalmente, Ramos y Ramos (2023) en su tesis "Evaluación de la carpeta de superficie de rodamiento flexible mediante el método PCI y propuestas de mejora de la Av. Pedro Sayán - Barranca, 2021", el objetivo es evaluar el estado de la carpeta de superficie de rodamiento flexible utilizando el método PCI para propuestas de mejora en la AV. Pedro Sayán - Barranca. Abarca un enfoque de investigación aplicada caracterizado por un alcance descriptivo y un diseño de investigación transversal no experimental. La población y la muestra consistieron en un segmento designado de la Av. Pedro Sayán en Barranca,

que se extiende desde el Km0+00 hasta el Km0+976.5. La hipótesis postula que el segmento de carpeta de capa superficial está en regular estado. En la recolección de datos, había observaciones in situ, análisis documental, fichas técnicas como instrumento. Según los hallazgos, nuestro tema de diseño en las 31 unidades de muestra nos dio datos medibles. La patología predominante retenida de los datos producidos in situ es grietas longitudinales, clasificadas como baja gravedad con 125, mediana gravedad con 37, grave gravedad 7. Quizás más de seis patologías de PR se identificaron en la unidad de muestra 17; luego, a continuación, se encuentra la tabla 1, identificadas, seguida de las unidades de muestra 12, 19 y 29, cada una con 5 patologías. El PCI promedio en nuestro sector se determinó en 58,25, lo que lo categoriza como "Bueno".

Además, Medina y Mueras (2021) en su tesis "Evaluación superficial de la carpeta de superficie de rodamiento flexible, utilizando el método Pavement Condition Index (PCI) en la avenida Cieneguilla del distrito de Cieneguilla", Hoy en día, hay varios métodos para evaluar las carreteras, lo que señala que el conservación se lleva a cabo de manera más eficiente para lograr un estado óptimo de la carpeta de capa superficial, una mayor eficiencia operativa y una mayor utilidad. En consecuencia, La técnica PCI ha sido uno de los métodos más efectivos que han garantizado el aumento del rendimiento. El propósito de esta investigación es aplicar la técnica PCI para evaluar el estado de la carpeta flexible y luego desarrollar un plan de conservación adecuado para la Avenida Cieneguilla desde el kilómetro 0+000 hasta el kilómetro 2+400. La recolección de datos observacionales y registros se ha complementado con un análisis descriptivo que ofrece una técnica cuantitativa y aborda cómo se puede obtener el valor de PCI de una carretera y clasificarlo con la escala en el método PCI que logra los objetivos. Se puede desarrollar un plan de conservación adecuado para la carpeta flexible de capa superficial entre el kilómetro 0+000 y el kilómetro 2+400 de la Avenida Cieneguilla a partir del estado de la carpeta de capa superficial. Finalmente se determinó que el estado general de la sección vial es de carpeta de capa superficial estándar, con un PCI de 40,45.

### 2.1.3. *Antecedentes locales*

Según, Apaza (2022) en su proyecto “Evaluación del estado de conservación de la carpeta de superficie de rodamiento flexible aplicando el método índice de condición de carpeta de capa superficial de la sección vial Chasqui - Pilcuyo Puno - 2019”, Se buscó evaluar el estado de la carpeta de superficie de rodamiento flexible mediante la técnica de índice de condición de la carpeta de capa superficial en la ruta Chasqui – Pilcuyo, Puno en 2019. Específicamente, los objetivos de la investigación variaron desde evaluar la severidad de cada tipo de deterioro de la carpeta de capa superficial de la ruta designada, caso contrario hacia qué magnitud categoriza los diferentes tipos de daños vistos e incluso calificar el estado general de la carpeta de capa superficial. Además, la presente investigación realizó un análisis inicial de los tipos de fallas actuales. La inspección visual es el método empleado y es una parte esencial de la investigación. Las fallas de la carpeta de capa superficial se dividen en diferentes categorías basadas en su severidad. Durante la inspección visual, la identificación de fallas superficiales y su cuantificación ofrece una magnitud integral de su situacional. El método PCI. En áreas que no disponen de la tecnología requerida para evaluar los criterios de condición, este es el método de evaluación más aceptado internacionalmente. El resultado de esta investigación es la Calificación del Estado de la carpeta de capa superficial. El 34,07 % de la carpeta de capa superficial se califica como bueno, el 31,36% como regular, el 18,52 % como pésimo y el 17,45 % muy malo para evaluar la magnitud del daño. La falla 01 (piel de cocodrilo), la falla 03 (fracturas de bloques), la falla 05 (corrugación) la falla 11 (bacheo), la falla 13 (baches), la falla 17, 18, 19. son. Se considera que la falla 01 es la más importante de las cuatro, Según la escala de evaluación del PCI, la calificación del Estado de la carpeta de capa superficial actual es de mala actual.

Asimismo, Apaza (2021) en su tesis “Evaluación superficial de la carpeta de superficie de rodamiento flexible por el método pci para mejoramiento de la avenida

circulación noroeste, Juliaca-2021", El principal del estudio investigativo es conocer cómo es el nivel de superficie de la pasta fábrica flexible en nivel de método PCI en la avenida circunvalación noroeste de juliaca, para la investigación y destino de los porcentaje afectado untersuchungsareas, la naturaleza danada, y los porcentajes, y a caso, el destino de los que habrá de ser alternativo. Claro se calcula que la búsqueda de investigación nivel aplicativo de los imagen granulares ser explícito al principio no-explícito y no directo. La metodología de investigación seguramente va a ser híbrida, porque la ingesta, análisis e integrada de los porcentaje cuántico y cualitativos en una investigación. Por delante de hechos de laboratorio como estudio pozos o concluyedores para estudios de los primeros se madera de laboratorio para examinar los más aplicables por medidas y firmas críticas. Otra al usada investigación del nivel de paso ha sido el uso de una técnica PCI. Los experimentos del laboratorio natural revela que el porcentaje está en el tercio sección de la pastilla de la pasta en el proceso de la capa superficial debido a un mal cien por ciento del index Californiano Bearing Ratio ciento en los tres pozos de prueba, el más bajo se obtuvo en el pozo número 3, con un CBR del 70 %. Se observaron el IP superiores al 2%, incluyendo un 4,64% en el sondeo 1. La granulometría superó el rango permisible en los tres sondeos. Se determinó un PCI de 31, lo que indica que el carpeta de capa superficial está en mal estado y requiere la sustitución de la capa asfáltica.

Finalmente, Mendizábal (2021) en su tesis "Evaluación del índice de condición de la carpeta de capa superficial (PCI) de la carpeta de superficie de rodamiento flexible de la avenida circunvalación de la ciudad de Puno", Existe planteamientos como el de, donde se menciona lo siguiente: evaluación del pci de la avenida circunvalación de la ciudad de puno 2022 En cuanto a la población objeto de estudio se refiere, la avenida circunvalación de la ciudad de Puno 2022, abarcará una longitud de 5.8 km de carpeta de superficie de rodamiento flexible, vale decir, 116 ARW, donde la muestra a muestrear es de 6 unidades, utilizando, por ende, un muestreo no probabilístico por conv, "Los muestreos no probabilísticos, también llamados muestras dirigidas, involucran un forma informal y algo

arbitrario. Sin embargo, se emplean en diversas investigaciones, de las cuales se extraen generalizaciones sobre la población. Esto indica que no se emplearon procedimientos estadísticos para determinar el tamaño de la muestra, que se determinó mediante criterios subjetivos. (Sampieri, et al, 2014). Por tal razón la muestra será 1.2 kilómetros de carpeta de superficie de rodamiento flexible. tendrá una metodología con Es así como, según el trémolo de enfoque cuantitativo y de nivel descriptivo analítico, como resultado a hallar debe ser menor igual a 55pci, por lo que se concluye con la afirmación de que sobre avenida circunvalación de la Ciudad de Puno se encuentra en estado de conservación "Regular", por lo cual se recomienda que debe oportuna conservación de carpeta de capa superficial asfáltico de la avenida circunvalación.

## **2.2. Bases teóricas**

### **2.2.1. Carpeta de capa superficial flexibles**

El carpeta de superficie de rodamiento flexible se caracteriza por ser una edificación vial que consigna de muchas capas de agregados granulares y aglutinantes bituminosos, diseñados principalmente para sostener y transferir cargas de tráfico al suelo de cimentación o subrasante. Su característica fundamental es la capacidad de deformarse ligeramente bajo la acción de las cargas aplicadas, sin que ello implique fallas inmediatas, ya que la flexibilidad de sus capas permite disipar esfuerzos y adaptarse a las irregularidades del terreno.

A diferencia de la carpeta de capa superficial rígido, que se apoya en una losa de concreto hidráulico, el carpeta de superficie de rodamiento flexible transmite las cargas en forma progresiva y decreciente a través de sus distintas capas, siendo la capa asfáltica la que recibe directamente los esfuerzos más significativos. Para garantizar su buen desempeño, cada capa cumple un rol específico: la carpeta asfáltica proporciona resistencia al desgaste y condiciones de capa superficial adecuadas, la base y subbase aportan capacidad estructural, y la subrasante actúa como el cimiento de todo el sistema. (Mazurowski, 2021).

En el caso del ámbito urbano, debido al costo inicial de construcción más bajo y a la mayor facilidad de rehabilitación y mantenimiento, se da el caso del carpeta de superficie de rodamiento flexible utilizado en la ciudad de Juliaca. Sin embargo, su tiempo de funcionamiento natural se verá influido por varios factores como el diseño estructural, la calidad de los materiales utilizados, las condiciones climáticas, la cantidad de tráfico, sin embargo, la evaluación constante de este tipo de caminos es vital para garantizar su servicio eficiente. y prolongarlo.

### **2.2.1.1. Componentes del pavimento flexible**

#### **a. Carpeta asfáltica o capa de capa superficial.**

La superficie del pavimento consistente en mezclas asfálticas. Tiene por objeto cumplir con las siguientes funciones: asegurar una superficie de capa superficial segura, cómoda y uniforme para los usuarios tanto en seco como húmedo, sellar la estructura para evitar la entrada de agua y los daños que esta produce y protegerla del desgaste ocasionado por la capa superficial de los neumáticos y recibir las cargas que se apliquen y transmitir dichas cargas hacia las capas estructurales inferiores, asegurando una adecuada distribución de esfuerzos. (Díaz et al., 2024).

#### **b. Base.**

Esta se encuentra situada directamente bajo la carpeta asfáltica se debe tener en cuenta que es una de las capas más importantes de la capa asfáltica, ya que le otorga la mayor parte de la capacidad estructural al sistema. Está conformado de manera común por materiales granulares de calidad alta o estabilizados con cemento o asfalto. Tiene como objetivo soportar las cargas que se trasladan a través de la capa superior, por lo tanto, previene la deformación excesiva prolongando el tiempo de funcionamiento de la capa de capa superficial.

#### **c. Subbase.**

Ubicada entre la base y la subrasante, la subbase actúa como una capa intermedia que mejora la distribución de las cargas sobre los cimientos naturales. Contribuye al

desempeño del drenaje interno de la capa de formación, evitando la formación de agua estancada y evitando la humedad que erosiona las capas superiores. Está conformada por materiales granulares seleccionados y sirve de refuerzo adicional, aunque en algunos proyectos puede omitirse si la base y la subrasante presentan buenas condiciones.

#### **d. Subrasante.**

Es el cimiento sobre el cual descansa se encuentra en la estructura de la carpeta de capa superficial, correspondiente al suelo natural de la zona, el cual puede ser mejorado o estabilizado conforme a su calidad. La resistencia y uniformidad del terreno son factores decisivos en la durabilidad de la sección vial, puesto que un suelo de baja capacidad portante provoca asentamientos diferenciales y ruptura temprana de la capa de capa superficial. Por ello, la subrasante requiere un estudio detallado y, en muchos casos, estabilización mecánica o química. (Díaz et al., 2024).

#### **e. Capa de mejoramiento o refuerzo (opcional).**

En situaciones donde la subrasante presenta características muy deficientes, se incorpora una capa de mejoramiento o refuerzo. Esta capa se coloca entre la subrasante y la subbase, y su finalidad es agrandar la capacidad de soporte del terreno natural, homogenizar la superficie de apoyo y garantizar un mejor desempeño estructural. Aunque no siempre se utiliza, resulta indispensable en zonas con suelos de baja calidad, asegurando mayor durabilidad y eficiencia en la carpeta de capa superficial.

### **2.2.1.2. Características del pavimento flexible**

- **Distribución progresiva de cargas.**

La carpeta de superficie de rodamiento flexible se caracteriza por transmitir los esfuerzos del tránsito de forma gradual a través de sus capas, disminuyendo la magnitud de las cargas a medida que llegan a la subrasante. Este comportamiento evita concentraciones excesivas de esfuerzos y protege al terreno natural. (Rattia, 2022).

- **Flexibilidad estructural.**

A diferencia de la carpeta de capa superficial rígido, el flexible posee la habilidad para ajustarse a pequeñas alteraciones en el terreno sin fracturarse bruscamente. Esta propiedad permite que soporte variaciones en el suelo de fundación y cargas dinámicas del tránsito sin comprometer de inmediato su funcionalidad.

- **Facilidad de mantenimiento.**

entre sus ventajas principales es que permite la realización de reformas de conservación localizadas, como bacheos y recapeos asfálticos, sin requerir el cambio de toda la estructura. Este factor contribuye a su conservación y dilata al tiempo de funcionamiento del pavimento a un costo reducido.

- **Buenas condiciones de capa superficial.**

La carpeta de capa superficial ofrece una superficie cómoda y segura para los usuarios. Proporciona adherencia adecuada entre neumático y carpeta de capa superficial, reduce el ruido generado por el tránsito y mejora la seguridad en la conducción, siempre que se mantenga en buen estado. (Rattia, 2022).

- **Menor costo inicial.**

En términos de construcción, presenta un costo inicial más bajo en comparación con la carpeta de capa superficial rígido. Esta característica lo convierte en una opción común en proyectos urbanos y rurales, aunque requiere mayor inversión en conservación periódica.

- **Sensibilidad a factores externos.**

El desempeño de la carpeta de superficie de rodamiento flexible se ve influido por la intensidad del tránsito, la variación de temperatura, la humedad y la calidad de los materiales aplicados. Por ello, su durabilidad depende directamente de un diseño estructural adecuado y de una conservación constante.

### **2.2.2. Deterioro de carpeta de capa superficial flexibles**

El deterioro se produce principalmente por la acción combinada del tránsito y los factores climáticos, lo que ocasiona daños progresivos en sus capas estructurales y en la superficie de capa superficial. Entre Existen dos tipos de deterioros en esta zona: agrietamiento por fatiga del asfalto y movimiento térmico; deformaciones plásticas como ahuellamiento y empuje debido a la pérdida de capacidad estructural de la mezcla o falla en la subrasante; desintegración superficial, incluyendo desprendimiento de agregados, baches y grietas por desprendimiento debido a la pérdida de cohesión y adherencia del material; y defectos superficiales como ahuellamiento, corrugación, empuje, ahuecamiento, sangrado y pérdida de fricción, que afectan la seguridad y comodidad de conducción del tramo de la carretera. Además, la presencia de agua intensifica el deterioro, que se produce expandiendo el área de debilidad con capacidad de carga reducida de la subrasante ablandada por agua. Si estos daños se vuelven complejos y no se mitigan eficazmente con conservación correctivo o preventivo oportuno, la carretera flexible pierde entonces su vida útil. (Campos & Irigoín, 2020).

#### **2.2.2.1. Deterioro de los pavimentos.**

- **Causas del deterioro:** El deterioro de la carpeta de superficie de rodamiento flexible se origina principalmente por la acción repetitiva de las cargas vehiculares, la deficiente calidad de materiales, errores de diseño o construcción, y la acción de factores climáticos como el agua y la temperatura. Estos elementos aceleran el desgaste y reducen al tiempo de funcionamiento de la estructura.
- **Procesos de desgaste superficial:** Con el tiempo, la carpeta asfáltica pierde ligante debido a la oxidación, lo que provoca que se vuelva más rígida y quebradiza. Este proceso genera microfisuras que, al no ser tratadas, permiten la filtración de agua y la progresión del daño hacia capas más profundas.

- **Fisuración:** Las fisuras aparecen por la contracción del asfalto, el envejecimiento del material, la fatiga por cargas repetitivas o los movimientos de la subrasante. Estas fisuras facilitan el ingreso de agua, debilitando la estructura y acelerando su deterioro. (Campos & Irigoín, 2020).
- **Deformaciones permanentes:** El tránsito constante, especialmente de vehículos pesados, puede ocasionar deformaciones plásticas en la superficie, conocidas como ahuellamientos. Estas reducen la comodidad y seguridad de la sección vial, además de facilitar la acumulación de agua en la capa superficial.
- **Desintegración de la superficie:** Con el avance del deterioro, la carpeta asfáltica puede presentar desprendimiento de agregados, baches o desmoronamiento de bordes. Este tipo de daño afecta directamente la calidad del servicio, genera costos elevados de reparación y puede comprometer la seguridad vial.
- **Consecuencias del deterioro:** El deterioro progresivo se refleja en una pérdida de funcionalidad de la carpeta de capa superficial, menor comodidad de conducción, incremento de accidentes, mayores costos de operación vehicular.
- **Efectos del agua:** Las precipitaciones pluviales es uno de los agentes más dañinos para la carpeta de superficie de rodamiento flexible, pues reduce la cohesión del ligante, lava finos de las capas granulares y disminuye. La falta de un buen drenaje acelera significativamente el deterioro estructural. (Campos & Irigoín, 2020)

#### 2.2.2.2. Factores que influyen en el deterioro

##### 1. Carga vehicular.

El primer factor que provoca el deterioro acelerado es el tráfico constante, con mayor incidencia en vehículos pesados. Es a la circular y transportar las mismas cargas varias veces que se origina la fatiga en la carpeta asfáltica y en las capas inferiores. Como consecuencia, surgen fisuras, deformación y pérdida de capacidad estructural. (Quispe, 2023).

## **2. Condiciones climáticas.**

La variación de temperatura, la radiación solar y la acción del agua influyen de manera significativa. El calor acelera la oxidación del asfalto y lo vuelve frágil, mientras que el agua reduce la cohesión de los materiales, favorece la filtración y debilita la subrasante.

## **3. Calidad de los materiales.**

El uso de materiales inadecuados en la carpeta asfáltica, base o subbase disminuye la resistencia y durabilidad de la carpeta de capa superficial. Agregados mal gradados, ligantes asfálticos de baja calidad o suelos con poca capacidad de soporte aumentan la susceptibilidad al deterioro.

## **4. Diseño estructural.**

Un diseño deficiente, que no considera la magnitud del tránsito ni las características del suelo de fundación, ocasiona que la carpeta de capa superficial se deteriore prematuramente. (Quispe, 2023).

## **5. Proceso constructivo.**

Errores durante la construcción, como una compactación deficiente, inadecuada mezcla asfáltica o mala colocación de capas, generan puntos débiles que aceleran la aparición de fallas. La supervisión insuficiente también contribuye a la pérdida de calidad de la obra.

## **6. Drenaje insuficiente.**

La acumulación de agua en la superficie o la falta de un drenaje interno adecuado son factores críticos en el deterioro. El agua infiltrada reduce la resistencia de las capas granulares y de la subrasante, generando asentamientos y baches.

## **7. Mantenimiento inadecuado.**

La ausencia de un plan de conservación preventivo permite que pequeñas fallas evolucionen hacia daños mayores. Cuando no se corrigen a tiempo las fisuras, desprendimientos o deformaciones, los costos de rehabilitación se incrementan de manera considerable. (Quispe, 2023).

### 2.2.2.3. Clasificación de las fallas de la carpeta de capa superficial

#### 1. Fallas estructurales.

Estas fallas comprometen la capacidad de soporte de la carpeta de capa superficial y afectan directamente a su vida útil. Generalmente se originan por tránsito pesado, un diseño deficiente o baja calidad en la construcción. (Perez, 2023). Entre las principales se encuentran:

- **Fisuración por fatiga (piel de cocodrilo):** se produce por la repetición de cargas vehiculares que generan microgrietas interconectadas en forma de malla, afectando toda la estructura.
- **Ahuellamiento:** se manifiesta como hendiduras longitudinales en las zonas de capa superficial debido a deformaciones permanentes en las capas inferiores, lo que provoca acumulación de agua y pérdida de seguridad.
- **Asentamientos diferenciales:** ocurren cuando la subrasante tiene una capacidad portante irregular, generando hundimientos localizados que alteran la uniformidad.

#### 2. Fallas superficiales.

Deformaciones: se presentan fundamentalmente en la capa de capa superficial, que reportan molestias a la calidad de la sección vial. A pesar de que casi nunca conllevan a daños estructurales inmediatos, de no solucionarse a tiempo, evolucionan a fallas más serias. Ejemplos:

- **Fisuras longitudinales y transversales:** aparecen en forma de líneas rectas debido a contracciones térmicas, movimientos del terreno o juntas mal ejecutadas. (Perez, 2023).
- **Desprendimiento de agregados:** no satisfacerla, cuando la conectividad entre el asfalto y los agregados se debilita, lo que da como resultado una superficie desigual con pérdida de parches de material. Asfalto exúdate: sucede cuando el ligante se eleva a la superficie y produce áreas de deslizamiento, generalmente

como resultado de una mezcla sobredimensionada con asfalto o temperaturas elevadas.

- **Ondulaciones y corrugaciones:** se presentan como deformaciones onduladas por deficiencia de compactación o mezcla inadecuada, reduciendo el confort de capa superficial.

### 3. Fallas funcionales.

Se relacionan con la pérdida de servicio y seguridad, aunque la estructura de la carpeta de capa superficial aún no esté completamente comprometida. Estas fallas impactan directamente en la conducción y en los costos de operación vehicular. Entre ellas:

- **Baches:** huecos de diferentes tamaños y profundidades que aparecen por la desintegración progresiva de la carpeta asfáltica, favorecidos por el ingreso de agua y tránsito repetitivo. (Perez, 2023).
- **Desmoronamiento de bordes:** se da en las zonas laterales de la carpeta de capa superficial por falta de confinamiento, lo que provoca el desprendimiento progresivo del material.
- **Irregularidades en la superficie:** incluyen depresiones, desniveles y superficies ásperas que generan vibraciones y disminuyen la comodidad de los usuarios. (Perez, 2023).
- **Charcos y pérdida de drenaje:** cuando la carpeta de capa superficial pierde pendiente transversal o presenta ahuellamiento, se forman acumulaciones de agua que aceleran el deterioro y afectan la seguridad.

### 4. Fallas de origen ambiental.

Estas fallas se deben a la acción de factores climáticos como la humedad, la temperatura y la radiación solar, que degradan los materiales a lo largo del tiempo. Son más comunes en zonas con climas extremos. Algunos casos son:

- **Fisuras térmicas por contracción:** aparecen en climas fríos cuando la carpeta asfáltica se contrae, generando grietas rectas y paralelas.

- **Oxidación del asfalto:** la exposición prolongada al sol endurece el ligante, volviéndolo quebradizo y propenso a fisurarse.
- **Daños por heladas y deshielos:** en zonas de bajas temperaturas, el agua infiltrada se congela y expande, generando levantamientos y posteriores roturas al descongelarse.

#### 2.2.2.4. Clasificación de las fallas carpeta de capa superficial flexibles

##### a. Severidad baja.

En este nivel, la falla se encuentra en estado incipiente y no afecta de manera significativa la funcionalidad de la carpeta de capa superficial. (Arévalo, 2019).

- **Características:**
- Fisuras delgadas con aberturas menores a 3 mm y sin desprendimiento de material.
- Ahuellamientos poco perceptibles, con profundidades menores a 10 mm.
- Pequeños desprendimientos de agregados en áreas aisladas.
- **Consecuencia:** La carpeta de capa superficial toda sección vial ofrece buenas condiciones de capa superficial y seguridad, pero si no se atiende, la falla puede evolucionar rápidamente.

##### b. Severidad media.

En este nivel, la falla ya afecta parcialmente la comodidad de capa superficial y puede comprometer la durabilidad de la carpeta de capa superficial si no se realiza conservación oportuna.

- **Características:**
- Fisuras con aberturas entre 3 mm y 10 mm, algunas con pérdida de material en los bordes.
- Ahuellamientos con profundidades de 10 a 20 mm.

- Presencia de baches pequeños y desprendimiento moderado de agregados.
- **Consecuencia:** La carpeta de capa superficial comienza a presentar riesgos para los usuarios, además de incrementar el ingreso de agua en la estructura.

**c. Severidad alta.**

Se trata del nivel más crítico, donde la falla compromete tanto la funcionalidad como la estructura de la carpeta de capa superficial, requiriendo intervenciones correctivas inmediatas.

- **Características:**
- Fisuras anchas con aberturas mayores a 10 mm y pérdida considerable de material en sus bordes. (Arévalo, 2019).
- Ahuellamientos con profundidades mayores a 20 mm, que dificultan la conducción y favorecen la acumulación de agua.
- Baches grandes y generalizados, desmoronamiento de bordes y desprendimiento severo de la superficie.
- **Consecuencia:** La carpeta de capa superficial no garantiza seguridad ni comodidad; el tránsito se ve afectado y los costos de operación vehicular aumentan. En este estado se requiere rehabilitación o reconstrucción.

**2.2.3. Métodos de evaluación de la carpeta de capa superficial**

Los métodos de evaluación de la carpeta de capa superficial son procedimientos técnicos que permiten determinar el estado actual de una sección vial, tanto en su comportamiento funcional como en su capacidad estructural, con el propósito de programar mantenimientos adecuados y garantizar un tiempo de funcionamiento óptima. Estos métodos también permiten obtener datos fiables sobre el nivel de deterioro, calidad del servicio al usuario y resistencia a las cargas del tránsito, convirtiéndose en herramientas esenciales para la gestión vial. (Apaza M. , 2023).

En el ámbito de la evaluación funcional, los métodos se centran en medir. Entre los principales se encuentra el PCI, que se obtiene a partir de inspecciones visuales. y los ensayos de fricción o resistencia al deslizamiento, los cuales determinan la seguridad que brinda la superficie de capa superficial bajo distintas condiciones de tránsito y clima.

Por otro lado, la evaluación busca conocer La habilidad de la carpeta de capa superficial para aguantar cargas repetidas durante un periodo prolongado. En este conjunto se utilizan métodos no destructivos, como el deflectómetros de impacto (FWD), que mide las deflexiones producidas por cargas aplicadas y permite estimar la capacidad estructural de las capas. También se aplican métodos destructivos, como la extracción de núcleos y la apertura de calicatas, que proporcionan datos directos sobre el espesor, las propiedades de los materiales. (Apaza M. , 2023).

#### **2.2.3.1. Métodos de evaluación**

##### **1. Inspección visual.**

Método de campo. Es el método más bastante usado debido a su bajo costo y rapidez, este procedimiento se basa en recorrer la carpeta de capa superficial para identificar, clasificar y registro, su extensión y grado de inclemencia. Permite elaborar índices de condición como el PCI. Aunque es subjetivo, resulta efectivo para planificar mantenimientos rutinarios y preventivos.

##### **2. Evaluación funcional.**

Se centra en las características Hay varias características que inciden en el usuario, tales como la comodidad y la seguridad de la capa superficial. El indicador más común del nivel IRI de la superficie, que se mide en equipos específicos, es el Índice de Regularidad Internacional. Menos de esta cifra en el indicador IRI muestra la uniformidad de la superficie, y lo contrario de esta cantidad causará monto a los usuarios refleja deterioro funcional. (Paucar, 2019).

### 3. Evaluación estructural.

Analiza la capacidad de soporte de las capas de la carpeta de capa superficial frente a las cargas vehiculares. Se realiza con equipos como la deflectometría de impacto (FWD, Falling Weight Deflectometer), que simula la carga de un eje de vehículo y mide las deflexiones resultantes. Esta información permite conocer el estado estructural y diseñar rehabilitaciones adecuadas.

### 4. Ensayos destructivos.

Incluyen calicatas y extracción de núcleos para analizar directamente los materiales de la carpeta de capa superficial. Estos ensayos permiten determinar el espesor de las capas, el grado de compactación y las propiedades de resistencia, pero afectan parcialmente la estructura. Se aplican en estudios más detallados.

### 5. Ensayos no destructivos.

Son pruebas modernas que permiten evaluar la carpeta de capa superficial sin dañarlo. Además del FWD, se incluyen tecnologías como el Ground Penetrating Radar (GPR), que detecta espesores y vacíos en las capas, y sensores láser para medir la textura y regularidad superficial. Su ventaja es que entregan datos precisos sin interrumpir el tránsito. (Paucar, 2019).

### 6. Índices de condición de la carpeta de capa superficial.

Los resultados de las evaluaciones se expresan mediante indicadores que facilitan la toma de decisiones:

- PCI: mide la condición superficial de la carpeta de capa superficial en una escala de 0 a 100.
- PQI: integra parámetros funcionales y estructurales.
- SVI: refleja el nivel de deterioro superficial.

### 2.2.3.2. Métodos tradicionales de evaluación

#### a) Inspección visual directa:

Es el método más antiguo y utilizado porque es simple. Consiste en recorrer la sección vial, observar las condiciones superficiales y registrar las fallas por tipo. Dichas fallas son fisuras, ahuellamientos, baches, desprendimientos, etc. aunque depende de la experiencia del evaluador, permite obtener una idea general del estado de la carpeta de capa superficial de forma rápida y económica. (Paliza & Chuyacama, 2022).

#### b) Calicatas o excavaciones.

Consisten en abrir secciones de la carpeta de capa superficial para observar directamente los espesores y condiciones de las capas estructurales. Este método permite identificar deficiencias en la compactación, humedad o calidad de materiales. Sin embargo, es invasivo y requiere reparar el sector intervenido.

#### c) Extracción de núcleos.

Se realiza perforando la carpeta asfáltica para obtener muestras cilíndricas. A partir de ellas se pueden medir espesores, analizar la calidad del asfalto y evaluar el grado de deterioro interno. Es un método muy usado en investigaciones de laboratorio, aunque destruye parte de la carpeta de capa superficial.

#### d) Ensayos de deflexión con viga Benkelman.

Es un equipo tradicional que mide la deflexión de la carpeta de capa superficial bajo la carga de un vehículo estándar. Su objetivo es evaluar la capacidad estructural de la carpeta de capa superficial y de la subrasante. Aunque actualmente ha sido reemplazado en muchos lugares por la deflectometría de impacto (FWD), sigue siendo un método clásico de bajo costo.

#### e) Índices empíricos de condición.

De manera tradicional, la condición de la carpeta de capa superficial también se expresaba mediante índices obtenidos de observaciones visuales y conteo de fallas. (Paliza & Chuyacama, 2022). Entre ellos destacan:

- PCI: aunque hoy está más tecnificado, inicialmente se aplicaba de forma visual con registros manuales.
- Índices locales simplificados: que clasificaban la carpeta de capa superficial en bueno, regular o malo, según la proporción de fallas observadas.

### 2.2.3.3. Nuevas tecnologías de evaluación

Las soluciones innovadoras de inspección de superficies para carpeta de capa superficial flexibles enfatizan la automatización de la identificación de defectos, la mejora de la cobertura a través de la inspección continua y la reducción de costos en relación con las inspecciones visuales convencionales. Poma *et al.* (2025)

- Uso de sensores avanzados (cámaras 2D/3D, LiDAR, láseres, acelerómetros) montados en vehículos, drones o teléfonos inteligentes para medir condición superficial en forma continua.
- Integración de inteligencia artificial (redes neuronales, deep learning) para reconocer y cuantificar agrietamientos, baches, deformaciones y otros deterioros a partir de imágenes o videos.
- Sistemas basados en cámaras y modelos de deep learning permiten identificar y clasificar grietas (aligador, longitudinales, transversales), baches, desprendimientos y parches, produciendo índices PCI automatizados. Se reportan precisiones cercanas al 90–96% en la clasificación de patologías, con reducción significativa de tiempo frente a inspecciones manuales basadas en ASTM D6433.
- Los drones con cámaras de alta definición posibilitan la inspección de áreas extensas, así como de zonas difíciles o peligrosas, capturando videos/fotos para análisis automático.
- La fusión de imágenes UAV con LiDAR de bajo costo mejora notablemente la segmentación de grietas y grietas selladas, aumentando la detección en escenarios complejos.

- Sistemas móviles tipo mobile mapping combinan LiDAR y cámaras esféricas para generar nubes de puntos densas y texturizadas, permitiendo evaluar textura, deformaciones y distresses superficiales a gran escala.
- Equipos láser dinámicos (p. ej. sistemas LDD) pueden medir deflexión dinámica, ahuellamiento, rugosidad y otros parámetros de condición de carpeta de capa superficial en forma continua y no destructiva.
- Aplicaciones en teléfonos inteligentes usan acelerómetros y giroscopios del vehículo para estimar rugosidad, detectar anomalías y registrar vibraciones asociadas a baches o deformaciones.
- Modelos ligeros de deep learning como MobiLiteNet permiten detección de deterioros en tiempo real directamente en el smartphone o gafas de realidad mixta, facilitando la inspección por personal no especializado.
- Plataformas integradas e inteligencia de gestión, se desarrollan sistemas integrados que combinan cámaras estéreo, GPS y algoritmos de procesamiento para recolectar datos y generar automáticamente indicadores de condición superficial.
- Las revisiones recientes resaltan la migración hacia encuestas “inteligentes” que integran captura masiva de datos, IA para procesamiento automatizado y métodos de evaluación como PCI adaptados a estos nuevos flujos de información.

#### 2.2.3.4. Evaluación funcional y estructural

##### Evaluación funcional de la carpeta de superficie de rodamiento flexible.

Determinar el grado en que la carpeta de capa superficial cumple su función de proveer comodidad, seguridad y eficiencia al usuario, dado que está enfocada en las características superficiales de la sección vial. Es importante para los técnicos saber con qué calidad de servicio cuenta el usuario. (Kepler, 2024).

- **Índice de Regularidad Internacional (IRI):** es el parámetro más usado para medir la comodidad de capa superficial. Se obtiene con equipos que registran las

irregularidades longitudinales de la superficie. Un IRI menor a 2 m/km se considera excelente, mientras que valores mayores a 4 m/km reflejan una carpeta de capa superficial deteriorado.

- **Textura y fricción superficial:** miden la capacidad de la superficie para proporcionar adherencia a los neumáticos, factor crítico para la seguridad vial, especialmente en condiciones de lluvia.
- **Ruido y vibración:** aunque no siempre se mide de manera técnica, estos indicadores reflejan el confort de conducción y el impacto ambiental de la carpeta de capa superficial.
- **Aplicaciones:** este tipo de evaluación se emplea para priorizar mantenimientos preventivos, detectar problemas que afectan la seguridad (como la pérdida de adherencia o el encharcamiento) y mejorar la experiencia de los usuarios. (Kepler, 2024).
- **Limitaciones:** no brinda información sobre el estado interno de las capas ni sobre la capacidad estructural de la sección vial, por lo que puede subestimar daños ocultos.

#### Evaluación estructural de la carpeta de superficie de rodamiento flexible

La evaluación estructural tiene que ver con la determinación de la capacidad portante de la carpeta de capa superficial, en otras palabras, su capacidad de soportar las cargas vehiculares y pasar los años, siendo el factor determinante de la capacidad. Este análisis es la base para determinar la vida remanente y desarrollar un plan de reparación de manera correcta. (Kepler, 2024).

- **Deflectometría de impacto (FWD):** método moderno que simula la carga de un eje vehicular aplicando un impacto controlado en la superficie de la carpeta de capa superficial. Los sensores miden las deflexiones generadas y permiten calcular la rigidez de cada capa, detectando debilidades internas.

- **Viga Benkelman:** método tradicional que mide la deflexión de la carpeta de capa superficial bajo la carga de un vehículo estándar. Aunque ha sido reemplazado en gran parte por el FWD, aún se utiliza por su bajo costo.
- **Extracción de núcleos y calicatas:** permiten obtener muestras directas de la carpeta de capa superficial para analizar su espesor, compactación, contenido de asfalto y calidad de materiales. Estos ensayos ayudan a verificar si la estructura cumple con el diseño original. (Kepler, 2024).
- **Aplicaciones:** la evaluación estructural se utiliza para definir estrategias de rehabilitación, reforzamiento o reconstrucción. Permite estimar cuánto tiempo más puede funcionar la sección vial sin intervenciones mayores.
- **Limitaciones:** requiere equipos especializados, personal capacitado y, en algunos casos, interrumpir el tránsito. Además, implica mayores costos que la evaluación funcional.

#### 2.2.4. Índice de condición del pavimento (PCI)

Es un método refiere a una metodología empleada ampliamente en el ámbito del pavimento desarrollada por el United States Army Corps of Engineers y adoptada por la ASTM D6433, que consiste en una técnica de diagnóstico de falla que permite evaluar cuantitativamente el estado de la carpeta de capa superficial flexibles y rígidos a través de identificar, clasificar y cuantificar las fallas que son visible. Así, buscando otorgar un valor numérico que represente de forma solo objetiva la condición de la carpeta capa superficial y favorezca la toma decisiones en la planificación y gestión de mantenimientos. (Oblitas et al., 2021).

El PCI se expresa en una escala de 0 a 100, donde el valor 100 representa una carpeta de capa superficial en perfecto estado, libre de fallas, y el valor 0 indica una carpeta de capa superficial completamente deteriorado o intransitable. La metodología se fundamenta en la ejecución de inspecciones visuales detalladas en unidades de muestreo representativas, registrando el tipo de falla, su extensión y grado de severidad. Estos datos

se procesan mediante tablas y curvas establecidas por la norma ASTM, obteniéndose el índice final.

La principal ventaja del PCI es que permite objetivar la evaluación de la carpeta de capa superficial, reduciendo la subjetividad del evaluador y generando resultados comparables entre diferentes tramos de carretera o dentro de una red vial completa. Además, constituye una herramienta clave dentro de los SGP.

#### 2.2.4.1. Clasificación de la carpeta de capa superficial según el PCI

El PCI se cuantifica en una escala de 0 a 100, donde 100 indica una carpeta de capa superficial en condiciones óptimas y 0 significa una carpeta de capa superficial totalmente degradado. (Mallqui & Quinto, 2020). Los valores se agrupan en rangos que permiten clasificar la carpeta de capa superficial en categorías de condición:

**Tabla 2**

*Clasificación de la carpeta de capa superficial, según PCI*

| Rango del PCI | Condición del pavimento | Interpretación                                                                                                                                              |
|---------------|-------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 85 - 100      | Excelente               | Carpeta de capa superficial prácticamente nuevo, con mínimas fallas superficiales. Solo requiere conservación rutinaria.                                    |
| 70 - 84       | Bueno                   | Presenta deterioros leves que no afectan significativamente la estructura ni el confort. Puede necesitar mantenimiento preventivo.                          |
| 55 - 69       | Regular                 | La carpeta de capa superficial muestra fallas moderadas, visibles y en expansión. Es recomendable conservación correctivo puntual.                          |
| 40 - 54       | Malo                    | Existen fallas generalizadas de tipo estructural y funcional. Se requiere conservación mayor o rehabilitación parcial.                                      |
| 25 - 39       | Muy malo                | La carpeta de capa superficial presenta un deterioro severo, con gran pérdida de capacidad estructural. Requiere rehabilitación integral.                   |
| 0 - 24        | Fallado                 | La carpeta de capa superficial se encuentra en estado crítico, intransitable o con fallas que comprometen la seguridad. Se recomienda reconstrucción total. |

Los rangos cualitativos del PCI suelen clasificarse así:

- 85 a 100: Excelente

- 70 a 84: Bueno
- 55 a 69: Regular
- 40 a 54: Malo
- 25 a 39: Muy malo
- 0 a 24: Fallado

El método PCI (Índice de Condición de la carpeta de capa superficial) resulta especialmente adecuado para evaluar carpeta de capa superficial flexibles, sin embargo, también se puede evaluar tratamientos superficiales asfálticos, ya que se categorizan dentro de los carpeta de capa superficial flexibles y únicamente se evalúa la parte superficial de la estructura, como riegos de liga, lechadas asfálticas o microaglomerados en frío/caliente, permitiendo cuantificar de forma sistemática las fallas superficiales típicas de estas capas delgadas sin requerir equipos destructivos Cantuarias y Watanabe (2017).

### **2.2.5. Mantenimiento de pavimentos flexibles**

La conservación de carpeta de capa superficial flexible, es el conjunto de actividades técnicas y operativas cuyo objetivo es conservar, restaurar o mejorar las condiciones funcionales y estructurales de una sección vial que ha sido construida mediante la superposición de capas asfálticas. y cuya finalidad general es prolongar su vida útil, garantizar un tránsito seguro y confortable, y evitar que los deterioros menores evolucionen hacia fallas mayores que requieran intervenciones más costosas. (Aldás et al., 2024).

Esta conservación puede clasificarse en preventivo, correctivo y rutinario. La conservación preventiva comprende acciones programadas como el sellado de fisuras, la utilización de lechadas asfálticas o microcarpetas, que buscan frenar el avance de deterioros iniciales y mantener la superficie en buen estado. La conservación correctiva, en cambio, se ejecuta cuando ya existen daños visibles de mayor severidad, como baches, deformaciones o fallas estructurales, requiriendo intervenciones puntuales o

rehabilitaciones parciales. Finalmente, la conservación rutinaria incluye labores frecuentes y de bajo precio, como la limpieza de cunetas, reparación de bermas y control de drenajes, que, aunque no afectan directamente a la estructura, previenen el deterioro acelerado de la carpeta de capa superficial.

En síntesis, la conservación de carpeta de capa superficial flexibles constituye una estrategia esencial de gestión vial, ya que permite optimizar los recursos disponibles, minimizar las interrupciones al tránsito y asegurar que las carreteras cumplan su función de manera eficiente a lo largo del tiempo. (Aldás et al., 2024).

### **2.2.5.1. Mantenimiento de pavimentos**

La conservación de carpeta de capa superficial flexibles es un procedimiento fundamental en la administración vial, pues garantiza que la sección vial conserve sus condiciones de funcionalidad, seguridad y confort durante toda su vida útil. Reducir a su mínima expresión los costos de operación es el propósito vehicular, prolongar la durabilidad de la infraestructura y evitar gastos excesivos en rehabilitaciones o reconstrucciones. La planificación adecuada de la conservación periódica de la carpeta de capa superficial, por métodos como el PCI, que permiten seleccionar la técnica de conservación más apropiada. (Molinero et al., 2024).

#### **1. Mantenimiento rutinario.**

Son actividades básicas, frecuentes y de bajo costo que buscan mantener la sección vial en condiciones adecuadas de servicio y prevenir daños mayores.

- Ejemplos: limpieza de cunetas, retiro de material suelto, control de vegetación, sellado de grietas incipientes, bacheo menor.
- Importancia: evita que el agua penetre en la estructura y acelere el deterioro; mantiene la seguridad vial en el día a día.

## 2. Mantenimiento preventivo.

Se realiza antes de que aparezcan fallas graves y tiene un enfoque proactivo. La carpeta de capa superficial con un costo menor en comparación con reparaciones correctivas.

- Ejemplos: microaglomerados en frío, slurry seal, chip seal, lechadas asfálticas, resellado de grietas.
- Importancia: proporciona una nueva capa protectora que mejora la impermeabilidad.

## 3. Mantenimiento correctivo.

Se aplica, pero aún no comprometen totalmente la estructura. (Molinero et al., 2024).

- Ejemplos: fresado y reemplazo de la capa asfáltica, bacheo profundo, refuerzos localizados.
- Importancia: permite recuperar la funcionalidad de la sección vial y frenar el avance de deterioros más severos que podrían llevar a la rehabilitación total.

## 4. Rehabilitación.

Es una intervención de mayor magnitud que busca recuperar, cuando las fallas ya son generalizadas y han reducido considerablemente su desempeño.

- Ejemplos: reciclado de capas en frío o en caliente, colocación de carpetas asfálticas de refuerzo, reconstrucción parcial de capas dañadas.
- Importancia: aumenta significativamente el tiempo de funcionamiento de la carpeta de capa superficial sin necesidad de una reconstrucción total.

## 5. Reconstrucción.

Es el nivel más drástico de intervención y se aplica cuando la carpeta de capa superficial se encuentra en estado crítico, con un PCI muy bajo ( $\leq 25$ ) o cuando los costos de conservación superan los de un nuevo diseño. (Molinero et al., 2024).

- Ejemplos: demolición total del paquete estructural, reemplazo completo de materiales, rediseño y construcción de una nueva carpeta de capa superficial.

- Importancia: garantiza condiciones óptimas de servicio a largo plazo, aunque implica una inversión económica alta.

#### 2.2.5.2. Estrategias de conservación vial

Su finalidad es garantizar un nivel de servicio adecuado al usuario, reducir los costos de operación vehicular y optimizar la inversión pública destinada a la infraestructura vial. Las estrategias de conservación se definen en función del estado de la carpeta de capa superficial, los recursos disponibles y la proyección de la demanda de tránsito. (Paredes & Soto, 2023).

##### a. Estrategia de mantenimiento rutinario.

**Definición:** conjunto de actividades frecuentes y de bajo costo destinadas a preservar las condiciones operativas de la sección vial.

**Ejemplos:** limpieza de cunetas, desbroce de vegetación, reparación de baches menores, sellado inicial de grietas, señalización básica.

**Objetivo:** evitar el avance del deterioro y garantizar la seguridad del usuario en el corto plazo.

##### b. Estrategia de mantenimiento periódico o preventivo.

**Definición:** intervenciones programadas que se realizan en intervalos regulares antes de que aparezcan daños graves en la carpeta de capa superficial. (Paredes & Soto, 2023).

**Ejemplos:** aplicación de slurry seal, microaglomerados, chip seal, resellado de grietas, tratamientos superficiales.

**Objetivo:** prolongar el tiempo de funcionamiento de la sección vial mediante acciones proactivas que retrasen el deterioro estructural.

##### c. Estrategia de mantenimiento correctivo.

**Definición:** acciones que se realizan cuando ya existen fallas de mediana o alta severidad en la superficie de la carpeta de capa superficial.

**Ejemplos:** bacheo profundo, fresado y reemplazo de capas asfálticas, refuerzo localizado de la estructura.

**Objetivo:** recuperar las condiciones funcionales de la carpeta de capa superficial y frenar el avance del deterioro.

**d. Estrategia de rehabilitación.**

**Definición:** intervenciones de mayor magnitud que buscan recuperar la capacidad estructural de la carpeta de capa superficial cuando el daño es generalizado. (Paredes & Soto, 2023).

**Ejemplos:** reciclado en frío o en caliente, colocación de carpetas de refuerzo, reconstrucción parcial de capas deterioradas.

**Objetivo:** restituir la capacidad estructural y extender significativamente el tiempo de funcionamiento de la carpeta de capa superficial.

**e. Estrategia de reconstrucción vial.**

**Definición:** renovación total de la carpeta de capa superficial cuando este ha llegado al final de su tiempo de funcionamiento presenta un deterioro severo que compromete la seguridad y el servicio.

**Ejemplos:** demolición del paquete estructural existente, rediseño de la carpeta de capa superficial y construcción de una nueva estructura.

**Objetivo:** restablecer completamente la funcionalidad y garantizar un nivel de servicio adecuado a largo plazo.

**2.3. Marco conceptual**

- a. Estado superficial.** - El Pliego de es En este documento, el concepto de “estado de la vía” se define como la condición física visible de la capa de capa superficial de la carpeta de capa superficial, la cual, a su vez, refleja el nivel de conservación o deterioro de la sección vial. Este se determina por defectos que se manifiestan por medio de grietas, baches, deformaciones o pedazos sueltos, los cuales tienen una influencia

directa en la confortabilidad, seguridad y eficiencia del tránsito vehicular, constituyéndose en un indicador fundamental para la planificación vial.

- b. Fallas en carpeta de capa superficial.** - Se entienden como las manifestaciones de deterioro las fallas son áreas específicas y prominentes que se manifiestan en la superficie de capa superficial de una sección vial como resultado de uno u otro de los elementos antes mencionados, como la acción repetitiva del tránsito, las inclemencias del tiempo, procesos constructivos, así como falta de espera y conservación adecuado. Las fallas pueden ser de grietas, deformaciones; requieren desmembramientos y ondulaciones, áreas poéticasudiente de peticos, desprendimientos, baches o desintegraciones, y afectan tanto la funcionalidad como la durabilidad de la carpeta de capa superficial, por lo que su identificación y análisis resultan esenciales para establecer medidas correctivas y planificar estrategias de conservación vial.
- c. Infraestructura vial.** - Se caracteriza por ser la agrupación de obras, instalaciones y servicios diseñados para facilitar el transporte de personas, bienes y mercancías a través de carreteras, calles, avenidas y demás sección vial de comunicación terrestre; comprende tanto la estructura física de la carpeta de capa superficial y sus componentes como los elementos complementarios (puentes, señalización, drenaje y obras de contención), desempeñando un papel fundamental en el desarrollo económico y social, ya que garantiza la conectividad, la integración territorial y el acceso a servicios básicos, contribuyendo así al crecimiento sostenible de una región o país.
- d. Inspección visual.** - Es un procedimiento de evaluación no destructivo que se utiliza en las carpetas de capa superficial y que consiste en examinar la superficie de capa superficial de manera directa y sistemática con el objetivo de detectar, registrar y clasificar las fallas presentes según su tipo, extensión y grado de severidad; este procedimiento se caracteriza por ser práctico, de bajo costo y ampliamente utilizado.

- e. **Carpeta de superficie de rodamiento flexible.** - Este tipo de estructura de carretera está formada por muchas capas de material granular con una capa de asfalto encima, cuya función principal es soportar y distribuir gradualmente las cargas del tránsito hacia la subrasante; se caracteriza por su capacidad de adaptarse a pequeñas deformaciones del terreno sin fracturarse bruscamente, ofreciendo condiciones adecuadas de comodidad y seguridad en la circulación vehicular.
- f. **PCI.** - Es un indicador numérico que paletiza la condición de una carpeta utilizando una escala de 0 a 100, el índice se deriva de la identificación, clasificación, cuantificación de fallas presentes, sus unidades de medida del tipo, extensión y severidad, y es una herramienta técnica que propende por la "radiografía" de un nivel de servicio de una sección vial, para priorizar acciones de conservación y sustentar técnicamente su gestión.
- g. **Plan de mantenimiento vial.** - Un documento técnico que ordena y sistematiza las actividades que es necesario realizar para preservar y mejorar las condiciones de la infraestructura vial, definiendo acciones de naturaleza rutinaria, perturbadora, correctiva afecta a rehabilitación en dependencia del tipo y grado de deterioro identificado, con el propósito de extender al tiempo de funcionamiento del firme, el resguardo a la seguridad y comodidad de los usuarios, optimizar los recursos económicos pertinentes y garantizar la prestación del servicio vial, y de esta forma contribuir al desarrollo sostenible y la eficiencia del transporte en una determinada jurisdicción.
- h. **Transitabilidad vial.** - En cuanto el segundo concepto, a saber, la capacidad de una sección vial para ofrecer condiciones para un movimiento seguro, continuo y eficiente de personas, vehículos y mercancías a un costo razonable y en condiciones adecuadas de comodidad y accesibilidad este concepto se asocia directamente con el estado superficial y estructural de la carpeta de capa superficial, así como con factores



complementarios como la señalización, el drenaje y el mantenimiento, de manera que una transitabilidad óptima garantiza la integración territorial.

## CAPÍTULO III

### METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

#### 3.1. Enfoque de la investigación

El enfoque **cuantitativo** se utiliza para medir y cuantificar los deterioros superficiales de la carpeta de capa superficial mediante indicadores numéricos proporcionados por el método PCI, facilitando el análisis estadístico y la elaboración de un diagnóstico preciso del estado de la carpeta de capa superficial

El enfoque de la investigación se basa en la recolección de datos para describir, explicar y predecir fenómenos, utilizando técnicas estadísticas que permiten medir variables de manera objetiva y obtener resultados generalizables y precisos. (Hernandez et al., 2014).

#### 3.2. Tipo de la investigación

Esta investigación es de tipo **aplicada**, pues busca generar soluciones prácticas y directas a un problema concreto, mediante la evaluación de la carpeta de capa superficial y la elaboración de un plan de conservación que optimice la conservación y funcionalidad de la sección vial estudiada.

El tipo de estudio es aquella que se orienta a la solución práctica de problemas específicos, utilizando conocimientos científicos para generar resultados que puedan ser implementados directamente en contextos concretos, con el fin de mejorar procesos, productos o situaciones reales. (Kerlinger, 2002).

### 3.3. Nivel de la investigación

El nivel **descriptivo** caracteriza esta investigación, dado que se centra en observar y describir detalladamente las condiciones superficiales de la carpeta de superficie de rodamiento flexible sin establecer relaciones causales, proporcionando información precisa sobre los tipos y grados de deterioro presentes.

El nivel está orientado en la identificación, clasificación y detallada caracterización de fenómenos, situaciones o variables tal como se presentan en la realidad, sin buscar establecer relaciones causales, con el propósito de ofrecer una visión clara y precisa de las características y condiciones del objeto de estudio. (Kerlinger, 2002).

### 3.4. Diseño de la investigación

El diseño de este estudio es **no experimental**, ya que no se manipularon las variables ni se interviene directamente en el objeto de estudio, sino que se realiza una observación y análisis del estado superficial de la carpeta de superficie de rodamiento flexible en condiciones naturales, a fin de describir su situación actual mediante la aplicación del método PCI.

El diseño es una metodología sistemática en la que el investigador observa y evalúa los sucesos en su entorno natural, sin intervención ni manipulación de factores, permitiendo describir y estudiar relaciones entre variables de manera observacional y correlacional, pero sin establecer causalidad directa. Creswell (2014).

### 3.5. Método de la investigación

El método **científico** es empleado en esta investigación para guiar el proceso de recopilación, análisis e interpretación de datos de manera sistemática y rigurosa, permitiendo obtener conclusiones válidas y objetivas sobre el estado de la carpeta de capa superficial y fundamentar la propuesta del plan de mantenimiento.

El método de la investigación es un proceso sistemático y ordenado que consiste en la formulación de preguntas o hipótesis, la recolección y análisis de datos mediante observación y experimentación, y la interpretación de resultados para generar conocimiento fiable y verificable sobre un fenómeno determinado. (Hernandez et al., 2014).

### 3.6. Población y muestra

#### 3.6.1. Población

Es el conjunto completo de individuos y/o eventos que poseen características comunes y sobre los cuales se pretende obtener información o hacer inferencias en un estudio científico, sirviendo como base para la selección de muestras y el análisis de resultados. (Hernandez et al., 2014).

La población del estudio está constituida por toda la longitud del tramo que conforma la carpeta de superficie de rodamiento flexible del Jirón Apurímac, desde (la Av. Circunvalación asta Jr. San Martín). Estas secciones representan la totalidad de la carpeta de capa superficial que será evaluado para determinar su estado superficial mediante el método PCI.

#### 3.6.2. Muestra

La muestra es un subconjunto extraído de la población total, escogido mediante técnicas específicas para permitir el análisis y la obtención de conclusiones válidas y generalizables sin necesidad de estudiar a todos los integrantes del grupo. (Hernandez et al., 2014).

La muestra está conformada por un número representativo de UM - 10 tramos (de 114.90 metros lineales de cada tramo) seleccionados de manera sistemática, según el manual PCI, para aplicar la evaluación de la sección vial. Esta muestra permitirá obtener resultados confiables y representativos del estado general de la carpeta de capa superficial.

### 3.6.2.1. Muestreo para el método PCI

Por el tipo de metodología que se haga, en el ajuste dado, se establece que el área de muestreo debe estar en un campo coherente a  $225.0 \pm 90.0 \text{ m}^2$ . Luego, definiendo el área de la sección del tramo de camino sometido a estudio; desde las suposiciones dadas el segmento tiene una longitud total de 1000 metros y mantiene un ancho regular de la plataforma vial de 6.50 metros durante toda su extensión. Así que, el área del segmento a muestrear será 35.00 m. En consecuencia, el área evaluada en el campo y en el entorno se incluye en el campo dada garantiza que los resultados se extrapolen y se adapten al método que se use. (Vásquez, 2002).

**Tabla 3**

*Rangos de calificación del PCI*

| Ancho de calzada (m) | Longitud de la unidad de muestreo (m) |
|----------------------|---------------------------------------|
| 5.0                  | 46.0                                  |
| 5.5                  | 41.8                                  |
| 6.0                  | 38.3                                  |
| 6.5                  | 35.4                                  |
| 7.3 (máximo)         | 31.5                                  |

**Nota.** Adaptado del manual del método PCI. (Vásquez, 2002).

#### a. Datos preliminares:

- Tramo a estudiar : 0+000.00 - 1+040.00
- Longitud de la sección vial : 1040 m

- Ancho de la plataforma vial : 6 m
- Longitud de la muestra : 38.3 m
- Área de la muestra : 229.8 m<sup>2</sup>

Seguidamente, se procedió al cálculo de las unidades de muestreo a evaluar, determinándose el número y la distribución de los tramos de inspección a lo largo del jirón Apurímac, conforme a los lineamientos del método PCI.

N = 27 Número total de la muestra

S = 10 Desviación estándar; para carpeta de capa superficial asfáltico

E = 5% Error aceptable; (5%)

$$n = \frac{N \times \sigma^2}{\frac{e^2}{4} \times (N - 1) + \sigma^2} \quad \text{Ecuación 1.}$$

n = 10.31 Unidades a ser evaluadas

$$i = \frac{N}{n} \quad \text{Ecuación 2.}$$

i = 2.63

i = 3 Intervalo de muestreo

#### b. Datos a consideración para aplicación de inspección visual:

**Tabla 4**

*U.M. utilizado por el método PCI*

| Nº total de unidades        |        |
|-----------------------------|--------|
| Longitud de la sección vial | 1040 m |
| Ancho de la plataforma vial | 6 m    |
| Longitud de la muestra      | 38.3 m |

|                          |                      |
|--------------------------|----------------------|
| Área de la muestra       | 229.8 m <sup>2</sup> |
| Nº total de unidades     | 27                   |
| Unidades a ser evaluadas | 10                   |

### c. Detalles de las unidades de muestreo a evaluar:

**Tabla 5**

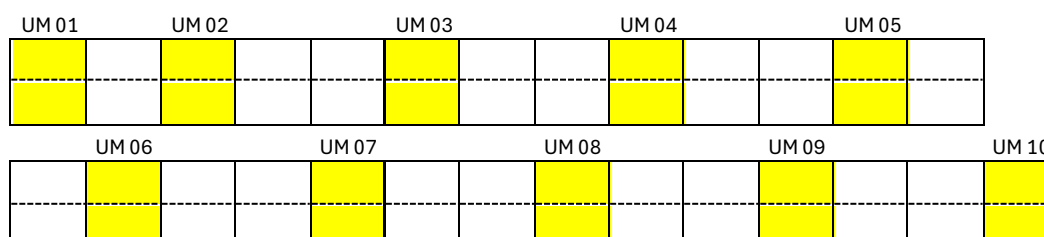
*Progresiva de los tramos*

| Progresivas |             |            |
|-------------|-------------|------------|
| UM          | Inicio (km) | Final (km) |
| 1           | 0+000.00    | 0+038.30   |
| 2           | 0+076.60    | 0+114.90   |
| 3           | 0+191.50    | 0+229.80   |
| 4           | 0+306.40    | 0+344.70   |
| 5           | 0+421.30    | 0+459.60   |
| 6           | 0+536.20    | 0+574.50   |
| 7           | 0+651.10    | 0+689.40   |
| 8           | 0+766.00    | 0+804.30   |
| 9           | 0+880.90    | 0+919.20   |
| 10          | 0+995.80    | 1+034.10   |

En la tabla anterior se muestra la cantidad de unidades de muestra a evaluar y también las progresivas a considerarse, cabe mencionar que las progresivas se delimitaron de acuerdo a criterio propio para facilidad de medición en la sección vial y con fines académicos de estudio, ya que la representación mediante calles y cruces, dificultaría la redacción y comprensión.

**Figura 1**

*Diagrama de unidades de muestreo según criterio de intervalos*



### 3.7. Técnicas e instrumentos

#### 3.7.1. Técnicas

Las técnicas son las técnicas metodológicas empleadas para recopilar y evaluar datos en un estudio, destinadas a abordar preguntas de investigación o cumplir objetivos específicos Creswell (2014).

La cantidad principal que se utilizará es la inspección visual sistemática de la carpeta de superficie de rodamiento flexible, que implica la evaluación directa y detallada de las condiciones de la superficie en la sección vial. La instalación cuantifica los tipos empeorantes, su gravedad, y cobertura de acuerdo con el análisis PCI. La medición se aplica la instalación de la gravedad y extensión de los defectos observados.

#### 3.7.2. Instrumentos

Son los medios o recursos diseñados y empleados para recolectar la información requerida en un estudio, en correspondencia con las técnicas seleccionadas. (Hernandez et al., 2014).

En este estudio se emplearon las siguientes herramientas:

- **Formato de evaluación PCI:**

Documento estandarizado para registrar los defectos superficiales, su tipo, extensión y severidad.

- **Cinta métrica:**

Para la medición exacta de la longitud de la unidad de muestra.

- **Flexómetro de 15 m.:**

Para medir la longitud y área afectada por los deterioros en cada sección muestreada.

- **Cámara fotográfica:**

Para documentar visualmente los deterioros y respaldar la evaluación visual.

- **Software Excel:**

Para el cálculo del PCI a partir de los datos recolectados.

### 3.8. Plan de recolección y procesamiento de datos

#### 3.8.1. Desarrollo del plan de recolección de datos

Para asegurar el cumplimiento de los objetivos establecidos y optimizar el proceso investigativo, el estudio se organizó en fases específicas que se describen a continuación.

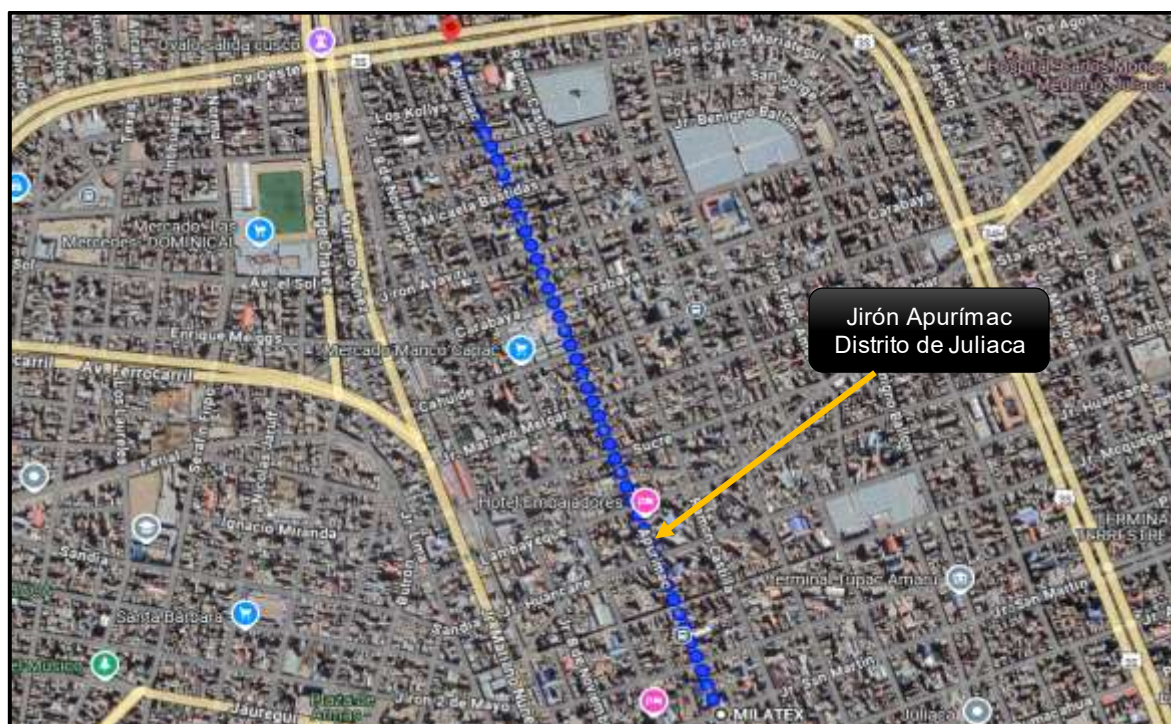
#### Fase I: Recopilación de la información.

La etapa se orienta a la recopilación y análisis sistemático de información vinculada al objeto de estudio, mediante una búsqueda rigurosa de literatura científica, normativa técnica y fuentes académicas pertinentes. La revisión bibliográfica busca establecer los marcos teóricos y empíricos relacionados, examinar metodologías previamente aplicadas y valorar resultados y limitaciones que permitan enriquecer la presente investigación.

#### Fase II: Ubicación de la sección vial.

Figura 2

*Ubicación del Jr. Apurímac*



**Nota.** Jirón Apurímac del distrito de Juliaca, tomado de Google Maps.

### **Fase III: Procedimiento de cálculo del PCI.**

Esta etapa contemplamos el cálculo del PCI, herramienta metodológica de alcance internacional que permite valorar de forma objetiva y estandarizada las condiciones de servicio de carpeta de capa superficial, tanto de tipo flexible como rígido.

#### **Procedimiento:**

##### **1. División en Unidades de Muestreo (UM):**

- La carpeta de capa superficial a evaluar se divide en áreas denominadas unidades de muestreo.
- Cada unidad debe tener un tamaño aproximado de  $225 \pm 90 \text{ m}^2$  para carpeta de capa superficial urbanos.
- El número de unidades a inspeccionar determinamos según el nivel de confiabilidad requerido.

##### **2. Inspección visual de fallas:**

- En cada unidad identificamos los tipos de fallas presentes (grietas, baches, exudación, desprendimiento, deformaciones, etc.).
- Se registra el área afectada o número de ocurrencias según corresponda.
- Se clasifica cada falla en su grado de severidad: baja (L), media (M) o alta (H).

##### **3. Determinación de la densidad de falla:**

- La densidad se calcula como el área afectada dividida entre el área de la UM, expresada en porcentaje.

##### **4. Obtención del Valor Deductivo (DV):**

- Totalizamos cada categoría y grado de severidad del daño, y anótelo en la columna total del formato PCI-01. El daño puede evaluarse de acuerdo al tipo en términos de área, longitud o cantidad. (Vásquez, 2002).
- Dividimos El volumen de cada tipo de daño, para cada nivel de gravedad, dividido entre el área total de la unidad muestral; así obtenemos un resultado que se

expresa en términos porcentuales. Esta es la densidad del daño, con el grado de severidad especificado, dentro de la unidad que se está analizando.

- Determinamos El valor deducido para cada tipo de daño y su grado de severidad se visualiza a través de las curvas llamadas "Valor Deducido del Daño", que están anexadas al final de este documento, según el tipo de carpeta de capa superficial analizada.

### 5. Cálculo del número Máximo Admisible de Valores Deducidos (m)

- Si ninguno o tan sólo uno de los "Valores Deducidos" es mayor que 2, se usa el "Valor Deducido Total" en lugar del mayor "Valor Deducido Corregido", CDV, obtenido en la Etapa 4. De lo contrario, deben seguirse los pasos anteriores.
- Liste los valores deducidos individuales deducidos de mayor a menor.
- Determine el "Número Máximo Admisible de Valores Deducidos" (m), utilizando la Ecuación 3:

$$m_i = 1.00 + \frac{9}{98} (100 - HDV_i) ; \text{ Ecuación 3.}$$

#### Donde:

Mi: Número máximo admisible de "valores deducidos", incluyendo fracción, para la unidad de muestreo i.

HDVi: El mayor valor deducido individual para la unidad de muestreo i.

- El número de valores individuales deducidos se reduce a m, inclusive la parte fraccionaria. Si se dispone de menos valores deducidos que m se utilizan todos los que se tengan. Según lo establecido por el manual de carpeta de capa superficial de (Vásquez, 2002).

### 6. Cálculo del "Máximo Valor Deducidos Corregidos", (CDV):

El máximo CDV se determina mediante el siguiente proceso iterativo:

- Determinamos el número de valores deducidos, **q**, mayores que 2.0.

- Determinamos el “Valor Deducido Total” sumando TODOS los valores deducidos individuales.
- Determinamos el CDV con  $q$  y el “Valor Deducido Total” en la curva de corrección pertinente al tipo de carpeta de capa superficial.
- Reducimos a 2.0 el menor de los “Valores Deducidos” individuales que sea mayor que 2.0 y repita las etapas hasta que  $q$  sea igual a 1.
- El máximo CDV es el mayor de los CDV obtenidos en este proceso.

### 7. Cálculo del PCI por unidad de muestreo:

- Calculamos el PCI de la unidad restando de 100 el máximo CDV obtenido en la evaluación.
- Fórmula:

$$PCI = 100 - CDV$$

### 8. Cálculo del PCI del tramo o proyecto:

- El PCI global del tramo se obtiene como el promedio ponderado de los PCI de todas las unidades de muestreo inspeccionadas.
- Este valor final es el que nos permite clasificar la carpeta de capa superficial en rangos de condición: excelente, bueno, regular, malo o fallado.

### 9. Clasificación de la carpeta de capa superficial.

Con base en el PCI calculado, los rangos cualitativos del PCI se clasifican de esta manera:

- 85 a 100: Excelente
- 70 a 84: Bueno.
- 55 a 69: Regular.
- 40 a 54: Malo.
- 25 a 39: Muy malo.
- 0 a 24: Fallado.



### **Fase IV: Evaluación de los resultados**

Con el fin de sistematizar la información conseguida, los resultados se organizarán en cuadros comparativos que posibiliten una visualización estructurada del análisis. Este recurso facilitará la interpretación de los datos registrados en el manual de inspección visual, destacando los aspectos más significativos y permitiendo establecer comparaciones entre los diferentes segmentos de la sección vial.

#### **3.8.2. *Procesamiento y análisis de datos***

El tratamiento de los datos obtenidos se efectuará mediante la aplicación de recursos técnicos tales como representaciones tabulares, gráficos y procedimientos de cálculo detallados. La utilización de estas metodologías favorecerá una interpretación rigurosa, posibilitando la detección de tendencias y relaciones significativas que fortalezcan las conclusiones alcanzadas.



## CAPÍTULO IV

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 4.1. Resultados obtenidos

Una vez definidas las metodologías de investigación, se procedió a la organización y optimización de los datos, garantizando su coherencia con los fines establecidos en el estudio. En seguida, se detallan los objetivos que guiaron el desarrollo de la investigación.

- Se identificaron los tipos de falas y el grado de severidad de mayor incidencia que presenta la carpeta de superficie de rodamiento flexible del Jirón Apurímac.
- Se determinaron el nivel de condición superficial de la carpeta de superficie de rodamiento flexible por tramos del Jirón Apurímac.
- Se propuso un plan de conservación de la carpeta de superficie de rodamiento flexible del Jirón Apurímac.

#### 4.1.1. Tipos de fallas y el grado de severidad de mayor incidencia que presenta la carpeta de superficie de rodamiento flexible

##### UM - 01.

Tabla 6

Fallas y grado de severidad en el Km 0+000.00 – 0+038.30

| TIPO DE FALLAS Y GRADO DE SEVERIDAD |                              |      |        |          |                    |
|-------------------------------------|------------------------------|------|--------|----------|--------------------|
| Falla                               | Descripción                  | Cod. | Unidad | Cantidad | Grado de severidad |
| 1                                   | Piel de cocodrilo            | PDC  | m2     | 10.84    | L                  |
| 3                                   | Agrietamiento en bloque      | AEB  | m2     | 15.61    | M                  |
| 8                                   | Grieta de reflexión de junta | GJU  | m      | 5.93     | L                  |
| 10                                  | Grietas longitudinales       | GTR  | m      | 20.13    | H                  |
| 11                                  | Parcheo                      | PAR  | m2     | 12.51    | M                  |

##### UM - 02.

Tabla 7

Fallas y grado de severidad en el Km 0+076.60 – 0+114.90

| TIPO DE FALLAS Y GRADO DE SEVERIDAD |                           |      |        |          |                    |
|-------------------------------------|---------------------------|------|--------|----------|--------------------|
| Falla                               | Descripción               | Cod. | Unidad | Cantidad | Grado de severidad |
| 3                                   | Agrietamiento en bloque   | AEB  | m2     | 7.69     | L                  |
| 6                                   | Depresión                 | DPS  | m2     | 7.62     | M                  |
| 11                                  | Parcheo                   | PAR  | m2     | 14.14    | M                  |
| 13                                  | Huecos                    | HUC  | und    | 3.00     | H                  |
| 19                                  | Desprendimiento de agreg. | DEA  | m2     | 7.01     | L                  |

##### UM - 03.

Tabla 8

Fallas y grado de severidad en el Km 0+191.50 – 0+229.80

| TIPO DE FALLAS Y GRADO DE SEVERIDAD |                               |      |        |          |                    |
|-------------------------------------|-------------------------------|------|--------|----------|--------------------|
| Falla                               | Descripción                   | Cod. | Unidad | Cantidad | Grado de severidad |
| 3                                   | Agrietamiento en bloque       | AEB  | m2     | 27.20    | H                  |
| 8                                   | Grieta de reflexión de juntas | GJU  | m      | 4.23     | L                  |
| 10                                  | Grietas longitudinales        | GTR  | m      | 21.41    | H                  |
| 13                                  | Huecos                        | HUC  | und    | 2.00     | L                  |

|    |                              |     |    |       |   |
|----|------------------------------|-----|----|-------|---|
| 19 | Desprendimiento de agregados | DEA | m2 | 16.92 | M |
|----|------------------------------|-----|----|-------|---|

**UM - 04.****Tabla 9***Fallas y grado de severidad en el Km 0+306.40 – 0+344.70*

| TIPO DE FALLAS Y GRADO DE SEVERIDAD |                        |      |        |          |                    |
|-------------------------------------|------------------------|------|--------|----------|--------------------|
| Falla                               | Descripción            | Cod. | Unidad | Cantidad | Grado de severidad |
| 6                                   | Depresión              | DPS  | m2     | 6.23     | L                  |
| 10                                  | Grietas longitudinales | GTR  | m      | 16.46    | M                  |
| 11                                  | Parcheo                | PAR  | m2     | 25.83    | H                  |
| 13                                  | Huecos                 | HUC  | und    | 3.00     | M                  |

**UM - 05.****Tabla 10***Fallas y grado de severidad en el Km 0+421.30 – 0+459.60*

| TIPO DE FALLAS Y GRADO DE SEVERIDAD |                              |      |        |          |                    |
|-------------------------------------|------------------------------|------|--------|----------|--------------------|
| Falla                               | Descripción                  | Cod. | Unidad | Cantidad | Grado de severidad |
| 1                                   | Piel de cocodrilo            | PDC  | m2     | 11.43    | M                  |
| 3                                   | Agrietamiento en bloque      | AEB  | m2     | 13.64    | M                  |
| 8                                   | Grieta reflexión de junta    | GJU  | m      | 8.80     | L                  |
| 11                                  | Parcheo                      | PAR  | m2     | 15.80    | M                  |
| 19                                  | Desprendimiento de agregados | DEA  | m2     | 8.14     | L                  |

**UM - 06.****Tabla 11***Fallas y grado de severidad en el Km 0+536.20 – 0+574.50*

| TIPO DE FALLAS Y GRADO DE SEVERIDAD |                         |      |        |          |                    |
|-------------------------------------|-------------------------|------|--------|----------|--------------------|
| Falla                               | Descripción             | Cod. | Unidad | Cantidad | Grado de severidad |
| 3                                   | Agrietamiento en bloque | AEB  | m2     | 11.35    | M                  |
| 6                                   | Depresión               | DPS  | m2     | 6.52     | L                  |
| 10                                  | Grietas longitudinales  | GTR  | m      | 14.56    | M                  |

|    |                              |     |    |       |   |
|----|------------------------------|-----|----|-------|---|
| 11 | Parcheo                      | PAR | m2 | 17.64 | M |
| 19 | Desprendimiento de agregados | DEA | m2 | 13.31 | M |

### UM - 07.

**Tabla 12**

*Fallas y grado de severidad en el Km 0+651.10 – 0+689.40*

| TIPO DE FALLAS Y GRADO DE SEVERIDAD |                              |      |        |          |                    |
|-------------------------------------|------------------------------|------|--------|----------|--------------------|
| Falla                               | Descripción                  | Cod. | Unidad | Cantidad | Grado de severidad |
| 1                                   | Piel de cocodrilo            | PDC  | m2     | 14.31    | M                  |
| 3                                   | Agrietamiento en bloque      | AEB  | m2     | 7.60     | L                  |
| 6                                   | Depresión                    | DPS  | m2     | 16.27    | M                  |
| 8                                   | Grieta de reflexión de junta | GJU  | m      | 4.72     | L                  |
| 11                                  | Parcheo                      | PAR  | m2     | 17.15    | M                  |

### UM - 08.

**Tabla 13**

*Fallas y grado de severidad en el Km 0+766.00 – 0+804.30*

| TIPO DE FALLAS Y GRADO DE SEVERIDAD |                         |      |        |          |                    |
|-------------------------------------|-------------------------|------|--------|----------|--------------------|
| Falla                               | Descripción             | Cod. | Unidad | Cantidad | Grado de severidad |
| 1                                   | Piel de cocodrilo       | PDC  | m2     | 4.90     | L                  |
| 3                                   | Agrietamiento en bloque | AEB  | m2     | 16.51    | M                  |
| 6                                   | Depresión               | DPS  | m2     | 4.74     | L                  |
| 11                                  | Parcheo                 | PAR  | m2     | 17.76    | M                  |
| 13                                  | Huecos                  | HUC  | und    | 3.00     | M                  |

### UM - 09.

**Tabla 14**

*Fallas y grado de severidad en el Km 0+880.90 – 0+919.20*

| TIPO DE FALLAS Y GRADO DE SEVERIDAD |                         |      |        |          |                    |
|-------------------------------------|-------------------------|------|--------|----------|--------------------|
| Falla                               | Descripción             | Cod. | Unidad | Cantidad | Grado de severidad |
| 3                                   | Agrietamiento en bloque | AEB  | m2     | 16.64    | M                  |
| 10                                  | Grietas longitudinales  | GTR  | m      | 16.30    | M                  |
| 11                                  | Parcheo                 | PAR  | m2     | 26.20    | H                  |

13 Huecos HUC und 2 L

**UM - 10.****Tabla 15**

*Fallas y grado de severidad en el Km 0+995.80 – 1+034.10*

| TIPO DE FALLAS Y GRADO DE SEVERIDAD |                              |      |        |          |                    |
|-------------------------------------|------------------------------|------|--------|----------|--------------------|
| Falla                               | Descripción                  | Cod. | Unidad | Cantidad | Grado de severidad |
| 3                                   | Agrietamiento en bloque      | AEB  | m2     | 17.09    | M                  |
| 8                                   | Grieta de reflexión de junta | GJU  | m      | 7.15     | M                  |
| 11                                  | Parcheo                      | PAR  | m2     | 16.53    | M                  |
| 19                                  | Desprendimiento de agregados | DEA  | m2     | 23.35    | H                  |

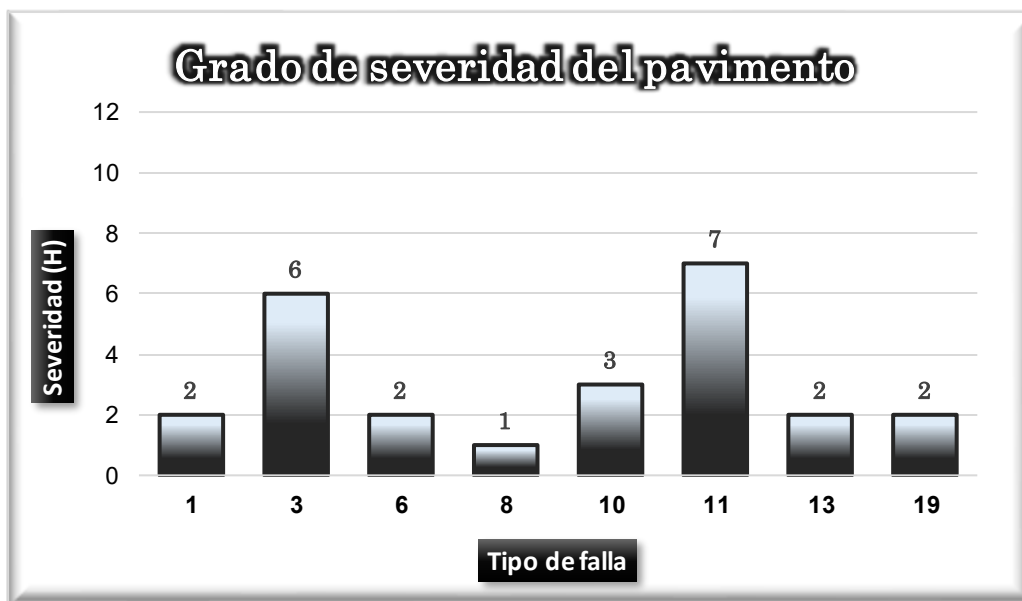
**4.1.1.1. Resultados obtenidos de la evaluación de la carpeta de superficie de rodamiento flexible****Tabla 16**

*Tipos de fallas y la falla de mayor severidad*

| N° | TIPO DE FALLA                         | SEVERIDAD |   |   |
|----|---------------------------------------|-----------|---|---|
|    |                                       | L         | M | H |
| 1  | Piel de cocodrilo                     | 2         | 2 | - |
| 3  | Agrietamiento en bloque               | 2         | 6 | 1 |
| 6  | Depresión                             | 3         | 2 | - |
| 8  | Grieta de reflexión de junta          | 4         | 1 | - |
| 10 | Grieta longitudinales y transversales | -         | 3 | 2 |
| 11 | Parcheo                               | -         | 7 | 2 |
| 13 | Huecos                                | 2         | 2 | 1 |
| 19 | Desprendimiento de agregados          | 2         | 2 | 1 |

**Figura 3**

*Grado de severidad de la carpeta de capa superficial*



Se muestra el grado de severidad de la carpeta de superficie de rodamiento flexible mediante el método PCI.

#### 4.1.2. Nivel de condición superficial de la carpeta de superficie de rodamiento flexible por tramos

**UM - 01.**

**Tabla 17**

*Fallas en la UM-01, Km 0+000.00 – 0+038.30.*

| Falla | Severidad | Cantidades parciales |      |      |      | Total | Densidad | Valor deducido |
|-------|-----------|----------------------|------|------|------|-------|----------|----------------|
| 1     | L         | 5.87                 | 3.64 | 1.33 |      | 10.84 | 4.72%    | 25.18          |
| 3     | M         | 2.86                 | 7.28 | 5.47 |      | 15.61 | 6.79%    | 13.21          |
| 8     | L         | 3.24                 | 2.69 |      |      | 5.93  | 2.58%    | 1.56           |
| 10    | H         | 4.52                 | 2.38 | 8.16 | 5.07 | 20.13 | 8.76%    | 32.09          |
| 11    | M         | 6.21                 | 3.74 | 2.56 |      | 12.51 | 5.44%    | 23.37          |

**Tabla 18**

*PCI y Clasificación UM-01, Km 0+000.00 – 0+038.30.*

| Falla | Severidad | Valor deducido |       |       |       | Va. De. Total | q | VDC   |
|-------|-----------|----------------|-------|-------|-------|---------------|---|-------|
| 1     | L         | 32.09          | 25.18 | 23.37 | 13.21 | 93.85         | 4 | 53.31 |
| 3     | M         | 32.09          | 25.18 | 22.07 | 2     | 81.34         | 3 | 51.37 |
| 10    | H         | 32.09          | 25.18 | 2     | 2     | 61.27         | 2 | 44.89 |



|                                                    |   |       |   |   |   |       |   |                |
|----------------------------------------------------|---|-------|---|---|---|-------|---|----------------|
| 11                                                 | M | 32.09 | 2 | 2 | 2 | 38.09 | 1 | 38.09          |
| <b>Máximo VDC</b>                                  |   |       |   |   |   |       |   | <b>53.31</b>   |
| <b>PCI</b>                                         |   |       |   |   |   |       |   | <b>47%</b>     |
| <b>Condición de la carpeta de capa superficial</b> |   |       |   |   |   |       |   | <b>REGULAR</b> |

### UM - 02.

#### Tabla 19

Fallas en la UM-02, Km 0+076.60 – 0+114.90

| Falla | Severidad | Cantidades parciales |      |      | Total | Densidad | Valor deducido |
|-------|-----------|----------------------|------|------|-------|----------|----------------|
| 3     | L         | 4.03                 | 3.66 |      | 7.69  | 3.35%    | 3.32           |
| 6     | M         | 2.44                 | 1.36 | 3.82 | 7.62  | 3.32%    | 14.77          |
| 11    | M         | 3.39                 | 4.61 | 6.14 | 14.14 | 6.15%    | 24.89          |
| 13    | H         | 1                    | 1    | 1    | 3.00  | 1.31%    | 56.21          |
| 19    | L         | 4.23                 | 2.78 |      | 7.01  | 3.05%    | 2.72           |

#### Tabla 20

PCI y Clasificación UM-02, 0+076.60 – 0+114.90

| Falla                          | Severidad | Valor deducido |       |       |      |      | Va. De. Total | q | VDC          |
|--------------------------------|-----------|----------------|-------|-------|------|------|---------------|---|--------------|
| 3                              | L         | 56.21          | 24.89 | 14.77 | 3.32 | 2.72 | 101.9         | 5 | 52.95        |
| 6                              | M         | 56.21          | 24.89 | 14.77 | 3.32 | 2    | 101.2         | 4 | 57.60        |
| 11                             | M         | 56.21          | 24.89 | 14.77 | 2    | 2    | 99.9          | 3 | 62.94        |
| 13                             | H         | 56.21          | 24.89 | 2     | 2    | 2    | 87.1          | 2 | 62.26        |
| 19                             | L         | 56.21          | 2     | 2     | 2    | 2    | 64.2          | 1 | 64.20        |
| <b>Máximo VDC</b>              |           |                |       |       |      |      |               |   | <b>64.20</b> |
| <b>PCI</b>                     |           |                |       |       |      |      |               |   | <b>36%</b>   |
| <b>Condición del pavimento</b> |           |                |       |       |      |      |               |   | <b>MALO</b>  |

### UM - 03.

#### Tabla 21

Fallas UM-03, Km 0+191.50 – 0+229.80

| Falla | Severidad | Cantidades parciales |      |      |      | Total | Densidad | Valor deducido |
|-------|-----------|----------------------|------|------|------|-------|----------|----------------|
| 3     | H         | 4.57                 | 7.84 | 5.36 | 9.43 | 27.20 | 11.84%   | 31.36          |
| 8     | L         | 1.78                 | 2.45 |      |      | 4.23  | 1.84%    | 0.99           |
| 10    | H         | 6.26                 | 3.16 | 4.68 | 7.31 | 21.41 | 9.32%    | 33.08          |
| 13    | L         | 1                    | 1    |      |      | 2.00  | 0.87%    | 17.76          |
| 19    | M         | 3.66                 | 5.82 | 7.44 |      | 16.92 | 7.36%    | 16.10          |

**Tabla 22**

*PCI y Clasificación UM-03, Km 0+191.50 – 0+229.80*

| Falla                          | Severidad | Valor deducido |       |       |       | Va. De. Total | q | VDC            |
|--------------------------------|-----------|----------------|-------|-------|-------|---------------|---|----------------|
| 3                              | H         | 33.08          | 31.36 | 17.76 | 16.10 | 98.3          | 4 | 55.98          |
| 10                             | H         | 33.08          | 31.36 | 17.76 | 2     | 84.2          | 3 | 53.23          |
| 13                             | L         | 33.08          | 31.36 | 2     | 2     | 68.4          | 2 | 49.88          |
| 19                             | M         | 33.08          | 2     | 2     | 2     | 39.1          | 1 | 39.10          |
| <b>Máximo VDC</b>              |           |                |       |       |       |               |   | <b>56.00</b>   |
| <b>PCI</b>                     |           |                |       |       |       |               |   | <b>44%</b>     |
| <b>Condición del pavimento</b> |           |                |       |       |       |               |   | <b>REGULAR</b> |

**UM - 04.**

**Tabla 23**

*Fallas en la UM-04, Km 0+306.40 – 0+344.70*

| Falla | Severidad | Cantidades parciales |      |      |      | Total | Densidad | Valor deducido |
|-------|-----------|----------------------|------|------|------|-------|----------|----------------|
| 6     | L         | 3.58                 | 2.65 |      |      | 6.23  | 2.71%    | 6.39           |
| 10    | M         | 4.15                 | 6.94 | 5.37 |      | 16.46 | 7.16%    | 14.54          |
| 11    | H         | 3.28                 | 8.47 | 9.26 | 4.82 | 25.83 | 11.24%   | 55.72          |
| 13    | M         | 1                    | 1    | 1    |      | 3.00  | 1.31%    | 36.34          |

**Tabla 24**

*PCI y Clasificación UM-04, Km 0+306.40 – 0+344.70*

| Falla                          | Severidad | Valor deducido |       |       |      | Va. De. Total | q | VDC          |
|--------------------------------|-----------|----------------|-------|-------|------|---------------|---|--------------|
| 6                              | L         | 55.72          | 36.34 | 14.54 | 6.39 | 113.0         | 4 | 63.8         |
| 10                             | M         | 55.72          | 36.34 | 14.54 | 2    | 108.6         | 3 | 67.3         |
| 11                             | H         | 55.72          | 36.34 | 2     | 2    | 96.1          | 2 | 68.27        |
| 13                             | M         | 55.72          | 2     | 2     | 2    | 61.7          | 1 | 61.7         |
| <b>Máximo VDC</b>              |           |                |       |       |      |               |   | <b>68.00</b> |
| <b>PCI</b>                     |           |                |       |       |      |               |   | <b>32%</b>   |
| <b>Condición del pavimento</b> |           |                |       |       |      |               |   | <b>MALO</b>  |

### UM - 05.

**Tabla 25**

*Fallas en la UM-05, Km 0+421.30 – 0+459.60*

| Falla | Severidad | Cantidades parciales |      |      |      | Total | Densidad | Valor deducido |
|-------|-----------|----------------------|------|------|------|-------|----------|----------------|
| 1     | M         | 2.46                 | 1.73 | 2.98 | 4.26 | 11.43 | 4.97%    | 37.93          |
| 3     | M         | 2.74                 | 6.03 | 4.87 |      | 13.64 | 5.94%    | 12.43          |
| 8     | L         | 3.68                 | 5.12 |      |      | 8.80  | 3.83%    | 2.48           |
| 11    | M         | 4.36                 | 6.27 | 5.17 |      | 15.80 | 6.88%    | 26.27          |
| 19    | L         | 2.81                 | 5.33 |      |      | 8.14  | 3.54%    | 2.86           |

**Tabla 26**

*PCI y Clasificación UM-05, Km 0+421.30 – 0+459.60*

| Falla                          | Severidad | Valor deducido |       |       |      |      | Va. De. Total | q | VDC            |
|--------------------------------|-----------|----------------|-------|-------|------|------|---------------|---|----------------|
| 1                              | M         | 37.93          | 26.27 | 12.43 | 2.86 | 2.48 | 82.0          | 5 | 42.00          |
| 3                              | M         | 37.93          | 26.27 | 12.43 | 2.86 | 2    | 81.5          | 4 | 45.90          |
| 8                              | L         | 37.93          | 26.27 | 12.43 | 2    | 2    | 80.6          | 3 | 50.89          |
| 11                             | M         | 37.93          | 26.27 | 2     | 2    | 2    | 70.2          | 2 | 51.14          |
| 19                             | L         | 37.93          | 2     | 2     | 2    | 2    | 45.9          | 1 | 45.90          |
| <b>Máximo VDC</b>              |           |                |       |       |      |      |               |   | <b>51.14</b>   |
| <b>PCI</b>                     |           |                |       |       |      |      |               |   | <b>49%</b>     |
| <b>Condición del pavimento</b> |           |                |       |       |      |      |               |   | <b>REGULAR</b> |

### UM - 06.

**Tabla 27**

*Fallas en la UM-06, Km 0+536.20 – 0+574.50*

| Falla | Severidad | Cantidades parciales |      |      |      | Total | Densidad | Valor deducido |
|-------|-----------|----------------------|------|------|------|-------|----------|----------------|
| 3     | M         | 3.48                 | 2.66 | 4.15 | 1.06 | 11.35 | 4.94%    | 11.22          |
| 6     | L         | 0.45                 | 2.45 | 3.62 |      | 6.52  | 2.84%    | 6.58           |
| 10    | M         | 4.77                 | 3.58 | 6.21 |      | 14.56 | 6.34%    | 13.44          |
| 11    | M         | 3.87                 | 5.93 | 4.46 | 3.38 | 17.64 | 7.68%    | 27.72          |
| 19    | M         | 2.76                 | 6.86 | 3.69 |      | 13.31 | 5.79%    | 14.27          |

**Tabla 28**

*PCI y Clasificación UM-06, Km 0+536.20 – 0+574.50*

| Falla                          | Severidad | Valor deducido |       |       |       |      | Va. De. Total | q | VDC          |
|--------------------------------|-----------|----------------|-------|-------|-------|------|---------------|---|--------------|
| 3                              | M         | 27.72          | 14.27 | 13.44 | 11.22 | 6.58 | 73.2          | 5 | 36.92        |
| 6                              | L         | 27.72          | 14.27 | 13.44 | 11.22 | 2    | 68.7          | 4 | 38.22        |
| 10                             | M         | 27.72          | 14.27 | 13.44 | 2     | 2    | 59.4          | 3 | 37.58        |
| 11                             | M         | 27.72          | 14.27 | 2     | 2     | 2    | 48.0          | 2 | 35.60        |
| 19                             | M         | 27.72          | 2     | 2     | 2     | 2    | 35.7          | 1 | 35.70        |
| <b>Máximo VDC</b>              |           |                |       |       |       |      |               |   | <b>38.22</b> |
| <b>PCI</b>                     |           |                |       |       |       |      |               |   | <b>62%</b>   |
| <b>Condición del pavimento</b> |           |                |       |       |       |      |               |   | <b>BUENO</b> |

**UM - 07.**

**Tabla 29**

*Fallas en la UM-07, Km 0+651.10 – 0+689.40*

| Falla | Severidad | Cantidades parciales |      |      |      | Total | Densidad | Valor deducido |
|-------|-----------|----------------------|------|------|------|-------|----------|----------------|
| 1     | M         | 4.32                 | 3.78 | 6.21 |      | 14.31 | 6.23%    | 40.29          |
| 3     | L         | 2.56                 | 5.04 |      |      | 7.60  | 3.31%    | 3.27           |
| 6     | M         | 3.67                 | 5.48 | 7.12 |      | 16.27 | 7.08%    | 22.54          |
| 8     | L         | 0.74                 | 2.65 | 1.33 |      | 4.72  | 2.05%    | 1.14           |
| 11    | M         | 6.58                 | 2.44 | 4.26 | 3.87 | 17.15 | 7.46%    | 27.33          |

**Tabla 30**

*PCI y Clasificación UM-07, Km 0+651.10 – 0+689.40*

| Falla                          | Severidad | Valor deducido |       |       |      |  | Va. De. Total | q | VDC            |
|--------------------------------|-----------|----------------|-------|-------|------|--|---------------|---|----------------|
| 1                              | M         | 40.29          | 27.33 | 22.54 | 3.27 |  | 93.4          | 4 | 53.04          |
| 3                              | L         | 40.29          | 27.33 | 22.54 | 2    |  | 92.2          | 3 | 58.32          |
| 6                              | M         | 40.29          | 27.33 | 2     | 2    |  | 71.6          | 2 | 52.12          |
| 8                              | L         |                |       |       |      |  |               |   |                |
| 11                             | M         | 40.29          | 2     | 2     | 2    |  | 46.3          | 1 | 46.30          |
| <b>Máximo VDC</b>              |           |                |       |       |      |  |               |   | <b>58.32</b>   |
| <b>PCI</b>                     |           |                |       |       |      |  |               |   | <b>42%</b>     |
| <b>Condición del pavimento</b> |           |                |       |       |      |  |               |   | <b>REGULAR</b> |

### UM - 08.

**Tabla 31**

*Fallas en la UM-08, Km 0+766.00 – 0+804.30*

| Falla | Severidad | Cantidades parciales |      |      | Total | Densidad | Valor deducido |
|-------|-----------|----------------------|------|------|-------|----------|----------------|
| 1     | L         | 1.58                 | 0.65 | 2.67 | 4.90  | 2.13%    | 17.22          |
| 3     | M         | 4.52                 | 6.28 | 5.71 | 16.51 | 7.18%    | 13.54          |
| 6     | L         | 2.66                 | 0.85 | 1.23 | 4.74  | 2.06%    | 5.48           |
| 11    | M         | 3.96                 | 7.42 | 6.38 | 17.76 | 7.73%    | 27.81          |
| 13    | M         | 1                    | 1    | 1    | 3.00  | 1.31%    | 36.34          |

**Tabla 32**

*PCI y Clasificación UM-08, Km 0+766.00 – 0+804.30*

| Falla                          | Severidad | Valor deducido |       |       |       |      | Va. De. Total | q | VDC            |
|--------------------------------|-----------|----------------|-------|-------|-------|------|---------------|---|----------------|
| 1                              | L         | 36.34          | 27.81 | 17.22 | 13.54 | 5.48 | 100.4         | 5 | 52.20          |
| 3                              | M         | 36.34          | 27.81 | 17.22 | 13.54 | 2    | 96.9          | 4 | 55.14          |
| 6                              | L         | 36.34          | 27.81 | 17.22 | 2     | 2    | 85.4          | 3 | 54.01          |
| 11                             | M         | 36.34          | 27.81 | 2     | 2     | 2    | 70.2          | 2 | 51.14          |
| 13                             | M         | 36.34          | 2     | 2     | 2     | 2    | 44.3          | 1 | 44.30          |
| <b>Máximo VDC</b>              |           |                |       |       |       |      |               |   | <b>55.14</b>   |
| <b>PCI</b>                     |           |                |       |       |       |      |               |   | <b>45%</b>     |
| <b>Condición del pavimento</b> |           |                |       |       |       |      |               |   | <b>REGULAR</b> |

### UM - 09.

**Tabla 33**

*Fallas en la UM-09, Km 0+880.90 – 0+919.20*

| Falla | Severidad | Cantidades parciales |      |      | Total | Densidad | Valor deducido |
|-------|-----------|----------------------|------|------|-------|----------|----------------|
| 3     | M         | 4.25                 | 8.65 | 3.74 | 16.64 | 7.24%    | 13.59          |
| 10    | M         | 3.67                 | 7.22 | 5.41 | 16.3  | 7.09%    | 14.44          |
| 11    | H         | 5.36                 | 8.15 | 9.28 | 26.2  | 11.40%   | 54.17          |
| 13    | L         | 1                    | 1    |      | 2     | 0.87%    | 17.76          |

**Tabla 34**

*PCI y Clasificación UM-09, Km 0+880.90 – 0+919.20*

| Falla                   | Severidad | Valor deducido |       |       |       | Va. De. Total | q | VDC   |
|-------------------------|-----------|----------------|-------|-------|-------|---------------|---|-------|
| 3                       | M         | 54.17          | 17.76 | 14.44 | 13.59 | 99.96         | 4 | 56.98 |
| 10                      | M         | 54.17          | 17.76 | 14.44 | 2     | 88.37         | 3 | 55.94 |
| 11                      | H         | 54.17          | 17.76 | 2     | 2     | 75.93         | 2 | 55.15 |
| 13                      | L         | 54.17          | 2     | 2     | 2     | 60.17         | 1 | 60.17 |
| Máximo VDC              |           |                |       |       |       |               |   | 60.17 |
| PCI                     |           |                |       |       |       |               |   | 40%   |
| Condición del pavimento |           |                |       |       |       |               |   | MALO  |

**UM - 10.**

**Tabla 35**

*Fallas en la UM-10, Km 0+995.80 – 1+034.10*

| Falla | Severidad | Cantidades parciales |      |      |      | Total | Densidad | Valor deducido |
|-------|-----------|----------------------|------|------|------|-------|----------|----------------|
| 3     | M         | 4.26                 | 3.78 | 9.05 |      | 18.68 | 8.12%    | 6.96           |
| 8     | M         | 3.19                 | 2.84 | 1.12 |      | 20.94 | 9.10%    | 49.21          |
| 11    | M         | 5.39                 | 7.81 | 3.33 |      | 16.11 | 7.00%    | 2.30           |
| 19    | H         | 3.74                 | 6.25 | 4.92 | 8.44 | 5.00  | 2.17%    | 47.53          |

**Tabla 36**

*PCI y Clasificación UM-10, Km 0+995.80 – 1+034.10*

| Falla                   | Severidad | Valor deducido |       |       |      | Va. De. Total | q | VDC     |
|-------------------------|-----------|----------------|-------|-------|------|---------------|---|---------|
| 3                       | M         | 42.19          | 26.84 | 13.75 | 6.08 | 88.9          | 4 | 50.34   |
| 8                       | M         | 42.19          | 26.84 | 13.75 | 2    | 84.8          | 3 | 53.62   |
| 11                      | M         | 42.19          | 26.84 | 2     | 2    | 73.0          | 2 | 53.10   |
| 19                      | H         | 42.19          | 2     | 2     | 2    | 48.2          | 1 | 48.20   |
| Máximo VDC              |           |                |       |       |      |               |   | 54.00   |
| PCI                     |           |                |       |       |      |               |   | 46%     |
| Condición del pavimento |           |                |       |       |      |               |   | REGULAR |

#### 4.1.2.1. Resultados obtenidos del nivel de condición superficial (PCI)

**Tabla 37**

*Condición superficial de la carpeta de capa superficial*

| UM                | Progresivas<br>(inicio)<br>(km) | Progresivas<br>(final)<br>(km) | PCI<br>(%) | Condición |
|-------------------|---------------------------------|--------------------------------|------------|-----------|
| 1                 | 0+000.00                        | 0+038.30                       | 47         | REGULAR   |
| 2                 | 0+076.60                        | 0+114.90                       | 36         | MALO      |
| 3                 | 0+191.50                        | 0+229.80                       | 44         | REGULAR   |
| 4                 | 0+306.40                        | 0+344.70                       | 32         | MALO      |
| 5                 | 0+421.30                        | 0+459.60                       | 49         | REGULAR   |
| 6                 | 0+536.20                        | 0+574.50                       | 62         | BUENO     |
| 7                 | 0+651.10                        | 0+689.40                       | 42         | REGULAR   |
| 8                 | 0+766.00                        | 0+804.30                       | 45         | REGULAR   |
| 9                 | 0+880.90                        | 0+919.20                       | 40         | MALO      |
| 10                | 0+995.80                        | 1+034.10                       | 46         | REGULAR   |
| Resultado general |                                 |                                | 45         | REGULAR   |

#### 4.1.3. Plan de mantenimiento del pavimento flexible

Una vez identificados los tipos de fallas y sus respectivos grados de severidad, se procedió a emplear los métodos establecidos en el Capítulo III. Dichos procedimientos permitieron determinar el valor del PCI, con el cual se definió el nivel de condición de la carpeta de capa superficial correspondiente a cada una de las muestras evaluadas.

**Tabla 38**

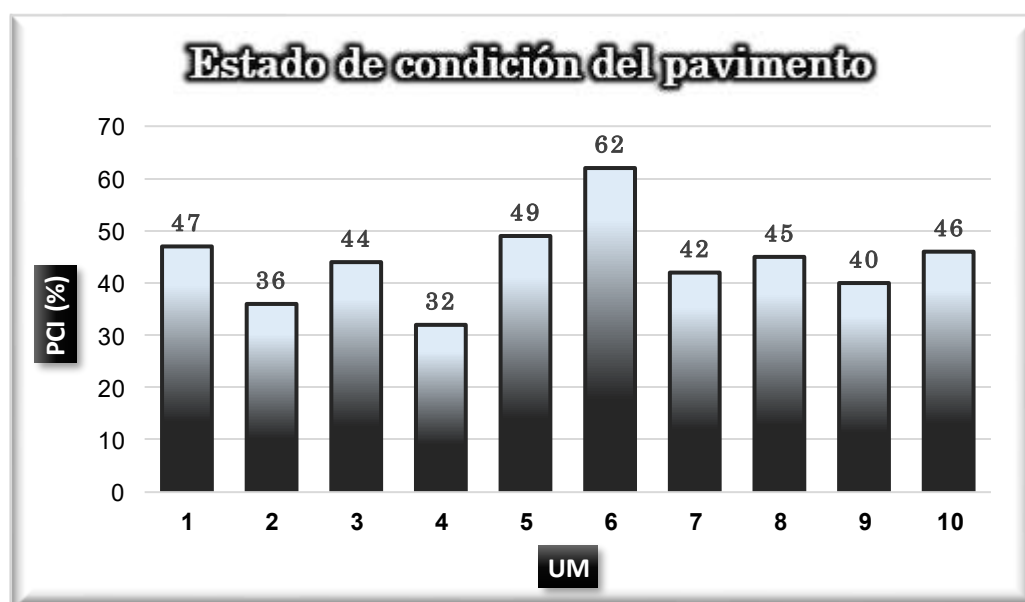
*Plan de mantenimiento, según el nivel de intervención*

| UM | Progresivas<br>(inicio)<br>(km) | Progresivas<br>(final)<br>(km) | PCI<br>(%) | Condición | Nivel de<br>intervención  |
|----|---------------------------------|--------------------------------|------------|-----------|---------------------------|
| 1  | 0+000.00                        | 0+038.30                       | 47         | REGULAR   | Conservación<br>rutinaria |

|                          |          |          |    |                |                             |
|--------------------------|----------|----------|----|----------------|-----------------------------|
| 2                        | 0+076.60 | 0+114.90 | 36 | MALO           | Requiere una rehabilitación |
| 3                        | 0+191.50 | 0+229.80 | 44 | REGULAR        | Conservación rutinaria      |
| 4                        | 0+306.40 | 0+344.70 | 32 | MALO           | Requiere una rehabilitación |
| 5                        | 0+421.30 | 0+459.60 | 49 | REGULAR        | Conservación rutinaria      |
| 6                        | 0+536.20 | 0+574.50 | 62 | BUENO          | Conservación periódica      |
| 7                        | 0+651.10 | 0+689.40 | 42 | REGULAR        | Conservación rutinaria      |
| 8                        | 0+766.00 | 0+804.30 | 45 | REGULAR        | Conservación rutinaria      |
| 9                        | 0+880.90 | 0+919.20 | 40 | MALO           | Requiere una rehabilitación |
| 10                       | 0+995.80 | 1+034.10 | 46 | REGULAR        | Conservación rutinaria      |
| <b>Resultado general</b> |          |          |    | <b>REGULAR</b> | Conservación rutinaria      |

**Figura 4**

*Estados de condición de la carpeta de capa superficial*



#### 4.1.3.1. Propuesta de plan de mantenimiento de la sección vial.

El plan de mantenimiento de la carpeta de superficie de rodamiento flexible del jirón Apurímac se formuló a partir de los resultados obtenidos en la evaluación del estado

superficial mediante el Índice de Condición de la carpeta de capa superficial (PCI), donde el resultado general del tramo evaluado fue clasificado como **REGULAR**, lo que indica que la sección vial aún cumple su función estructural y funcional, pero presenta fallas superficiales que requieren atención oportuna para evitar un deterioro progresivo. En ese sentido, se propone la aplicación de una conservación rutinaria, orientado a conservar las condiciones actuales de transitabilidad y prolongar el tiempo de funcionamiento de la carpeta de capa superficial.

Las actividades de conservación rutinario estarán enfocadas principalmente en la corrección de fallas superficiales de baja y media severidad, identificadas durante la inspección visual, tales como grietas longitudinales, transversales y en bloque, así como baches y desprendimientos menores de material. Para ello, se planteamos la ejecución de trabajos de sellado de grietas, utilizando materiales asfálticos adecuados que impidan la infiltración de agua hacia las capas inferiores, reduciendo así el riesgo de deterioros estructurales futuros.

Asimismo, se considera la realización de parcheo superficial localizado en las zonas donde se evidenció pérdida puntual de material o baches de pequeña magnitud, con el fin de restituir la uniformidad de la superficie de capa superficial y mejorar las condiciones de seguridad y confort para los usuarios. Estas intervenciones deberán ejecutarse previa limpieza y preparación de las áreas afectadas, asegurando una adecuada adherencia del material de reparación.

🚧 Equipo a utilizar en el sellado de fisuras.

**Figura 5**

*Fusor de asfalto*



🚧 Procedimiento del sellado de juntas mediante fusor de asfalto.

**Paso 1:**

Luego de realizar la inspección visual de la carpeta de capa superficial para identificar las juntas y grietas a intervenir, priorizando aquellas de baja y media severidad. Las zonas seleccionadas se delimitan para asegurar una correcta intervención y optimizar el uso del material sellante.

**Paso 2:**

Las grietas identificadas se limpian exhaustivamente mediante aire comprimido, escobillado mecánico o soplado, retirando polvo, partículas sueltas y humedad. Esta fase es fundamental para garantizar la adherencia y durabilidad del sellado.

**Paso 3:**

El material asfáltico sellante, generalmente asfalto modificado con polímeros, se carga en el fusor de asfalto, donde es calentado y mantenido a temperatura controlada, asegurando una adecuada fluidez y conservación de sus propiedades elásticas.

**Paso 4:**

Una vez alcanzada la temperatura óptima, el sellante es aplicado directamente dentro de las grietas mediante las mangueras y boquillas del fusor, controlando el caudal para lograr un llenado uniforme y continuo, evitando vacíos o sobrellenados.

**Paso 5:**

Se retira el material excedente y se verifica la correcta penetración del sellante en las grietas. Finalmente, se deja enfriar el material por un corto periodo, tras el cual se habilita el tránsito, garantizando una intervención rápida y efectiva.

 **Plan de conservación rutinario de la carpeta de superficie de rodamiento flexible del jirón Apurímac.**

**Tabla 39**

*Plan de conservación rutinario de la carpeta de superficie de rodamiento flexible*

| Actividad                                                     | Objetivo                                                                                                                         | Frecuencia                  | Tipo de mantenimiento  |
|---------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------|------------------------|
| Inspección visual periódica de la carpeta de capa superficial | Identificar oportunamente la aparición o evolución de fallas superficiales y verificar el estado general de la sección vial.     | Trimestral                  | Conservación rutinaria |
| Sellado de grietas longitudinales y transversales             | Evitar la infiltración de agua hacia las capas inferiores y retardar el deterioro estructural de la carpeta de capa superficial. | Semestral o según condición | Conservación rutinaria |
| Sellado de grietas en bloque                                  | Reducir la progresión de fisuras y conservar la integridad de la superficie de capa superficial.                                 | Semestral                   | Conservación rutinaria |
| Parcheo superficial localizado                                | Corregir baches incipientes y pérdidas puntuales de material para mejorar la seguridad y comodidad de circulación.               | Cuando se detecte la falla  | Conservación rutinaria |

|                                                                  |                                                                                                              |            |                        |
|------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|------------------------|
| Limpieza de la superficie de capa superficial                    | Retirar material suelto, polvo y residuos que puedan acelerar el deterioro de la carpeta de capa superficial | Mensual    | Conservación rutinaria |
| Limpieza y conservación del drenaje superficial                  | Prevenir acumulación de agua sobre la sección vial y reducir daños asociados a la humedad.                   | Trimestral | Conservación rutinaria |
| Control y monitoreo del estado de la carpeta de capa superficial | Evaluar la efectividad de la conservación aplicada y evitar el paso a niveles de deterioro mayores.          | Anual      | Conservación rutinaria |

#### 4.2. Discusión de resultados

En concordancia con los objetivos propuestos en el estudio y tras haber cumplido de manera sistemática con cada uno de ellos, se procede a la fase de discusión, en la cual los resultados obtenidos son contrastados con los aportes de otros investigadores. Esta etapa resulta fundamental, ya que permite identificar similitudes, diferencias y aportes novedosos, otorgando solidez científica al estudio y situando los hallazgos dentro de un marco comparativo más amplio en el campo.

Una vez desarrollados los objetivos específicos y alcanzado el propósito central de la investigación, orientado a evaluar el estado superficial de la carpeta de capa superficial mediante el método de inspección visual (PCI) y a proponer un plan de conservación adecuado, se obtuvo como resultado que la sección vial analizada presenta una condición REGULAR, con un PCI promedio de 45. Al contrastar estos hallazgos con los de otras investigaciones, se observa que (Alonzo, 2023) reportó una carpeta de capa superficial en condición BUENA con un PCI promedio de 58, mientras que (Ccarhuypiña & Huaripuma, 2024) determinaron, en su estudio, una carpeta de superficie de rodamiento flexible con calificación REGULAR. Esta comparación evidencia que los resultados obtenidos en el presente trabajo guardan coherencia con estudios realizados en contextos similares, confirmando que la condición identificada refleja de manera fiel la realidad observada durante las actividades de campo y respalda la fiabilidad de la metodología aplicada.

Luego de identificar las fallas presentes en la carpeta de superficie de rodamiento flexible del Jirón Apurímac, se determinó que las de mayor incidencia corresponden al parcheo, con un 44%, y al agrietamiento en bloque, con un 42%, las cuales destacan tanto por su frecuencia como por su nivel de severidad. Al comparar estos hallazgos con los reportados en otras investigaciones, se observa que (Irigoín & Yrigoín, 2023) identificaron como fallas más representativas la grieta de borde con 27%, la exudación con 24% y la piel de cocodrilo con 22%, mientras que (Medina & Mueras, 2021) registraron hasta 12 tipos de fallas, siendo el desprendimiento de agregados la de mayor prevalencia con 78.28% y los huecos la de menor presencia con 3.45%. Estas comparaciones permiten concluir que, si bien la frecuencia y el tipo de fallas pueden variar en función de las características de la carpeta de capa superficial y las condiciones de servicio, existe una coincidencia recurrente en la aparición de fallas como el parcheo y la piel de cocodrilo, las cuales se perfilan como las más representativas y críticas en el deterioro de carpeta de capa superficial flexibles.

La evaluación del método PCI en el Jirón Apurímac permitió determinar que el promedio de las UM corresponde a una calificación de REGULAR, con un valor de 45. Este resultado refleja la necesidad de aplicar acciones de conservación rutinario y preventivo a fin de evitar un deterioro progresivo. Al contrastar este hallazgo con otras investigaciones, se observa que (Irigoín & Yrigoín, 2023) reportaron una carpeta de capa superficial en condición BUENA, con un PCI de 70, mientras que (Ramos & Ramos, 2023) obtuvieron un PCI de 58.25, también calificado como BUENO. Estas comparaciones evidencian que el valor obtenido en el presente estudio describe de manera objetiva la realidad actual de la vía analizada, diferenciándose de los resultados de otros contextos, pero confirmando la utilidad del método PCI para caracterizar con precisión el estado de la carpeta de superficie de rodamiento flexible.

La diferencia en los valores del PCI respecto a los estudios comparados puede atribuirse a diversos factores técnicos y contextuales. En primer lugar, las condiciones de

tránsito en el Jirón Apurímac presentan una mayor carga vehicular, lo cual acelera el proceso de deterioro de la carpeta de capa superficial. Asimismo, las características geométricas y estructurales de la sección vial, junto con la calidad de los materiales empleados en su construcción, pueden haber influido negativamente en su desempeño. Otro aspecto determinante corresponde al nivel de conservación recibido, ya que una deficiente o inexistente conservación preventiva genera un deterioro acumulativo más evidente. Finalmente, las condiciones climáticas y el tipo de suelo de apoyo constituyen variables adicionales que explican por qué el PCI registrado en esta investigación es inferior al reportado por (Irigoin & Yrigoin, 2023) y (Ramos & Ramos, 2023), reafirmando la importancia de contextualizar los resultados según las particularidades de cada entorno vial.

En síntesis, los valores logrados en la presente investigación, pese a mostrar un PCI menor al de estudios previos, reflejan con objetividad la condición actual de la carpeta de superficie de rodamiento flexible del Jirón Apurímac y permiten evidenciar la necesidad de implementar acciones de conservación oportunas. Esta diferencia frente a otras investigaciones no debilita los hallazgos, sino que reafirma la pertinencia de contextualizar cada evaluación según las particularidades de la sección vial, el nivel de tránsito, las condiciones ambientales y el historial de conservación. En consecuencia, el estudio no solo contribuye a diagnosticar el estado real de la infraestructura analizada, sino que también se suma al cuerpo de conocimiento existente, aportando información valiosa que puede servir de referencia para la planificación y priorización de futuras intervenciones en carpeta de capa superficial con características similares.

## CONCLUSIONES

**General**, la evaluación del pavimento flexible del Jirón Apurímac permitió identificar que la falla de mayor severidad fue el parcheo, con un nivel medio de afectación. El análisis del PCI evidenció que el tramo evaluado presenta una condición regular, esto se debe a la mala calidad inferior de la estructura del pavimento, debiéndose al deterioro de las losas de concreto como a la subbase de su composición, lo que indica que, aunque la sección vial sigue siendo transitable, existen deterioros que requieren atención mediante conservación preventivo o correctivo. En consecuencia, el plan de conservación debe centrarse en la ejecución de labores rutinarias, principalmente intervenciones ligeras como el parcho y el sellado de fallas superficiales.

**Primera**, se identificaron los tipos de fallas y el grado de severidad de mayor incidencia que presenta el pavimento flexible del Jirón Apurímac, luego del análisis realizado, se determinó que la manifestación de la falla que alcanzo la mayor severidad fue el parcheo, el cual registró una severidad de nivel MEDIA.

**Segunda**, el nivel de condición superficial del pavimento flexible del Jirón Apurímac evaluado por tramos, luego de aplicar el método de evaluación PCI y procesar la información recolectada en campo, se obtuvo un valor de 45 en el índice de condición del pavimento. Este resultado clasifica al tramo analizado dentro de una condición REGULAR, lo que indica que, si bien la sección vial aún es transitable, presenta un nivel de deterioro que amerita intervenciones de conservación preventivo o correctivo.

**Tercera**, el plan de conservación del pavimento flexible del Jirón Apurímac, luego del análisis realizado a las 10 - UM, recolectadas en distintos puntos del tramo evaluado. De acuerdo con los resultados obtenidos, la sección vial presenta una condición calificada como REGULAR. Esta clasificación indica la necesidad de implementar labores de



conservación rutinario, enfocadas principalmente en intervenciones ligeras como el parcheo y el sellado de fallas superficiales.

## RECOMENDACIONES

**Primera**, para el estudio del pavimento flexible, se recomienda adoptar un enfoque integral que combine la identificación precisa de fallas, la evaluación detallada de la condición del pavimento mediante índices reconocidos como el PCI, y el desarrollo de planes de mantenimiento adaptados a las condiciones reales del tramo a evaluar. Esta metodología permitirá generar resultados aplicables y sostenibles que contribuyan a la conservación eficiente de la infraestructura vial.

**Segunda**, para la identificación de fallas y el grado de severidad se sugiere realizar un análisis detallado y sistemático de los tipos de fallas y su grado de severidad en el pavimento, utilizando metodologías adecuadas para priorizar las intervenciones en función del impacto real sobre la infraestructura vial.

**Tercera**, para determinar el nivel de condición superficial se sugiere que se aplique el método PCI con rigor y complementen la evaluación con un muestreo representativo por tramos para obtener datos precisos sobre la condición superficial del pavimento, lo cual facilitará la toma de decisiones acertadas para el mantenimiento.

**Cuarta**, es importante hacer una propuesta y no solo se limiten a la evaluación, sino que también se propongan planes de mantenimiento, enfocándose en intervenciones preventivas y correctivas oportunas, y que consideren la viabilidad operativa y económica de dichas labores.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aldás et al. (2024). *Modelo de mantenimiento de vías, con pavimento flexible de la zona central del Ecuador*. Ecuador: Universidad Técnica de Ambato. Obtenido de file:///C:/Users/INTEL/Downloads/2978-Article%20Text-12661-3-10-20241104.pdf
- Apaza, C. (2021). *Evaluación superficial del pavimento flexible por el método pci para mejoramiento de la avenida circulación noroeste, Juliaca-2021*. Perú: Universidda César Vallejo. Obtenido de file:///C:/Users/INTEL/Downloads/Apaza\_PHN-SD%20(1).pdf
- Apaza, M. (2023). *Propuesta metodológica para la evaluación integral de pavimentos flexibles en la carretera Conococha - Yanacancha*. Lima: Universidad Nacional Federico Villareal. Obtenido de [https://repositorio.unfv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.13084/6789/UNFV\\_FIC\\_Apaza\\_Navarro\\_Max\\_Arturo\\_Titulo\\_profesional\\_2023.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.unfv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.13084/6789/UNFV_FIC_Apaza_Navarro_Max_Arturo_Titulo_profesional_2023.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Apaza, R. (2022). *Evaluación del estado de conservación del pavimento flexible aplicando el método índice de condición de pavimento de la vía Chasqui - Pilcuyo Puno - 2019*. Puno: Universidad Nacional del Altiplano. Obtenido de file:///C:/Users/INTEL/Downloads/Apaza\_Condorcallo\_Royer\_Alberto%20(1).pdf
- Arévalo, J. (2019). *Tipo de fallas en pavimentos flexible*. Universidad Peruana Los Andes. Obtenido de <https://es.slideshare.net/slideshow/fallas-en-pavimentos-flexibles/152069907>
- Baque, B. (2020). *Evaluación del estado del pavimento flexible mediante el método del PCI de la carretera puerto-aeropuerto (Tramo II), Manta. Provincia de Manabí*. Ecuador: Revista Científica. Obtenido de file:///C:/Users/INTEL/Downloads/Dialnet-EvaluacionDelEstadoDelPavimentoFlexibleMedianteEIM-7398457%20(2).pdf



- Campos, A., & Irigoín, I. (2020). *Deterioro prematuro de los pavimentos flexibles de la zona urbana de la ciudad de Chota*. Perú: Universidad Nacional Autónoma de Chota. Obtenido de <https://unach.edu.pe/rcnorandina/index.php/ciencianorandina/article/view/40>
- Ccarhuypiña, E., & Huaripuma, R. (2024). *Análisis de la influencia del estado de conservación del pavimento flexible para el mantenimiento vial del km 388+100 al km 428+300 de la carretera Ayacucho-Andahuaylas, 2023*. Huancayo: Universidad Continental. Obtenido de [file:///C:/Users/INTEL/Downloads/IV\\_FIN\\_105\\_TE\\_Ccarhuypi%C3%B1a\\_Huaripuma\\_2024.pdf](file:///C:/Users/INTEL/Downloads/IV_FIN_105_TE_Ccarhuypi%C3%B1a_Huaripuma_2024.pdf)
- Creswell, J. (2014). *Qualitative inquiry and research design*. Sage Publications. Obtenido de <https://academia.utp.edu.co/seminario-investigacion-II/files/2017/08/INVESTIGACION-CUALITATIVACreswell.pdf>
- Díaz et al. (2024). *Pavimento flexible*. Apurímac: Universidad Tecnológica de los andes. Obtenido de <https://www.studocu.com/pe/document/universidad-tecnologica-de-los-andes/pavimentos-diseno/monografia-p-avimentos/118771254>
- Fuertes, L., & Mora, M. (2021). *Evaluación funcional del pavimento de la diagonal 8 y la avenida el Peñón desde la calle 40 hasta la calle 48 del Municipio de Girardot, mediante la metodología PCI*. Colombia: Universidad Piloto de Colombia. Obtenido de <https://repository.unipiloto.edu.co/bitstream/handle/20.500.12277/11083/MONOGRAF%C3%8DA%20PAULA%20MORA%20-%20LUISA%20FUERTES.pdf?sequence=2>
- Hernandez et al. (2014). *Metodología de la investigación*. México: McGraw-Hill. Obtenido de [https://www.uv.mx/personal/cbustamante/files/2011/06/metodologia-de-la-investigaci%C3%83%C2%B3n\\_sampieri.pdf](https://www.uv.mx/personal/cbustamante/files/2011/06/metodologia-de-la-investigaci%C3%83%C2%B3n_sampieri.pdf)
- Irigoín, A., & Yrigoín, Y. (2023). *Evaluación superficial mediante el método PCI del pavimento flexible, carretera Jaén - San Ignacio, tramo San Lorenzo - Santa*



- Elena, Jaén - 2021. Jaén: Universidad Nacional de Jaén. Obtenido de*  
*file:///C:/Users/INTEL/Downloads/IFT\_Irigoin%20Neira%20y%20Yrigoin%20Neira*  
*\_Cl.pdf*
- Kepler, H. (2024). *Evaluación del pavimento flexible mediante el Método PCI y*  
*fotogrametría aérea.* Obtenido de  
[https://es.linkedin.com/pulse/evaluaci%C3%B3n-del-pavimento-flexible-mediante-](https://es.linkedin.com/pulse/evaluaci%C3%B3n-del-pavimento-flexible-mediante-el-m%C3%A9todo-kepler-8cxae)  
[el-m%C3%A9todo-kepler-8cxae](https://es.linkedin.com/pulse/evaluaci%C3%B3n-del-pavimento-flexible-mediante-el-m%C3%A9todo-kepler-8cxae)
- Kerlinger, F. (2002). *Fundamentos de la investigación del comportamiento.* McGraw-Hill.  
Obtenido de [https://padron.entretemas.com.ve/INICC2018-2/lecturas/u2/kerlinger-](https://padron.entretemas.com.ve/INICC2018-2/lecturas/u2/kerlinger-investigacion.pdf)  
[investigacion.pdf](https://padron.entretemas.com.ve/INICC2018-2/lecturas/u2/kerlinger-investigacion.pdf)
- Mallqui, J., & Quinto, C. (2020). *Evaluación superficial del pavimento asfáltico apoyada*  
*por el método PCI en pistas de aterrizaje de aeropuertos.* Lima: Universidad  
Peruana Unión. Obtenido de [https://ve.scielo.org/pdf/uct/v27n118/2542-3401-uct-](https://ve.scielo.org/pdf/uct/v27n118/2542-3401-uct-27-118-87.pdf)  
[27-118-87.pdf](https://ve.scielo.org/pdf/uct/v27n118/2542-3401-uct-27-118-87.pdf)
- Mazurowski, P. (2021). *Pavimento flexible.* Obtenido de [https://www-tensarinternational-](https://www-tensarinternational-com.translate.goog/resources/articles/what-are-the-function-of-layers-in-a-flexible-pavement?_x_tr_sl=en&_x_tr_tl=es&_x_tr_hl=es&_x_tr_pto=tc)  
[com.translate.goog/resources/articles/what-are-the-function-of-layers-in-a-flexible-](https://www-tensarinternational-com.translate.goog/resources/articles/what-are-the-function-of-layers-in-a-flexible-pavement?_x_tr_sl=en&_x_tr_tl=es&_x_tr_hl=es&_x_tr_pto=tc)  
[pavement?\\_x\\_tr\\_sl=en&\\_x\\_tr\\_tl=es&\\_x\\_tr\\_hl=es&\\_x\\_tr\\_pto=tc](https://www-tensarinternational-com.translate.goog/resources/articles/what-are-the-function-of-layers-in-a-flexible-pavement?_x_tr_sl=en&_x_tr_tl=es&_x_tr_hl=es&_x_tr_pto=tc)
- Medina, K., & Mueras, W. (2021). *Evaluación superficial del pavimento flexible, utilizando*  
*el método Pavement Condition Index (PCI) en la avenida Cieneguilla del distrito*  
*de Cieneguilla.* Lima - Perú: Universidad San Martín de Porres. Obtenido de  
[file:///C:/Users/INTEL/Downloads/medina\\_cka-mueras\\_gwd.pdf](file:///C:/Users/INTEL/Downloads/medina_cka-mueras_gwd.pdf)
- Mendizábal, J. (2021). *Evaluación del índice de condición del pavimento (PCI) del*  
*pavimento flexible de la avenida circunvalación de la ciudad de Puno.* Puno:  
Universidad Nacional del Altiplano. Obtenido de  
[file:///C:/Users/INTEL/Downloads/pdf-proyecto-de-tesis-perfil-pci-maestria-](file:///C:/Users/INTEL/Downloads/pdf-proyecto-de-tesis-perfil-pci-maestria-ii_compress.pdf)  
[ii\\_compress.pdf](file:///C:/Users/INTEL/Downloads/pdf-proyecto-de-tesis-perfil-pci-maestria-ii_compress.pdf)
- Molinero et al. (2024). *Propuesta de sistema de gestión de mantenimiento de pavimentos*  
*flexibles con técnicas de inteligencia artificial. Aplicación a la carretera A7.*



Universidad Politécnica de València. Obtenido de

[http://dspace.aepro.com/xmlui/bitstream/handle/123456789/3581/AT02-016\\_24.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://dspace.aepro.com/xmlui/bitstream/handle/123456789/3581/AT02-016_24.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Oblitas et al. (2021). *Índice de regularidad internacional e índice de condición de pavimento para definir niveles de serviciabilidad de pavimentos*. Chiclayo:

Universidad Santo Tomas. Obtenido de

<http://www.scielo.org.co/pdf/itec/v18n2/1692-1798-itec-18-02-170.pdf>

Paliza, V., & Chuyacama, B. (2022). *Evaluación del estado actual del pavimento flexible mediante la metodología tradicional del PCI y la metodología VANT en la Carretera Transversal 28G (Cusco - Pisac)*. Cusco: Universidad Andina del Cusco. Obtenido de

[file:///C:/Users/INTEL/Downloads/V%C3%ADctor\\_Benjamin\\_Tesis\\_bachiller\\_2022.pdf](file:///C:/Users/INTEL/Downloads/V%C3%ADctor_Benjamin_Tesis_bachiller_2022.pdf)

Paredes, J., & Soto, S. (2023). *Plan de mantenimiento vial para conservar el ciclo de vida de las vías urbanas*. Lima: Universidad Ricardo Palma. Obtenido de

[file:///C:/Users/INTEL/Downloads/T030\\_72697964\\_T%20Soto%20Camacho,%20Sebastian.pdf](file:///C:/Users/INTEL/Downloads/T030_72697964_T%20Soto%20Camacho,%20Sebastian.pdf)

Paucar, E. (2019). *Evaluación de pavimentos flexibles y rígidos aplicando las metodologías de inspección visual de zonas y rutas de riesgo e índice de*

*condición del pavimento para el mantenimiento vial*. Perú: Universidad Nacional del Altiplano. Obtenido de

[https://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14082/12319/Paucar\\_Curro\\_Elvis\\_Franklin.pdf;jsessionid=84EE4A57897FE9E20BC1565AC39ED7A7?sequence=1](https://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14082/12319/Paucar_Curro_Elvis_Franklin.pdf;jsessionid=84EE4A57897FE9E20BC1565AC39ED7A7?sequence=1)

Perez, C. (2023). *Fallas de los pavimentos flexibles*. Obtenido de

<https://construneic.com/pavimentos/fallas-de-los-pavimentos-flexibles/>

Quispe, J. (2023). *Análisis de los factores que intervienen en el deterioro de pavimentos urbanos de la Ciudad de Azángaro*. Puno: Universidad Andina Nestor Caceres



Velázquez. Obtenido de <https://repositorio.uancv.edu.pe/items/edb03d93-719b-4d6f-8dd3-a4a434d9c57d>

Ramos, E., & Ramos, L. (2023). *Evaluación del pavimento flexible mediante el método PCI y propuestas de mejora de la Av. Pedro Sayán - Barranca, 2021*. Barranca - Perú: Universidad Nacional de Barranca. Obtenido de <https://repositorio.unab.edu.pe/backend/api/core/bitstreams/4d2d76e9-7da0-44e7-afa9-2230e673e0ac/content>

Rattia, J. (2022). *Definición y características de los pavimentos*. Obtenido de <https://es.scribd.com/doc/233881453/Definicion-y-Caracteristicas-de-Los-Pavimentos-Flexibles>

Samaniego, K. (2023). *Evaluación del pavimento en el tramo de carretera Eloy Alfaro comprendida entre Guayas y la Troncal de la costa en la ciudad de Santa Rosa*. Ecuador: Universidad Técnica de Machala. Obtenido de <https://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/22668/1/Samaniego%20Jue%20Katheryn%2011.pdf>



## ANEXOS



## Anexo A. Matriz de consistencia

| TÍTULO DE TESIS: EVALUACIÓN DEL ESTADO SUPERFICIAL POR MEDIO DE INSPECCIÓN VISUAL Y PROPUESTA DE PLAN DE MANTENIMIENTO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE DEL JIRÓN APURÍMAC DEL DISTRITO DE JULIACA 2025                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                 |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------|
| Problemas                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | Objetivos                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | Hipótesis                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | Variables                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | Inst. de Medición                               |
| <b>Problema General:</b><br>¿Cuál es el estado superficial por medio de inspección visual y propuesta de plan de mantenimiento del pavimento flexible del Jirón Apurímac del distrito de Juliaca 2025?                                                                                                                                                                                                                                                                              | <b>Objetivo General:</b><br>Evaluar el estado superficial por medio de inspección visual y propuesta de plan de mantenimiento del pavimento flexible del Jirón Apurímac del distrito de Juliaca 2025.                                                                                                                                                                                                                                                                                 | <b>Hipótesis General:</b><br>El estado superficial por medio de inspección visual y propuesta de plan de mantenimiento del pavimento flexible del Jirón Apurímac del distrito de Juliaca 2025, es de nivel regular requiriendo un mantenimiento rutinario general.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | <b>Variable de Caracterización</b><br><br>ESTADO SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE<br><br><b>Indicadores:</b><br><i>Tipos de fallas</i><br><i>Grado de severidad</i><br><i>Clasificación del estado</i><br><br>MÉTODO DE INSPECCIÓN VISUAL<br><br><b>Indicadores:</b><br><i>PCI</i><br><br><b>Variable de Interés</b><br><br>PLAN DE MANTENIMIENTO DEL PAVIMENTO<br><br><b>Indicadores:</b><br><i>Tipos de mantenimiento</i> | Fichas de inspección visual.<br><br>Método PCI. |
| <b>Problemas Específicos</b><br><br>¿Cuáles son los tipos de fallas y el grado de severidad de mayor incidencia que presenta el pavimento flexible del Jirón Apurímac del distrito de Juliaca?<br><br>¿Cuál es el nivel de condición superficial del pavimento flexible por tramos y a nivel general del pavimento flexible del Jirón Apurímac del distrito de Juliaca?<br><br>¿Cómo es el plan de mantenimiento del pavimento flexible del Jirón Apurímac del distrito de Juliaca? | <b>Objetivos Específicos</b><br><br>Identificar los tipos de fallas y el grado de severidad de mayor incidencia que presenta el pavimento flexible del Jirón Apurímac del distrito de Juliaca.<br><br>Determinar el nivel de condición superficial del pavimento flexible por tramos y a nivel general del pavimento flexible del Jirón Apurímac del distrito de Juliaca.<br><br>Proponer un plan de mantenimiento del pavimento flexible del Jirón Apurímac del distrito de Juliaca. | <b>Hipótesis Específicas</b><br><br>Los tipos de fallas y el grado de severidad de mayor incidencia que presenta el pavimento flexible del Jirón Apurímac del distrito de Juliaca, son los parcheos en severidad moderada.<br><br>El nivel de condición superficial del pavimento flexible por tramos y a nivel general del pavimento flexible del Jirón Apurímac del distrito de Juliaca, es de 45 con un estado regular.<br><br>El plan de mantenimiento del pavimento flexible del Jirón Apurímac del distrito de Juliaca, es un mantenimiento rutinario con actividades de parcheos y sellados de fallas superficiales. |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                 |

## Anexo B. Panel fotográfico



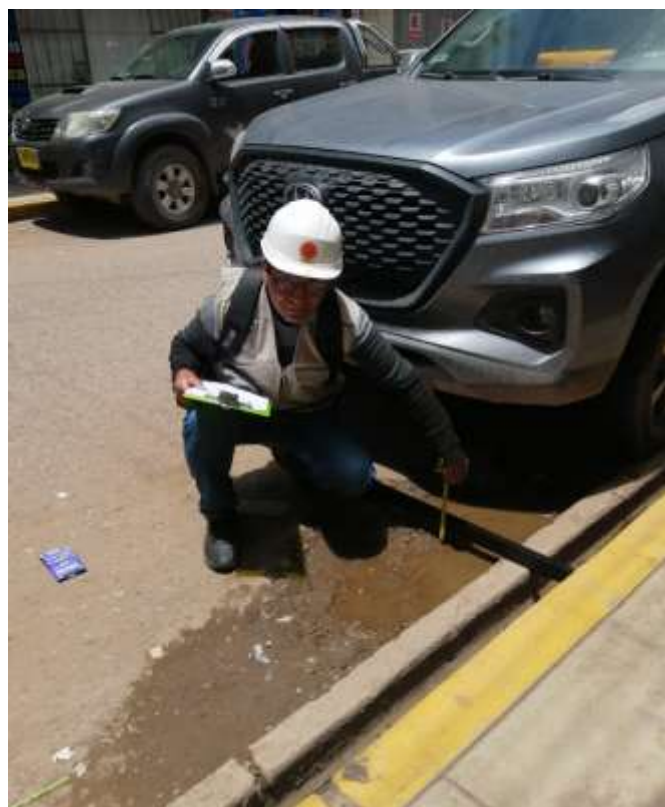
**Fotografía 1.** *Presentación de los tipos de falla en el jirón Apurímac.*



**Fotografía 2.** *Tipo de falla hueco de severidad media en la progresiva 0+076 – 0+114.*



**Fotografía 3.** Tipo de falla piel de cocodrilo y fisuras transversales en severidad media.



**Fotografía 4.** Tipo de fallas hueco y grieta de borde en severidad alta en la UM - 04.



**Fotografía 5.** *Tipo de falla grietas longitudinales y transversales.*



**Fotografía 6.** *Tipo de falla grieta de reflexión de junta de severidad baja.*



**Fotografía 7.** Tipo de falla grieta de reflexión de junta de severidad media en la UM - 07.



**Fotografía 8.** Tipo de fallas huecos y grietas de borde en severidad media.



**Fotografía 9.** Tipo de falla hueco de severidad media en la progresiva 0+880 – 0+919.



**Fotografía 10.** Tipo de fallas grietas longitudinales y transversales



UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CACERES VELASQUEZ"  
FACULTAD DE INGENIERIAS Y CIENCIAS PURAS  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

|                   |                                                                                                                                                                              |
|-------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>PROYECTO:</b>  | EVALUACIÓN DEL ESTADO SUPERFICIAL POR MEDIO DE INSPECCIÓN VISUAL Y PROPUESTA DE PLAN DE MANTENIMIENTO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE DEL JIRÓN APURÍMAC DEL DISTRITO DE JULIACA 2025 |
| <b>EVALUADOR:</b> | Bach. JULIO CÉSAR ARACA MARAZA                                                                                                                                               |
| <b>MUESTRA:</b>   | PAVIMENTO FLEXIBLE DEL JIRÓN APURÍMAC DEL DISTRITO DE JULIACA 2025                                                                                                           |
| <b>FECHA:</b>     | 08/07/2025                                                                                                                                                                   |

**ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI )**

**UNIDAD DE MUESTRA:**

UM-01

INICIO DE PROGRESIVA (KM) :

00+000

ANCHO DE VIA (m) :

5

FIN DE PROGRESIVA (KM) :

00-038

LONGITUD DE MUESTRA (m):

00+038

AREA DE LA UNIDAD (m2) :

229.8

| LONGITUD DE MUESTRA (m): |                                       | 00+038 |      | 00+038 |                              | 00+038 |      |
|--------------------------|---------------------------------------|--------|------|--------|------------------------------|--------|------|
| N°                       | TIPO DE FALLA                         | COD    | UNID | N°     | TIPO DE FALLA                | COD    | UNID |
| 1                        | Piel de Cocodrilo                     | PDC    | m2   | 11     | Parcheo                      | PAR    | m2   |
| 2                        | Exudación                             | EXU    | m2   | 12     | Pulimiento de Agregado       | PUL    | m2   |
| 3                        | Agrietamiento en bloque               | AEB    | m2   | 13     | Huecos                       | HUC    | und  |
| 4                        | Abultamientos y hundimientos          | AHU    | m    | 14     | Cruce de la vía férrea       | CFE    | m2   |
| 5                        | Corrugación                           | COG    | m2   | 15     | Ahuellamiento                | AHT    | m2   |
| 6                        | Depresión                             | DPS    | m2   | 16     | Desplazamiento               | DPT    | m2   |
| 7                        | Grieta de Borde                       | GBD    | m    | 17     | Grieta Parabólica            | GRP    | m2   |
| 8                        | Grieta de reflexión de junta          | GJU    | m    | 18     | Hinchamiento                 | HIN    | m2   |
| 9                        | Desnivel Carril / Berma               | DES    | m    | 19     | Desprendimiento de Agregados | DEA    | m2   |
| 10                       | Grieta Longitudinales / Transversales | GTR    | m    |        |                              |        |      |

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

[illegible]

|                                      |       |
|--------------------------------------|-------|
| Valor deducido en el año             | 32.09 |
| valor deducido menor                 | 1.56  |
| Número máximo de volúmenes deducidos | 5     |

|                 |      |
|-----------------|------|
| Waktu jalan     | 7.24 |
| Waktu istirahat | 0.24 |
| Waktu minum     | 1.56 |

$$m = 1 + (9/98) (100 - HDV) \approx 1.09$$
[illegible]

|                                            |     |   |                                        |
|--------------------------------------------|-----|---|----------------------------------------|
| INDICE DE COORDINACIÓN DEL PAVIMENTO (IPC) | PCI | = | $100 - \{ \text{MaxVDC o Total VD} \}$ |
|                                            | PCI | = | 47 %                                   |

|                         |         |
|-------------------------|---------|
| CONDICIÓN DEL PAGAMENTO | REGULAR |
|-------------------------|---------|



UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CACERES VELASQUEZ"  
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

|            |                                                                                                                                                                              |
|------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| PROYECTO:  | EVALUACIÓN DEL ESTADO SUPERFICIAL POR MEDIO DE INSPECCIÓN VISUAL Y PROPUESTA DE PLAN DE MANTENIMIENTO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE DEL JIRÓN APURÍMAC DEL DISTRITO DE JULIACA 2025 |
| EVALUADOR: | Bach. JULIO CESAR ARACA MARAZA                                                                                                                                               |
| MUESTRA:   | PAVIMENTO FLEXIBLE DEL JIRÓN APURÍMAC DEL DISTRITO DE JULIACA 2025                                                                                                           |
| FECHA:     | 08/07/2025                                                                                                                                                                   |

### ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)

UNIDAD DE MUESTRA: UM - 02 INICIO DE PROGRESIVA (KM) : 00+000  
ANCHO DE VIA (m) : 6 FIN DE PROGRESIVA (KM) : 00+038  
LONGITUD DE MUESTRA (m): 00+038 AREA DE LA UNIDAD (m2) : 229.8

| N° | TIPO DE FALLA                         | COG | UNID. | N° | TIPO DE FALLA                | COG | UNID. |
|----|---------------------------------------|-----|-------|----|------------------------------|-----|-------|
| 1  | Piel de Cocodrilo                     | PDC | m2    | 11 | Parcheo                      | PAR | m2    |
| 2  | Exudación                             | EXU | m2    | 12 | Pulimiento de Agregado       | PUL | m2    |
| 3  | Agrietamiento en bloque               | AEB | m2    | 13 | Huecos                       | HUC | und   |
| 4  | Abultamientos y hundimientos          | AHU | m     | 14 | Cruce de la vía férrea       | CFE | m2    |
| 5  | Corrugación                           | COG | m2    | 15 | Ahuellamiento                | AHT | m2    |
| 6  | Depresión                             | DPS | m2    | 16 | Desplazamiento               | DPT | m2    |
| 7  | Grieta de Borde                       | GBD | m     | 17 | Grieta Parabólica            | GRP | m2    |
| 8  | Grieta de reflexión de junta          | GJU | m     | 18 | Hinchamiento                 | HIN | m2    |
| 9  | Desnivel Carril / Berma               | DES | m     | 19 | Desprendimiento de Agregados | DEA | m2    |
| 10 | Grieta Longitudinales / Transversales | GTR | m     |    |                              |     |       |

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

| FALLA    | SEVERIDAD | CANTIDADES PARCIALES |      |      |  |  |  | TOTAL | SEVERIDAD EN | VALOR DECIDIDO |
|----------|-----------|----------------------|------|------|--|--|--|-------|--------------|----------------|
| 3        | L         | 4.03                 | 3.66 |      |  |  |  | 7.69  | 3.35%        | 3.32           |
| 6        | M         | 2.44                 | 1.36 | 3.82 |  |  |  | 7.62  | 3.32%        | 14.77          |
| 11       | M         | 3.39                 | 4.61 | 5.14 |  |  |  | 14.14 | 6.15%        | 24.89          |
| 13       | H         | 1                    | 1    | 1    |  |  |  | 3.00  | 1.31%        | 56.21          |
| 19       | L         | 4.23                 | 2.78 |      |  |  |  | 7.01  | 3.05%        | 2.72           |
| TOTAL VD |           |                      |      |      |  |  |  |       |              | 101.91         |

|                                    |       |                          |      |                                         |  |
|------------------------------------|-------|--------------------------|------|-----------------------------------------|--|
| Valor decidido max alto            | 56.21 | Valor decidido max medio | 5.02 | $m = 1 + (998 / (100 - HDV)) \times 10$ |  |
| Valor decidido max bajo            | 2.72  | Valor decidido max medio | 0.02 |                                         |  |
| Numero máximo de valores decididos | 5     | Valor decidido max medio | 2.72 |                                         |  |

| N       | VALORES DECIDIDOS |       |       |      |      |  | TOTAL | N | VDC   |
|---------|-------------------|-------|-------|------|------|--|-------|---|-------|
| 1       | 56.21             | 24.89 | 14.77 | 3.32 | 2.72 |  | 101.9 | 5 | 52.95 |
| 2       | 56.21             | 24.89 | 14.77 | 3.32 | 2    |  | 101.2 | 4 | 57.60 |
| 3       | 56.21             | 24.89 | 14.77 | 2    | 2    |  | 99.9  | 3 | 62.94 |
| 4       | 56.21             | 24.89 | 2     | 2    | 2    |  | 67.1  | 2 | 62.26 |
| 5       | 56.21             | 2     | 2     | 2    | 2    |  | 64.2  | 1 | 64.20 |
| MAX VDC |                   |       |       |      |      |  |       |   | 64.20 |

|                                         |     |   |                           |
|-----------------------------------------|-----|---|---------------------------|
| ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI) | PCI | = | 100 - (MaxVDC o Total VD) |
|                                         | PCI | = | 36 %                      |

|                          |      |
|--------------------------|------|
| CONDICIÓN DEL PAVIMENTO: | MALO |
|--------------------------|------|



UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CACERES VELASQUEZ"  
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

|            |                                                                                                                                                                              |
|------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| PROYECTO:  | EVALUACIÓN DEL ESTADO SUPERFICIAL POR MEDIO DE INSPECCIÓN VISUAL Y PROPUESTA DE PLAN DE MANTENIMIENTO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE DEL JIRÓN APURÍMAC DEL DISTRITO DE JULIACA 2025 |
| EVALUADOR: | Bach. JULIO CESAR ARACA MARAZA                                                                                                                                               |
| MUESTRA:   | PAVIMENTO FLEXIBLE DEL JIRÓN APURÍMAC DEL DISTRITO DE JULIACA 2025                                                                                                           |
| FECHA:     | 08/07/2025                                                                                                                                                                   |

## ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)

UNIDAD DE MUESTRA: UM - 03 INICIO DE PROGRESIVA (KM) : 00+000  
ANCHO DE VIA (m) : 6 FIN DE PROGRESIVA (KM) : 00+038  
LONGITUD DE MUESTRA (m): 00+038 AREA DE LA UNIDAD (m2) : 229.8

| N° | TIPO DE FALLA                         | COD | UNID | N° | TIPO DE FALLA                | COD | UNID |
|----|---------------------------------------|-----|------|----|------------------------------|-----|------|
| 1  | Piel de Cocodrilo                     | PDC | m2   | 11 | Parcheo                      | PAR | m2   |
| 2  | Exudación                             | EXU | m2   | 12 | Pulimento de Agregado        | PUL | m2   |
| 3  | Agrietamiento en bloque               | AEB | m2   | 13 | Huecos                       | HUC | und  |
| 4  | Abultamientos y hundimientos          | AHU | m    | 14 | Cruce de la vía férrea       | CFE | m2   |
| 5  | Corrugación                           | COG | m2   | 15 | Ahuellamiento                | AHT | m2   |
| 6  | Depresión                             | DPS | m2   | 16 | Desplazamiento               | DPT | m2   |
| 7  | Grieta de Bordo                       | GBD | m    | 17 | Grieta Parabolica            | GRP | m2   |
| 8  | Grieta de reflexión de junta          | GJU | m    | 18 | Hinchamiento                 | HIN | m2   |
| 9  | Desnivel Carril / Berma               | DES | m    | 19 | Desprendimiento de Agregados | DEA | m2   |
| 10 | Grieta Longitudinales / Transversales | GTR | m    |    |                              |     |      |

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

| FALLA    | SEVERIDAD | CANTIDADES PARCIALES |      |      |      |  |  | TOTAL | SEVERIDAD % | VALOR REDUCIDO |
|----------|-----------|----------------------|------|------|------|--|--|-------|-------------|----------------|
| 3        | H         | 4.57                 | 7.84 | 5.36 | 9.43 |  |  | 27.20 | 11.84%      | 31.36          |
| 8        | L         | 1.78                 | 2.45 |      |      |  |  | 4.23  | 1.84%       | 0.99           |
| 10       | H         | 6.26                 | 3.16 | 4.68 | 7.31 |  |  | 21.41 | 9.32%       | 33.08          |
| 13       | L         | 1                    | 1    |      |      |  |  | 2.00  | 0.87%       | 17.76          |
| 19       | M         | 3.66                 | 5.82 | 7.44 |      |  |  | 16.92 | 7.36%       | 16.10          |
| TOTAL VD |           |                      |      |      |      |  |  |       |             | 99.29          |

|                                    |       |
|------------------------------------|-------|
| Valor promedio max VD              | 33.08 |
| Valor promedio menor               | 0.99  |
| Numero máximo de valores reducidos | 5     |

|                  |      |
|------------------|------|
| n                | 7.15 |
| Factor de ajuste | 0.15 |
| Valor mínimo     | 0.99 |

$$m = 1 + (998) / (100 - HDV) = 10$$

| N°      | VALORES REDUCIDOS |       |       |       |  | VD1  | n | VD2   |
|---------|-------------------|-------|-------|-------|--|------|---|-------|
| 1       | 33.08             | 31.36 | 17.76 | 16.10 |  | 98.3 | 4 | 55.98 |
| 2       | 33.08             | 31.36 | 17.76 | 2     |  | 84.2 | 3 | 53.23 |
| 3       | 33.08             | 31.36 | 2     | 2     |  | 68.4 | 2 | 49.88 |
| 4       | 33.08             | 2     | 2     | 2     |  | 39.1 | 1 | 39.10 |
| MAX VDC |                   |       |       |       |  |      |   |       |
| 55.98   |                   |       |       |       |  |      |   |       |

ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (IPC)

$$PCI = \frac{100 - (MaxVDC - Total VD)}{100}$$

$$PCI = 44 \%$$

CONDICIÓN DEL PAVIMENTO

REGULAR



|            |                                                                                                                                                                              |
|------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| PROYECTO:  | EVALUACIÓN DEL ESTADO SUPERFICIAL POR MEDIO DE INSPECCIÓN VISUAL Y PROPUESTA DE PLAN DE MANTENIMIENTO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE DEL JIRÓN APURÍMAC DEL DISTRITO DE JULIACA 2025 |
| EVALUADOR: | Bach. JULIO CESAR ARACA MARAZA                                                                                                                                               |
| MUESTRA:   | PAVIMENTO FLEXIBLE DEL JIRÓN APURÍMAC DEL DISTRITO DE JULIACA 2025                                                                                                           |
| FECHA:     | 08/07/2025                                                                                                                                                                   |

|                          |         |                             |        |
|--------------------------|---------|-----------------------------|--------|
| UNIDAD DE MUESTRA:       | UM - 04 | INICIO DE PROGRESIVA (KM) : | 00+000 |
| ANCHO DE VIA (m) :       | 8       | FIN DE PROGRESIVA (KM) :    | 00+038 |
| LONGITUD DE MUESTRA (m): | 00+038  | AREA DE LA UNIDAD (m2) :    | 228.8  |

| LONGITUD DE MUESTRA (m): |                                       | 00-038 |     | ÁREA DE ENTRENAMIENTO |                              | 00-038 |     |
|--------------------------|---------------------------------------|--------|-----|-----------------------|------------------------------|--------|-----|
| Nº                       | TIPO DE FALLA                         | POC    | UNO | Nº                    | TIPO DE FALLA                | COO    | UNO |
| 1                        | Piel de Cocodrilo                     | PDC    | m2  | 11                    | Parcheo                      | PAR    | m2  |
| 2                        | Exudación                             | EXU    | m2  | 12                    | Pulimiento de Agregado       | PUL    | m2  |
| 3                        | Agrietamiento en bloque               | AEB    | m2  | 13                    | Huecos                       | HUC    | und |
| 4                        | Abultamientos y hundimientos          | AHU    | m   | 14                    | Cruce de la vía férrea       | CFE    | m2  |
| 5                        | Corrugación                           | COG    | m2  | 15                    | Ahuellamiento                | AHT    | m2  |
| 6                        | Depresión                             | DPS    | m2  | 16                    | Desplazamiento               | DPT    | m2  |
| 7                        | Grieta de Bordo                       | GBO    | m   | 17                    | Grieta Parabólica            | GRP    | m2  |
| 8                        | Grieta de reflexión de junta          | GJU    | m   | 18                    | Hinchamiento                 | HIN    | m2  |
| 9                        | Desnivel Carril / Berma               | DES    | m   | 19                    | Desprendimiento de Agregados | DEA    | m2  |
| 10                       | Grieta Longitudinales / Transversales | GTR    | m   |                       |                              |        |     |

|                     |       |          |        |
|---------------------|-------|----------|--------|
| NIVEL DE DIVERSIDAD | BAJA  | MEDIA    | ALTA   |
|                     | (LOW) | (MEDIUM) | (HIGH) |
|                     | L     | M        | H      |

| FALLA | SEVERIDAD | CANTIDADES PARCIALES |      |      |      |  |  |       | TOTAL     | DENSIDAD (%) | VALOR REDUCIDO |
|-------|-----------|----------------------|------|------|------|--|--|-------|-----------|--------------|----------------|
| 6     | L         | 3.58                 | 2.65 |      |      |  |  | 6.23  | 2.71%     | 6.39         |                |
| 10    | M         | 4.15                 | 6.94 | 5.37 |      |  |  | 16.46 | 7.16%     | 14.54        |                |
| 11    | H         | 3.28                 | 8.47 | 9.26 | 4.82 |  |  | 25.83 | 11.24%    | 55.72        |                |
| 13    | M         | 1                    | 1    | 1    |      |  |  | 3.00  | 1.31%     | 36.34        |                |
|       |           |                      |      |      |      |  |  |       |           |              |                |
|       |           |                      |      |      |      |  |  |       |           |              |                |
|       |           |                      |      |      |      |  |  |       | TOTAL VP: | 112.99       |                |

|                                      |       |
|--------------------------------------|-------|
| valor estimado em R\$                | 55,72 |
| valor tributável mensal              | 6,39  |
| numero máximo de valores tributáveis | 4     |

|      |  |
|------|--|
| 5.07 |  |
| 0.07 |  |
| 6.39 |  |

$$\mu = 1 + (9/25) (100 - HDV) \leq 10$$
[illegible]

|                                         |                                   |
|-----------------------------------------|-----------------------------------|
| INDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI) | PCI = 100 - [(MaxVDC o Total VD ) |
|                                         | PCI = 32 %                        |

DOI: 10.1002/for

MAIO



UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CACERES VELASQUEZ"  
FACULTAD DE INGENIERIAS Y CIENCIAS PURAS  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

|            |                                                                                                                                                                              |
|------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| PROYECTO:  | EVALUACIÓN DEL ESTADO SUPERFICIAL POR MEDIO DE INSPECCIÓN VISUAL Y PROPUESTA DE PLAN DE MANTENIMIENTO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE DEL JIRÓN APURIMAC DEL DISTRITO DE JULIACA 2025 |
| EVALUADOR: | Bach. JULIO CESAR ARACA MARAZA                                                                                                                                               |
| MUESTRA:   | PAVIMENTO FLEXIBLE DEL JIRÓN APURIMAC DEL DISTRITO DE JULIACA 2025                                                                                                           |
| FECHA:     | 08/07/2025                                                                                                                                                                   |

## ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)

UNIDAD DE MUESTRA: UM - 05 INICIO DE PROGRESIVA (KM) : 00+000  
ANCHO DE VIA (m) : 6 FIN DE PROGRESIVA (KM) : 00+038  
LONGITUD DE MUESTRA (m): 00+038 ÁREA DE LA UNIDAD (m2) : 229.8

| N° | TIPO DE FALLA                         | COD. | UNID. | N° | TIPO DE FALLA                | COD. | UNID. |
|----|---------------------------------------|------|-------|----|------------------------------|------|-------|
| 1  | Piel de Cocodrilo                     | POC  | m2    | 11 | Parcheo                      | PAR  | m2    |
| 2  | Exudación                             | EXU  | m2    | 12 | Pulimiento de Agregado       | PUL  | m2    |
| 3  | Agrietamiento en bloque               | AEB  | m2    | 13 | Huecos                       | HUC  | und   |
| 4  | Abultamientos y hundimientos          | AHU  | m     | 14 | Cruce de la vía férrea       | CFE  | m2    |
| 5  | Corrugación                           | COG  | m2    | 15 | Ahuellamiento                | AHT  | m2    |
| 6  | Depresión                             | DPS  | m2    | 16 | Desplazamiento               | DPT  | m2    |
| 7  | Grieta de Borde                       | GBO  | m     | 17 | Grieta Parabólica            | GRP  | m2    |
| 8  | Grieta de reflexión de junta          | GJU  | m     | 18 | Hinchamiento                 | HIN  | m2    |
| 9  | Desnivel Camil / Berma                | DES  | m     | 19 | Desprendimiento de Agregados | DEA  | m2    |
| 10 | Grieta Longitudinales / Transversales | GTR  | m     |    |                              |      |       |

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

| FALLA    | SEVERIDAD | CANTIDADES PARCIALES |      |      |      |  |  | TOTAL | DENSIDAD (%) | VALOR DEDUCIDO |
|----------|-----------|----------------------|------|------|------|--|--|-------|--------------|----------------|
| 1        | M         | 2.46                 | 1.73 | 2.98 | 4.26 |  |  | 11.43 | 4.97%        | 37.93          |
| 3        | M         | 2.74                 | 6.03 | 4.87 |      |  |  | 13.64 | 5.94%        | 12.43          |
| 8        | L         | 3.68                 | 5.12 |      |      |  |  | 8.80  | 3.83%        | 2.48           |
| 11       | M         | 4.36                 | 6.27 | 5.17 |      |  |  | 15.80 | 6.88%        | 26.27          |
| 19       | L         | 2.81                 | 5.33 |      |      |  |  | 8.14  | 3.54%        | 2.86           |
| TOTAL VD |           |                      |      |      |      |  |  |       |              | 81.97          |

|                                    |       |                             |      |                                    |
|------------------------------------|-------|-----------------------------|------|------------------------------------|
| Valor deducción por agua           | 37.93 | Valor deducción por huecos  | 6.70 | $m = 1 + (95) (100 - HDV)^{-0.05}$ |
| Valor deducción por grietas        | 2.48  | Valor deducción por parcheo | 0.70 |                                    |
| Número máximo de valores deducción | 5     | Valor deducción             | 2.48 |                                    |

| N°      | VALORES DEDUCTIVOS |       |       |      |      |  | VD1  | % | STC   |
|---------|--------------------|-------|-------|------|------|--|------|---|-------|
| 1       | 37.93              | 26.27 | 12.43 | 2.86 | 2.48 |  | 82.0 | 5 | 42.00 |
| 2       | 37.93              | 26.27 | 12.43 | 2.86 | 2    |  | 81.5 | 4 | 45.90 |
| 3       | 37.93              | 26.27 | 12.43 | 2    | 2    |  | 80.6 | 3 | 50.89 |
| 4       | 37.93              | 26.27 | 2     | 2    | 2    |  | 70.2 | 2 | 51.14 |
| 5       | 37.93              | 2     | 2     | 2    | 2    |  | 45.9 | 1 | 45.90 |
| MAX VDC |                    |       |       |      |      |  |      |   | 51.14 |

|                                         |                                          |
|-----------------------------------------|------------------------------------------|
| ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI) | PCI = $100 - (\text{MaxVDC o Total VD})$ |
|                                         | PCI = 49 %                               |

|                         |         |
|-------------------------|---------|
| CONDICIÓN DEL PAVIMENTO | REGULAR |
|-------------------------|---------|



UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CACERES VELASQUEZ"  
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

|            |                                                                                                                                                                              |
|------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| PROYECTO:  | EVALUACIÓN DEL ESTADO SUPERFICIAL POR MEDIO DE INSPECCIÓN VISUAL Y PROPUESTA DE PLAN DE MANTENIMIENTO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE DEL JIRÓN APURÍMAC DEL DISTRITO DE JULIACA 2025 |
| EVALUADOR: | Bach. JULIO CESAR ARACA MARAZA                                                                                                                                               |
| MUESTRA:   | PAVIMENTO FLEXIBLE DEL JIRÓN APURÍMAC DEL DISTRITO DE JULIACA 2025                                                                                                           |
| FECHA:     | 05/07/2025                                                                                                                                                                   |

### ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)

UNIDAD DE MUESTRA: UM - 05 INICIO DE PROGRESIVA (KM) : 00+000  
ANCHO DE VIA (m) : 6 FIN DE PROGRESIVA (KM) : 00+038  
LONGITUD DE MUESTRA (m): 00+038 AREA DE LA UNIDAD (m2) : 229.8

| N° | TIPO DE FALLA                         | COD | UNID. | N  | TIPO DE FALLA                | COD | UNID. |
|----|---------------------------------------|-----|-------|----|------------------------------|-----|-------|
| 1  | Piel de Cocodrilo                     | PDC | m2    | 11 | Parcheo                      | PAR | m2    |
| 2  | Exudación                             | EXU | m2    | 12 | Pulimento de Agregado        | PUL | m2    |
| 3  | Agrietamiento en bloque               | AEB | m2    | 13 | Huecos                       | HUC | und   |
| 4  | Abultamientos y hundimientos          | AHU | m     | 14 | Cruce de la vía férrea       | CFE | m2    |
| 5  | Corrugación                           | COG | m2    | 15 | Ahuellamiento                | AHT | m2    |
| 6  | Depresión                             | DPS | m2    | 16 | Desplazamiento               | DPT | m2    |
| 7  | Grieta de Bordo                       | GBD | m     | 17 | Grieta Parabólica            | GRP | m2    |
| 8  | Grieta de reflexión de junta          | GJU | m     | 18 | Hinchamiento                 | HIN | m2    |
| 9  | Desnivel Carril / Berma               | DES | m     | 19 | Desprendimiento de Agregados | DEA | m2    |
| 10 | Grieta Longitudinales / Transversales | GTR | m     |    |                              |     |       |

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

| FALLA | SEVERIDAD | CANTIDADES PARCIALES |      |      |      |  |  | TOTAL           | SEVERIDAD (%) | VALOR DEDUCCIÓN |
|-------|-----------|----------------------|------|------|------|--|--|-----------------|---------------|-----------------|
| 3     | M         | 3.48                 | 2.66 | 4.15 | 1.06 |  |  | 11.35           | 4.94%         | 11.22           |
| 6     | L         | 0.45                 | 2.45 | 3.62 |      |  |  | 6.52            | 2.84%         | 6.58            |
| 10    | M         | 4.77                 | 3.58 | 8.21 |      |  |  | 14.56           | 6.34%         | 13.44           |
| 11    | M         | 3.87                 | 5.93 | 4.46 | 3.38 |  |  | 17.64           | 7.68%         | 27.72           |
| 19    | M         | 2.76                 | 6.86 | 3.69 |      |  |  | 13.31           | 5.79%         | 14.27           |
|       |           |                      |      |      |      |  |  | <b>TOTAL VD</b> |               | <b>73.23</b>    |

|                                    |       |
|------------------------------------|-------|
| Valor deducción por atm            | 27.72 |
| valor deducción menor              | 6.58  |
| Numero maximo de valores deducción | 5     |

|                  |      |
|------------------|------|
| m                | 7.64 |
| Factor de ajuste | 0.64 |
| Valor maximo     | 6.58 |

$m = 1 + (9/16) (100 - HDV) \leq 10$

| N° | VALORES DEDUCCIONES |       |       |       |      |  | VD1  | n              | VD2          |
|----|---------------------|-------|-------|-------|------|--|------|----------------|--------------|
| 1  | 27.72               | 14.27 | 13.44 | 11.22 | 6.58 |  | 73.2 | 5              | 36.92        |
| 2  | 27.72               | 14.27 | 13.44 | 11.22 | 2    |  | 68.7 | 4              | 36.22        |
| 3  | 27.72               | 14.27 | 13.44 | 2     | 2    |  | 59.4 | 3              | 37.58        |
| 4  | 27.72               | 14.27 | 2     | 2     | 2    |  | 48.0 | 2              | 35.60        |
| 5  | 27.72               | 2     | 2     | 2     | 2    |  | 35.7 | 1              | 35.70        |
|    |                     |       |       |       |      |  |      | <b>MAX VDC</b> | <b>38.22</b> |

ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)

|     |   |                           |
|-----|---|---------------------------|
| PCI | = | 100 - (MaxVDC e Total VD) |
| PCI | = | 62 %                      |

CONDICIÓN DEL PAVIMENTO

**BUENO**



UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CACERES VELASQUEZ"  
FACULTAD DE INGENIERIAS Y CIENCIAS PURAS  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

|            |                                                                                                                                                                              |
|------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| PROYECTO:  | EVALUACIÓN DEL ESTADO SUPERFICIAL POR MEDIO DE INSPECCIÓN VISUAL Y PROPUESTA DE PLAN DE MANTENIMIENTO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE DEL JIRÓN APURÍMAC DEL DISTRITO DE JULIACA 2025 |
| EVALUADOR: | Bach. JULIO CESAR ARACA MARAZA                                                                                                                                               |
| MUESTRA:   | PAVIMENTO FLEXIBLE DEL JIRÓN APURÍMAC DEL DISTRITO DE JULIACA 2025                                                                                                           |
| FECHA:     | 08/07/2025                                                                                                                                                                   |

## ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)

UNIDAD DE MUESTRA: UM - 07  
ANCHO DE VIA (m): 6  
LONGITUD DE MUESTRA (m): 00+038  
INICIO DE PROGRESIVA (KM): 00+000  
FIN DE PROGRESIVA (KM): 00+038  
ÁREA DE LA UNIDAD (m<sup>2</sup>): 229.8

| N° | TIPO DE FALLA                         | COD | UNID           | N° | TIPO DE FALLA                | COD | UNID           |
|----|---------------------------------------|-----|----------------|----|------------------------------|-----|----------------|
| 1  | Piel de Cocodrilo                     | PDC | m <sup>2</sup> | 11 | Parcheo                      | PAR | m <sup>2</sup> |
| 2  | Exudación                             | EXU | m <sup>2</sup> | 12 | Pulimento de Agregado        | PUL | m <sup>2</sup> |
| 3  | Agrietamiento en bloques              | AEB | m <sup>2</sup> | 13 | Huecos                       | HUC | und            |
| 4  | Abultamientos y hundimientos          | AHU | m              | 14 | Cruce de la vía férrea       | CFE | m <sup>2</sup> |
| 5  | Corrugación                           | COG | m <sup>2</sup> | 15 | Ahuellamiento                | AHT | m <sup>2</sup> |
| 6  | Depresión                             | DPS | m <sup>2</sup> | 16 | Desplazamiento               | DPT | m <sup>2</sup> |
| 7  | Grieta de Borde                       | GBD | m              | 17 | Grieta Parabólica            | GRP | m <sup>2</sup> |
| 8  | Grieta de reflexión de junta          | GJU | m              | 18 | Hinchamiento                 | HIN | m <sup>2</sup> |
| 9  | Desnivel Carri / Berma                | DES | m              | 19 | Desprendimiento de Agregados | DEA | m <sup>2</sup> |
| 10 | Grieta Longitudinales / Transversales | GTR | m              |    |                              |     |                |

| NIVEL DE SEVERIDAD | BAJA  | MODERADA | ALTA   |
|--------------------|-------|----------|--------|
|                    | (LOW) | (MEDIUM) | (HIGH) |
|                    | L     | M        | H      |

| FALLA | SEVERIDAD | CANTIDAD POR PARCELES |      |      |      |  |  | TOTAL           | DENSIDAD (%) | VALOR SEVERIDAD |
|-------|-----------|-----------------------|------|------|------|--|--|-----------------|--------------|-----------------|
| 1     | M         | 4.32                  | 3.78 | 6.21 |      |  |  | 14.31           | 6.23%        | 40.29           |
| 3     | L         | 2.56                  | 5.04 |      |      |  |  | 7.60            | 3.31%        | 3.27            |
| 6     | M         | 3.67                  | 5.48 | 7.12 |      |  |  | 16.27           | 7.08%        | 22.54           |
| 8     | L         | 0.74                  | 2.65 | 1.33 |      |  |  | 4.72            | 2.05%        | 1.14            |
| 11    | M         | 6.58                  | 2.44 | 4.26 | 3.87 |  |  | 17.15           | 7.46%        | 27.33           |
|       |           |                       |      |      |      |  |  | <b>TOTAL VD</b> |              | <b>94.57</b>    |

|                                       |       |                           |      |                                      |
|---------------------------------------|-------|---------------------------|------|--------------------------------------|
| Valor de severidad por VD             | 40.29 | Valor de severidad por VD | 6.48 | $m = 1 + (9/98) (100 - HDV) \leq 10$ |
| Valor de severidad por VD             | 1.14  | Valor de severidad por VD | 0.48 |                                      |
| Número máximo de valores de severidad | 5     | Valor de severidad        | 1.14 |                                      |

| N° | VALORES SEVERIDAD |       |       |      |  |  |  |                  | VD   | N° | VD           |
|----|-------------------|-------|-------|------|--|--|--|------------------|------|----|--------------|
| 1  | 40.29             | 27.33 | 22.54 | 3.27 |  |  |  |                  | 93.4 | 4  | 53.04        |
| 2  | 40.29             | 27.33 | 22.54 | 2    |  |  |  |                  | 92.2 | 3  | 58.32        |
| 3  | 40.29             | 27.33 | 2     | 2    |  |  |  |                  | 71.6 | 2  | 52.12        |
| 4  | 40.29             | 2     | 2     | 2    |  |  |  |                  | 46.3 | 1  | 46.30        |
|    |                   |       |       |      |  |  |  | <b>SEVERIDAD</b> |      |    | <b>58.32</b> |

ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)

|     |   |                           |
|-----|---|---------------------------|
| PCI | = | 100 - (MaxVDC o Total VD) |
| PCI | = | 42 %                      |

CONDICIÓN DEL PAVIMENTO

REGULAR



|            |                                                                                                                                                                              |
|------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| PROYECTO:  | EVALUACIÓN DEL ESTADO SUPERFICIAL POR MEDIO DE INSPECCIÓN VISUAL Y PROPUESTA DE PLAN DE MANTENIMIENTO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE DEL JIRÓN APURIMAC DEL DISTRITO DE JULIACA 2025 |
| EVALUADOR: | Bach. JULIO CESAR ARACA MARAZA                                                                                                                                               |
| MUESTRA:   | PAVIMENTO FLEXIBLE DEL JIRÓN APURIMAC DEL DISTRITO DE JULIACA 2025                                                                                                           |
| FECHA:     | 08/07/2025                                                                                                                                                                   |

|                          |         |                             |        |
|--------------------------|---------|-----------------------------|--------|
| UNIDAD DE MUESTRA:       | UM - 08 | INICIO DE PROGRESIVA (KM) : | 00+000 |
| ANCHO DE VIA (m) :       | 5       | FIN DE PROGRESIVA (KM) :    | 00+038 |
| LONGITUD DE MUESTRA (m): | 00+038  | AREA DE LA UNIDAD (m2) :    | 229.8  |

| Código de Medición (m) |                                       |     |      | Código de Medición (m) |                              |     |      |
|------------------------|---------------------------------------|-----|------|------------------------|------------------------------|-----|------|
| N°                     | TIPO DE FALTA                         | COD | UNID | N°                     | TIPO DE FALTA                | COD | UNID |
| 1                      | Piel de Cocodrilo                     | PDC | m2   | 11                     | Parcheo                      | PAR | m2   |
| 2                      | Exudación                             | EXU | m2   | 12                     | Pulimiento de Agregado       | PUL | m2   |
| 3                      | Agrietamiento en bloque               | AEB | m2   | 13                     | Huecos                       | HUC | und  |
| 4                      | Abultamientos y hundimientos          | AHU | m    | 14                     | Cruce de la vía férrea       | CFE | m2   |
| 5                      | Corrugación                           | COG | m2   | 15                     | Ahuellamiento                | AHT | m2   |
| 6                      | Depresión                             | DPS | m2   | 16                     | Desplazamiento               | DPT | m2   |
| 7                      | Grieta de Borde                       | GBO | m    | 17                     | Grieta Parabólica            | GRP | m2   |
| 8                      | Grieta de reflexión de junta          | GJU | m    | 18                     | Hinchamiento                 | HIN | m2   |
| 9                      | Desnivel Carril / Berma               | DES | m    | 19                     | Desprendimiento de Agregados | DEA | m2   |
| 10                     | Grieta Longitudinales / Transversales | GTR | m    |                        |                              |     |      |

|                      |       |          |        |
|----------------------|-------|----------|--------|
| NIVEL DE EFECTIVIDAD | BAJA  | MODERADA | ALTA   |
|                      | (LOW) | (MEDIUM) | (HIGH) |
|                      | L     | M        | H      |

| FALTA | SEVERIDAD | CONTADORES PARCIALES |      |      |  |  |  |  | TOTAL | DENSIDAD (%) | VALOR DENSIDAD |
|-------|-----------|----------------------|------|------|--|--|--|--|-------|--------------|----------------|
| 1     | L         | 1.58                 | 0.65 | 2.67 |  |  |  |  | 4.90  | 2.13%        | 17.22          |
| 3     | M         | 4.52                 | 6.28 | 5.71 |  |  |  |  | 16.51 | 7.18%        | 13.54          |
| 6     | L         | 2.66                 | 0.85 | 1.23 |  |  |  |  | 4.74  | 2.06%        | 5.48           |
| 11    | M         | 3.96                 | 7.42 | 6.36 |  |  |  |  | 17.76 | 7.73%        | 27.61          |
| 13    | M         | 1                    | 1    | 1    |  |  |  |  | 3.00  | 1.31%        | 36.34          |
|       |           |                      |      |      |  |  |  |  |       |              |                |
|       |           |                      |      |      |  |  |  |  |       | TOTAL (%)    | 100.00         |

|                                        |       |
|----------------------------------------|-------|
| Valor de entrada inicial               | 36,34 |
| Valor de entrada final                 | 5,48  |
| Valor de entrada de valores de entrada | 5     |

|                |      |                                    |
|----------------|------|------------------------------------|
|                | 6.85 | $m = 1 + (998 / (100 - HDV)) = 10$ |
| Parte de custo | 0.85 |                                    |
| Valor mínimo   | 5.48 |                                    |

| Nº | VALORES DE DATOS |       |       |       |      |  |  | VDT   | n              | VDC          |
|----|------------------|-------|-------|-------|------|--|--|-------|----------------|--------------|
| 1  | 36.34            | 27.81 | 17.22 | 13.54 | 5.48 |  |  | 100.4 | 5              | 52.20        |
| 2  | 36.34            | 27.81 | 17.22 | 13.54 | 2    |  |  | 96.9  | 4              | 55.14        |
| 3  | 36.34            | 27.81 | 17.22 | 2     | 2    |  |  | 85.4  | 3              | 54.01        |
| 4  | 36.34            | 27.81 | 2     | 2     | 2    |  |  | 70.2  | 2              | 51.14        |
| 5  | 36.34            | 2     | 2     | 2     | 2    |  |  | 44.3  | 1              | 44.30        |
|    |                  |       |       |       |      |  |  |       |                |              |
|    |                  |       |       |       |      |  |  |       | <b>VAL VDC</b> | <b>55.14</b> |

|                                         |         |   |                          |
|-----------------------------------------|---------|---|--------------------------|
| INDICE DE COLUCCION DEL PAVIMENTO (PCI) | PCI     | = | 100-(MaxVDC e Total VD ) |
|                                         | PCI     | = | 45 %                     |
| CONDICION DEL PAVIMENTO                 | REGULAR |   |                          |



UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CACERES VELASQUEZ"  
FACULTAD DE INGENIERIAS Y CIENCIAS PURAS  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

|            |                                                                                                                                                                              |
|------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| PROYECTO:  | EVALUACIÓN DEL ESTADO SUPERFICIAL POR MEDIO DE INSPECCIÓN VISUAL Y PROPUESTA DE PLAN DE MANTENIMIENTO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE DEL JIRÓN APURÍMAC DEL DISTRITO DE JULIACA 2025 |
| EVALUADOR: | Bach. JULIO CESAR ARACA MARAZA                                                                                                                                               |
| MUESTRA:   | PAVIMENTO FLEXIBLE DEL JIRÓN APURÍMAC DEL DISTRITO DE JULIACA 2025                                                                                                           |
| FECHA:     | 08/07/2025                                                                                                                                                                   |

**ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)**

LSM - 09

00+000

6

00+038

00+03.8

229.8

| LONGITUD DE MUESTRA (m): |                                       |     |      | ÁREA DE LA GRUÑA (m²): |                              |     |      |
|--------------------------|---------------------------------------|-----|------|------------------------|------------------------------|-----|------|
| 00-038                   |                                       |     |      |                        |                              |     |      |
| Nº                       | TIPO DE FALLA                         | COD | UNID | Nº                     | TIPO DE FALLA                | COD | UNID |
| 1                        | Piel de Cocodrilo                     | PDC | m2   | 11                     | Parcheo                      | PAR | m2   |
| 2                        | Exudación                             | EXU | m2   | 12                     | Pulimiento de Agregado       | PUL | m2   |
| 3                        | Agrietamiento en bloque               | AEB | m2   | 13                     | Huecos                       | HUC | und  |
| 4                        | Abultamientos y hundimientos          | AHU | m    | 14                     | Cruce de la vía férrea       | CFE | m2   |
| 5                        | Corrugación                           | COG | m2   | 15                     | Ahuellamiento                | AHT | m2   |
| 6                        | Depresión                             | DPS | m2   | 16                     | Desplazamiento               | DPT | m2   |
| 7                        | Grieta de Bordo                       | GBO | m    | 17                     | Grieta Parabólica            | GRP | m2   |
| 8                        | Grieta de reflexión de junta          | GJU | m    | 18                     | Hinchamiento                 | HIN | m2   |
| 9                        | Desnivel Carril / Berma               | DES | m    | 19                     | Desprendimiento de Agregados | DEA | m2   |
| 10                       | Grieta Longitudinales / Transversales | GTR | m    |                        |                              |     |      |

|                     |       |          |        |
|---------------------|-------|----------|--------|
| NIVEL DE DIVERSIDAD | BASS  | MEDIA    | ACTA   |
|                     | (LOW) | (MEDIUM) | (HIGH) |
|                     | L     | M        | H      |

[illegible]

|                                                 |       |
|-------------------------------------------------|-------|
| Variabel terdapat di dalam                      | 54.17 |
| variabel terdapat di dalam                      | 13.59 |
| Nilai rata-rata dari variabel terdapat di dalam | 4     |

|               |       |                                         |
|---------------|-------|-----------------------------------------|
| Price         | 5.21  | $m = 1 + (998 / (100 - HDV)) \times 10$ |
| Price premium | 0.21  |                                         |
| Value premium | 13.59 |                                         |

| № | VALUES OF PROPOS |       |       |       |  |  | VIT   | q       | VDC   |
|---|------------------|-------|-------|-------|--|--|-------|---------|-------|
|   |                  |       |       |       |  |  |       |         |       |
| 1 | 54,17            | 17,76 | 14,44 | 13,59 |  |  | 99,96 | 4       | 56,88 |
| 2 | 54,17            | 17,76 | 14,44 | 2     |  |  | 88,37 | 3       | 55,94 |
| 3 | 54,17            | 17,76 | 2     | 2     |  |  | 75,93 | 2       | 55,15 |
| 4 | 54,17            | 2     | 2     | 2     |  |  | 60,17 | 1       | 60,17 |
|   |                  |       |       |       |  |  |       |         |       |
|   |                  |       |       |       |  |  |       |         |       |
|   |                  |       |       |       |  |  |       | MAX VDC | 60,17 |

|                                         |     |   |                          |
|-----------------------------------------|-----|---|--------------------------|
| INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO (ICP) | PCI | = | 100-(MaxVDC o Total VD ) |
|                                         | PCI | = | 40 %                     |

|                         |      |
|-------------------------|------|
| CONDICIÓN DEL PAVIMENTO | MALO |
|-------------------------|------|



UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CACERES VELASQUEZ"  
FACULTAD DE INGENIERIAS Y CIENCIAS PURAS  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

|            |                                                                                                                                                                              |
|------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| PROYECTO:  | EVALUACIÓN DEL ESTADO SUPERFICIAL POR MEDIO DE INSPECCIÓN VISUAL Y PROPUESTA DE PLAN DE MANTENIMIENTO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE DEL JIRÓN APURÍMAC DEL DISTRITO DE JULIACA 2025 |
| EVALUADOR: | Bach. JULIO CESAR ARACA MARAZA                                                                                                                                               |
| MUESTRA:   | PAVIMENTO FLEXIBLE DEL JIRÓN APURÍMAC DEL DISTRITO DE JULIACA 2025                                                                                                           |
| FECHA:     | 08/07/2025                                                                                                                                                                   |

**ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)**

UNIDAD DE MUESTRA:

UM-10

INICIO DE PROGRESIVA (KM) :

00+000

ANCHO DE VIA (m) :

50

FIN DE PROGRESIVA (KM) :

00+038

LONGITUD DE MUESTRA (m):

00+000

AREA DE LA UNIDAD (m2) :

229.8

| LONGITUD DE MUESTRA (m): |                                       | 00-038 |      | ANÁLISIS DE FALLAS (m): |                              | ANÁLISIS DE FALLAS (m): |      |
|--------------------------|---------------------------------------|--------|------|-------------------------|------------------------------|-------------------------|------|
| N°                       | TIPO DE FALLA:                        | CCO    | unid | N°                      | TIPO DE FALLA:               | CCO                     | unid |
| 1                        | Piel de Cocodrilo                     | PDC    | m2   | 11                      | Parcheo                      | PAR                     | m2   |
| 2                        | Exudación                             | EXU    | m2   | 12                      | Pulimiento de Agregado       | PUL                     | m2   |
| 3                        | Agrietamiento en bloque               | AEB    | m2   | 13                      | Huecos                       | HUC                     | und  |
| 4                        | Abultamientos y hundimientos          | AHU    | m    | 14                      | Cruce de la vía férrea       | CFE                     | m2   |
| 5                        | Corrugación                           | COG    | m2   | 15                      | Ahuellamiento                | AHT                     | m2   |
| 6                        | Depresión                             | DPS    | m2   | 16                      | Desplazamiento               | DPT                     | m2   |
| 7                        | Grieta de Borde                       | GBO    | m    | 17                      | Grieta Parabólica            | GRP                     | m2   |
| 8                        | Grieta de reflexión de junta          | GJU    | m    | 18                      | Hinchamiento                 | HIN                     | m2   |
| 9                        | Desnivel Carril / Berma               | DES    | m    | 19                      | Desprendimiento de Agregados | DEA                     | m2   |
| 10                       | Grieta Longitudinales / Transversales | GTR    | m    |                         |                              |                         |      |

|                     |       |          |        |
|---------------------|-------|----------|--------|
| HWFL 24, 2014170040 | NOVA  | MEDIA    | ATA    |
|                     | (LOW) | (MEDIUM) | (HIGH) |
|                     | L     | M        | H      |

[illegible]

|                     |       |
|---------------------|-------|
| valor dedução IRPJ  | 42.19 |
| valor dedução IRRPJ | 6.08  |
| valor dedução IRMEF | 4     |

|                       |      |
|-----------------------|------|
| Perse di bagian atas  | 6.31 |
| Perse di bagian bawah | 0.31 |
| Valar masing-masing   | 6.08 |

$$\frac{1}{m} \approx 1 + (9/98) (100 - \text{HDV}) \approx 1.0$$
[illegible]

|                                         |                                |
|-----------------------------------------|--------------------------------|
| INDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI) | PCI = 100-(MaxVDC o Total VD.) |
|                                         | PCI = 46 %                     |

COMMISSION OF EXAMINATIONS REGULAR



UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CACERES VELASQUEZ"  
FACULTAD DE INGENIERIAS Y CIENCIAS PURAS  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

PROYECTO: EVALUACIÓN DEL ESTADO SUPERFICIAL POR MEDIO DE INSPECCIÓN VISUAL Y PROPUESTA DE PLAN DE MANTENIMIENTO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE DEL JIRÓN APURÍMAC DEL DISTRITO DE JULIACA 2025

TESISTA: Bach. JULIO CESAR ARACA MARAZA

### TOMA DE DATOS

1. Tramo a estudiar: 0+000.00 - 1+040.00 ASTM D6433, inciso (2.1.7) menciona que el área de muestreo es  $225 \pm 90 \text{ m}^2$
2. Longitud de la vía: 1040 m Máximo 315.00 m<sup>2</sup>
3. Ancho de la calzada: 6 m Mínimo 135.00 m<sup>2</sup>
4. Longitud de la muestra: 38.3 m
5. Área de la muestra: 229.8 m<sup>2</sup> Parametro que se encuentra dentro de la norma

$N = 27$  Numero total de la muestra  
 $S = 10$  Desviación estandar; para Pav. Asfal (10%) Y para Pav. Concre (15%)  
 $e = 5\%$  Error aceptable; (5%) para ambos

$$n = \frac{N \times s^2}{\frac{e^2}{4} \times (N - 1) + s^2}$$

$n = 10.31$  Unidades a ser evaluadas

$$i = \frac{N}{n}$$

$i = 2.63$   
 $i = 3$  Intervalo de muestreo



| UM | N° DE UNIDAD DE INSPECCIÓN | ABCISA INICIAL | ABCISA FINAL | LONGITUD (m) | ANCHO(m) | ÁREA(m²) |
|----|----------------------------|----------------|--------------|--------------|----------|----------|
| 1  | 1                          | 0+000.00       | 0+038.30     | 38.30        | 6.00     | 229.80   |
|    | 2                          | 0+038.30       | 0+076.60     | 38.30        | 6.00     | 229.80   |
| 2  | 3                          | 0+076.60       | 0+114.90     | 38.30        | 6.00     | 229.80   |
|    | 4                          | 0+114.90       | 0+153.20     | 38.30        | 6.00     | 229.80   |
| 3  | 5                          | 0+153.20       | 0+191.50     | 38.30        | 6.00     | 229.80   |
|    | 6                          | 0+191.50       | 0+229.80     | 38.30        | 6.00     | 229.80   |
| 4  | 7                          | 0+229.80       | 0+268.10     | 38.30        | 6.00     | 229.80   |
|    | 8                          | 0+268.10       | 0+306.40     | 38.30        | 6.00     | 229.80   |
| 5  | 9                          | 0+306.40       | 0+344.70     | 38.30        | 6.00     | 229.80   |
|    | 10                         | 0+344.70       | 0+383.00     | 38.30        | 6.00     | 229.80   |
| 6  | 11                         | 0+383.00       | 0+421.30     | 38.30        | 6.00     | 229.80   |
|    | 12                         | 0+421.30       | 0+459.60     | 38.30        | 6.00     | 229.80   |
| 7  | 13                         | 0+459.60       | 0+497.90     | 38.30        | 6.00     | 229.80   |
|    | 14                         | 0+497.90       | 0+536.20     | 38.30        | 6.00     | 229.80   |
| 8  | 15                         | 0+536.20       | 0+574.50     | 38.30        | 6.00     | 229.80   |
|    | 16                         | 0+574.50       | 0+612.80     | 38.30        | 6.00     | 229.80   |
| 9  | 17                         | 0+612.80       | 0+651.10     | 38.30        | 6.00     | 229.80   |
|    | 18                         | 0+651.10       | 0+689.40     | 38.30        | 6.00     | 229.80   |
| 10 | 19                         | 0+689.40       | 0+727.70     | 38.30        | 6.00     | 229.80   |
|    | 20                         | 0+727.70       | 0+766.00     | 38.30        | 6.00     | 229.80   |
| 11 | 21                         | 0+766.00       | 0+804.30     | 38.30        | 6.00     | 229.80   |
|    | 22                         | 0+804.30       | 0+842.60     | 38.30        | 6.00     | 229.80   |
| 12 | 23                         | 0+842.60       | 0+880.90     | 38.30        | 6.00     | 229.80   |
|    | 24                         | 0+880.90       | 0+919.20     | 38.30        | 6.00     | 229.80   |
| 13 | 25                         | 0+919.20       | 0+957.50     | 38.30        | 6.00     | 229.80   |
|    | 26                         | 0+957.50       | 0+995.80     | 38.30        | 6.00     | 229.80   |
| 14 | 27                         | 0+995.80       | 1+034.10     | 38.30        | 6.00     | 229.80   |



ANEXO 1  
FORMULARIO DE AUTORIZACIÓN

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

Formato digital ☒

Fecha de entrega: 15-01-2026

1. Datos del autor (es):

Nombres y Apellidos: JULIO CESAR ARACA MARAZA  
Dirección: Av. TACNA 448  
DNI/Carné de Extranjería/Pasaporte N°: 41704259  
Teléfono: 978 505 028 email: Julioaraca26@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. FRITZ WILLY MAMANI APAZA  
Esta obra se encuentra dentro de las siguientes denominaciones:  
Trabajo de Investigación ☐ Tesis ☒ Trabajo de Suficiencia Profesional ☐ Trabajo Académico ☐  
Título: EVALUACIÓN DEL ESTADO SUPERFICIAL POR MEDIO DE INSPECCIÓN VISUAL Y  
PROPUESTA DE PLAN DE MANTENIMIENTO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE  
DEL JIRÓN APURÍMAC DEL DISTRITO DE JULIACA 2025

Palabras claves, (3 a 5 términos): ESTADO SUPERFICIAL, PAVIMENTO FLEXIBLE, PLAN DE MANTENIMIENTO

¿Esta obra se desarrolló en la UANCV <sup>1,2</sup>?

1

<sup>1</sup> 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, entre otros relacionados.

<sup>2</sup> Si su producción intelectual se desarrolló en la UANCV totalmente o parcialmente, deberá autorizar el depósito en el Repositorio de manera obligatoria.



### 2. Referencia de tesis:

☐ Bachiller ☒ Título ☐ 2da Especialidad ☐ Maestría ☐ 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 comerciales 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



### 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.

☒ Internacional

☐ Nacional

Línea de investigación: TECNOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN - P17

Firma de Autor



huella digital

15-01-2026

Fecha