



UNIVERSIDAD ANDINA

NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ

FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



**ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA CALIDAD SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO
FLEXIBLE MEDIANTE LA MEDICIÓN DEL NIVEL DE SERVICIO
E ÍNDICE DE RUGOSIDAD INTERNACIONAL EN LA
VÍA JULIACA – CABANILLAS 2025**

TESIS PRESENTADA POR:

Bach. OSWALDO EVER ARAPA CATY

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO CIVIL

JULIACA – PERÚ

2025



UNIVERSIDAD ANDINA
NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA CALIDAD SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO
FLEXIBLE MEDIANTE LA MEDICIÓN DEL NIVEL DE SERVICIO
E ÍNDICE DE RUGOSIDAD INTERNACIONAL EN LA
VÍA JULIACA - CABANILLAS 2025

TESIS PRESENTADA POR:

Bach. OSWALDO EVER ARAPA CATY

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO CIVIL

APROBADA POR EL JURADO REVISOR:

PRESIDENTE

:


Dr. CESAR GUILLERMO CAMARGO NAJAR

PRIMER MIEMBRO

:


Dr. LEONEL SUASACA PELINCO

SEGUNDO MIEMBRO

:


Mgtr. FRANZ JOSEPH BARAHONA PERALES

ASESOR DE TESIS

:


Dr. ARNALDO YANA TORRES

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN

:

TECNOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN - P17

**RESOLUCIÓN DECANAL N° 1679-2025-D-UI-FICP-UANCV**

Juliaca, 10 de diciembre del 2025

VISTO: El expediente N° 2025 - CU - 12364 presentado por el (la) Bachiller: **OSWALDO EVER ARAPA CATY** 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. **OSWALDO EVER ARAPA CATY**, quien solicita **NOMINACIÓN DE JURADOS Y PROGRAMACIÓN DE FECHA Y HORA DE SUSTENTACIÓN** de la Tesis Titulada: **ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA CALIDAD SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE MEDIANTE LA MEDICIÓN DEL NIVEL DE SERVICIO E ÍNDICE DE RUGOSIDAD INTERNACIONAL EN LA VÍA JULIACA - CABANILLAS 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** : Mgtr. FRANZ JOSEPH BARAHONA PERALES

ARTICULO SEGUNDO. - RECONOCER como asesor de la investigación (tesis) de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras al (a la) docente, **Dr. ARNALDO YANA TORRES**.

ARTICULO TERCERO. - APROBAR, la **FECHA Y HORA DE SUSTENTACIÓN DE LA TESIS** de él (la) bachiller: **OSWALDO EVER ARAPA CATY**; del informe final de la investigación (tesis) titulada: **ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA CALIDAD SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE MEDIANTE LA MEDICIÓN DEL NIVEL DE SERVICIO E ÍNDICE DE RUGOSIDAD INTERNACIONAL EN LA VÍA JULIACA - CABANILLAS 2025** para optar el Título Profesional de **Ingeniero Civil**, de acuerdo al siguiente detalle:

- * **FECHA** : miércoles 17 de diciembre del 2025
- * **HORA** : 15:30 horas
- * **LUGAR** : Aula 306 - 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.

UNIVERSIDAD ANDINA NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURASDr. OSCAR V. VILLAMONTE CALLA
DECANO (e)
CIP. 32730UNIVERSIDAD ANDINA NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURASDr. Cesar G. Camargo Najjar
DIRECTOR
UNIDAD DE INVESTIGACIÓNcc.
Archivo
Interesado (a)



RESOLUCIÓN DECANAL N° 792-2025-D-UI-FICP-UANCV

Juliaca, 08 de agosto del 2025

VISTO: El expediente N° 2025-CU - 804 por el señor (a): **OSWALDO EVER ARAPA CATY** quien solicita **REVISIÓN DEL INFORME FINAL DE LA INVESTIGACIÓN (borrador de tesis)**, el **PROVEIDO - N° 628- 2025-UI-FICP-UANCV/J**, y la **FICHA DE OPINIÓN DEL INFORME FINAL DE LA INVESTIGACIÓN (BORRADOR DE TESIS)** formato N° 027- 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): **OSWALDO EVER ARAPA CATY**, ha presentado su informe final de la investigación (borrador de tesis) Titulado: **ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA CALIDAD SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE MEDIANTE LA MEDICIÓN DEL NIVEL DE SERVICIO E ÍNDICE DE RUGOSIDAD INTERNACIONAL EN LA VÍA JULIACA - CABANILLAS 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° 027- 2025 **aprobando** el informe final de la investigación (borrador de tesis) titulado: **ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA CALIDAD SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE MEDIANTE LA MEDICIÓN DEL NIVEL DE SERVICIO E ÍNDICE DE RUGOSIDAD INTERNACIONAL EN LA VÍA JULIACA - CABANILLAS 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): **OSWALDO EVER ARAPA CATY**, para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil, con el Tema Titulado: **ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA CALIDAD SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE MEDIANTE LA MEDICIÓN DEL NIVEL DE SERVICIO E ÍNDICE DE RUGOSIDAD INTERNACIONAL EN LA VÍA JULIACA - CABANILLAS 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. **ARNALDO YANA TORRES**.

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 PURAS

Dr. OSCAR V. VILLAMONTE CALLA
DECANO (e)
CIP. 32730



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

cc.
Archivo
interesado (a)



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"

RESOLUCIÓN DECANAL N° 503-2025-D-UI-FICP-UANCV

Juliaca, 24 de junio del 2025

VISTO: El expediente N° 2025-CU- 5472, presentado por el señor (a) **OSWALDO EVER ARAPA CATY** solicitando **APROBACIÓN DE LA PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN** el **PROVEIDO - N° 270-2025-UI-FICP-UANCV/J**, y la **FICHA DE OPINIÓN DE LA PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN** formato N° 025-2025 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): **OSWALDO EVER ARAPA CATY** ha presentado su propuesta de investigación Titulada: **ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA CALIDAD SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE MEDIANTE LA MEDICIÓN DEL NIVEL DE SERVICIO E ÍNDICE DE RUGOSIDAD INTERNACIONAL EN LA VÍA JULIACA - CABANILLAS 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. Cesar Guillermo Camargo Najar** 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° 025-2025- aprobando la propuesta de investigación titulada: **ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA CALIDAD SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE MEDIANTE LA MEDICIÓN DEL NIVEL DE SERVICIO E ÍNDICE DE RUGOSIDAD INTERNACIONAL EN LA VÍA JULIACA - CABANILLAS 2025**.

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

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

RESUELVE:

ARTÍCULO PRIMERO.- APROBAR, la **PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN**, presentado por el señor (a): **OSWALDO EVER ARAPA CATY**, para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil, con el Tema Titulada: **ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA CALIDAD SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE MEDIANTE LA MEDICIÓN DEL NIVEL DE SERVICIO E ÍNDICE DE RUGOSIDAD INTERNACIONAL EN LA VÍA JULIACA - CABANILLAS 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. ARNALDO YANA TORRES**.

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 Cs. PURAS

Dr. OSSAY V. VIANCONTE CALLA
DECANO (e)
CIP. 32730

cc.
Archivo 2025
Interesado (a)



UNIVERSIDAD ANDINA NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y Cs. PURAS

Dr. Prita Willy Mamani Apaza
DIRECTOR
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN



OSWALDO EVER ARAPA CATY

ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA CALIDAD SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE MEDIANTE LA MEDICIÓN DEL NIVEL ...

 TESIS DE PREGRADO

Detalles del documento

Identificador de la entrega

trn:oid:::13016:585348322

Fecha de entrega

1 may 2026, 13:37 GMT-5

Fecha de descarga

1 may 2026, 14:55 GMT-5

Nombre del archivo

T036_74251999_T.docx

Tamaño del archivo

21.0 MB

137 páginas

25.894 palabras

132.225 caracteres



TESIS UANCV

17% Similitud general

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

Filtrado desde el informe

- ▶ Bibliografía
- ▶ Coincidencias menores (menos de 10 palabras)

Fuentes principales

- 11%  Fuentes de Internet
- 2%  Publicaciones
- 15%  Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

Marcas de integridad

N.º de alertas de integridad para revisión

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

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



Metadatos Complementarios

Título de la tesis	
ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA CALIDAD SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE MEDIANTE LA MEDICIÓN DEL NIVEL DE SERVICIO E ÍNDICE DE RUGOSIDAD INTERNACIONAL EN LA VÍA JULIACA – CABANILLAS 2025	
Datos de autor	
Nombres y apellidos	OSWALDO EVER ARAPA CATY
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	74251999
URL de ORCID	https://orcid.org/0009-0008-6354-5696
Datos de asesor	
Nombres y apellidos	ARNALDO YANA TORRES
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	41414676
URL de ORCID	https://orcid.org/0000-0002-6740-5024
Datos del jurado	
Presidente del jurado	
Nombres y apellidos	CESAR GUILLERMO CAMARGO NAJAR
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	02441152
Miembro del jurado 1	
Nombres y apellidos	LEONEL SUASACA PELINCO
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	40865558
Miembro del jurado 2	
Nombres y apellidos	FRANZ JOSEPH BARAHONA PERALES
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	02442876



Datos de investigación	
Línea de investigación	Tecnología de la Construcción - P17
Grupo de investigación	No aplica.
Agencia de financiamiento	Sin financiamiento
Ubicación geográfica de la investigación	País: Perú Departamento: Puno Provincia: San Román Distrito: Juliaca – Cabanillas Latitud: S 15° 38' 28" Longitud: O 70° 20' 57"  https://maps.app.goo.gl/7wvJPhGiFpy6jYWucg9
Año o rango de años en que se realizó la investigación	Junio 2025 – Diciembre 2025
URL de disciplinas OCDE	Ingeniería civil https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.01.01 Ingeniería de la construcción https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.01.03
https://concytec-pe.github.io/Peru-CRIS/vocabularios/ocde_ford.html - Librería	



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CUSCO
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
Dr. Priza Willy Mamani Apaza
DIRECTOR
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN



DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD Y RESPONSABILIDAD

Yo OSWALDO EVER ARAPA CATY, identificado con DNI
Nro. 74251999, 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:

ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA CALIDAD SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE

MEDIANTE LA MEDICIÓN DEL NIVEL DE SERVICIO E ÍNDICE DE RUGOSIDAD

INTERNACIONAL EN LA VÍA JULIACA – CABANILLAS 2025

Asesorado por: Dr. ARNALDO YANA TORRES

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 30 de mayo del 2026


Firma del Asesor
(obligatoria)


Firma del Estudiante
(obligatoria)



Huella



DEDICATORIA

A mis queridos padres, quienes han sido mi mayor fuente de inspiración y apoyo incondicional en este camino académico.

Su amor, esfuerzo y sacrificio han sido fundamentales para que hoy pueda alcanzar esta meta. Gracias por brindarme su guía, su confianza y por enseñarme el valor de la perseverancia y el compromiso.

Su ejemplo y dedicación han sido mi mayor motivación para seguir adelante, incluso en los momentos más desafiantes. Este logro no es solo mío, sino también de ustedes, porque sin su apoyo inquebrantable, nada de esto habría sido posible.

Con profunda gratitud y amor, les dedico este trabajo como un humilde reconocimiento a todo lo que han hecho por mí.



AGRADECIMIENTO

A Dios, fuente de sabiduría, fortaleza y guía en cada paso de mi vida. Gracias por brindarme salud, paciencia y la oportunidad de crecer en este camino académico. Sin tu presencia y bendiciones, este logro no habría sido posible.

A mis padres, por su amor incondicional, su apoyo constante y sus sacrificios para que pueda alcanzar mis metas. Su ejemplo de esfuerzo y dedicación ha sido mi mayor motivación.

A mis asesores y docentes, por compartir sus conocimientos, orientación y consejos durante el desarrollo de esta investigación. Su guía fue fundamental para la culminación de este trabajo.

A mis amigos y compañeros, quienes me alentaron en los momentos de dificultad y compartieron conmigo este proceso. Su compañía y palabras de aliento fueron un pilar importante en este desafío.

A todos los que, de una u otra manera, contribuyeron a la realización de esta tesis, mi más sincero agradecimiento. Este logro también es suyo.



ÍNDICE GENERAL

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.....	15
1.2.1 Problema general.....	15
1.2.2 Problemas específicos.....	15
1.3 Objetivos de la investigación.....	16
1.3.1 Objetivo general.....	16
1.3.2 Objetivos específicos.....	16
1.4 Justificación de la investigación.....	16
1.4.1 Justificación técnica.....	16
1.4.2 Justificación económica.....	17
1.4.3 Justificación social.....	17
1.4.4 Justificación ambiental.....	18
1.5 Hipótesis de la investigación.....	18
1.5.1 Hipótesis general.....	18
1.5.2 Hipótesis específicas.....	19
1.6 Variables e indicadores.....	19
1.6.1 Variable de caracterización.....	19
1.6.2 Variable de interés.....	19
1.7 Operacionalización de variables.....	21



CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO

2.1	Antecedentes de la investigación	22
2.1.1	Antecedentes internacionales	22
2.1.2	Antecedentes nacionales	25
2.1.3	Antecedentes locales	27
2.2	Bases teóricas	29
2.2.1	Calidad superficial del pavimento flexible mediante la medición del nivel de servicio e índice de rugosidad internacional	29
2.2.1.1	Infraestructura vial	29
2.2.1.2	Importancia de la infraestructura vial	30
2.2.1.3	Conservación y rehabilitación del pavimento	31
2.2.1.4	Pavimento flexible	31
2.2.2	Diagnostico vial	34
2.2.2.1	Seguridad Vial	35
2.2.3	Nivel de servicio	36
2.2.3.1	Fallas medidas por el nivel de servicio MTC-2018	38
2.2.3.2	Conservación rutinaria de infraestructura vial basada en niveles de servicio	41
2.2.4	IRI	42
2.2.4.1	Factores que afectan la rugosidad en pavimentos flexibles	45
2.2.4.2	Características de la rugosidad en pavimentos	47
2.3	Marco conceptual	48
2.3.1.	Análisis comparativo de indicadores	48
2.3.2.	Calidad superficial del pavimento	48
2.3.3.	Índice de Rugosidad Internacional (IRI)	48
2.3.4.	Nivel de Servicio (NS)	49
2.3.5.	Pavimento Flexible	49

CAPÍTULO III METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1	Enfoque de la investigación	50
3.2	Nivel de la investigación	51
3.3	Tipo de la investigación	51
3.4	Diseño de la investigación	52



3.5	Método de la investigación.....	53
3.6	Población y muestra de la investigación.....	53
3.6.1	Población.....	53
3.6.2	Muestra	54
3.7	Técnicas e instrumentos	55
3.7.1	Técnicas	55
3.7.2	Instrumentos.....	56
3.8	Validación y confiabilidad del instrumento	56
3.8.1	Validación	56
3.8.2	Confiabilidad.....	57
3.9	Plan de recolección y procesamiento de datos	57
3.9.1	Análisis e interpretación de los resultados	64

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1	Resultados obtenidos.....	66
4.1.1	Estado de la calidad superficial del pavimento flexible en la vía Juliaca - Cabanillas según los resultados del nivel de servicio.....	68
4.1.2	Estado de la calidad superficial del pavimento flexible en la vía Juliaca - Cabanillas según los valores del Índice de Rugosidad Internacional	74
4.1.3	Estrategia de intervención para la vía Juliaca - Cabanillas basándose en el nivel de servicio y el IRI	87
4.2	Discusión de Resultados.....	87
CONCLUSIONES		87
RECOMENDACIONES.....		98
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....		99
ANEXOS.....		104



ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1	<i>Operacionalización de variables</i>	21
Tabla 2	<i>Extensión de los daños del pavimento flexible</i>	59
Tabla 3	<i>Densidad de los baches de los pavimentos flexibles</i>	59
Tabla 4	<i>Puntaje de condición según la extensión</i>	59
Tabla 5	<i>Puntaje de condición según la extensión</i>	60
Tabla 6	<i>Puntaje de condición según la extensión</i>	60
Tabla 7	<i>Nivel de servicio - calificación</i>	61
Tabla 8	<i>Parámetros de medición</i>	64
Tabla 9	<i>Nivel de servicio en el tramo 2 (01+000 a 02+000 Km)</i>	68
Tabla 10	<i>Nivel de servicio en el tramo 5 (04+000 a 05+000 Km)</i>	69
Tabla 11	<i>Nivel de servicio en el tramo 8 (07+000 a 08+000 Km)</i>	69
Tabla 12	<i>Nivel de servicio en el tramo 11 (10+000 a 11+000 Km)</i>	70
Tabla 13	<i>Nivel de servicio en el tramo 14 (13+000 a 14+000 Km)</i>	70
Tabla 14	<i>Nivel de servicio en el tramo 17 (16+000 a 17+000 Km)</i>	71
Tabla 15	<i>Nivel de servicio en el tramo 20 (19+000 a 20+000 Km)</i>	72
Tabla 16	<i>Nivel de servicio en el tramo 23 (22+000 a 23+000 Km)</i>	72
Tabla 17	<i>Condición del pavimento</i>	73
Tabla 18	<i>Lectura de campo en el tramo 2</i>	74
Tabla 19	<i>Frecuencia de la lectura de campo en el tramo 2</i>	74
Tabla 20	<i>Lectura de campo en el tramo 5</i>	75
Tabla 21	<i>Frecuencia de la lectura de campo en el tramo 5</i>	76
Tabla 22	<i>Lectura de campo en el tramo 8</i>	77
Tabla 23	<i>Frecuencia de la lectura de campo en el tramo 8</i>	77
Tabla 24	<i>Lectura de campo en el tramo 11</i>	78
Tabla 25	<i>Frecuencia de la lectura de campo en el tramo 11</i>	79
Tabla 26	<i>Lectura de campo en el tramo 14</i>	80
Tabla 27	<i>Frecuencia de la lectura de campo en el tramo 14</i>	80
Tabla 28	<i>Lectura de campo en el tramo 17</i>	81
Tabla 29	<i>Frecuencia de la lectura de campo en el tramo 17</i>	82
Tabla 30	<i>Lectura de campo en el tramo 20</i>	83
Tabla 31	<i>Frecuencia de la lectura de campo en el tramo 20</i>	83
Tabla 32	<i>Lectura de campo en el tramo 23</i>	84
Tabla 33	<i>Frecuencia de la lectura de campo en el tramo 23</i>	85
Tabla 34	<i>Resumen final del IRI</i>	86



Tabla 35	<i>Comparativa final entre el nivel de servicio y el IRI</i>	87
Tabla 36	<i>Resumen de la propuesta de intervención</i>	91
Tabla 37	<i>Antecedentes</i>	94



ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1	<i>Muestras de estudio</i>	54
Figura 2	<i>Muestras de estudio</i>	54
Figura 2	<i>Plantilla de la medición de nivel servicio</i>	61
Figura 3	<i>Plantilla del IRI</i>	63
Figura 4	<i>Equipo de Merlín</i>	63
Figura 6	<i>Muestras de estudio</i>	67
Figura 7	<i>Condición del pavimento</i>	73
Figura 7	<i>Histograma en el tramo 2</i>	75
Figura 9	<i>Histograma en el tramo 5</i>	76
Figura 10	<i>Histograma en el tramo 8</i>	78
Figura 11	<i>Histograma en el tramo 11</i>	79
Figura 12	<i>Histograma en el tramo 14</i>	81
Figura 13	<i>Histograma en el tramo 17</i>	82
Figura 14	<i>Histograma en el tramo 20</i>	84
Figura 15	<i>Histograma en el tramo 23</i>	85
Figura 16	<i>Resumen final del IRI</i>	86



RESUMEN

La presente investigación, titulada "Análisis comparativo de la calidad superficial del pavimento flexible mediante la medición del nivel de servicio e Índice de rugosidad internacional en la vía Juliaca-Cabanillas 2025", tiene por objetivo evaluar la variación en la calidad superficial del pavimento flexible utilizando dos indicadores: el nivel de servicio y el Índice de Rugosidad Internacional (IRI). Se adoptó una metodología de diseño no experimental, de nivel descriptivo y de aplicación práctica. La medición del nivel de servicio arrojó un puntaje promedio de 833.18, clasificando la mayoría de los tramos como "BUENOS", aunque se identificaron fallas localizadas que requieren intervención. Por otro lado, el análisis del IRI mostró un promedio de 3.93 m/km, clasificando la vía como "REGULAR". La combinación de ambos métodos permite definir intervenciones específicas: en tramos "Regulares" se recomienda mantenimiento preventivo y correctivo focalizado (sellado de grietas, parcheo superficial), mientras que en tramos "Malos" se precisa una rehabilitación estructural integral (fresado total y reposición de la carpeta asfáltica). Se concluye que, mientras el nivel de servicio indica una condición de vía buena, la evaluación mediante el IRI sugiere que la vía se encuentra en una condición regular, lo que resalta la necesidad de intervenciones estratégicas para garantizar la seguridad y durabilidad del pavimento.

Palabras Clave: Pavimento flexible, Calidad superficial, Nivel de servicio, Índice de Rugosidad Internacional (IRI) y Mantenimiento vial.



ABSTRACT

This research, entitled "Comparative analysis of the surface quality of flexible pavement by measuring the level of service and international roughness index on the Juliaca-Cabanillas 2025 road," aims to evaluate the variation in the surface quality of flexible pavement using two indicators: the level of service and the International Roughness Index (IRI). A non-experimental, descriptive, and practical design methodology was adopted. The measurement of the level of service yielded an average score of 833.18, classifying most sections as "GOOD," although localized failures requiring intervention were identified. On the other hand, the IRI analysis showed an average of 3.93 m/km, classifying the road as "FAIR". The combination of both methods allows specific interventions to be defined: in "Fair" sections, targeted preventive and corrective maintenance is recommended (crack sealing, surface patching), while in "Poor" sections, comprehensive structural rehabilitation is required (total milling and replacement of the asphalt layer). It is concluded that, while the level of service indicates a good road condition, the IRI assessment suggests that the road is in fair condition, highlighting the need for strategic interventions to ensure the safety and durability of the pavement.

Keywords: Flexible pavement, Surface quality, Level of service, International Roughness Index (IRI), and Road maintenance.



INTRODUCCIÓN

El pavimento flexible desempeña un papel fundamental en la infraestructura vial, ya que su calidad influye directamente en la seguridad y comodidad de los usuarios, así como en los costos de mantenimiento y rehabilitación. En el caso del Perú, el crecimiento de la flota vehicular y las condiciones climáticas degradantes han propiciado el deterioro de sus vías, las cuales requieren una evaluación constante del estado. En este sentido, el análisis de la calidad superficial del pavimento es fundamental para la durabilidad y adecuación de las mismas.

Por lo tanto, la calidad del pavimento, la cual es una característica evaluada por el Índice de Rugosidad Internacional, es igualmente importante porque se establece sobre qué tan cómoda y segura es la vía en términos de variación de la elevación de la superficie. Adicionalmente, el Nivel de Servicio es una manera de medir el desempeño del pavimento y proporciona información fundamental que ayuda a tomar decisiones sobre el mantenimiento y rehabilitación de carreteras.

La presente investigación responde a la realización de un análisis comparativo de la calidad superficial del pavimento flexible en la vía Juliaca – Cabanillas, cuyas mediciones se han realizado a través de IRI y NS, lo que ha permitido determinar las deficiencias presentes en la vía, y al mismo tiempo evaluar su impacto en el tránsito vehicular, proponiéndose así mismo acciones de mantenimiento correspondientes a fin de obtener un óptimo rendimiento de la vía.

La importancia de este estudio radica en su aporte a una gestión eficiente de las infraestructuras viales, ya que podrá servir de base técnica para futuras intervenciones en la vía, lo cual a su vez garantizará una asignación eficiente de recursos y unas condiciones de traslado en la región óptimas.

Por lo tanto, la siguiente investigación está estructurada de la siguiente manera: el primer capítulo presenta la implementación del problema, los objetivos y la importancia del



estudio; el segundo capítulo evalúa la literatura relacionada con el tema de evaluación de pavimento flexible; el tercer capítulo se centra en la metodología utilizada en el proceso de recopilación de datos y el cómo se llevó a cabo el análisis; el capítulo cuatro discute los resultados alcanzados; y finalmente, el último capítulo expone las conclusiones y recomendaciones para el estudio.

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1 Análisis de la situación problemática

En este sentido, el estado y mantenimiento de pavimento flexible es un aspecto importante en la administración de infraestructuras viales, considerando que su degradación repercutirá en la seguridad de los usuarios, la eficiencia del transporte y los costos operacionales y de mantenimiento. El uso del Índice de Rugosidad Internacional IRI y el Nivel de Servicio NS para evaluar la calidad superficial de un pavimento establece parámetros sobre los cuales es fundamental definir el deterioro de una vía y plantear estrategias de conservación. En la mayoría de los países en desarrollo, la evaluación de estos parámetros es reducida, provoca un deterioro continuo de las carreteras y el incremento de los accidentes de tránsito (Aguado y Gamboa, 2019).

Diferentes países han usado tecnologías avanzadas para evaluar e incrementar la calidad de sus carreteras para reducir costos de mantenimiento y mejorar la experiencia. Tales arreglos automatizados son comunes en el monitoreo del pavimento en los Estados Unidos, Alemania, Canadá y Japón utilizan sensores automáticos, escáneres láser y vehículos con GPS para monitorear el pavimento en tiempo real y mantener la infraestructura vial conforme a estrictas regulaciones. En América Latina, Chile y Brasil han implementado políticas de mantenimiento vial adaptadas a las evaluaciones IRI y EN para

optimizar el uso de los recursos públicos y prolongar la vida útil de las carreteras. Sin embargo, en otros países, como la mayoría de la región, la falta de inversión en infraestructura vial, sumada a una menor aplicación de nuevas tecnologías de evaluación de pavimentos, ha acelerado el deterioro de las carreteras. Esto ha inflado los costos operativos del transporte y ha reducido la competitividad económica (Aguado y Gamboa, 2019).

Desde el punto de vista nacional, el Perú ha enfrentado problemas serios en la conservación y el mantenimiento de la red vial. Según lo expresado por el Ministerio de Transportes y Comunicaciones – MTC, casi el 40% de la red vial nacional se encuentra en condiciones deficientes o malas, lo que afecta el desarrollo del país y la conectividad entre regiones. Estas circunstancias se dan por falta de mantenimiento periódico, planificación deficiente en la ejecución de proyectos de rehabilitación y la exposición a condiciones climáticas extremas como las lluvias e intensas heladas en la sierra. En regiones como Puno, Cusco y Huancavelica, el desgaste es más acelerado por la disminución de temperatura y la inexistencia de sistemas de drenaje, causando deformaciones y fisuras en la superficie. En este sentido, los estudios sobre la calidad superficial del pavimento en el país son limitados, lo que dificulta la toma de decisiones basadas en datos técnicos. Asimismo, el MTC y otras instituciones gubernamentales han promovido proyectos de evaluación de carreteras, utilizando el IRI y el NS. A pesar de estos proyectos el número de carreteras óptimas disponible es bajo.

A escala local, esto es evidente en el estado de la carretera Juliaca-Cabanillas. Esta carretera es una importante arteria de comunicación y comercio en la Región Puno que une diferentes localidades y permite el transporte de mercancías y pasajeros. Sin embargo, en los últimos años, el pavimento se ha deteriorado significativamente y se caracteriza por baches, grietas transversales y ondulaciones que se han vuelto perjudiciales para la seguridad operacional de los automovilistas. Gran parte de este deterioro es causado por el tráfico, la falta de responsabilidad y el clima adverso que acelera el deterioro del asfalto. Esto ha resultado en un aumento del tiempo de viaje, el

uso excesivo de vehículos y el riesgo de accidentes que han aumentado los múltiples. Se han realizado algunas reparaciones para reparar el pavimento, pero no se han basado en estudios técnicos detallados que brinden un diagnóstico concreto del nivel de destrucción que sufre esta carretera.

Desde esta perspectiva, se debe realizar una evaluación exhaustiva de la calidad superficial del pavimento en la carretera Juliaca-Cabanillas, considerando las mediciones del IRI y el SL. Estos parámetros ayudarán a determinar su estado real, localizar las zonas más deterioradas y proponer políticas de mantenimiento y rehabilitación rentables. La información resultante respaldará la toma de decisiones sobre el futuro de los proyectos de rehabilitación y conservación vial, en favor de un desarrollo vial sostenible y seguro.

1.2 Planteamiento del problema

1.2.1 *Problema general*

¿Cuál es la variación de la calidad superficial del pavimento flexible mediante medición del nivel de servicio e índice de rugosidad internacional en la vía Juliaca - Cabanillas 2025?

1.2.2 *Problemas específicos*

- ¿Cuál es el estado de la calidad superficial del pavimento flexible en la vía Juliaca - Cabanillas a partir de la medición del nivel de servicio?
- ¿Cuál es el estado de la calidad superficial del pavimento flexible en la vía Juliaca - Cabanillas según los valores del Índice de Rugosidad Internacional?
- ¿Qué estrategia de intervención se recomienda para la vía Juliaca - Cabanillas basándose en el nivel de servicio y el IRI?

1.3 Objetivos de la investigación

1.3.1 *Objetivo general*

Analizar la variación de la calidad superficial del pavimento flexible mediante medición del nivel de servicio e índice de rugosidad internacional en la vía Juliaca - Cabanillas 2025.

1.3.2 *Objetivos específicos*

- Determinar el estado de la calidad superficial del pavimento flexible en la vía Juliaca - Cabanillas a partir de la medición del nivel de servicio.
- Evaluar el estado de la calidad superficial del pavimento flexible en la vía Juliaca - Cabanillas según los valores del Índice de Rugosidad Internacional.
- Determinar la estrategia de intervención para la vía Juliaca - Cabanillas basándose en el nivel de servicio y el IRI.

1.4 Justificación de la investigación

1.4.1 *Justificación técnica*

Desde un punto de vista técnico, la evaluación de la rugosidad del pavimento es esencial para determinar la calidad de la superficie de rodadura y su impacto en la transitabilidad vehicular. La medición del IRI y el NS proporciona datos cuantificables que permiten diagnosticar el estado del pavimento y establecer medidas correctivas para su conservación.

Actualmente, en la vía Juliaca - Cabanillas, no se cuenta con estudios recientes que permitan conocer el grado de deterioro del pavimento de manera precisa. La falta de esta información limita la planificación de intervenciones adecuadas y puede llevar a decisiones poco eficientes en el mantenimiento de la vía. Con este estudio, se busca generar información técnica confiable que permita a las autoridades y entidades responsables tomar decisiones basadas en evidencia y mejorar la gestión de la

infraestructura vial. Además, la implementación de metodologías de evaluación del pavimento como las utilizadas en países con sistemas viales avanzados contribuirá a la modernización de los procesos de mantenimiento y rehabilitación en el contexto local.

1.4.2 Justificación económica

La degradación económica del pavimento Considerando que la falla de las vías tiene altos costos tanto para el Estado como para los conductores. En primer lugar, el incremento de baches, grietas y deformaciones en el pavimento produce mayores costos de mantenimiento y rehabilitación a mediano y largo plazo porque las intervenciones tardías requieren mayor inversión. Para los beneficiarios, la mala calidad del pavimento implica un costo adicional a la operación del vehículo como resultado de un mayor desgaste de neumáticos y suspensiones y un mayor consumo de combustible para frenos. Además, las condiciones generales de las vías no adecuadas pueden resultar en un retraso en la entrega de bienes y servicios que impacta el comercio y la economía regional. Esta investigación tiene como objetivo contribuir a obtener datos más apropiados que permitan una asignación óptima de recursos en el mantenimiento de las vías, asegurando una inversión eficiente en infraestructura y reduciendo la falla prematura del pavimento.

1.4.3 Justificación social

El estado del pavimento afecta directamente la seguridad vial y el bienestar de las personas. Existe una mayor probabilidad de colisión con otros vehículos en carreteras en mal estado, especialmente con mal tiempo o a altas velocidades. Las irregularidades de la carretera pueden provocar la pérdida de control del vehículo y, por lo tanto, suponen un peligro para el conductor, sus pasajeros o los peatones.

Una buena infraestructura vial también promueve el crecimiento social en las comunidades al mejorar la conectividad entre los centros urbanos y rurales. En el caso de Juliaca – Cabanillas, es una ruta principal de comercio y transporte de productos agrícolas, clave para el desarrollo económico de la zona. Esta investigación permitirá identificar los

segmentos más afectados y sugerir medidas para mejorar la fluidez y la seguridad vial, lo cual puede ser beneficioso para transportistas, comerciantes, agricultores y la población en general.

1.4.4 Justificación ambiental

Desde un punto de vista ambiental, el mal estado de una superficie afecta de forma negativa al entorno ya que la mayor rugosidad incrementa el consumo de combustible y las emisiones, influyendo así también en aspectos ambientales relacionados con el transporte.

Además, la falta de una adecuada conservación podría provocar el deterioro de los sistemas de drenaje vial, lo que a su vez puede provocar la erosión del suelo y la sedimentación de las zonas adyacentes. El deterioro de las carreteras también ha provocado una mayor generación y eliminación adecuada de residuos de asfalto y hormigón. Este estudio contribuirá a la reducción del impacto ambiental al promover estrategias de conservación vial que permitan minimizar el deterioro prematuro del pavimento y reducir la necesidad de reconstrucciones innecesarias, optimizando el uso de materiales y recursos.

1.5 Hipótesis de la investigación

1.5.1 Hipótesis general

La variación de la calidad superficial del pavimento flexible mediante medición del nivel de servicio e índice de rugosidad internacional en la vía Juliaca - Cabanillas 2025, es considerable debido a que la medición varía según sus características y tipo de evaluación.

1.5.2 *Hipótesis específicas.*

- La calidad superficial del pavimento flexible por medio de la medición del nivel de servicio en la vía Juliaca – Cabanillas, resultará un nivel regular debido a presencia de fallas superficiales y componentes de vía dañados.
- La calidad superficial del pavimento flexible por medio de la medición del índice de rugosidad internacional en la vía Juliaca – Cabanillas, resultará un nivel regular debido a que el estado de la superficie de rodadura presenta rugosidades medias de servicio.
- La propuesta de intervención según el nivel de servicio e índice de rugosidad internacional para la vía Juliaca – Cabanillas, son de mantenimiento rutinario con sellos de fisuras y control de rugosidad con imprimaciones asfálticas.

1.6 Variables e indicadores

1.6.1 *Variable de caracterización*

Nivel de Servicio

- Condición buena
- Condición regular
- Condición mala

Índice de Rugosidad Internacional.

- Condición buena
- Condición regular
- Condición mala
- Condición Pésima

1.6.2 *Variable de interés*

Calidad Superficial del Pavimento.



- Evaluación de la calidad superficial (Nivel de servicio)
- Evaluación de la calidad superficial (IRI)

1.7 Operacionalización de variables

Tabla 1

Operacionalización de variables

Variables	Definición	Dimensión	Indicadores	Inst. de Medición	Tipo
VC Nivel de Servicio	El Nivel de Servicio (NS) representa la calidad operacional de la vía, considerando la comodidad y seguridad del usuario, así como la capacidad de la vía para manejar la demanda de tránsito.	Condición buena Condición regular Condición mala	>800 >300 y <= 800 <= 300	-Plantilla del Manual de Carreteras, AASHTO.	Razón
Índice de Rugosidad Internacional.	El Índice de Rugosidad Internacional (IRI) mide la rugosidad longitudinal del pavimento, reflejando el confort y el estado de la superficie de rodadura.	Condición buena Condición regular Condición mala Condición Pésima	< 3 m/km 3 a 4 m/km 4 a 6 m/km 6 a 10 m/km	- Equipos de rugosidad: MERLIN	Razón
VI Calidad Superficial del Pavimento.	Se refiere al estado funcional de la capa de rodadura en términos de regularidad, ausencia de baches, grietas y deformaciones. Afecta directamente la seguridad vial, el confort de los usuarios y la durabilidad del pavimento.	Evaluación de la calidad superficial (Nivel de servicio) <			

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

1.8 Antecedentes de la investigación

1.8.1 *Antecedentes internacionales*

Según Oblitas et al. (2021) en su estudio denominado "Índice de regularidad internacional e índice de condición de pavimento para definir niveles de serviciabilidad de pavimentos", se enfoca en una revisión sistemática de la literatura sobre los métodos de evaluación de pavimentos flexibles, específicamente el Índice de Rugosidad Internacional (IRI) y el Índice de Condición del Pavimento (PCI), utilizados para determinar los niveles de serviciabilidad de las vías en los últimos 15 años. La metodología aplicada incluyó una búsqueda exhaustiva de fuentes relevantes, seleccionando un total de 29 artículos científicos indexados en bases de datos reconocidas, siguiendo criterios de inclusión y exclusión bien definidos. De estos, se procedió a analizar 20 artículos a través de una matriz de análisis de información, organizándolos en categorías temáticas según los resultados obtenidos. Esto permitió identificar los principales hallazgos y comparar las conclusiones de diferentes autores en busca de puntos en común o diferencias relevantes. En cuanto al estado de la superficie, el IRI (TSS) y el PCI se identifican como métodos de prueba que deben utilizarse adecuadamente para proporcionar una descripción precisa del estado actual de los pavimentos. Esto es fundamental para evitar la ejecución de



intervenciones sin un criterio técnico claro. La aplicación de estas técnicas proporcionó una rápida y eficiente gestión de la infraestructura vial, garantizando que las decisiones en materia de mantenimiento, rehabilitación y reconstrucción de las vías estén basadas en datos confiables, ya que maximizaría la inversión de recursos, además de ayudar a contar con un sistema de gestión de pavimentos que opere de manera efectiva y sustentable

Según Solorzano et al. (2023) en su trabajo titulado “Análisis de Niveles de Servicio en calle 5 de Junio desde el bypass hasta calle Juan León Mera, ciudadela Parrales y Guales”, se ha planteado el estudio de la calle 5 de Junio, ubicada en la ciudadela Parrales y Guales del cantón Jipijapa, con el objetivo de evaluar su nivel de servicio y proponer mejoras en su infraestructura vial. Para ello, se aplicaron técnicas de campo para la recolección de información, así como técnicas bibliográficas basadas en el manual del HCM 2000, el cual sirvió de referencia para los cálculos realizados en el proyecto. Mediante inspección visual, se identificaron fallas en el pavimento flexible siguiendo los lineamientos del Manual del PCI, además de analizar los elementos complementarios de la vía. Asimismo, se realizó un estudio de flujo vehicular mediante aforos en dos puntos estratégicos, evidenciando que la mayor cantidad de tránsito corresponde a vehículos livianos y motocicletas. La calle 5 de junio presenta diversas deficiencias tanto en su pavimento articulado como en el flexible, afectando directamente el nivel de servicio que ofrece a los conductores. Además, se ha identificado azolvamiento en los drenajes longitudinales y transversales, lo que provoca empozamientos en las esquinas de los sumideros durante la temporada de lluvias. El sector presenta un tráfico regular, con variaciones a lo largo del día, registrando una mayor influencia de flujo vehicular en las intersecciones con las calles Luis Bustamante y Juan León Mera. El análisis de velocidad de recorrido arrojó valores entre 14,12 km/h y 32,09 km/h, siendo la mayoría de las mediciones correspondientes a vehículos livianos. La velocidad promedio de recorrido se estimó en 20 km/h, lo que permitió clasificar la calle 5 de junio como una vía urbana de tipo



IV, con un nivel de servicio D, de acuerdo con la tabla del manual HCM 2000 para vías de dos carriles.

Según Menéndez (2023) en su estudio denominado “Análisis del índice de rugosidad internacional de la superficie del pavimento flexible de la vía Colimes-Paján, utilizando equipos inteligentes”, tiene como objetivo analizar la regularidad superficial de la Vía Colimes-Paján mediante la medición del índice de rugosidad con aplicaciones móviles y comprobar la similitud entre los resultados obtenidos desde la intersección de la vía Colimes hasta el monumento de las Golondrinas en el cantón de Paján. Para ello, se aplicó una metodología investigativa basada en el uso de aplicaciones móviles IRI y TOTALPAVE, las cuales permiten medir la regularidad superficial del pavimento a través de los sensores integrados en dispositivos móviles, utilizando la orientación GPS. Estas herramientas se presentan como soluciones innovadoras y prácticas para el análisis vial y el cálculo del IRI de manera eficiente. Los resultados obtenidos mediante la aplicación TOTALPAVE indicaron que el valor de rugosidad de la Vía Colimes – Paján varía entre 1.87 m/km y 7.11 m/km, mientras que los valores registrados con IRI fluctuaron entre 2.26 m/km y 5.11 m/km. Para determinar el índice de serviciabilidad de la vía, se realizó una correlación con los valores de IRI obtenidos, arrojando un valor de serviciabilidad de 3.51, lo que permite clasificar la transitabilidad de la vía dentro de un parámetro aceptable. Se concluye que los valores de IRI presentan una variabilidad significativa a lo largo del tramo estudiado, evidenciando que ciertas secciones de la vía se encuentran en pésimo estado. No obstante, los valores de serviciabilidad indican que, en términos generales, la vía aún permite una adecuada transitabilidad. Finalmente, como parte del estudio, se propone un plan de mantenimiento vial para mejorar la infraestructura y optimizar las condiciones de la vía en estudio.

1.8.2 *Antecedentes nacionales*

Según Torres (2025) nos dice que el presente estudio “Implementación de un método mediante visión artificial para la evaluación del estado de conservación superficial de pavimentos flexibles, Ayacucho 2024”, los métodos tradicionales de evaluación superficial, como el Índice de Condición del Pavimento (PCI), VIZIR y los establecidos por el Ministerio de Transporte y Comunicaciones (MTC), suelen ser lentos, subjetivos y poco eficientes para detectar de manera precisa el estado del pavimento. Ante esto, la investigación propone la implementación de un método de visión artificial para evaluar de manera más rápida y objetiva el estado de conservación superficial de los pavimentos flexibles. Para ello, se desarrolló un modelo de inteligencia artificial (IA) capaz de identificar y clasificar fallas, y calcular la calificación de condición del pavimento. El estudio, de tipo aplicado, con enfoque cuantitativo, nivel aplicativo y diseño cuasiexperimental, utilizó imágenes digitales de tramos representativos de las rutas PE-28A, PE-26B, PE-3S y PE-28B como población. La muestra consistió en 3,020 imágenes etiquetadas, y la validación del sistema se realizó en un tramo de 2 kilómetros de la ruta PE-26B. El sistema desarrollado, denominado PAVEMAI, es capaz de detectar cinco tipos de fallas: baches, fisuras, piel de cocodrilo, descascaramiento y parches, con severidades baja y alta. El rendimiento del modelo alcanzó un mAP50 de 68.9%, y las calificaciones de condición generadas por el sistema variaron entre 770.02 y 861.66, comparado con el rango del MTC (767.00 a 955.89), mostrando un alto nivel de precisión y eficiencia en la evaluación del pavimento.

Según Ibarguen (2022) nos dice que el presente estudio “Evaluación funcional del pavimento flexible y la tecnología de la medición de Rugosidad de la carretera Yanango - Puente Herrería - Junín 2022”, tuvo como objetivo evaluar el índice de rugosidad y determinar la regularidad y funcionalidad del pavimento flexible de la carretera Yanango - Puente Herrería, en la región Junín, abarcando el tramo comprendido entre el km 79+000 y el km 102+600, en ambos carriles, con una extensión total de 23.60 kilómetros. Para ello,

se empleó el equipo Roughometer de clase III, reconocido por su alto rendimiento y eficiencia en la optimización de tiempo y recursos. El estudio se desarrolló bajo un enfoque cuantitativo, con un diseño no experimental y descriptivo, estableciendo relaciones entre las variables dependientes e independientes. Los resultados promedios obtenidos reflejan el comportamiento de una estructura de pavimento recientemente rehabilitada mediante la reconformación del perfil longitudinal y la colocación de una carpeta asfáltica. Considerando los valores de IRI requeridos por contrato al término de la ejecución del proyecto y tomando en cuenta que la carretera es de primera clase según los parámetros establecidos en la tabla N° 433-04 del EG-2013, se concluye que la regularidad y funcionalidad del servicio de la vía evaluada cumple objetivamente con los estándares exigidos (IRI promedio: 2.94 m/km en el carril derecho y 2.92 m/km en el carril izquierdo). Durante el análisis de los 23.60 km evaluados en ambos carriles, se identificaron valores máximos y mínimos de IRI, evidenciando puntos específicos con valores por encima de lo estipulado en el contrato de servicio. Para calcular los valores promedio, se excluyeron eventos registrados durante la medición, tales como gibas, barras alertadoras, puentes, badenes y alcantarillas (IRI máximo: 4.60 y 4.20; IRI mínimo: 1.10). Finalmente, se determinó que la presencia de valores individuales elevados del IRI está directamente relacionada con cambios en las pendientes verticales, curvas cerradas y zonas con geometría vial compleja, lo que resalta la influencia de la configuración del terreno en la regularidad del pavimento.

Además Díaz (2021) en su investigación titulada "Evaluación del Índice de Rugosidad Internacional (IRI) mediante el equipo MERLIN del pavimento flexible de la carretera los Baños del Inca – cruce carretera aeropuerto – Otuzco, distrito los Baños del Inca - Cajamarca", tiene como objetivo evaluar el Índice de Rugosidad Internacional (IRI) del pavimento flexible de la carretera Los Baños del Inca – Cruce Carretera Aeropuerto – Otuzco, en el distrito de Los Baños del Inca, mediante el uso del equipo Merlin. Para ello, se realizó un levantamiento topográfico de la vía en estudio con el fin de determinar la

cantidad de ensayos a ejecutar. El equipo Merlin, empleado en la evaluación, mide elevaciones cada 2 metros a lo largo de la vía, realizándose ensayos en segmentos de 400 metros. En total, se llevaron a cabo 15 ensayos, los cuales permitieron evaluar 3,000 metros de pavimento flexible. La carretera en estudio tiene una longitud total de 3,068 metros y un ancho variable entre 3.50 y 5.80 metros. El levantamiento topográfico fue fundamental para definir la cantidad de ensayos a realizar con el equipo Merlin. Además, se registraron los datos de campo de los 15 ensayos utilizando formatos previamente aprobados, lo que permitió un análisis detallado de la condición del pavimento. Posteriormente, se calcularon los valores de IRI para cada ensayo. Al analizar los resultados obtenidos, se determinó que el Índice de Rugosidad Internacional presenta un valor máximo de 3.56 m/km y un valor mínimo de 1.46 m/km, lo que evidencia variaciones en la regularidad del pavimento a lo largo del tramo evaluado.

1.8.3 *Antecedentes locales*

Según Chatta (2022) su investigación titulada “Evaluación del tratamiento superficial Otta Seal por niveles de servicio, PCI y el IRI de la carretera Caminaca – Juliaca, 2022”, tuvo como objetivo principal determinar el estado del tratamiento superficial Otta Seal en función de los niveles de servicio, el Índice de Condición del Pavimento (PCI) y el Índice de Rugosidad Internacional (IRI) en la carretera Caminaca - Juliaca durante el año 2022. Para ello, se adoptó un enfoque cuantitativo dentro de un estudio de tipo aplicado, con un diseño de investigación no experimental y de corte transversal. El nivel de investigación corresponde al correlacional-causal, y la muestra evaluada abarcó un tramo de 15.302 km, específicamente desde el km 56+300 hasta el km 71+602. Para la recolección de datos, se utilizaron diversos instrumentos de medición. El índice de regularidad del pavimento fue evaluado mediante el equipo Roughometer tipo III, mientras que los niveles de servicio y el PCI fueron determinados a partir de registros en planillas de medición, herramientas fundamentales para establecer el estado actual de la carretera Caminaca - Juliaca. Los resultados obtenidos indican que el nivel de servicio promedio es

de 784.33, lo que clasifica el tratamiento superficial en una condición "REGULAR". De manera similar, el PCI promedio obtenido fue de 51.37, clasificando el pavimento también en una condición "REGULAR". Finalmente, el IRI promedio de 2.98 confirmó que el tratamiento superficial de la carretera se encuentra en una condición "REGULAR" dentro del tramo evaluado (km 56+300 - km 71+602).

Además Mamani (2021) en su tesis de investigación "Evaluación del pavimento flexible para plantear el mejoramiento de la serviciabilidad utilizando parámetros de rugosidad – deflectometría, carretera Puno - Mañazo 2021", fue evaluar las condiciones del pavimento de la vía en estudio. Para ello, se determinó la medida en que se encuentran el Índice de Condición del Pavimento (PCI), el Índice de Rugosidad Internacional (IRI) y las deflexiones en los 2 km más críticos del tramo. Metodológicamente, la población estuvo conformada por los tramos comprendidos entre el km 36+500 y el km 38+500, considerados los más críticos de la carretera Puno – Mañazo. En este sector se realizaron los respectivos ensayos: el Rugosímetro Merlin, empleado para determinar el IRI, y la Viga Benkelman, utilizada para evaluar las deflexiones. Los resultados obtenidos permitieron determinar el PCI, el IRI y la deflexión característica del pavimento. En primer lugar, se observó un desgaste considerable de la superficie, evidenciado a través de los valores de IRI obtenidos: 4.93 m/km en el carril derecho y 4.67 m/km en el carril izquierdo. Estos valores superan el límite establecido en el Manual de Carreteras, el cual indica que la rugosidad característica no debe ser mayor a 4.00 m/km, lo que confirma que el pavimento evaluado no se encuentra en condiciones óptimas. Por otro lado, el ensayo de la Viga Benkelman permitió obtener los valores de deflexión promedio: 77.20×10^{-2} mm en el carril derecho y 83.33×10^{-2} mm en el carril izquierdo. Al comparar estos resultados con la deflexión admisible de 127.5×10^{-2} mm, se determinó que el pavimento en ambos carriles se encuentra en buen estado en lo que respecta a los ensayos deflectométricos.

1.9 Bases teóricas

1.9.1 *Calidad superficial del pavimento flexible mediante la medición del nivel de servicio e índice de rugosidad internacional*

La calidad superficial del pavimento flexible se refiere a las condiciones estructurales y funcionales de la capa de rodadura de una carretera, que influye directamente en el confort y seguridad de los usuarios. En el caso del pavimento flexible, la calidad superficial es fundamental, ya que esta capa está diseñada para soportar el tráfico vehicular y las condiciones ambientales, garantizando una conducción segura y eficiente (Lanado, 2021).

Evaluación de la superficie de contacto de asfaltos. La calidad de la superficie de un pavimento flexible puede evaluarse de diversas maneras. Las dos más importantes son el nivel de certeza (LE) y el IRI. Estos son mediciones objetivas y cuantificables del estado de la superficie del pavimento (Flores & Upiachihua, 2021).

1.9.1.1 Infraestructura vial

Una carretera pavimentada es una estructura que comprende numerosas capas dispuestas horizontalmente y colocadas una sobre otra. Cada una de ellas está especialmente diseñada y colocada para garantizar la resistencia y la durabilidad del camino. Los espesores de estas capas son suministrados y se realizan de tal forma que garantice la acción técnica correcta y las propiedades del material depositado determinado previo a la acción del tráfico (Flores & Upiachihua, 2021)

Todo este entramado de estructura pavimentada se apoya sobre la subrasante, que es la base natural del suelo, previamente modificada y movida para permitir que resista los esfuerzos dinámicos que se generan por el tráfico vehicular, los cuales en el tiempo son permanentes en distintos grados y en forma repetitiva, causando presión sobre la estructura y poniendo a prueba su capacidad de resistencia. En consecuencia, debe tenerse especial cuidado en que su diseño permita la distribución adecuada de los

esfuerzos generados al usar y aprovechar el pavimento para limitar su deformación prematura o hasta su colapso. Además de ser una estructura que permita el libre tránsito a vehículos terrestres, constituye un componente fundamental para la conectividad y seguridad de una región, así como un elemento para el desarrollo económico. Como tal, debe ser diseñado y construido en conformidad con ciertos criterios que aseguren su resistencia y funcionamiento para ser empleado por cierto lapso (Huanca & Quispe, 2021).

1.9.1.2 Importancia de la infraestructura vial

Una definición simple de estructura vial podría ser “un sistema integral de carreteras de una ciudad, condado, estado o nación”. El propósito de una vialidad estructurada es crear un sistema de transporte seguro, eficiente, de alta calidad y conveniente para nuestros ciudadanos, tanto para las personas como para las mercancías. Debe apoyar otros sistemas de transporte y ayudarles a trasladar a las personas sin mermar la movilidad empresarial. Apoya su desarrollo económico al hacer que la conectividad fluida convenza a otras regiones a unirse a él. Además, un sistema de infraestructura apropiado fomenta la integración territorial. Promueve la accesibilidad, asegura que cualquier ubicación dada sea accesible y fomente la comunicación y la conexión entre ellos (Rebata, 2024).

Una vez que la carretera está en uso, su administración se convierte en una cuestión crucial para garantizar su funcionalidad en el futuro. Esto implica una serie de medidas relacionadas con la explotación y conservación de tal activo. En términos financieros, se puede observar que, durante las últimas décadas, las carreteras se han convertido en una de las inversiones más atractivas para los países. Pero detrás de esa inversión se esconde una responsabilidad adicional para el propietario de carreteras: el mantenimiento periódico y la preservación de la carretera. De acuerdo con las estimaciones del Banco Mundial, los gastos de preservación deben mantenerse en 2-3% del costo original de inversión en un camino (Rebata, 2024).

Si no hay suficientes recursos asignados al mantenimiento vial, hay un efecto acumulativo de deterioro que resulta y aumenta los costos de operación del transporte por

carretera. En otras palabras, acciones que tiempo, los daños en la infraestructura se agravan con el paso del tiempo, lo que implica gastos significativamente mayores en reparaciones futuras. Además, una mala condición de las carreteras impacta en la eficiencia del transporte, aumentando los tiempos de viaje y elevando los costos asociados a accidentes y desgaste vehicular (Parra, 2023).

1.9.1.3 Conservación y rehabilitación del pavimento

El mantenimiento de las carreteras no es un proceso uniforme, sino que implica la realización de distintas actividades según la etapa en la que se encuentre la vía. Existen intervenciones que deben efectuarse poco tiempo después de la inauguración de la carretera y que deben repetirse periódicamente para preservar la calidad de la superficie y evitar daños prematuros (García, 2022).

Por otro lado, hay actividades de conservación que solo se requieren en determinadas fases de la vida útil del pavimento y que representan inversiones de magnitud similar a las de su construcción inicial. Después de que el deterioro del pavimento alcanza un nivel crítico, las rehabilitaciones viales con intervenciones que buscan restaurar la capacidad estructural se consideran una alternativa para asegurar que funcione para un número adicional de años. Mantenimiento, que deberá comenzarse tan pronto como la carretera esté operativa. El mantenimiento de pavimentos flexibles aborda la prevención a través de soluciones como el sellado preventivo, la corrección de las fisuras y el reforzamiento de la capa superficial del pavimento. Sin embargo, en presencia de severa deterioro, el costo de la solución se ve afectado y se necesitan soluciones más costosas para reconstrucción parcial o total (Alatta & Izaguirre, 2019).

1.9.1.4 Pavimento flexible

Los pavimentos flexibles son estructuras viales proyectadas con materiales que pueden deformarse hasta cierto límite sin que, en este proceso, experimenten la fractura, siendo así altamente adaptables a las condiciones de tránsito y carga que éste transporte

aplique. El pavimento se compone de un conjunto de capas y de la que puede mencionarse superior está conformada por una carpeta bituminosa, la cual cumple una función clave en la durabilidad y el desempeño de la superficie de rodadura (Leonardo, 2017).

En la vía de rodadura, debajo de esta capa, generalmente se encuentran otras dos estructuras, la base y la subbase, que también se instalaron para distribuir adecuadamente las cargas y evitar el deterioro prematuro del pavimento. Sin embargo, en ciertos casos y dependiendo directamente de ciertos factores específicos del proyecto, una de ellas puede no usarse porque no desempeñará un papel importante y la vía no perderá su funcionalidad. Los factores influyentes incluyen el tipo de suelo existente, el volumen de tráfico que se planifica y, por último, las condiciones climáticas de operación de la vía (Alatta & Izaguirre, 2019).

1.9.1.4.1 Capas del pavimento flexible

❖ Subbase granular

La subbase granular. Esta capa, ubicada directamente sobre la subrasante, cumple una función crítica en el sistema estructural del pavimento. En términos de aparato de obra y economía, la subbase se convierte en un elemento que optimiza la inversión en material de construcción, porque disminuye el volumen de material de mayor calidad que es necesario colocar en la superficie de la vía. En términos técnicos, la subbase es la capa que se dedica a distribuir los esfuerzos causados por el tránsito de modo que el pavimento no reciba cargas que sus componentes no puedan soportar. Por esto es que se utiliza comúnmente materiales de menor calidad para la construcción de la subbase y acción (Leonardo, 2017).

En la práctica, se sugiere que los materiales más caros y de mayor calidad se encuentren en la porción superior de la estructura, y la subbase con materiales de características menos exigentes, impidiendo la interacción del material de calidad superior con el suelo subrasante primero. . Tal estructura permite un equilibrio de costos con buen rendimiento. Además, la subbase granular actúa como capa de transición; por lo tanto,

evita que el material de la base disminuya la calidad estructural debido a la tensión proveniente de la subrasante. La subbase también ha dotado de habilidades naturales en términos de qué tan bien filtra los materiales finos, evitando su ingreso dentro de la capa base, desestabilización de esta capa debido a contaminación de finos prescindibles (Rando, 2021)

Desde el punto de vista visual, la resistencia de la subbase se manifiesta por la resistencia a los esfuerzos transmitidos por la circulación de vehículos, que se absorbe gradualmente a través de sus capas superiores y se distribuye a lo largo de la estructura del pavimento de la manera más uniforme posible.

❖ **Base granular**

La base granular representa una de las capas más importantes en la estructura del pavimento flexible puesto que su propósito radica en ofrecer un soporte firme y resistente que distribuya las cargas del tránsito de un modo adecuado. Más concretamente, su tarea consiste en transmitir los esfuerzos inspirados por el tráfico de la superficie de rodamiento a las capas inferiores, de modo que sea garantizado un eficiente amortiguamiento que evite lesiones estructurales (Leonardo, 2017).

La base granular expuesta es construida con herramientas de alta resistencia para promocionar la habilidad de los vehículos y llama la estabilidad de la ruta. Es de suma importancia, dado que esta es la única manera de garantizar la duración del pavimento y la prevención de mantenimiento a precios altos.

❖ **Carpeta de rodadura**

En sus palabras más simples, la carpeta de rodadura es la capa superior del pavimento. Al ser la capa más a la intemperie de todas las capas, está más expuesta a los efectos negativos del tránsito y del clima. La única función de la carpeta de rodadura es proporcionar una superficie de circulación súper lisa, segura y resistente para resistir las fuerzas de fricción y en este caso la fricción es ejecutada por los neumáticos de los vehículos (Leonardo, 2017).

Entre las características más importantes de esta capa se encuentran:

- Regularidad superficial: La carpeta de rodadura debe ofrecer una superficie lisa y uniforme, evitando irregularidades que puedan comprometer la comodidad y seguridad de los conductores.
- Resistencia a la abrasión: Debido al constante contacto con los neumáticos de los vehículos, esta capa debe estar compuesta por materiales que minimicen el desgaste progresivo y que mantengan su integridad estructural a lo largo del tiempo.
- Adecuada textura y color: Debe ser asperezada su superficie arbitrándose la rugosidad con que deba estar construida, su color debe ser claro para una mejor visibilidad a profundidad a través de los cuerpos de agua. La rugosidad superficial de la capa de ruedo es una característica superficial que influye en la adhesión de los neumáticos al pavimento (Serrano, 2022).

Para garantizar la resistencia de la carpeta de rodadura a la lluvia, el calor extremo y la acción de agentes químicos, en el proceso de su diseño y construcción se utilizan materiales de alta calidad: mezclas bituminosas y asfaltos modificados.

1.9.2 Diagnóstico vial

El diagnóstico vial es un conjunto de actividades destinadas a determinar los puntos focales en términos de seguridad y gestión de la carretera. La calidad de los servicios realizados en el marco de este proceso depende en gran medida de los recursos, la experiencia y las capacidades del ente gubernamental o la autoridad a cargo de su implementación en un país o en un proyecto en particular (Rodríguez & Vitonera, 2024).

El monitoreo del estado de la infraestructura es un aspecto esencial de la cadena diagnóstica. Le propondrá a los especialistas una oportunidad de evaluar el funcionamiento y la operabilidad de una ruta específica de mediciones y observaciones en terreno, se busca registrar de manera detallada todas las características y condiciones actuales de la vía.

En esta etapa se deben constatar y registrar las diversas anomalías, fallas o deterioros en los canales y el territorio; los cuales pudieran afectar la calidad y seguridades de la rodadura. Esta data es imperativa para precisar las demandas de mantenimiento, restauración o actualización vial, con el fin garantizar un tráfico seguro y atractivo (Rodriguez & Vitonera, 2024).

1.9.2.1 Seguridad Vial

La seguridad vial es el conjunto de estrategias, normas y acciones que se proponen garantizar la circulación segura y eficiente de peatones, ciclistas, motociclistas, conductores y pasajeros en las vías públicas. Tiene como objetivo primordial disminuir la probabilidad de ocurrencia de incidentes de tránsito y la severidad de sus consecuencias a través de la legislación vial, concientización sobre el manejo responsable y la aplicación de técnicas de protección vial (Aguado & Gamboa, 2019).

El elemento de cumplimiento con la normativa vial resulta fundamental especialmente pues la seguridad vial regula varias normas referentes al empleo de sus vías, sean estas aceras y paseos, vehículos particulares y de transporte. Ahora bien, la seguridad vial no solo abarca el comportamiento humano, sino que también alcanza el área de diseño de infraestructura segura, el uso de tecnología innovadora y la adopción de prácticas que permitan el abatimiento de los riesgos de colisiones y vuelcos en todos los medios de transporte terrestre, con de autobuses, automóviles, camiones, motocicletas, bicicletas camiones de cuatro ruedas; y la itinerancia pedestre (Aguado & Gamboa, 2019).

La seguridad vial debe ser abordada de una manera muy amplia. Para hacer frente a todos este aspecto, hay que considerar la visión sistemática sobre los problemas existentes y los posibles riesgos. Se pueden distinguir los siguientes tres grupos de riesgos:

- **Factores humanos:** Prohibición al exceso de velocidad y conducir bajo los efectos del alcohol o sustancias psicoactivas, entre otras cosas. Infracciones relacionadas

con el incumplimiento de normas relativas al uso del cinturón de seguridad y cascos de protección, la distracción en la conducción y la falta de educación vial.

- **Factores vehiculares:** se refieren a la seguridad estructural de los automóviles y motocicletas, así como la implementación de sistemas de asistencia en la conducción que puedan prevenir colisiones.
- **Factores de infraestructura:** abarcan el diseño de carreteras, la señalización adecuada, el mantenimiento de la vía y la correcta planificación urbana para mejorar la movilidad (Alatta & Izaguirre, 2019).

El diseño de políticas públicas en seguridad vial debe orientarse a generar conciencia en la población, fomentar el cumplimiento de las normas de tránsito y asignar recursos suficientes para mejorar la infraestructura y las condiciones del transporte. La prevención y la reducción de accidentes viales no solo contribuyen a salvar vidas, sino que también tienen un impacto positivo en la economía y la calidad de vida de la sociedad (Aguado & Gamboa, 2019).

1.9.3 Nivel de servicio

Los niveles de servicio son un conjunto de criterios y categorías que permiten evaluar el estado de una vía en términos de su funcionalidad, seguridad y desempeño estructural. Estos indicadores se utilizan para determinar el grado de calidad que ofrece una carretera y establecer límites aceptables dentro de los cuales debe mantenerse su estado superficial y estructural (Paucara, 2018).

El propósito de los niveles de servicio es proporcionar un marco de referencia que permita calificar y cuantificar la condición de la vía de acuerdo con distintos factores, tales como:

- Estado de la superficie de rodadura: Evalúa la presencia de irregularidades, baches, fisuras u otros defectos que puedan afectar la comodidad y seguridad de los conductores.

- Capacidad estructural de la vía: Se analiza la resistencia del pavimento ante las cargas vehiculares, asegurando que pueda soportar el tránsito sin sufrir deterioros acelerados.
- Eficiencia funcional: Se consideran aspectos como el flujo vehicular, la señalización, la visibilidad y la accesibilidad para determinar si la vía cumple con su propósito de manera efectiva.
- Condiciones de seguridad: Se toman en cuenta factores como la estabilidad de los taludes, la correcta demarcación de la vía, la presencia de barreras de protección y otros elementos que contribuyan a reducir los riesgos de accidentes.

Es importante mencionar que dichos estándares no tienen carácter universal, sino que pueden variar de acuerdo con las especificaciones propias de cada carretera y las condiciones económicas y técnicas bajo las que se opera. Del mismo modo, la percepción y satisfacción del usuario son factores trascendentales a tener en cuenta en la definición de niveles de servicio, toda vez que la conservación vial debe contribuir a que la experiencia de tránsito sea cómoda y segura (Paucara, 2018).

El concepto base del enfoque de conservación vial por Niveles de servicio, es que las intervenciones se miden no en términos de mediciones cuantitativas, sino en función de cantidad y calidad de las acciones que permiten alcanzar y mantener los estándares de calidad esperados. En otras palabras, las actividades de mantenimiento no son en función de la cantidad o volumen de la intervención sino en función a la efectividad de las acciones que se desarrollan para mantener la vía en condiciones adecuadas.

Así pues, es responsabilidad de los organismos encargados de la conservación velar para que la infraestructura vial se mantenga en los niveles de servicio necesarios. Es decir, la empresa o institución encargada de la conservación será la que deberá realizar las actuaciones pertinentes con la calidad necesaria para mantener la carretera en las condiciones establecidas (Paucara, 2018).

1.9.3.1 Fallas medidas por el nivel de servicio MTC-2018

- 1) Piel de Cocodrillo: Este tipo de daño se caracteriza por pequeñas fisuras en la superficie del pavimento, que se disponen en una estructura de cuadrícula similar a la piel de un cocodrilo. Estas fisuras se dan cuando el pavimento pierde adherencia, lo que puede deberse a la fatiga del material, el tráfico intensivo o las condiciones climáticas severas. Este deterioro superficial es más visible en pavimentos viejos o mal mantenidos y puede ser un signo de que el pavimento está perdiendo elasticidad o flexibilidad. Si no se trata, estas grietas pueden resultar en una deformación superficial mayor y, finalmente, en un daño estructural profundo, lo que permite la infiltración de agua que incrementa el daño (Caballero & Mejia, 2022).
- 2) Fisuras Longitudinales: Un ejemplo de deformación dimensional lineal son las fisuras longitudinales, que son grietas que se encuentran a lo largo del eje de la carretera. Las fisuras longitudinales son el resultado de una distribución desigual de tensiones de tránsito, movimientos térmicos, mal diseño o construcción de pavimento. Las causas de las fisuras longitudinales pueden ser rutinas repetidas de tráfico, defectos de construcción de pavimento no compactado lo suficiente o pavimento de mala calidad. Este tipo de daño afecta la comodidad de conducción y puede evolucionar hacia fisuras más profundas si no se interviene a tiempo (Caballero & Mejia, 2022).
- 3) Deformación por Deficiencia Estructural: Las deformaciones por deficiencia estructural son aquellas que ocurren cuando las capas subyacentes del pavimento (como la base o subbase) no tienen la capacidad suficiente para soportar el peso del tráfico, especialmente el tránsito pesado. Estas deficiencias pueden ser causadas por un diseño inadecuado o materiales de baja calidad en la construcción de la carretera. Las deformaciones resultantes incluyen hundimientos, bultos o áreas donde el pavimento se abomba. Además de afectar la comodidad de los usuarios, estas deformaciones pueden comprometer la integridad estructural de la vía y, si no se reparan, pueden provocar daños más graves y costosos a largo plazo (Caballero & Mejia, 2022).

- 4) **Ahuellamiento:** El ahuellamiento es otro proceso durante el cual se forman depresiones en ciertas áreas del pavimento debido a la presión repetida del tráfico. Las depresiones también se consideran un daño del pavimento y son inevitables en áreas de tráfico intenso o faltas de cohesión o densidad en la mezcla asfáltica. Se dice que el ahuellamiento está asociado con la falta de soporte o asentamiento adecuado de las capas subyacentes; sin embargo, si no se maneja, tales depresiones pueden difundirse y generar baches o agujeros, que representan una seria amenaza de seguridad para los conductores (Caballero & Mejia, 2022).
- 5) **Reparaciones o Parchados:** Reparaciones. rellenos o simplemente parchados son operaciones destinadas a cubrir áreas desintegradas en el pavimento. Si no se embarcan con los materiales correctos o no se hacen correctamente, no dejan de ser reparaciones temporales o de bajo rendimiento. De hecho, no son reparaciones, evitando que las áreas desintegradas sean permanentemente funcionales. Por lo tanto, los problemas tienden a reaparecer ya que estas reparaciones no resisten lo suficiente. El problema es la durabilidad, y puede ser causado posiblemente por el material de reparación pobre, la calidad de ejecución o insuficiente control de las operaciones de mantenimiento. Este tipo de daño suele ser el peor ya que, hasta cierto punto, puede dar la impresión de que el carrera terminado ha sido restaurado (Caballero & Mejia, 2022).
- 6) **Peladura y Desprendimiento:** Se puede omitir que la peladura y el desprendimiento son señales provenientes del desconchado de la mezcla del pavimento debido a las condiciones del tráfico, del clima y de la moderación de la misma. Se da el desconchado debido a la acción de elementos que alejan el asfalto de la capa inferior adyacente. Puede ser el resultado de una formulación deficiente o de la falta de mantenimiento de los pavimentos. Similar mantiene porciones que provocan migraciones de la mezcla y atrevimiento impropio que obstruye la operación, arreglar la superficie desigual y resbaladiza. Una vez más, el fallo aumentará si el

mantenimiento y la reparación de la capa de rodadura son inadecuadamente mantenidos (Caballero & Mejia, 2022).

- 7) Baches (Huecos): Los baches son depresiones o cavidades en la superficie pavimentada que ocurren debido al tráfico pesado, la calidad del trabajo en las capas de base y subbase, y el drenaje. El agua atrapada en el pavimento y la falta de drenaje aceleran la formación de baches al debilitar la estructura. Los baches son peligrosos porque aumentan la posibilidad de daño y causan accidentes en la calzada. Dependiendo de la profundidad y el diámetro de la depresión, todos los baches necesitan atención urgente debido a su capacidad de proliferar y encogerse con cada ciclo de tráfico (Torres, 2025).
- 8) Fisuras Transversales: Las fisuras transversales son grietas que se desarrollan de manera perpendicular al tráfico. Son causadas por la expansión y contracción térmica del pavimento, el envejecimiento del asfalto o la deficiencia en la mezcla utilizada. Si no se reparan, permitirán la infiltración de agua, comprometiendo aún más la integridad del pavimento. Esto facilita la formación de otros tipos de daños como baches o deformaciones. Para prevenir la expansión y el daño posterior de la estructura, las fisuras deben sellarse adecuadamente (Torres, 2025).
- 9) Exudación: La exudación. Si el calor o la vejez del material provocan que los aceites o resinas contenidos en el asfalto emanen hacia la superficie del pavimento, se produce la exudación. Por lo general, esto causa la formación de una superficie pegajosa y resbaladiza, lo que significa que es peligrosa para los conductores, especialmente cuando la temperatura es alta. La exudación puede indicar que la mezcla asfáltica utilizada no tiene suficiente estabilidad térmica o que el pavimento ha llegado al final de su vida útil (Torres, 2025).
- 10) Daños Puntuales: Los daños puntuales se refieren a pequeñas áreas localizadas de la superficie del pavimento que exhiben signos de desgaste y deterioro. Es causada principalmente por factores como el tráfico, el clima y la construcción. Aunque no abarque todo el camino, debe repararse para prevenir una eventual complicación que

pueda comprometer la seguridad y la longevidad de la carretera. La detección e intervención temprana garantizan un menor deterioro del daño.

- 11) **Desnivel Calzada – Berma:** El desnivel entre la ladera y la montaña se produce cuando la altura de la montaña es inferior o superior a la de la ladera. Esto puede deberse a la construcción del pavimento, la erosión de los muros o el mal diseño de la infraestructura. Este tipo de daño afecta la seguridad vial y puede causar la desestabilización de los vehículos y dificultar la correcta evacuación del agua de lluvia. Corregir estos desniveles es esencial para garantizar la estabilidad y la seguridad de la carretera (Torres, 2025).

1.9.3.2 Conservación rutinaria de infraestructura vial basada en niveles de servicio

Para asegurar la durabilidad y el buen estado de las carreteras, es importante llevar a cabo la conservación vial. Estas acciones permitirán a las carreteras seguir sirviendo de manera eficaz y segura durante más tiempo. La conservación rutinaria por niveles de servicio es una de las acciones de mantenimiento que se destacan por sus actividades preventivas. Estas se toman antes de cualquier deterioro, y las actividades en torno a la vía se llevan a cabo regularmente (Hilario, 2019).

Esta categoría de conservación requiere un conjunto de acciones que se realicen periódicamente en todo el tramo del corredor vial, ya sea diaria o frecuentemente de acuerdo con la necesidad de la infraestructura. La razón central para esto es que la vía sea operativa permanentemente: las componentes no se deterioran porque con el tiempo la condición de los elementos constructivos puede ser mala (Achahui, 2021).

Ahora bien, uno de los aspectos primordiales de este enfoque es el monitoreo constante de la carretera, a través de inspecciones visuales diarias. A lo largo de estas revisiones, podrán identificarse diversas señales de deterioro, las cuales, si bien no siempre podrían ser cuantificadas a través del uso de métricas técnicas o de estudios focalizados, estarán alertando respecto a la necesidad de llevar a cabo intervenciones preventivas previas al resurgimiento.

La finalidad de aplicar esta estrategia de conservación es asegurar que los niveles de servicio requeridos sean provistos en cualquiera de los segmentos de la vía, de acuerdo con los parámetros predeterminados por el reglamento en cuestión. Dicha solución ayudaría a mantener la calidad y seguridad de las carreteras sin esperar el deterioro hasta el punto en el que los daños obvios a buscarían arreglarlos por lo más caro y disruptivo del flujo vehicular (Bartolo & Saucedo, 2022).

1.9.4 IRI

El IRI por sus siglas en inglés, International es una medida de la calidad del pavimento, introducido por el Banco Mundial en los años 80. El índice de rugosidad permite a los ingenieros de caminos evaluar la irregularidad de una carretera o pista de asfalto mientras un vehículo de simulación con ruedas se mueve a 80km/h, y mide la magnitud de la aceleración de la rueda suspensión con respecto a la distancia recorrida. El RU se mide en metros por kilómetro (Fernández, 2021).

El IRI es una medida de la rugosidad de un pavimento y también de la incomodidad en viajes sobre él. Es importante para que la capacidad de servicio de la infraestructura vial medida afecte la comodidad y la seguridad en viajes y el daño en un pavimento. Un valor alto de IRI a menudo indica una superficie de viaje irregular y bastante incómoda para el vehículo y los pasajeros (Mamani & Condori, 2023).

El Índice Internacional de Rugosidad (IRI) es una herramienta clave para la verificación y planificación del estado de las carreteras. Su cuantificación también se ha considerado un factor importante para la toma de decisiones estratégicas en el mantenimiento vial. Un pavimento más liso contribuye a una experiencia de conducción más placentera, segura y eficiente para los conductores, reduciendo el desgaste del vehículo y los costos generales de mantenimiento, ya que se requieren menos correctivos y estos son más económicos. Un pavimento con un IRI alto no solo representa un riesgo para la seguridad vial, sino también un factor que incrementa el desgaste vehicular y los tiempos de viaje (Díaz, 2024).

La calidad de los programas de monitoreo continuo y las estrategias de mantenimiento son una preparación necesaria para garantizar la calidad de la infraestructura vial, además de optimizar la inversión en transporte. La medición sistemática del IRI conduce a actividades de conservación planificadas, a mejorar la calidad de vida para los usuarios, y a fiscalizar el marco de carreteras de manera eficaz y sostenible (Fernandez, 2021).

Este índice se ha convertido en una característica fundamental para la gestión y el mantenimiento de las carreteras, ya que permite correlacionar la calidad del pavimento con diversos aspectos esenciales, tales como:

- Desempeño estructural y funcional del pavimento: Dado que, a lo largo del tiempo, el pavimento se desgasta y deforma debido a la acción del tráfico y las condiciones ambientales, el IRI es crítico en la evaluación de su estado actual y evolución.
- Nivel de confort para los usuarios: Un pavimento con alta rugosidad genera vibraciones y movimientos bruscos en los vehículos, lo que afecta la comodidad de los ocupantes y puede provocar fatiga en los conductores.
- Seguridad vial: La presencia de irregularidades en la superficie puede comprometer la estabilidad de los vehículos, aumentando el riesgo de accidentes por pérdida de control o dificultades en la maniobrabilidad.
- Costo de operación de los vehículos: Un pavimento en mal estado incrementa el consumo de combustible, acelera el desgaste de los neumáticos y afecta el rendimiento mecánico de los vehículos, elevando los costos de mantenimiento para los usuarios (Freire, 2024).

Las imperfecciones en la superficie de una carretera no solo generan efectos dinámicos en los vehículos, sino que también repercuten en la estabilidad del propio pavimento. Con el paso del tiempo, la acumulación de defectos en la vía aumenta la frecuencia de intervenciones de mantenimiento y eleva los costos asociados a la conservación de la infraestructura.

Por esas razones, es indispensable monitorear de manera continua el estado de las carreteras mediante mediciones del IRI. Este monitoreo debe ser ejecutado en el momento en que la vía entra en servicio y durante todo su ciclo de vida. De esta forma, el valor puede ser evaluado y pueden ser implementadas acciones de corrección y prevención que contribuyan a la prolongación de la durabilidad y efectividad de la misma. Dependiendo del tipo de carretera y el nivel de rugosidad detectado, pueden ser implementadas diferentes medidas que varían desde el mantenimiento recurrente de la vía, a medidas de rehabilitación más cortas. (Cubas, 2024).

Con el paso de los años, la tecnología utilizada para medir la rugosidad de los pavimentos ha progresado, sus equipos han desarrollado mayor precisión y rapidez para obtener los datos. Diversos son los equipos, cada uno presenta características de su metodología e incertidumbre para distintas pruebas de laboratorio y campo en donde se emplean para medir el IRI. En el ámbito de referencia, un pavimento perfectamente uniforme tendría un IRI de cero, lo que indica una superficie ideal completamente lisa. Sin embargo, en la vida real, los pavimentos pueden presentar variados grados de rugosidad, los índices son los siguientes:

- Carreteras en buen estado: Presentan valores de IRI entre 2.5 y 4 m/km, lo que indica una rugosidad moderada, generalmente asociada a pavimentos con algunas deformaciones menores.
- Carreteras con daños estructurales: Cuando el IRI supera los 4 m/km, significa que la carpeta asfáltica presenta deterioros significativos, lo que afecta la calidad de conducción y la seguridad vial.
- Carreteras sin pavimentar: En el caso de vías no asfaltadas, el IRI puede ser considerablemente mayor, superando los 20 m/km, lo que se traduce en una superficie altamente irregular y con severas limitaciones para la circulación de vehículos (Apaza, 2023).

Cada país establece sus propios valores límites de IRI para determinar cuándo es necesario realizar intervenciones de mantenimiento en una carretera. Estas evaluaciones

permiten priorizar las acciones de conservación y optimizar los recursos destinados al mantenimiento vial.

Diversos elementos pueden incidir en la evolución de la rugosidad de un pavimento a lo largo del tiempo. Entre los principales factores que pueden generar irregularidades en la carpeta asfáltica se encuentran:

- **Condiciones constructivas:** Un proceso de construcción deficiente, con técnicas inadecuadas o materiales de baja calidad, puede provocar irregularidades desde el momento en que la carretera es inaugurada.
- **Carga vehicular:** El tránsito constante de vehículos pesados genera deformaciones en la estructura del pavimento, acelerando la aparición de fisuras, baches y otros daños.
- **Factores ambientales:** Las condiciones climáticas, como la variación en los niveles de humedad del suelo, pueden ocasionar cambios en la subrasante y afectar la estabilidad del pavimento. El aumento o disminución de la humedad en el terreno subyacente puede provocar asentamientos diferenciales que incrementan la rugosidad con el tiempo.
- **Deficiencias en la compactación:** Durante la construcción de una carretera, si el proceso de compactación no se realiza de manera uniforme, se generan puntos débiles en la estructura del pavimento, los cuales pueden derivar en fallas prematuras en la superficie de rodadura (Velásquez, 2021).

1.9.4.1 Factores que afectan la rugosidad en pavimentos flexibles

Para desarrollar modelos de predicción confiables y establecer estrategias de mantenimiento adecuadas, es necesario identificar los principales factores que contribuyen a la rugosidad de los pavimentos flexibles. Algunos de estos factores son:

- **Tiempo de vida del pavimento:** Con el paso del tiempo, las condiciones del pavimento se deterioran debido al tráfico y la exposición a factores ambientales, incrementando su rugosidad.



- Niveles de tráfico: A mayor cantidad y peso de los vehículos que circulan sobre la vía, mayor será el desgaste de la superficie, acelerando la aparición de irregularidades.
- Espesor del pavimento: Un pavimento con un grosor inadecuado puede experimentar deformaciones prematuras, afectando la calidad de la rodadura.
- Número estructural: Parámetro que evalúa la capacidad de soporte del pavimento y su resistencia a las cargas dinámicas del tránsito.
- Propiedades físicas del asfalto: Características como la cantidad de vacíos de aire, la gravedad específica y el contenido de asfalto influyen en la estabilidad de la mezcla y en su comportamiento ante el desgaste.
- Condiciones ambientales: Factores como la cantidad de días de lluvia y las temperaturas elevadas afectan la resistencia del pavimento y pueden generar fisuras o deformaciones.
- Calidad de la base granular: La humedad y el contenido de finos en la base granular pueden comprometer la estabilidad del pavimento, afectando su capacidad para distribuir las cargas de manera uniforme.
- Resistencia de los materiales en la subrasante: Aspectos como el índice de plasticidad, la humedad del suelo y la presencia de limos y arcillas pueden influir en la formación de irregularidades en la carretera.
- Deficiencias estructurales en el pavimento: Fallas internas en la estructura del pavimento, como fisuras o asentamientos diferenciales, pueden generar irregularidades en la superficie de rodadura.
- Errores en el proceso constructivo: El uso incorrecto de equipos o la aplicación de técnicas inadecuadas pueden comprometer la calidad del pavimento, afectando su nivelación y durabilidad.
- Falta de cumplimiento de las especificaciones técnicas: La omisión de los estándares establecidos en la construcción de carreteras puede resultar en una

superficie con mayores niveles de rugosidad desde el inicio de su operación (Díaz, 2021).

1.9.4.2 Características de la rugosidad en pavimentos

La rugosidad de la superficie de un firme o pavimento es un parámetro relevante a la hora de definir qué tan conforme está una estructura de este tipo con el nivel de servicio esperado. Una vía, desde el día de su apertura, nace destinada a ser intervenida según su nivel inicial de rugosidad, el cual clasifica cuanto tiempo de vida le esperará entre mantenciones.

Los pavimentos que carecen de protuberancias e irregularidades en su superficie desde su etapa de construcción tienen mayor probabilidad de mantener su integridad estructural a lo largo de su vida de diseño. En cambio, cuando las deformaciones o irregularidades en la nivelación empiezan a manifestarse desde el principio, la carretera se deteriore más rápidamente y necesitara reparaciones más continuas (Niño & Torres, 2021).

Se ha demostrado que la rugosidad inicial de un pavimento influye en su comportamiento futuro, ya que las irregularidades presentes en la fase de construcción pueden intensificarse con el tránsito continuo y las condiciones climáticas adversas. Algunos de los factores que deben considerarse para garantizar una calidad óptima en la superficie de rodadura incluyen:

- Homogeneidad de los materiales de construcción: Las variaciones en la calidad de los materiales utilizados pueden generar diferencias en la compactación y resistencia del pavimento, afectando su regularidad.
- Asentamientos en la subrasante y la base granular: Si la subrasante no ha sido adecuadamente estabilizada, pueden producirse hundimientos diferenciales que impactan la uniformidad del pavimento.
- Condiciones topográficas del terreno: La ubicación geográfica y las características del suelo influyen en la forma en que el pavimento se adapta al entorno y en su resistencia ante los cambios en el subsuelo.

- Estructuras asociadas a la carretera: Elementos como puentes, alcantarillas y sistemas de drenaje pueden generar discontinuidades en la superficie de rodadura, contribuyendo al incremento del IRI en ciertos tramos de la vía (Román, 2020).

1.10 Marco conceptual

2.3.1. *Análisis comparativo de indicadores*

La combinación del nivel de servicio y el IRI en un análisis comparativo proporciona una imagen completa de la condición de la vía. Mientras que el primero mide la acción del tráfico y califica el desempeño funcional, el IRI detecta irregularidades en la superficie. Esta combinación permite descubrir las áreas críticas y definir las medidas a aplicar, ya sea para mantenimiento preventivo, correctivo o rehabilitación estructural.

2.3.2. *Calidad superficial del pavimento*

La calidad de la superficie del pavimento se refiere al estado de la carretera en términos de textura, nivel de rugosidad y deterioro; es esencial para garantizar la tracción, minimizar el desgaste del vehículo y mejorar el confort de marcha. Se evalúa mediante indicadores clave de rendimiento (KPI) que predicen la capacidad del pavimento para soportar la carga del tráfico y garantizar su durabilidad ante los efectos de los factores ambientales. Esto se logra mediante.

2.3.3. *Índice de Rugosidad Internacional (IRI)*

Índice Internacional de Rugosidad: Se carga de medir la irregularidad del pavimento. Estos valores equivalen a milímetros por km $[m/km]$. Un valor bajo significa que la superficie es igual y segura en lugares y comodidad vehicular. Alto Una alta cantidad de. Los valores altos deterioran la comodidad vehicular debido a los deterioros en la superficie de rodadura y las áreas de confort.



2.3.4. Nivel de Servicio (NS)

Se refiere a la cantidad funcional de la estabilidad de la vía en confort, seguridad y su operación. Este se mide a través de la textura superficial y de la resistencia al desgaste. Los niveles altos indican buena operación del estado de la obra lineal mientras que los bajos indican necesidades de mantenimiento o de intervención.

2.3.5. Pavimento Flexible

Estructura vial formada por varias capas: rodadura, base, subbase y subrasante, en pavimentos flexibles se distribuye sobre varias capas; a la vez, soporta las cargas vehiculares y ofrece comodidad y seguridad al tránsito. La vida útil de estas depende de la calidad de los materiales, el diseño estructural y la forma de ejecución, lo que influye en su calidad superficial.

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

La metodología de investigación habla sobre los procedimientos y técnicas sistemáticas que guían el proceso investigativo. Es decir, el pilar de toda investigación yace en los pasos que se llevan cabo durante su desarrollo. La metodología de investigación abarca la formulación del problema, revisión de la literatura, diseño, recolección y análisis de datos, garantizando la validez y la confiabilidad del conocimiento. Adicionalmente, encarna un análisis epistemológico crítico y reflexiones sobre el paradigma de investigación, cursando el proceso de manera lógica para que cada paso sea significativo.

1.11 Enfoque de la investigación

El enfoque mixto en la investigación implica el uso combinado de los métodos cuantitativos y cualitativos. Este enfoque se utiliza para lograr una mejor comprensión integral de cualquier fenómeno y permite recolectar y analizar tanto datos numéricos como datos descriptivos cualitativo, lo que ofrece una visión más amplia y profunda del problema de investigación. Por lo tanto, el método mixto unifica datos cuantitativos y cualitativos pertinentes para triangulación de resultados, validación del estudio y facilitación de la comprensión más profunda de los números. Utilizando diferentes perspectivas del estudio, la investigación responde a las preguntas de investigación a través de las ventajas de cada

método y la combinación del procesamiento de tendencias y alto conteo con contextualización y razonamiento detallado (Alfonso et al., 2020).

Enfoque mixto porque utiliza tanto métodos cuantitativos como cualitativos para abordar de manera integral la problemática de la calidad superficial del pavimento.

1.12 Nivel de la investigación

La investigación descriptiva, que se refiere a la detallada observación de las características y las relaciones de un fenómeno en su estado natural, y donde no se puede intervenir para verificar suposiciones, así como en la manipulación de las variables. Proporciona un reflejo preciso de la realidad, que no se interpreta de acuerdo con la subjetivación de los datos. Al mismo tiempo, para los efectos no permite influir en la realidad estudiada en modo alguno, es decir, establecer relaciones causa-efecto. Es vital para construir la base de la hipótesis en estudios adicionales, identifica los componentes y contextos de los fenómenos y brinda la oportunidad de identificar patrones y recurrencias, lo que contribuye al conocimiento integral de los fenómenos (Pimienta et al., 2018).

Nivel descriptivo: se observa y se analizan datos para describir la calidad del pavimento flexible en la vía Juliaca – Cabanillas 2025, sin intervenir en las propias condiciones, lo que permite establecer el nivel de servicio y el índice de rugosidad internacional.

1.13 Tipo de la investigación

La investigación aplicada persigue la resolución de problemas concretos a partir del saber teórico científico y utilizando metodologías propias; sus resultados son susceptibles de utilización en situaciones reales. Parte de la indagación básica cuanto se propone convertir ese saber en nuevas aplicaciones concretas, es decir sobre los ámbitos de la salud, la educación, la tecnología o la industria, entre otros. Combina el rigor del método científico con la flexibilidad de adaptación a cada situación, siendo posible así hallar

soluciones creativas e innovadoras, en todo caso eficaces. Además, contribuye a la generación de nuevo saber científico y al desarrollo social y económico al resolver problemas complejos y relevantes (Pimienta et al., 2018).

Se trata de una investigación aplicada de la naturaleza, ya que se enfoca en la resolución de problemas viales, mediante la evaluación y comparación de la calidad de pavimento flexible a través del nivel de servicio e índice de rugosidad en la vial Juliaca – Cabanillas 2025, posibilitando, la generación de recomendaciones en la infraestructura para el logro de un mejor desempeño y seguridad de la misma.

1.14 Diseño de la investigación

El delineamiento de investigación no experimental se apoya en la observación y medida de variables en su ambiente natural, sin que el investigador intervenga sobre ellas. El acercamiento a describir, relacionar o analizar los fenómenos tal como se encuentran le permite al investigador recabar evidencia empírica desarrollando técnicas descriptivas y correlacionales. Es esencial para áreas en las que la manipulación experimental no es viable o es moralmente cuestionable apoya en técnicas de recolección y análisis de datos que garantizan la objetividad y la validez de los resultados, ofreciendo una perspectiva realista y contextualizada del fenómeno estudiado. Este tipo de diseño es ampliamente utilizado para comprender relaciones, tendencias y patrones en diversas disciplinas, contribuyendo al desarrollo teórico y empírico de la investigación científica (Alfonso et al., 2020).

En tercer lugar, se determina que es un diseño de investigación no experimental debido a que únicamente se observan y analizan los fenómenos en su estado natural sin la manipulación de variables. Se midió el nivel de servicio y el índice de rugosidad en la vía Juliaca – Cabanillas, mediante una recopilación y comparación de datos ya existentes en la infraestructura, pero sin la aplicación de tratamientos o cambios controlados.

1.15 Método de la investigación

Por lo tanto, el método de investigación científica es acerca de la mente lógica y racional. Esto deja la definición simplista de la ciencia como un conocimiento, por lo tanto. "El método científico se concibe como un conjunto ordenado y metódico de procedimientos para adquirir nuevos conocimientos". Esta teoría se basa en el concepto de observación, hipótesis, experimentación y análisis crítico. Asimismo, el método de investigación científica utiliza el principio de objetividad y replicabilidad, que se vinculan a la evidencia empírica y el marco teórico adecuado. Por fin, el método de investigación científica es autocorrectivo, lo que significa mucho en el contexto de la argumentación y completitud (Pimienta et al., 2018).

A través de un enfoque sistemático y cuantitativo, es un método científico que, a través de instrumentos de medición confiables, establece objetivos claros para recolectar y analizar datos de calidad del pavimento flexible. La comparación del nivel de servicio y el índice de rugosidad se realiza de manera objetiva y replicable, garantizando la validez y confiabilidad de los resultados.

1.16 Población y muestra de la investigación

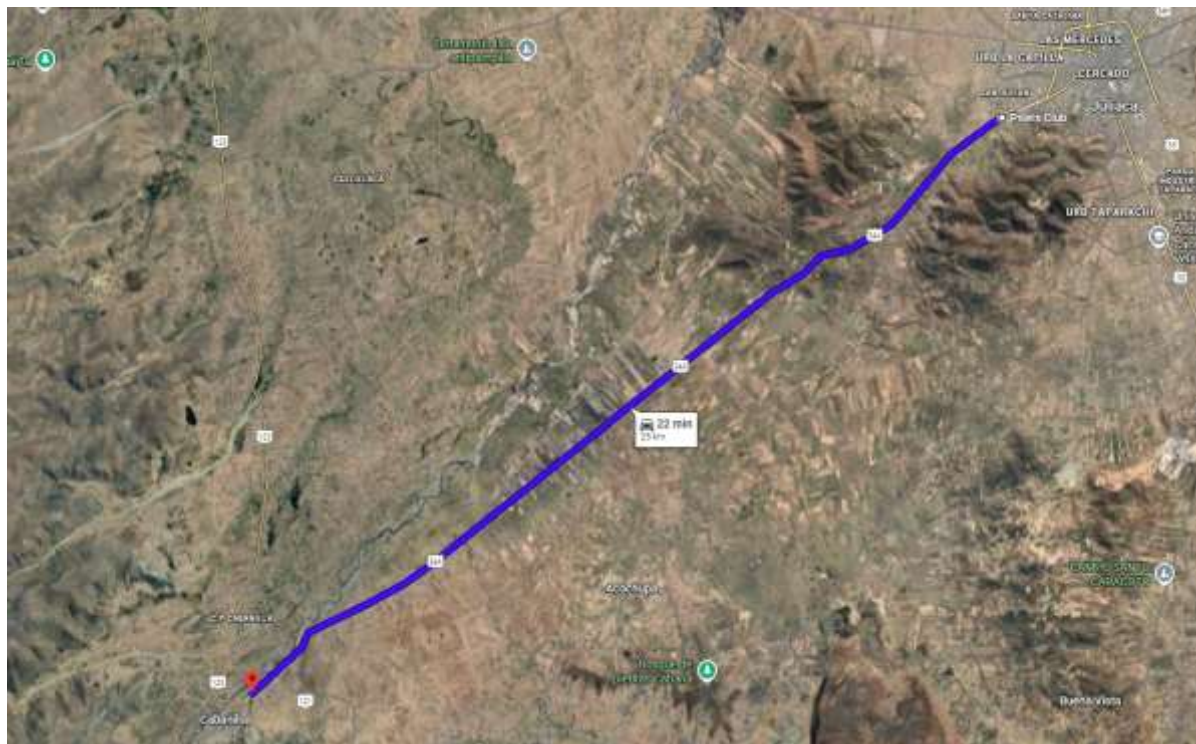
1.16.1 Población

En el enfoque general de la población de investigación, es el conjunto total de individuos u observaciones que cumplen ciertas características de interés del estudio. Es fundamental establecerla con precisión para mantener la validez y representatividad de los resultados. Además, los criterios de inclusión y exclusión claros permiten la generación de conclusiones aplicables y hacen que la investigación sea más replicable (Alfonso et al., 2020).

La población de estudio es la vía Juliaca – Cabanillas, que tiene un aproximado de 25 kilómetros.

Figura 1

Muestras de estudio



Nota. Tomada de Google Maps

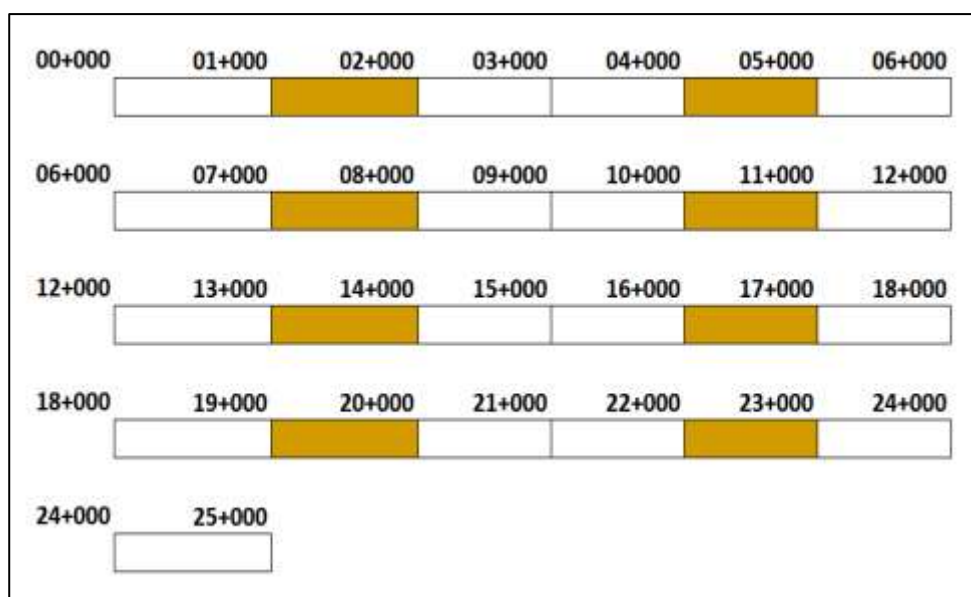
1.16.2 Muestra

La muestra de investigación es un subconjunto representativo de la población, elegido conforme a ciertos criterios para conseguir la generalización. La selección de la muestra es esencial para la confiabilidad y la validez de la encuesta, y posibilitando el trabajo con un número razonable de casos. El diseño muestral tiene que basarse en probabilístico o no probabilístico, dependiendo de las metas del estudio. Debe contener ciertos límites de inclusión y exclusión de los individuos, para garantizar la representatividad y simplificar la interpretación y el carácter replicado de los resultados (Alfonso et al., 2020).

La muestra de esta tesis está dada por tramos seleccionados.

Figura 2

Muestras de estudio



Se evaluaron un total de 8 tramos de muestra, de los cuales se seleccionó una sección de 200 m en cada tramo para analizar la condición superficial, tanto en términos de nivel de servicio como en el índice de rugosidad.

1.17 Técnicas e instrumentos

1.17.1 Técnicas

Las técnicas de investigación son “procedimientos y herramientas para recolectar, analizar e interpretar datos mediante los cuales se responde preguntas científicas o se prueban hipótesis”. Entre ellas se destacan métodos cualitativos tales como entrevistas y grupos focales, y métodos cuantitativos tales como encuestas y experimentos, entre otros, dependiendo de la orientación del estudio en sí. Su correcto empleo asegura los resultados válidos, confiables y objetivos, los cuales son esenciales para llevar a cabo la investigación de manera rigurosa y convertir las observaciones empíricas en un mismo cuerpo del conocimiento (Pino, 2019).

- Observación directa.
- Medición in situ de la rugosidad.
- Evaluación del nivel de servicio.
- Análisis comparativo.

1.17.2 Instrumentos

Los instrumentos de investigación son aquellas herramientas utilizadas para recolectar y medir la información obtenida en el estudio. Algunos de estos son: los cuestionarios, las entrevistas, las escalas de medición y las guías de observación. Asimismo, son útiles para operacionalizar las variables. En este sentido, la elección y validación de cada uno de estos instrumentos es indispensable para garantizar los resultados objetivos, la recopilación de los datos tiende a veracidad y la elección de los objetos de estudio; para llevarlo a cabo, es necesario revisar teórica y prácticamente el instrumento y hacer un pilotaje y la adaptación a contextos específicos, lo cual contribuye a la solidez y coherencia del proceso investigativo (Pino, 2019).

- Manual del MTC.
- Plantilla en Excel del nivel de servicio.
- Equipo de Rugosímetro de Merlín.
- Plantilla en Excel del IRI.

1.18 Validación y confiabilidad del instrumento

1.18.1 Validación

La validación de los instrumentos de investigación implica evaluar si las herramientas utilizadas en la recolección de datos miden lo que supuestamente están midiendo. A través de este proceso, la confiabilidad y validez son garantizadas para producir resultados coherentes y confiables. Puede lograrse mediante la evaluación de contenido, validación de expertos, análisis factorial y pruebas piloto para minimizar los errores de medición o prejuicios inherentes. La calidad del instrumento se fortalece a través de este proceso y por lo tanto, la credibilidad del estudio está garantizada (Pimienta et al., 2018).

1.18.2 Confiabilidad

La confiabilidad de los instrumentos de investigación se refiere a la capacidad que tienen estas herramientas para producir resultados consistentes y estables a lo largo del tiempo y en diversas condiciones. Diversos libros y textos académicos destacan que este atributo se evalúa mediante técnicas estadísticas, como el coeficiente alfa de Cronbach, el test-retest o el análisis de consistencia interna, las cuales permiten determinar que el instrumento mida de manera uniforme y precisa las variables de interés. Además, la literatura especializada enfatiza que una alta confiabilidad es esencial para garantizar la validez de los resultados obtenidos en un estudio. Un instrumento confiable minimiza los errores de medición y asegura que las conclusiones sean reproducibles y representativas del fenómeno investigado, lo que fortalece la solidez y la credibilidad del proceso científico (Pimienta et al., 2018).

1.19 Plan de recolección y procesamiento de datos

❖ Nivel de servicio

Paso 1: Verificación de la muestra

- Se identifico claramente el inicio y el final de la sección vial que se va a evaluar.
- Se corrobora el ancho de la calzada para asegurar que la muestra cumpla con las especificaciones establecidas.

Paso 2: Cálculo de la unidad de muestra

- De acuerdo con el MTC (2018), para la evaluación visual del pavimento se recomienda que cada unidad de muestra (UM) tenga 200 metros de longitud.
- Se determino las unidades de muestras que serán evaluadas en función de la longitud total de la vía. En este caso, se han definido 8 UM, cada una con 200 metros.
- Se tomo en cuenta los 11 tipos de fallas o deterioros establecidos en el manual, considerando el nivel de gravedad (leve, moderado o severo) y su clase de extensión (pequeña, mediana o grande).

Paso 3: Registro de datos mediante evaluación visual

- Se recorrió cada UM, subdividiendo cada 200 metros, para identificar los diferentes tipos de fallas.
- Para cada segmento, se verificó si los indicadores y tolerancias preestablecidos por el MTC se cumplen o no.

Paso 4: Cálculo de los datos y clasificación de la condición**Porcentaje de extensión de la falla**

$$E_{ij} = \frac{\text{Total del deterioro (Axy)}}{\text{Área de la sección evaluada}} \times 100$$

Donde:

- Axy es el área afectada por la falla.
- El denominador es el área total de la unidad de muestra o tramo evaluado.
- El resultado se expresa como un porcentaje.

Extensión Promedio Ponderada (EFP)

Se suman los porcentajes de extensión de cada tipo de deterioro para todas las unidades de muestra, ponderando por la longitud o el área de cada UM, según corresponda.

$$EFP = \frac{EP11 \times A11 + EP12 \times A12 + EP13 \times A13}{A11 + A12 + A13}$$

Donde:

- E_{Pi} es el porcentaje de extensión de la falla
- A_i es la longitud.

Puntaje de condición

- Una vez obtenida la extensión promedio ponderada, se asigna un puntaje de condición de acuerdo con una tabla de referencia según la metodología del MTC.

Tabla 2*Extensión de los daños del pavimento flexible*

Clase	Descripción	Criterio de extensión (porcentaje de la longitud total de la sección)
1	Leve	Menor al 10%
2	Moderado	Entre el 10% y el 30%
3	Severo	Mayor al 30%

Nota. Según MTC (2018).**Tabla 3***Densidad de los baches de los pavimentos flexibles*

Clase	Descripción	Criterio de densidad de baches (huecos) (número / 200 m)
1	Leve	Menor a 4
2	Moderado	Entre 4 y 10
3	Severo	Mayor a 10

Nota. Según MTC (2018).**Puntajes de Condición****Tabla 4***Puntaje de condición según la extensión*

Puntajes de condición para piel de cocodrilo	
Criterio de extensión	Puntaje

Leve	0 y <40
Moderado	>40 y <200
Severo	200

Nota. Según MTC (2018).

Tabla 5

Puntaje de condición según la extensión

Puntajes de condición para fisuras longitudinales, deformación por deficiencia estructural, ahuellamiento, baches y exudación	
Criterio de extensión	Puntaje
Leve	0 y < 20
Moderado	>20 y <100
Severo	100

Nota. Según MTC (2018).

Tabla 6

Puntaje de condición según la extensión

Puntajes de condición para reparaciones o parchados, peladura-desprendimientos y fisuras transversales	
Criterio de extensión	Puntaje
Leve	0 y < 10
Moderado	>10 y <50
Severo	50

Nota. Según MTC (2018).

Calificación de condición= 1000n – (Suma de puntajes de deterioro)

El valor resultante se contrasta con la tabla de calificación final para determinar el estado de la vía.

Con el valor de la **calificación de condición** se categoriza la superficie del pavimento como:

- **Bueno** (calificación por encima de cierto umbral),
- **Regular** (calificación en un rango intermedio),
- **Malo** (calificación por debajo del rango aceptable).

Tabla 7*Nivel de servicio - calificación*

Condición	
Bueno	800
Regular	300 y ≤ 800
Malo	≤ 300

Nota. Según MTC**Figura 3***Plantilla de la medición de nivel servicio*



										Manual de Carreteras: Mantenimiento o Conservación Vial R.D. N° 08-2014 MTC/14 - R.D. N° 05-2016 MTC/14											
CALIFICACIÓN PARA CADA TIPO DE DETERIORO O FALLA DE LA CAPA DE RODADURA POR SECCIONES DE 200M DE CARRETERAS CON PAVIMENTO FLEXIBLE																					
TRAMO 01: 01+000 - 2+000																					
Código de Dato	Deterioros / Falla	Gravedad (G)	Medidas					Área de la Sección Evaluada (m²)	Porcentaje de Extensión del deterioro (E%)	EF _{ij} (u)	Extensión Promedio Ponderada	Puntaje de Condición según Extensión de Cada Tipo de Deterioro o Falla				Puntaje de Condición Resultante por cada Tipo de Deterioro o Falla					
			Área de Deterioro A _{ij} (m²) Número de Deterioro (N _{ij}) Longitud del deterioro (L _{ij})	Al/Anch² Deterioro x Longitud del Deterioro	Área de la Sección Evaluada (m²)	Longitud de la Sección Evaluada (m)	Área de la Sección Evaluada (m²)					0- Sin Deterioro o Sin Falla	1- Leve EP _{ij} = Menor a 10%	2- Moderado EP _{ij} = entre 10% y 30%	3- Severo EP _{ij} = mayor a 30%						
1	Piel de cocodrilo	1. Mala grande (> 0.5 m) sin material suelto	Área (A ₁₁) Daño 1 Gravedad 1 A ₁₁ = Longitud x Ancho (del deterioro)	0.00	7.0	200.0	1400.0	0.00	0.00	$EF_{ij} = \frac{EF_{11} + A_{11} + EF_{12} + A_{12} + EF_{13} + A_{13}}{(P_{11} + A_{11} + P_{12} + A_{12} + P_{13} + A_{13})}$	0	0	0	0	0						
		2. Mala mediana (entre 0.3 y 0.5 m) sin o con material suelto	Área (A ₁₂) Daño 1 Gravedad 2 A ₁₂ = Longitud x Ancho (del deterioro)	352.74	7.0	200.0	1400.0	25.20	8887.54												
		3. Mala pequeña (< 0.3 m) sin o con material suelto	Área (A ₁₃) Daño 1 Gravedad 3 A ₁₃ = Longitud x Ancho (del deterioro)	232.67	7.0	200.0	1400.0	16.62	3666.81												
2	Fisuras longitudinales	1. Fisuras finas en las huellas del tránsito (ancho < 1 mm)	Área (A ₂₁) Daño 2 Gravedad 1 A ₂₁ = Longitud x Ancho (del deterioro)	0.00	7.0	200.0	1400.0	0.00	0.00	$EF_{ij} = \frac{EF_{21} + A_{21} + EF_{22} + A_{22} + EF_{23} + A_{23}}{(P_{21} + A_{21} + P_{22} + A_{22} + P_{23} + A_{23})}$	0	0	0	0	0						
		2. Fisuras medias, corresponden a fisuras abiertas y/o ramificadas (ancho > 1 mm y < 3 mm)	Área (A ₂₂) Daño 2 Gravedad 2 A ₂₂ = Longitud x Ancho (del deterioro)	124.56	7.0	200.0	1400.0	8.90	1193.23												
		3. Fisuras gruesas, corresponden a fisuras abiertas y/o ramificadas (ancho > 3 mm). También se denominan grietas	Área (A ₂₃) Daño 2 Gravedad 3 A ₂₃ = Longitud x Ancho (del deterioro)	96.74	7.0	200.0	1400.0	7.05	686.40												
3	Deformación por deficiencia estructural	1. Profundidad sensible al usuario < 2 cm	Área (A ₃₁) Daño 3 Gravedad 1 A ₃₁ = Longitud x Ancho (del deterioro)	0.00	7.0	200.0	1400.0	0.00	0.00	$EF_{ij} = \frac{EF_{31} + A_{31} + EF_{32} + A_{32} + EF_{33} + A_{33}}{(P_{31} + A_{31} + P_{32} + A_{32} + P_{33} + A_{33})}$	0	0	0	0	0						
		2. Profundidad entre 2 cm y 4 cm	Área (A ₃₂) Daño 3 Gravedad 2 A ₃₂ = Longitud x Ancho (del deterioro)	0.00	7.0	200.0	1400.0	0.00	0.00												
		3. Profundidad > 4 cm	Área (A ₃₃) Daño 3 Gravedad 3 A ₃₃ = Longitud x Ancho (del deterioro)	0.00	7.0	200.0	1400.0	0.00	0.00												
4	Abultamiento	1. Profundidad sensible al usuario para < 5 mm	Área (A ₄₁) Daño 4 Gravedad 1 A ₄₁ = Longitud x Ancho (del deterioro)	0.00	7.0	200.0	1400.0	0.00	0.00	$EF_{ij} = \frac{EF_{41} + A_{41} + EF_{42} + A_{42} + EF_{43} + A_{43}}{(P_{41} + A_{41} + P_{42} + A_{42} + P_{43} + A_{43})}$	0	0	0	0	0						
		2. Profundidad > 5 mm y < 12 mm	Área (A ₄₂) Daño 4 Gravedad 2 A ₄₂ = Longitud x Ancho (del deterioro)	0.00	7.0	200.0	1400.0	0.00	0.00												
		3. Profundidad > 12 mm	Área (A ₄₃) Daño 4 Gravedad 3 A ₄₃ = Longitud x Ancho (del deterioro)	0.00	7.0	200.0	1400.0	0.00	0.00												
5	Reparaciones o parcheos	1. Reparación o parchado para deterioros superficiales	Área (A ₅₁) Daño 5 Gravedad 1 A ₅₁ = Longitud x Ancho (del deterioro)	260.97	7.0	200.0	1400.0	20.78	6047.40	$EF_{ij} = \frac{EF_{51} + A_{51} + EF_{52} + A_{52} + EF_{53} + A_{53}}{(P_{51} + A_{51} + P_{52} + A_{52} + P_{53} + A_{53})}$	0	0	0	0	0						
		2. Reparación de piel de cocodrilo o de fisuras longitudinales, en buen estado	Área (A ₅₂) Daño 5 Gravedad 2 A ₅₂ = Longitud x Ancho (del deterioro)	267.33	7.0	200.0	1400.0	19.10	5194.67												
		3. Reparación de piel de cocodrilo o de fisuras longitudinales, en mal estado	Área (A ₅₃) Daño 5 Gravedad 3 A ₅₃ = Longitud x Ancho (del deterioro)	122.44	7.0	200.0	1400.0	8.75	1070.63												
6	Peladura y Desprendimiento	1. Puntal sin aplicación de la base granular (peladura superficial)	Área (A ₆₁) Daño 6 Gravedad 1 A ₆₁ = Longitud x Ancho (del deterioro)	0.00	7.0	200.0	1400.0	0.00	0.00	$EF_{ij} = \frac{EF_{61} + A_{61} + EF_{62} + A_{62} + EF_{63} + A_{63}}{(P_{61} + A_{61} + P_{62} + A_{62} + P_{63} + A_{63})}$	0	0	0	0	0						
		2. Continúa con aplicación de la base granular o puntal con aplicación de la base granular	Área (A ₆₂) Daño 6 Gravedad 2 A ₆₂ = Longitud x Ancho (del deterioro)	0.00	7.0	200.0	1400.0	0.00	0.00												
		3. Continúa con aplicación de la base granular	Área (A ₆₃) Daño 6 Gravedad 3 A ₆₃ = Longitud x Ancho (del deterioro)	0.00	7.0	200.0	1400.0	0.00	0.00												
7	Baches (huacos)	1. Diámetro < 0.2 m	Número (N ₁₁) Daño 3 Gravedad 1	0.00	7.0					$EF_{ij} = N_{11} + N_{12} + N_{13}$	0	0	0	0	0						
		2. Diámetro entre 0.2 y 0.5 m	Número (N ₁₂) Daño 3 Gravedad 2	0.00	7.0																
		3. Diámetro > 0.5 m	Número (N ₁₃) Daño 3 Gravedad 3	0.00	7.0																
8	Fisuras transversales	1. Fisuras finas (ancho < 1 mm)	Área (A ₈₁) Daño 8 Gravedad 1 A ₈₁ = Longitud x Ancho (del deterioro)	60.33	7.0	200.0	1400.0	4.31	209.98	$EF_{ij} = \frac{EF_{81} + A_{81} + EF_{82} + A_{82} + EF_{83} + A_{83}}{(P_{81} + A_{81} + P_{82} + A_{82} + P_{83} + A_{83})}$	0	0	0	0	0						
		2. Fisuras medias, corresponden a fisuras abiertas y/o ramificadas (ancho > 1 mm y < 3 mm)	Área (A ₈₂) Daño 8 Gravedad 2 A ₈₂ = Longitud x Ancho (del deterioro)	144.22	7.0	200.0	1400.0	10.30	1485.67												
		3. Fisuras gruesas, corresponden a fisuras abiertas y/o ramificadas (ancho > 3 mm). También se denominan grietas	Área (A ₈₃) Daño 8 Gravedad 3 A ₈₃ = Longitud x Ancho (del deterioro)	69.54	7.0	200.0	1400.0	4.97	345.42												
9	Exudación	1. Puntal	Área (A ₉₁) Daño 9 Gravedad 1 A ₉₁ = Longitud x Ancho (del deterioro)	0.00	7.0	200.0	1400.0	0.00	0.00	$EF_{ij} = \frac{EF_{91} + A_{91} + EF_{92} + A_{92} + EF_{93} + A_{93}}{(P_{91} + A_{91} + P_{92} + A_{92} + P_{93} + A_{93})}$	0	0	0	0	0						
		2. Continúa	Área (A ₉₂) Daño 9 Gravedad 2 A ₉₂ = Longitud x Ancho (del deterioro)	0.00	7.0	200.0	1400.0	0.00	0.00												
		3. Continúa con superficie viscosa	Área (A ₉₃) Daño 9 Gravedad 3 A ₉₃ = Longitud x Ancho (del deterioro)	0.00	7.0	200.0	1400.0	0.00	0.00												
10	Daños Puntuales	1. Daños puntuales, baches o huacos, en seco	Área (A ₁₀₁) Daño 10 Gravedad 1 A ₁₀₁ = Longitud x Ancho (del deterioro)	0.00	7.0	200.0	1400.0	0.00	0.00	$EF_{ij} = \frac{EF_{101} + A_{101} + EF_{102} + A_{102} + EF_{103} + A_{103}}{(P_{101} + A_{101} + P_{102} + A_{102} + P_{103} + A_{103})}$	0	0	0	0	0						
		2. Daños en menos del 30% de la longitud	Área (A ₁₀₂) Daño 10 Gravedad 2 A ₁₀₂ = Longitud x Ancho (del deterioro)	0.00	7.0	200.0	1400.0	0.00	0.00												
		3. Daños en más del 30% de la longitud	Área (A ₁₀₃) Daño 10 Gravedad 3 A ₁₀₃ = Longitud x Ancho (del deterioro)	0.00	7.0	200.0	1400.0	0.00	0.00												
11	Desnivel Calzada/Bermas	1. Desnivel leve < 15 mm	Longitud (L ₁₁₁) Daño 11 Gravedad 1	0.00	7.0	200.0	1400.0	0.00	0.00	$EF_{ij} = \frac{EF_{111} + L_{111} + EF_{112} + L_{112} + EF_{113} + L_{113}}{(P_{111} + L_{111} + P_{112} + L_{112} + P_{113} + L_{113})}$	0	0	0	0	0						
		2. Desnivel moderado entre 15 y 50 mm	Longitud (L ₁₁₂) Daño 11 Gravedad 2	0.00	7.0	200.0	1400.0	0.00	0.00												
		3. Desnivel severo > 50 mm	Longitud (L ₁₁₃) Daño 11 Gravedad 3	0.00	7.0	200.0	1400.0	0.00	0.00												
												Suma de Puntaje de Condición				140.39					
TABLA DE CALIFICACIÓN DE CONDICIÓN SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE (200M)																					
TRAMO 01: 01+000 - 2+000	Calificación de condición	1000 - Σ(Puntaje de Condición)	859.61																		
		Buena	≥ 800																		
		Regular	> 300 y < 800																		
		Mala	< 300																		
										SE RECOMIENDA MANTENIMIENTO RUTINARIO											
										Reconstrucción - Rehabilitación											
										Conservación periódica											
										Conservación rutinaria											
										100	200	300	400	500	600	700	800	900	1000		

❖ Rugosímetro de merlín

En la Figura se observa el formato Excel empleado para registrar los valores obtenidos en campo. Una vez recopilados los datos, se procede a representar la distribución de frecuencias mediante un histograma. Este histograma facilita la identificación de los valores correspondientes al extremo inferior, el centro y el extremo superior.

Con estos valores se determina el rango D, y a partir de este valor se calcula el Índice de Rugosidad Internacional (IRI) en m/km. El uso del histograma permite eliminar datos atípicos y obtener un valor D representativo, fundamental para un cálculo preciso del IRI.

Figura 4

Plantilla del IRI

EVALUACION DE PAVIMENTOS		DETERMINACION DE RUGOSIDAD (EQUIPO RUGOSIMETRO MERLIN)		Código	FRM_GR_BM_501
				Versión	V.01
				Aprobado	GG_GR
				Página	2 de 8

SOLICITANTE	: Sr. OSWALDO EVER ARAPA CATY	FECHA MUESTREO	: 10/07/2025
PROYECTO	: TESIS: ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA CALIDAD SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE MEDIANTE LA MEDICIÓN DEL NIVEL DE SERVICIO E ÍNDICE DE RUGOSIDAD INTERNACIONAL EN LA VÍA JULIACA - CABANILLAS 2025	MUESTREADO POR	: D.E.A.C.
UBICACIÓN	: VÍA JULIACA - CABANILLAS	ENSAYADO POR	: J.C.I.C.
PROGRESIVA	: 4+000 - 5+000	CARRIL	: -
LONGITUD	: 1000 Metros	CAPA	: ASFALTICA
		FECHA EXPEDICIÓN	: 15/07/2025

LECTURAS CAMPO										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	16	21	28	25	25	17	30	22	26	25
2	17	25	29	26	24	22	31	22	25	24
3	24	26	27	23	27	22	34	26	27	25
4	21	24	24	21	29	19	33	27	26	26
5	20	20	26	20	30	21	19	29	23	23
6	18	19	28	18	24	24	30	30	21	26
7	20	18	25	18	21	23	31	25	25	24
8	19	20	23	19	23	23	29	28	23	27
9	25	19	20	23	22	22	28	31	23	27
10	26	24	18	21	24	22	27	29	27	29
11	28	26	19	25	27	22	25	22	29	31
12	24	25	18	26	26	28	26	29	30	32
13	26	25	25	27	29	28	30	27	31	33
14	25	24	23	29	31	22	30	23	24	28
15	27	25	24	30	32	24	29	21	26	31
16	26	26	26	31	33	22	30	20	27	28
17	23	23	23	24	28	26	30	21	29	30
18	21	26	24	26	31	30	32	21	21	23
19	25	24	23	27	28	22	32	24	23	23
20	23	27	26	29	30	31	28	25	22	22

CONTROL CANTIDAD MARCAS:		200 LECTURAS
FACTOR DE CORRECCION		F.C. = 1.380

CÁLCULO DE "D"	
$D = (I_{ZQ} + CE + DER) \times 5 \times F.C.$	
DESCARTANDO 6 VALORES CADA DISPERSIÓN DEL HISTOGRAMA HISTOGRAMA: IZQ.=LEVANTAMIENTO CE=CENTRO DER.=HUNDIMIENTO	

CÁLCULO DE "R" (R)	
$R = 0.0485 \times D$ Cuando $IRI < 2.4$	

	LEVANTAMIENTO (IZQ.)	CENTRO (CE)	HUNDIMIENTO (DER.)
TOTALES COLUMNAS EXTREMAS	7	-	10
LECTURAS CONSIDERADAS	6	-	8
FRACCIONES RESULTANTES	0.86	11	0.80
SUMA FRACCIONES (CI + CE + CD)	12.66		
Rango "D"	87.33		
IRI	4.24		

LECTURAS CON RUGOSIMETRO MERLIN	
HISTOGRAMA DE FRECUENCIAS	
0	1
0	2
0	3
0	4
0	5
0	6
0	7
0	8
0	9
0	10
0	11
0	12
0	13
0	14
0	15
0	16
0	17
0	18
0	19
0	20
0	21
0	22
0	23
0	24
0	25
0	26
0	27
0	28
0	29
0	30
0	31
0	32
0	33
0	34
0	35
0	36
0	37
0	38
0	39
0	40
0	41
0	42
0	43
0	44
0	45
0	46
0	47
0	48
0	49
0	50

Figura 5

Equipo de Merlín



Tabla 8

Parámetros de medición

IRI m/km	Estado
< 3	Bueno
3 -4	Regular
4 -6	Malo
6 -10	Pésimo

Nota. (AASHTO, 1993)

1.19.1 Análisis e interpretación de los resultados

El análisis e interpretación de los resultados es una etapa fundamental en la investigación que consiste en examinar, procesar y dar significado a los datos obtenidos para responder a los objetivos planteados y comprobar o refutar las hipótesis formuladas. Esta fase permite transformar la información recolectada en conclusiones significativas, estableciendo relaciones, patrones y tendencias que aporten valor al estudio.

La interpretación de los resultados va más allá del análisis numérico o descriptivo; implica comparar los hallazgos con estudios previos, teorías existentes y expectativas iniciales, permitiendo contextualizar los resultados dentro del marco teórico de la



investigación. En ingeniería, esta etapa es crucial para validar diseños, optimizar procesos, evaluar el rendimiento de sistemas y fundamentar mejoras en tecnología y metodologías.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

2.1 Resultados obtenidos

En este apartado se presentan los resultados de la evaluación de la calidad superficial del pavimento de la vía Juliaca–Cabanillas, obtenidos a partir de la medición del nivel de servicio y del índice de rugosidad.

Estas medidas se emplean para determinar el estado actual de la infraestructura, permitiendo identificar áreas de mejora y posibles problemas de desgaste que pueden afectar la seguridad y comodidad de los usuarios.

Los resultados se exponen de forma clara y organizada mediante gráficos y tablas, los cuales ilustran las variaciones y tendencias en el comportamiento del pavimento a lo largo de la vía. Además, se incluye un análisis descriptivo exhaustivo que interpreta los datos recopilados, permitiendo identificar patrones de deterioro y áreas críticas que requieren atención inmediata. Este enfoque integral proporciona un marco de referencia sólido para la toma de decisiones, facilitando el diseño de estrategias de mantenimiento preventivo y correctivo, y asegurando la optimización de los recursos destinados al mejoramiento y conservación de la infraestructura vial.

Figura 6*Muestras de estudio*

00+000	01+000	02+000	03+000	04+000	05+000	06+000
	Tramo-1	Tramo-2	Tramo-3	Tramo-4	Tramo-5	Tramo-6
06+000	07+000	08+000	09+000	10+000	11+000	12+000
	Tramo-7	Tramo-8	Tramo-9	Tramo-10	Tramo-11	Tramo-12
12+000	13+000	14+000	15+000	16+000	17+000	18+000
	Tramo-13	Tramo-14	Tramo-15	Tramo-16	Tramo-17	Tramo-18
18+000	19+000	20+000	21+000	22+000	23+000	24+000
	Tramo-19	Tramo-20	Tramo-21	Tramo-22	Tramo-23	Tramo-24
24+000	25+000					
	Tramo-25					

Se ilustra la distribución de los tramos seleccionados para la evaluación del pavimento en la vía Juliaca–Cabanillas, a lo largo de 25 kilómetros. Se han determinado ocho muestras en diferentes secciones de la carretera. Lo que permite realizar comparaciones entre cada tramo, facilitando el análisis de la calidad superficial del pavimento y la identificación de posibles zonas críticas que requieran intervenciones de mantenimiento.

❖ Detalles de la vía Juliaca - Cabanillas

Departamento:	Puno
Provincia:	San Román
Longitud de tramos:	1 km
Sección evaluada en cada tramo:	200 m
Cantidad de muestras:	8

2.1.1 Estado de la calidad superficial del pavimento flexible en la vía Juliaca - Cabanillas según los resultados del nivel de servicio

Tabla 9

Nivel de servicio en el tramo 2 (01+000 a 02+000 Km)

Cod de Falla	Gravedad	Medidas Totales	% De Extensión De Falla	Extensión Promedio Ponderada	Puntaje De Condición Según La Extensión De Falla
1	2	352.74	25.20	21.79	47.15
1	3	232.67	16.62		
2	2	124.56	8.90	8.08	16.16
2	3	98.74	7.05		
5	1	290.97	20.78	17.96	25.94
5	2	267.33	19.10		
5	3	122.44	8.75		
8	1	60.33	4.31	7.63	15.26
8	2	144.22	10.30		
8	3	69.54	4.97		
Suma Puntaje De Condición					140.39
Calificación De Condición					859.61 Bueno

Se presenta la evaluación del nivel de servicio en el tramo 01+000 a 02+000 km, donde la columna "Cod de Falla" corresponde a los distintos tipos de deterioro identificados en el pavimento, según la clasificación mostrada en la tabla (1 = piel de cocodrilo, 2 = fisuras longitudinales, 5 = reparaciones o parchados y 8 = fisuras transversales). Asimismo, la tabla muestra la extensión promedio ponderada y el puntaje de condición correspondiente a cada tipo de falla, cuyo total asciende a 140.39. Al final, se presenta la calificación de condición, que en este tramo alcanza 859.61, clasificando el estado del pavimento como "Bueno".

Tabla 10

Nivel de servicio en el tramo 5 (04+000 a 05+000 Km)

Cod de Falla	Gravedad	Medidas Totales	% De Extensión De Falla	Extensión Promedio Ponderada	Puntaje De Condición Según La Extensión De Falla
1	2	188.24	13.45	15.84	23.36
1	3	247.27	17.66		
3	2	95.87	6.85	11.30	70.38
3	3	189.65	13.55		
5	2	199.55	14.25	15.92	53.68
5	3	242.11	17.29		
8	3	236.12	16.87	16.87	57.46
Suma Puntaje De Condición					204.88
Calificación De Condición					795.12 Regular

Se presenta la evaluación del nivel de servicio en el tramo 04+000 a 05+000 km, donde la columna "Cod de Falla" corresponde a los distintos tipos de deterioro identificados en el pavimento, según la clasificación mostrada en la tabla anexa (1 = piel de cocodrillo, 3 = formación por deficiencia estructural, 5 = reparaciones o parchados y 8 = Fisuras transversales). Asimismo, la tabla muestra la extensión promedio ponderada y el puntaje de condición correspondiente a cada tipo de falla, cuyo total asciende a 204.88. Al final, se presenta la calificación de condición, que en este tramo alcanza 795.12, clasificando el estado del pavimento como "Regular".

Tabla 11

Nivel de servicio en el tramo 8 (07+000 a 08+000 Km)

Cod de Falla	Gravedad	Medidas Totales	% De Extensión De Falla	Extensión Promedio Ponderada	Puntaje De Condición Según La Extensión De Falla
1	2	138.12	9.87	9.87	19.73
2	2	260.23	18.59	18.59	54.35
3	2	157.24	11.23	11.23	69.85
5	2	148.18	10.58	10.58	32.34
7	2	2		2	4.00
8	2	256.89	18.35	18.35	63.40
Suma Puntaje De Condición					243.67
Calificación De Condición					756.33 Regular

Se presenta la evaluación del nivel de servicio en el tramo 07+000 a 08+000 km, donde la columna "Cod de Falla" corresponde a los distintos tipos de deterioro identificados en el pavimento, según la clasificación mostrada en la tabla anexa (1=piel de cocodrillo, 2= fisuras longitudinales 3 = formación por deficiencia estructural, 5 = reparaciones o

parchados, 7 = baches y 8 = fisuras transversales). Asimismo, la tabla muestra la extensión promedio ponderada y el puntaje de condición correspondiente a cada tipo de falla, cuyo total asciende a 243.67. Al final, se presenta la calificación de condición, que en este tramo alcanza 756.33, clasificando el estado del pavimento como "Regular".

Tabla 12

Nivel de servicio en el tramo 11 (10+000 a 11+000 Km)

Cod	Gravedad	Medidas Totales	% De Extensión De Falla	Extensión Promedio Ponderada	Puntaje De Condición Según La Extensión De Falla
1	2	289.67	20.69	20.69	42.76
2	3	187.62	13.40	13.40	33.61
8	2	248.18	17.73	17.73	60.91
Suma Puntaje De Condición					137.28
Calificación De Condición					862.72 Bueno

Se presenta la evaluación del nivel de servicio en el tramo 10+000 a 11+000 km, donde la columna "Cod" corresponde a los distintos tipos de deterioro identificados en el pavimento, según la clasificación mostrada en la tabla (1 = piel de cocodrilo, 2 = fisuras longitudinales y 8 = fisuras transversales). Asimismo, la tabla muestra la extensión promedio ponderada y el puntaje de condición correspondiente a cada tipo de falla, cuyo total asciende a 137.28. Al final, se presenta la calificación de condición, que en este tramo alcanza 862.72, clasificando el estado del pavimento como "Bueno".

Tabla 13

Nivel de servicio en el tramo 14 (13+000 a 14+000 Km)

Cod	Gravedad	Medidas Totales	% De Extensión De Falla	Extensión Promedio Ponderada	Puntaje De Condición Según La Extensión De Falla
1	2	275.89	19.71	19.71	38.83
2	2	251.67	17.98	19.70	58.81
2	3	296.34	21.17		
8	2	248.62	17.76	15.43	51.72
8	3	167.68	11.98		
Suma Puntaje De Condición					149.35
Calificación De Condición					850.65 Bueno

Se presenta la evaluación del nivel de servicio en el tramo 13+000 a 14+000 km, donde la columna "Cod" corresponde a los distintos tipos de deterioro identificados en el pavimento,

según la clasificación mostrada en la tabla (1 = piel de cocodrilo, 2 = fisuras longitudinales y 8 = fisuras transversales). Asimismo, la tabla muestra la extensión promedio ponderada y el puntaje de condición correspondiente a cada tipo de falla, cuyo total asciende a 149.35. Al final, se presenta la calificación de condición, que en este tramo alcanza 850.65, clasificando el estado del pavimento como "Bueno".

Tabla 14

Nivel de servicio en el tramo 17 (16+000 a 17+000 Km)

Cod	Gravedad	Medidas Totales	% De Extensión De Falla	Extensión Promedio Ponderada	Puntaje De Condición Según La Extensión De Falla
1	2	256.78	18.34	18.34	33.37
2	2	299.78	21.41	19.59	58.36
2	3	242.78	17.34		
6	2	175.62	12.54	12.54	40.18
8	2	145.68	10.41	10.41	31.62
Suma Puntaje De Condición					163.53
Calificación De Condición					836.47 Bueno

Se presenta la evaluación del nivel de servicio en el tramo 16+000 a 17+000 km, donde la columna "Cod" corresponde a los distintos tipos de deterioro identificados en el pavimento, según la clasificación mostrada en la tabla anexa (1 = piel de cocodrilo, 2 = fisuras longitudinales, 6 = peladura y desprendimiento y 8 = fisuras transversales). Asimismo, la tabla muestra la extensión promedio ponderada y el puntaje de condición correspondiente a cada tipo de falla, cuyo total asciende a 163.53. Al final, se presenta la calificación de condición, que en este tramo alcanza 836.47, clasificando el estado del pavimento como "Bueno".

Tabla 15

Nivel de servicio en el tramo 20 (19+000 a 20+000 Km)

Cod	Gravedad	Medidas Totales	% De Extensión De Falla	Extensión Promedio Ponderada	Puntaje De Condición Según La Extensión De Falla
1	2	229.54	16.40	18.03	32.11
1	3	271.66	19.40		
2	2	128.64	9.19	17.04	48.15
2	3	287.65	20.55		
6	2	172.41	12.32	12.20	38.81
6	3	169.22	12.09		
Suma Puntaje De Condición					119.06
Calificación De Condición					880.94 Bueno

Se presenta la evaluación del nivel de servicio en el tramo 19+000 a 20+000 km, donde la columna "COD" corresponde a los distintos tipos de deterioro identificados en el pavimento, según la clasificación mostrada en la tabla anexa (1 = piel de cocodrilo, 2 = fisuras longitudinales y 6 = peladura y desprendimiento). Asimismo, la tabla muestra la extensión promedio ponderada y el puntaje de condición correspondiente a cada tipo de falla, cuyo total asciende a 119.06. Al final, se presenta la calificación de condición, que en este tramo alcanza 880.94, clasificando el estado del pavimento como "Bueno".

Tabla 16

Nivel de servicio en el tramo 23 (22+000 a 23+000 Km)

Cod	Gravedad	Medidas Totales	% De Extensión De Falla	Extensión Promedio Ponderada	Puntaje De Condición Según La Extensión De Falla
1	2	226.57	16.18	16.18	24.73
2	2	254.32	18.17	18.17	52.66
3	3	132.79	9.49	9.49	18.97
5	2	224.78	16.06	13.32	43.28
5	3	102.45	7.32		
8	2	157.41	11.24	11.68	36.72
8	3	169.23	12.09		
Suma Puntaje De Condición					176.37
Calificación De Condición					823.63 Bueno

Se presenta la evaluación del nivel de servicio en el tramo 19+000 a 20+000 km, donde la columna "COD" corresponde a los distintos tipos de deterioro identificados en el pavimento, según la clasificación mostrada en la tabla anexa (1 = piel de cocodrilo, 2 = fisuras longitudinales, 3 = formación por deficiencia estructural, 5 = reparaciones o parchados y 8

= fisuras transversales). Asimismo, la tabla muestra la extensión promedio ponderada y el puntaje de condición correspondiente a cada tipo de falla, cuyo total asciende a 176.37. Al final, se presenta la calificación de condición, que en este tramo alcanza 823.63, clasificando el estado del pavimento como "Bueno".

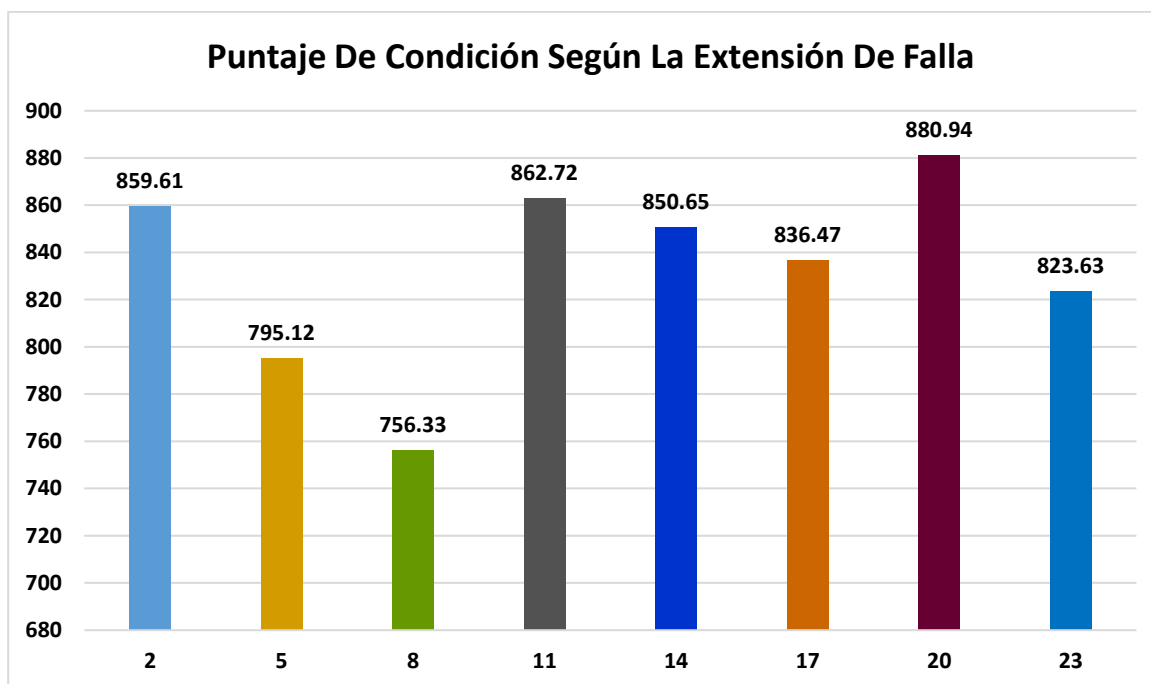
Tabla 17

Condición del pavimento

Nivel de servicio		
Tramo	Puntaje De Condición Según La Extensión De Falla	Condición
2	859.61	Bueno
5	795.12	Regular
8	756.33	Regular
11	862.72	Bueno
14	850.65	Bueno
17	836.47	Bueno
20	880.94	Bueno
23	823.63	Bueno
PROMEDIO	833.18	Bueno

Figura 7

Condición del pavimento



Se presenta el puntaje de condición del pavimento en ocho tramos, evaluados según la extensión de fallas. El puntaje promedio es 833.18, lo que clasifica la vía como "Bueno".

2.1.2 Estado de la calidad superficial del pavimento flexible en la vía Juliaca -

Cabanillas según los valores del Índice de Rugosidad Internacional

Tabla 18

Lectura de campo en el tramo 2

LECTURAS DE CAMPO										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	19	26	31	26	24	30	19	26	20	22
2	18	24	25	27	25	32	21	28	21	22
3	20	28	27	29	23	30	20	29	22	29
4	21	27	24	25	22	28	21	24	22	23
5	25	24	20	24	21	26	20	30	23	22
6	26	26	19	26	20	27	25	31	28	19
7	26	25	28	28	25	25	23	29	27	23
8	24	23	31	26	26	24	28	24	25	22
9	25	24	30	25	28	23	27	26	22	22
10	23	21	26	21	30	20	29	28	22	23
11	21	19	25	24	31	19	26	24	22	25
12	22	20	30	26	32	25	28	25	23	27
13	23	23	24	29	28	26	30	25	28	27
14	24	25	25	30	29	23	31	27	27	29
15	25	24	26	31	27	28	32	28	27	29
16	26	26	27	26	29	29	33	26	26	30
17	27	28	28	25	24	26	24	29	24	27
18	28	27	21	23	26	25	26	30	26	27
19	27	30	30	19	27	24	28	31	28	27
20	26	29	31	28	30	23	27	24	22	31

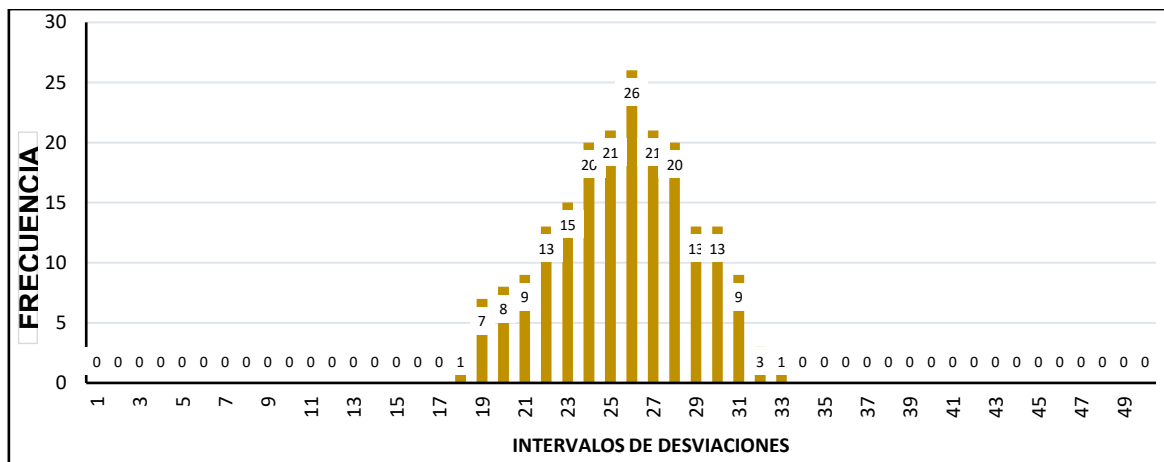
Tabla 19

Frecuencia de la lectura de campo en el tramo 2

FRECUENCIA					
V _{1/20}		V _{21/40}		V _{41/50}	
1	0	21	9	41	0
2	0	22	13	42	0
3	0	23	15	43	0
4	0	24	20	44	0
5	0	25	21	45	0
6	0	26	26	46	0
7	0	27	21	47	0
8	0	28	20	48	0
9	0	29	13	49	0
10	0	30	13	50	0
11	0	31	9		
12	0	32	3		
13	0	33	1		
14	0	34	0		
15	0	35	0		
16	0	36	0	F. Corrección	1.38
17	0	37	0	Rango "D"	76.48
18	1	38	0	IRI m/km	3.71
19	7	39	0		
20	8	40	0		

Figura 8

Histograma en el tramo 2



Se muestra el histograma de frecuencias correspondiente a las lecturas de campo tomadas en el Tramo 2. Para este tramo, se aplicó un factor de corrección de 1.38, y se obtuvo un rango "D" de 7.28. A partir de estos datos, se calculó un (IRI) de 3.71 m/km. De acuerdo con la tabla de clasificación presentada AASHTO, un IRI comprendido entre 3 y 4 se considera "Regular".

Tabla 20

Lectura de campo en el tramo 5

LECTURAS DE CAMPO										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	16	21	28	25	25	17	30	22	26	25
2	17	25	29	26	24	22	31	22	25	24
3	24	26	27	23	27	22	34	26	27	25
4	21	24	24	21	29	19	33	27	26	26
5	20	20	26	20	30	21	19	29	23	23
6	18	19	28	18	24	24	30	30	21	26
7	20	18	25	18	21	23	31	25	25	24
8	19	20	23	19	23	23	29	28	23	27
9	25	19	20	23	22	22	28	31	23	27
10	26	24	18	21	24	22	27	29	27	29
11	28	26	19	25	27	22	25	22	29	31
12	24	25	18	26	26	28	26	29	30	32
13	26	25	25	27	29	28	30	27	31	33
14	25	24	23	29	31	22	30	23	24	28
15	27	25	24	30	32	24	29	21	26	31
16	26	26	26	31	33	22	30	20	27	28
17	23	23	23	24	28	26	30	21	29	30
18	21	26	24	26	31	30	32	21	21	23
19	25	24	23	27	28	22	32	24	23	23
20	23	27	26	29	30	31	28	25	22	22

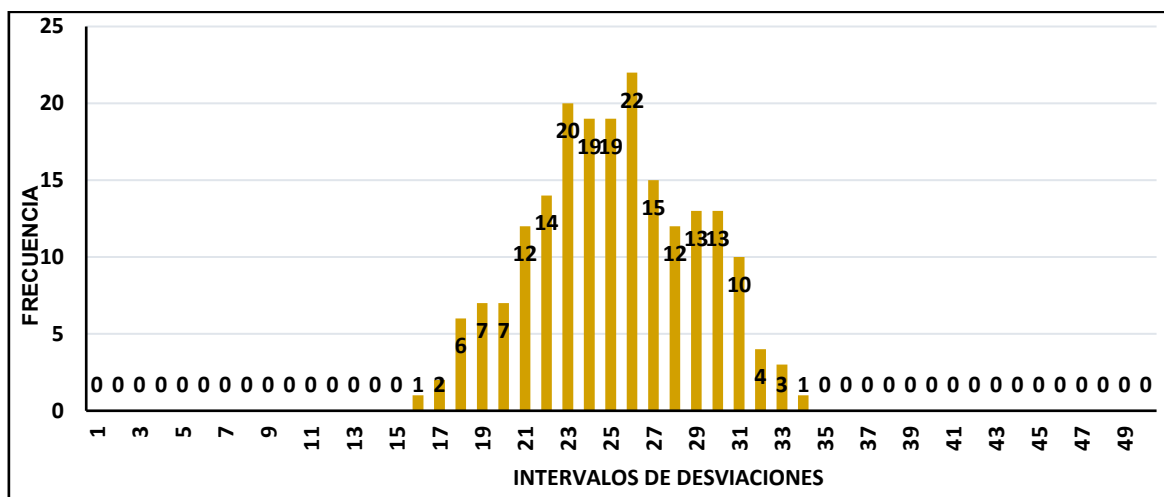
Tabla 21

Frecuencia de la lectura de campo en el tramo 5

FRECUENCIA					
V _{1/20}		V _{21/40}		V _{41/50}	
1	0	21	12	41	0
2	0	22	14	42	0
3	0	23	20	43	0
4	0	24	19	44	0
5	0	25	19	45	0
6	0	26	22	46	0
7	0	27	15	47	0
8	0	28	12	48	0
9	0	29	13	49	0
10	0	30	13	50	0
11	0	31	10		
12	0	32	4		
13	0	33	3		
14	0	34	1		
15	0	35	0		
16	1	36	0	F. Corrección	1.38
17	2	37	0	Rango "D"	87.33
18	6	38	0	IRI m/km	4.24
19	7	39	0		
20	7	40	0		

Figura 9

Histograma en el tramo 5



Se presenta el histograma de frecuencias de las lecturas de campo tomadas en el Tramo 5, evidenciando la distribución de los valores en distintos intervalos de desviación. Para este tramo, se aplicó un factor de corrección de 1.38 y se obtuvo un rango "D" de 87.33. A partir de estos datos, se determinó un (IRI) de 4.24 m/km. De acuerdo con la tabla AASHTO (1983), dicho valor se clasifica como estado "Malo".

Tabla 22

Lectura de campo en el tramo 8

LECTURAS DE CAMPO										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	20	30	20	19	28	19	24	24	21	28
2	21	20	30	20	30	20	23	26	20	30
3	26	18	29	21	29	21	21	27	25	29
4	25	29	22	26	29	22	26	31	26	31
5	26	25	27	26	25	27	26	28	26	28
6	24	21	28	21	24	28	21	24	24	19
7	27	26	20	30	20	23	23	25	26	20
8	22	27	25	29	25	24	23	25	27	25
9	22	27	25	29	25	24	23	25	27	25
10	27	22	26	31	26	24	23	23	22	26
11	27	26	28	29	25	33	29	25	27	26
12	25	23	26	20	26	26	21	30	21	30
13	29	25	27	25	26	28	25	29	25	32
14	25	29	22	26	29	22	26	31	26	31
15	26	32	25	24	23	28	26	33	26	33
16	24	32	25	24	23	30	19	24	24	19
17	28	31	26	24	23	23	23	24	27	21
18	22	28	25	32	25	24	23	25	28	25
19	28	22	27	31	27	24	23	23	22	27
20	28	27	30	32	25	33	32	25	28	27

Tabla 23

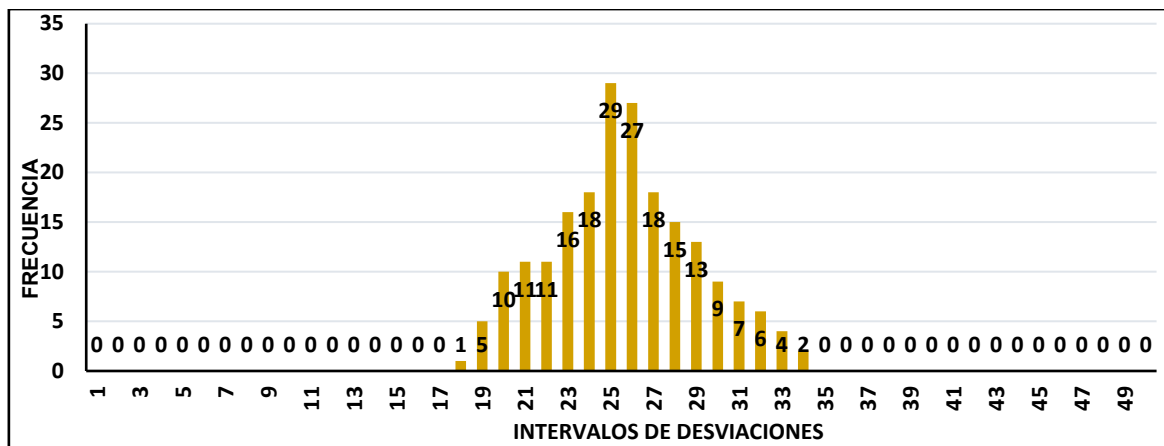
Frecuencia de la lectura de campo en el tramo 8

FRECUENCIA					
V _{1/20}		V _{21/40}		V _{41/50}	
1	0	21	11	41	0
2	0	22	11	42	0
3	0	23	16	43	0
4	0	24	18	44	0
5	0	25	29	45	0
6	0	26	27	46	0
7	0	27	18	47	0
8	0	28	15	48	0
9	0	29	13	49	0
10	0	30	9	50	0
11	0	31	7		
12	0	32	6		
13	0	33	4		
14	0	34	2		
15	0	35	0		
16	0	36	0		
17	0	37	0		
18	1	38	0		
19	5	39	0		
20	10	40	0		

F. Corrección	1.38
Rango "D"	80.04
IRI m/km	3.88

Figura 10

Histograma en el tramo 8



Se presenta el histograma de frecuencias de las lecturas de campo tomadas en el Tramo 8, mostrando la distribución de los valores en diferentes intervalos de desviación. Para este tramo, se aplicó un factor de corrección de 1.38 y se obtuvo un rango "D" de 80.04. A partir de estos datos, se determinó un Índice de Rugosidad Internacional (IRI) de 3.88 m/km. De acuerdo con la tabla AASHTO (1983), dicho valor se clasifica como estado "Regular".

Tabla 24

Lectura de campo en el tramo 11

LECTURAS DE CAMPO										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	20	30	20	23	23	24	25	23	24	23
2	23	23	21	22	24	22	23	23	22	23
3	25	32	25	24	23	25	25	23	24	22
4	25	28	26	26	28	24	24	24	24	25
5	27	25	28	26	18	25	24	24	22	24
6	18	19	25	25	20	29	20	24	24	25
7	29	20	32	27	26	27	26	25	32	26
8	27	21	26	28	26	27	26	25	32	26
9	28	30	29	30	26	25	32	32	25	25
10	30	30	29	33	26	31	22	29	22	26
11	27	27	25	28	26	27	27	25	28	26
12	19	27	19	29	29	19	27	19	29	29
13	20	30	20	23	26	20	30	20	23	26
14	22	26	31	22	29	22	26	31	27	29
15	28	26	27	27	25	28	26	27	27	25
16	23	23	21	22	29	22	23	23	22	23
17	29	23	24	20	30	20	23	23	24	21
18	24	21	22	25	27	25	24	23	25	22
19	23	23	21	25	32	25	24	21	25	22
20	21	21	24	25	21	22	25	25	21	22

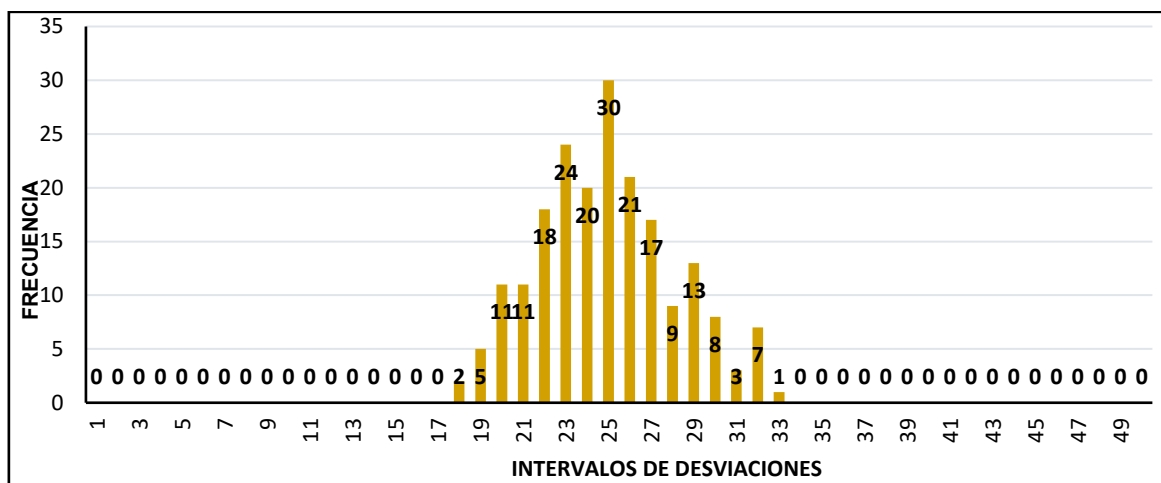
Tabla 25

Frecuencia de la lectura de campo en el tramo 11

FRECUENCIA					
V _{1/20}		V _{21/40}		V _{41/50}	
1	0	21	11	41	0
2	0	22	18	42	0
3	0	23	24	43	0
4	0	24	20	44	0
5	0	25	30	45	0
6	0	26	21	46	0
7	0	27	17	47	0
8	0	28	9	48	0
9	0	29	13	49	0
10	0	30	8	50	0
11	0	31	3		
12	0	32	7		
13	0	33	1		
14	0	34	0		
15	0	35	0		
16	0	36	0	F. Corrección	1.38
17	0	37	0	Rango “D”	78.95
18	2	38	0		
19	5	39	0		
20	11	40	21	IRI m/km	3.83

Figura 11

Histograma en el tramo 11



Se presenta el histograma de frecuencias de las lecturas de campo tomadas en el Tramo 11, mostrando la distribución de los valores en diferentes intervalos de desviación. Para este tramo, se aplicó un factor de corrección de 1.38 y se obtuvo un rango “D” de 78.95. A partir de estos datos, se determinó un Índice de Rugosidad Internacional (IRI) de 3.81 m/km. De acuerdo con la tabla AASHTO (1983), dicho valor se clasifica como estado “Regular”.

Tabla 26

Lectura de campo en el tramo 14

LECTURAS DE CAMPO										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	19	23	23	29	28	23	27	22	23	26
2	23	22	22	28	31	23	26	28	21	27
3	21	24	22	27	29	27	29	28	26	31
4	25	27	22	25	22	29	31	22	26	28
5	26	26	28	26	29	30	32	24	21	24
6	27	29	28	30	27	31	33	22	23	25
7	26	26	27	26	29	29	34	26	23	25
8	27	28	28	25	24	26	31	30	35	25
9	28	27	21	23	26	25	28	22	35	23
10	27	30	30	19	28	25	30	31	29	25
11	26	29	31	28	29	26	30	25	21	30
12	20	30	35	22	27	23	32	24	25	29
13	25	31	28	19	24	21	32	26	26	31
14	23	29	27	23	26	20	31	26	26	30
15	28	24	25	22	34	18	21	29	24	27
16	27	26	22	22	25	18	22	30	26	27
17	23	28	26	33	26	19	21	31	28	27
18	23	30	19	24	24	23	20	24	22	31
19	23	23	23	24	27	21	31	27	25	27
20	28	25	32	25	19	25	33	30	28	29

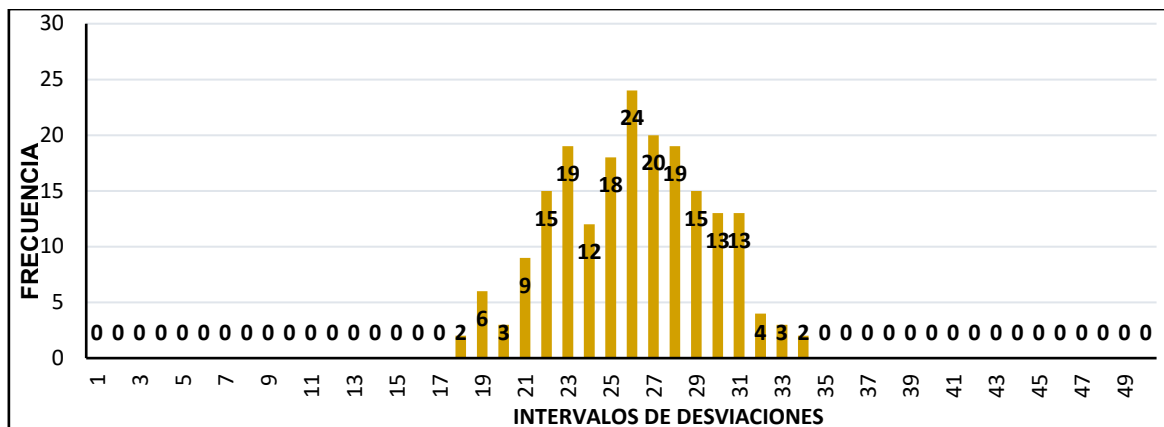
Tabla 27

Frecuencia de la lectura de campo en el tramo 14

FRECUENCIA					
	V _{1/20}		V _{21/40}		V _{41/50}
1	0	21	9	41	0
2	0	22	15	42	0
3	0	23	19	43	0
4	0	24	12	44	0
5	0	25	18	45	0
6	0	26	24	46	0
7	0	27	20	47	0
8	0	28	19	48	0
9	0	29	15	49	0
10	0	30	13	50	0
11	0	31	13		
12	0	32	4		
13	0	33	3		
14	0	34	2		
15	0	35	0		
16	0	36	0	F. Corrección	1.38
17	0	37	0		
18	2	38	0	Rango "D"	83.95
19	6	39	0		
20	3	40	0	IRI m/km	4.07

Figura 12

Histograma en el tramo 14



Se muestra el histograma de frecuencias de las lecturas de campo tomadas en el Tramo 14, evidenciando la distribución de los valores en diferentes intervalos de desviación. Para este tramo, se aplicó un factor de corrección de 1.38 y se obtuvo un rango "D" de 83.95. A partir de estos datos, se determinó un Índice de Rugosidad Internacional (IRI) de 4.07 m/km. De acuerdo con la tabla AASHTO (1983), dicho valor se clasifica como estado "Malo"

Tabla 28

Lectura de campo en el tramo 17

LECTURAS DE CAMPO										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	19	26	20	23	19	16	19	23	20	17
2	21	25	21	24	18	17	20	22	21	22
3	20	27	26	23	20	24	21	24	25	22
4	21	26	25	28	21	21	26	27	26	19
5	20	23	26	18	25	20	26	26	28	21
6	25	21	24	20	26	18	21	29	25	24
7	18	19	28	18	24	24	30	30	21	26
8	20	18	25	18	21	23	31	25	25	24
9	27	23	22	26	25	25	29	27	29	22
10	29	27	27	26	23	26	31	30	29	22
11	25	23	26	20	26	33	21	30	21	30
12	29	25	27	25	26	28	25	29	25	32
13	30	31	29	26	23	26	25	31	20	28
14	31	24	25	29	24	25	33	29	31	22
15	32	26	26	33	25	27	24	24	27	24
16	22	20	30	26	32	25	28	25	23	27
17	23	23	24	29	28	26	30	25	28	27
18	26	21	22	27	28	21	32	30	22	30
19	21	21	24	25	21	22	25	25	21	22
20	27	22	28	21	26	23	32	25	24	31

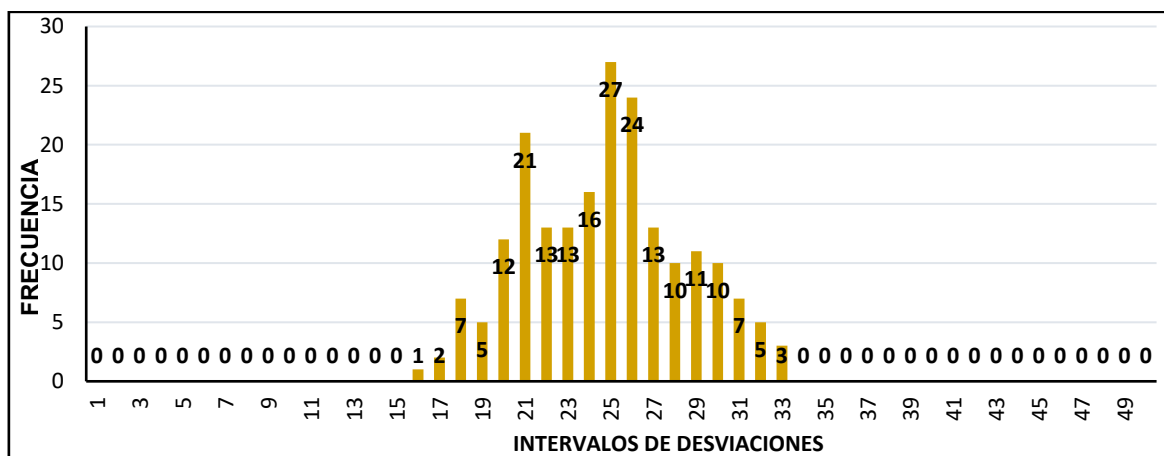
Tabla 29

Frecuencia de la lectura de campo en el tramo 17

		FRECUENCIA			
V _{1/20}		V _{21/40}		V _{41/50}	
1	0	21	21	41	0
2	0	22	13	42	0
3	0	23	13	43	0
4	0	24	16	44	0
5	0	25	27	45	0
6	0	26	24	46	0
7	0	27	13	47	0
8	0	28	10	48	0
9	0	29	11	49	0
10	0	30	10	50	0
11	0	31	7		
12	0	32	5		
13	0	33	3		
14	0	34	0		
15	0	35	0		
16	1	36	0	F. Corrección	1.38
17	2	37	0	Rango "D"	87.73
18	7	38	0	IRI m/km	4.25
19	5	39	0		
20	12	40	0		

Figura 13

Histograma en el tramo 17



Se muestra el histograma de frecuencias de las lecturas de campo tomadas en el Tramo 17, evidenciando la distribución de los valores en diferentes intervalos de desviación. Para este tramo, se aplicó un factor de corrección de 1.38 y se obtuvo un rango "D" de 87.73. A partir de estos datos, se determinó un Índice de Rugosidad Internacional (IRI) de 4.73 m/km. De acuerdo con la tabla AASHTO (1983), dicho valor se clasifica como estado "Malo".

Tabla 30

Lectura de campo en el tramo 20

LECTURAS DE CAMPO										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	26	29	31	28	30	23	27	24	22	31
2	21	19	25	24	20	19	26	24	22	25
3	18	24	25	27	25	29	21	28	21	22
4	27	28	28	25	24	26	24	29	24	27
5	23	21	26	21	30	20	29	28	22	23
6	17	25	29	26	24	22	20	22	25	24
7	21	26	24	26	31	30	29	20	20	23
8	25	24	23	29	31	22	30	23	24	28
9	20	18	25	18	20	23	31	25	25	24
10	25	24	23	27	28	22	32	24	23	23
11	28	22	27	31	27	24	23	23	22	27
12	26	32	25	24	23	28	26	30	26	30
13	22	27	25	29	25	24	23	25	27	25
14	20	30	20	19	28	19	24	24	21	28
15	21	24	24	20	29	19	30	27	26	26
16	26	32	25	24	23	28	26	30	26	30
17	30	30	29	30	26	31	22	29	22	26
18	21	21	24	25	21	22	25	25	21	22
19	23	23	21	22	29	22	23	23	22	23
20	27	27	25	28	26	27	27	25	28	26

Tabla 31

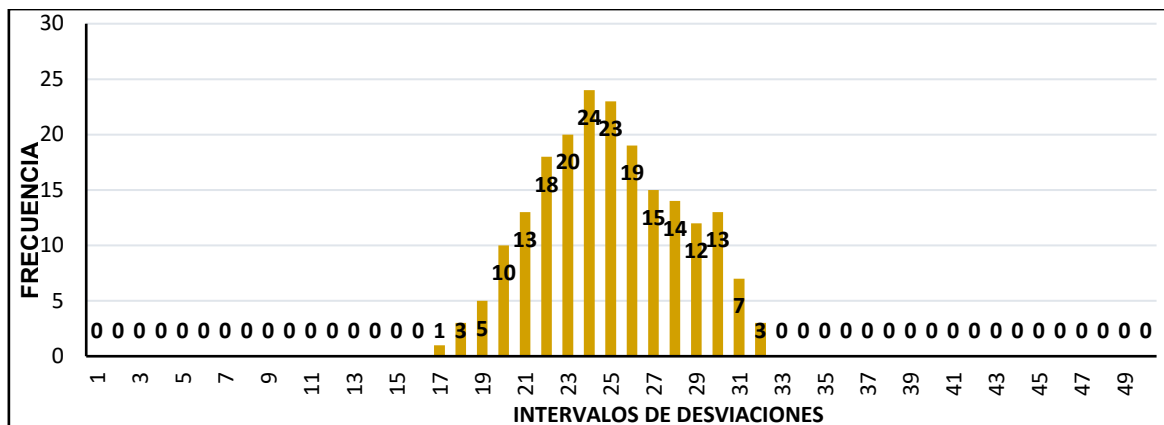
Frecuencia de la lectura de campo en el tramo 20

FRECUENCIA					
V _{1/20}		V _{21/40}		V _{41/50}	
1	0	21	13	41	0
2	0	22	18	42	0
3	0	23	20	43	0
4	0	24	24	44	0
5	0	25	23	45	0
6	0	26	19	46	0
7	0	27	15	47	0
8	0	28	14	48	0
9	0	29	12	49	0
10	0	30	13	50	0
11	0	31	7		
12	0	32	3		
13	0	33	0		
14	0	34	0		
15	0	35	0		
16	0	36	0		
17	1	37	0		
18	3	38	0		
19	5	39	0		
20	10	40	0		

F. Corrección	1.38
Rango "D"	75.21
IRI m/km	3.65

Figura 14

Histograma en el tramo 20



Se muestra el histograma de frecuencias de las lecturas de campo tomadas en el Tramo 20, evidenciando la distribución de los valores en diferentes intervalos de desviación. Para este tramo, se aplicó un factor de corrección de 1.38 y se obtuvo un rango "D" de 75.21. A partir de estos datos, se determinó un Índice de Rugosidad Internacional (IRI) de 3.65 m/km. De acuerdo con la tabla AASHTO (1983), dicho valor se clasifica como estado "Regular".

Tabla 32

Lectura de campo en el tramo 23

LECTURAS DE CAMPO										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	20	30	21	27	24	25	22	21	22	21
2	18	24	24	24	20	26	29	25	24	30
3	22	21	23	26	19	28	27	26	26	31
4	20	23	23	25	28	27	23	28	26	29
5	23	22	22	23	31	29	22	25	25	31
6	21	24	22	24	30	30	20	32	27	21
7	25	27	22	21	26	30	21	26	28	25
8	26	26	28	22	25	32	21	29	28	25
9	27	29	28	20	27	24	24	29	33	21
10	29	31	22	23	24	24	22	25	28	24
11	27	31	24	25	25	24	24	19	29	28
12	31	33	22	24	26	25	31	20	23	30
13	24	28	26	26	27	25	32	26	24	32
14	20	29	25	27	25	32	25	23	27	25
15	26	21	30	26	26	29	22	21	29	32
16	28	25	29	23	23	25	28	20	30	28
17	22	26	31	22	26	23	29	22	24	30
18	28	26	33	25	24	20	23	26	21	23
19	30	19	24	23	27	31	27	19	23	23
20	23	23	24	23	27	27	27	30	32	25

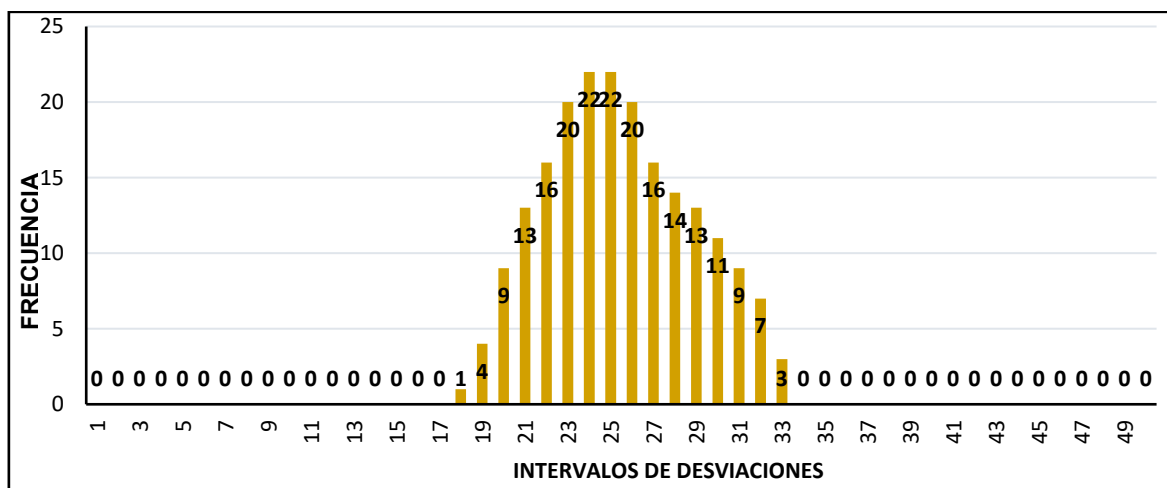
Tabla 33

Frecuencia de la lectura de campo en el tramo 23

FRECUENCIA					
V _{1/20}		V _{21/40}		V _{41/50}	
1	0	21	13	41	0
2	0	22	16	42	0
3	0	23	20	43	0
4	0	24	22	44	0
5	0	25	22	45	0
6	0	26	20	46	0
7	0	27	16	47	0
8	0	28	14	48	0
9	0	29	13	49	0
10	0	30	11	50	0
11	0	31	9		
12	0	32	7		
13	0	33	3		
14	0	34	0		
15	0	35	0		
16	0	36	0	F. Corrección	1.38
17	0	37	0	Rango "D"	78.97
18	1	38	0	IRI m/km	3.83
19	4	39	0		
20	9	40	0		

Figura 15

Histograma en el tramo 23



Se muestra el histograma de frecuencias de las lecturas de campo tomadas en el Tramo 23, evidenciando la distribución de los valores en diferentes intervalos de desviación. Para este tramo, se aplicó un factor de corrección de 1.38 y se obtuvo un rango "D" de 78.97. A partir de estos datos, se determinó un Índice de Rugosidad Internacional (IRI) de 3.83 m/km. De acuerdo con la tabla AASHTO (1983), dicho valor se clasifica como estado "Regular".

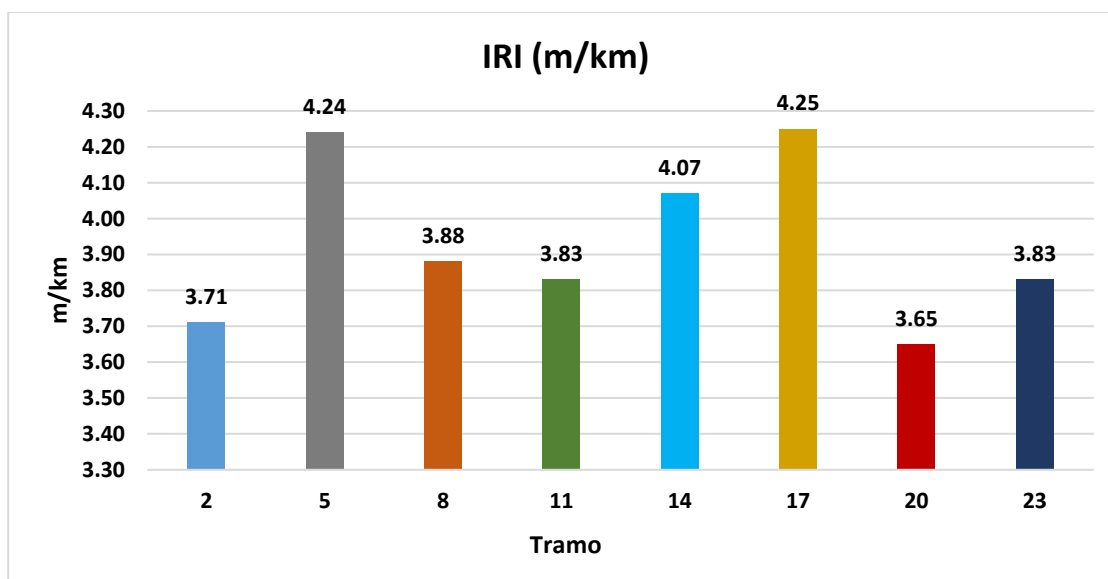
Tabla 34

Resumen final del IRI

Tramo	IRI (m/km)	Condición
2	3.71	Regular
5	4.24	Malo
8	3.88	Regular
11	3.83	Regular
14	4.07	Malo
17	4.25	Malo
20	3.65	Regular
23	3.83	Regular
Promedio	3.93	REGULAR

Figura 16

Resumen final del IRI



Se presenta el resumen final de los valores del IRI (m/km) para los tramos 2, 5, 8, 11, 14, 17, 20 y 23, de acuerdo con la clasificación AASHTO (1983). Se observa que los tramos 2, 8, 11, 20 y 23 registran valores de IRI inferiores a 4, ubicándose en condición "Regular", mientras que los tramos 5, 14 y 17 superan dicho valor, clasificándose como "Malo". De esta manera, el gráfico permite comparar de forma clara la rugosidad de cada tramo.

2.1.3 Estrategia de intervención para la vía Juliaca - Cabanillas basándose en el nivel de servicio y el IRI

Tabla 35

Comparativa final entre el nivel de servicio y el IRI

Tramo	Nivel de servicio	Condición	IRI	
	Puntaje De Condición Según La Extensión De Falla		IRI (m/km)	Condición
2	859.61	Bueno	3.71	Regular
5	795.12	Regular	4.24	Malo
8	756.33	Regular	3.88	Regular
11	862.72	Bueno	3.83	Regular
14	850.65	Bueno	4.07	Malo
17	836.47	Bueno	4.25	Malo
20	880.94	Bueno	3.65	Regular
23	823.63	Bueno	3.83	Regular
Condición		Bueno	Regular	

Se compara los resultados finales del nivel de servicio, basado en la extensión de fallas, con el Índice de Rugosidad Internacional (IRI) de cada tramo. Se aprecia que, aunque el nivel de servicio clasifica a todos los tramos como "Regular", el IRI presenta variaciones: algunos tramos se mantienen en estado "Regular", mientras que otros alcanzan la categoría "Malo".

Fallas encontradas en la vía

Se identificaron diversas fallas en los tramos de la vía que contribuyen a la disminución del nivel de servicio y el aumento del IRI. Las fallas más comunes son las siguientes:

- Piel de cocodrillo: Este tipo de daño superficial indica una alta deformación plástica del pavimento debido a un mal diseño o a la fatiga del material.
- Figuras longitudinales: Estas deformaciones, generalmente causadas por la expansión térmica o el tráfico pesado, afectan la durabilidad del pavimento.

- Deformación por deficiencia estructural: En varios tramos, las deficiencias estructurales subyacentes se reflejan en la superficie, causando deformaciones y aumentando la rugosidad.
- Reparaciones o parchados: Las reparaciones mal ejecutadas contribuyen a un mal estado del pavimento, lo que incrementa el IRI.
- Peladura y desprendimiento: La pérdida de material superficial debido al desgaste o a la deficiencia en los materiales utilizados en la capa de rodadura.
- Baches (huecos): La formación de baches es una de las principales causas de deterioro de la superficie, provocando un aumento considerable en el IRI.
- Fisuras transversales: Las fisuras pueden estar relacionadas con la fatiga del pavimento o con cambios térmicos que provocan el agrietamiento del asfalto.

❖ **Propuesta de intervención**

A partir de la evaluación conjunta del nivel de servicio y el Índice de Rugosidad Internacional (IRI) en la vía Juliaca - Cabanillas, se identificaron fallas de tipo 3 (deformaciones por deficiencia estructural), tipo 5 (reparaciones o parcheos), tipo 7 (baches) y afectaciones en la calzada-berma, cada una con diferentes niveles de gravedad (1, 2 y 3). Con base en estos hallazgos, se propone el siguiente plan de intervención:

1. Intervenciones para tramos con IRI “Regular” ($IRI < 4$)

Aunque el IRI indica que el pavimento aún mantiene condiciones funcionales aceptables, la presencia de fallas tipo 3, 5 y 7, así como afectaciones en la calzada-berma, puede comprometer la durabilidad de la vía si no se atienden oportunamente.

Mantenimiento rutinario y preventivo

- Sellado de grietas y juntas: Para deformaciones incipientes (gravedad 1), se recomienda sellar grietas y fisuras para evitar la infiltración de agua.

- Parcheo superficial y bacheo menor: En baches de poca extensión (gravedad 1 y 2), aplicar mezclas asfálticas en caliente o en frío (según disponibilidad) para restaurar la superficie.

Intervenciones de mantenimiento periódico

- Refuerzo localizado de la capa asfáltica: En deformaciones moderadas (gravedad 2) o reparaciones previas mal ejecutadas, realizar fresado parcial y reposición con mezcla asfáltica de alta calidad.
- Corrección de asentamientos puntuales: Si hay deficiencias estructurales incipientes (tipo 3 con gravedad 2), se recomienda levantar el área afectada, reponer base o subbase y restituir la carpeta asfáltica.

Estas acciones permitirán mantener el pavimento en un estado de servicio "Regular" y evitar un deterioro acelerado que incremente los costos de rehabilitación.

2. Intervenciones para tramos con IRI "Malo" ($IRI \geq 4$)

En estos tramos, el pavimento presenta mayores deformaciones y deterioros acumulados, lo que exige acciones correctivas más profundas para restablecer su capacidad estructural y funcional.

Rehabilitación estructural

- Fresado total y reposición de la carpeta asfáltica: Para fallas tipo 3 y 7 con gravedad 3 (deformaciones severas y baches profundos), se recomienda retirar la carpeta dañada, evaluar la base y subbase, y reponer el espesor asfáltico con mezcla adecuada al tránsito proyectado.
- Refuerzo de la estructura del pavimento (overlay): Si la base conserva parte de su capacidad, aplicar una capa de refuerzo (overlay) de espesor calculado según el nivel de tránsito y el índice estructural requerido, corrigiendo ondulaciones y depresiones.

Reparaciones de baches y parcheos mayores

- Parcheo profundo: En el caso de reparaciones (tipo 5) o baches (tipo 7) con gravedad 3, se requiere remover todo el material suelto o contaminado, restituir la base y subbase, y reponer con mezcla asfáltica caliente de alta resistencia.

Estrategias de intervención

Con base en las fallas identificadas y los resultados obtenidos del análisis de IRI y NS, se proponen las siguientes estrategias de intervención para mejorar la calidad superficial de la vía:

1. Rehabilitación superficial: Se recomienda realizar un fresado y repavimentado de los tramos con IRI elevado, especialmente en los tramos 2 y 14. Esto reducirá la rugosidad y mejorará el nivel de confort y seguridad de los usuarios.
2. Refuerzo de la estructura del pavimento: En los tramos donde se detectaron deformaciones estructurales, como el tramo 5, se deben realizar refuerzos en la base estructural y, en algunos casos, un tratamiento con mezcla asfáltica modificada para asegurar la estabilidad a largo plazo.
3. Mejoramiento del drenaje: El agua es un factor clave en la aparición de fisuras y baches. Se debe asegurar un drenaje adecuado en todas las áreas, evitando la acumulación de agua que debilite la estructura del pavimento.
4. Mantenimiento preventivo y seguimiento: Establecer un programa de mantenimiento preventivo para inspeccionar periódicamente el estado del pavimento, enfocándose en la detección temprana de fisuras, baches y otros daños, y realizando reparaciones de parchados cuando sea necesario.
5. Control de tráfico pesado: Limitar el paso de vehículos pesados en ciertas secciones de la vía que presentan una mayor fragilidad, con el objetivo de disminuir la fatiga estructural y prolongar la vida útil del pavimento.

Tabla 36

Resumen de la propuesta de intervención

Falla Encontrada	Nivel Leve	Nivel Moderado	Nivel Severo
Piel de cocodrilo	- Sellado superficial con sellante flexible de alta calidad para evitar la infiltración de agua.- Limpieza profunda de la superficie afectada antes de aplicar el sellante.	- Rehabilitación con capa asfáltica de refuerzo: Fresado superficial y aplicación de mezcla asfáltica modificada para mayor adherencia y flexibilidad.- Verificación de la base antes de aplicar la capa de refuerzo.	- Fresado total de la superficie afectada (profundidad variable), remoción del material deteriorado, y reposición con una capa de pavimento de alta resistencia (asfalto modificado) para asegurar una estructura duradera.
Figuras longitudinales	- Reparación superficial con aplicación de sellador flexible en las zonas afectadas para evitar el paso de agua.- Limpieza de las fisuras y preparación adecuada de la superficie.	- Rehabilitación parcial de la capa de rodadura, fresado en áreas de mayor deformación y reposición con mezcla asfáltica de alta calidad para restaurar la uniformidad.- Control de espesor en la capa aplicada.	- Reemplazo total de la capa de rodadura en el tramo afectado. Fresado profundo para eliminar toda la deformación longitudinal, seguido de una reposición completa de la capa de rodadura con asfalto de alta resistencia.
Deformación por deficiencia estructural	- Parcheo puntual con mezcla asfáltica en áreas pequeñas y sellado de las grietas menores.- Verificación visual de la base para asegurar que no haya afectaciones estructurales profundas.	- Refuerzo estructural parcial: Fresado y reposición con mezcla asfáltica de alta calidad en las áreas de mayor deformación.- Evaluación de la base y reparación de subbase si es necesario.	- Reemplazo completo de la base estructural. Fresado profundo para eliminar las áreas afectadas, evaluación de la subbase y reposición con una nueva capa asfáltica de calidad para garantizar la estabilidad estructural.
Reparaciones o parchados	- Parcheo superficial con material asfáltico adecuado y control de la extensión del parche.- Limpieza de la zona afectada antes de la aplicación del parche para asegurar la adherencia.	- Refuerzo y reparación con mezcla asfáltica de alta calidad, fresado de áreas afectadas por reparaciones previas y reposición de material.- Revisión de la profundidad de las reparaciones para mayor durabilidad.	- Fresado de las reparaciones anteriores. Remoción de material inadecuado o deteriorado, reposición completa con mezcla asfáltica de alta resistencia para garantizar la durabilidad de la superficie.
Peladura y desprendimiento	- Aplicación de capa superficial de refuerzo asfáltico para mejorar la adherencia, sin alterar la estructura subyacente.- Verificación de la compactación y nivelación antes de aplicar el refuerzo.	- Rehabilitación de la capa de rodadura con mezcla asfáltica mejorada, utilizando una mezcla más flexible y resistente para evitar la descomposición adicional y aumentar la durabilidad del pavimento.	- Reemplazo total de la capa de rodadura: Fresado profundo para eliminar todo el material deteriorado, garantizando que la base estructural se mantenga estable y evitando mayores pérdidas de material.
Baches (Huecos)	- Parcheo menor con mezcla asfáltica caliente o en frío, según disponibilidad, para restaurar la superficie de manera inmediata.- Nivelación de la base y verificación de los bordes del bache.	- Reparación con fresado de las áreas afectadas, remoción de material suelto y reposición con mezcla asfáltica de alta calidad para asegurar una reparación duradera.- Compactación adecuada de la base.	- Reparación profunda: Remoción completa de material afectado, reposicionamiento de la base y subbase, y aplicación de mezcla asfáltica caliente de alta resistencia para garantizar una reparación estable.
Fisuras transversales	- Sellado de fisuras con materiales elásticos para evitar filtraciones de agua y proteger las capas inferiores del pavimento.- Inspección visual de la fisura para asegurarse de que el sellado sea efectivo.	- Rehabilitación con inyección de materiales estabilizadores que refuercen la integridad estructural y eviten el paso de agua hacia las capas inferiores.- Refuerzo de la fisura con mezcla asfáltica.	- Fresado y reposición total de la capa superficial afectada. Eliminación de fisuras profundas y reemplazo con una nueva capa asfáltica para garantizar la integridad del pavimento y evitar filtraciones.

La tabla sintetiza la propuesta de intervención según la clasificación del IRI y el nivel de servicio. Muestra los tipos de fallas, su gravedad y las acciones recomendadas. Se busca mantener o mejorar la condición funcional del pavimento. El objetivo final es prolongar su vida útil y asegurar la seguridad vial.

2.2 Discusión de Resultados

Los estudios revisados proporcionan valiosos insights sobre los métodos de evaluación de pavimentos flexibles, en particular, el Índice de Rugosidad Internacional (IRI) y el Índice de Condición del Pavimento (PCI), esenciales para determinar los niveles de serviciabilidad de las vías. Estos antecedentes muestran una diversidad de enfoques, tanto internacionales como nacionales, que aportan a la comprensión de la importancia de estos índices para una adecuada gestión vial.

Oblitas et al. (2021) destacan la necesidad de usar métodos como el IRI y PCI para obtener una visión clara y técnica sobre el estado del pavimento. El estudio señala que sin el uso de estos métodos, las intervenciones viales pueden carecer de fundamento técnico, lo que podría resultar en un mal uso de los recursos. Este hallazgo resalta la relevancia de las mediciones objetivas como base para la toma de decisiones en el mantenimiento y rehabilitación de pavimentos, que es un componente crucial para mejorar la infraestructura vial y optimizar la inversión pública y privada en carreteras.

En línea con esta afirmación, Solorzano et al. (2023) aplicaron técnicas de inspección visual combinadas con el manual del PCI, demostrando que la calidad del pavimento afecta directamente el nivel de servicio de la vía. El análisis de la calle 5 de Junio muestra cómo las deficiencias en pavimentos articulados y flexibles, además de problemas en los drenajes, pueden reducir significativamente el nivel de servicio de una carretera. Los resultados obtenidos en este estudio reflejan que el tráfico vehicular y el estado físico de las vías están íntimamente relacionados, lo cual refuerza la necesidad de evaluar regularmente la infraestructura vial mediante indicadores como el IRI y PCI para mantener un nivel de servicio adecuado.

Menéndez (2023), al aplicar tecnologías móviles para medir el IRI en la vía Colimes-Paján, aporta una perspectiva innovadora sobre cómo los avances tecnológicos pueden optimizar el proceso de evaluación de la calidad del pavimento. Su estudio revela que, aunque algunos tramos de la vía presentan un estado deficiente, los valores de IRI

permiten mantener una clasificación aceptable en términos de transitabilidad. Esto demuestra cómo herramientas tecnológicas, como las aplicaciones móviles, pueden proporcionar mediciones más accesibles y eficientes, lo cual puede complementar los enfoques tradicionales para obtener datos más detallados y actualizados sobre el estado de las vías.

En el ámbito nacional, el estudio de Torres (2025) resalta la importancia de mejorar los métodos de evaluación tradicionales, como el PCI, MTC y VIZIR, con tecnologías más rápidas y objetivas. La implementación de visión artificial a través de modelos de inteligencia artificial (IA), como el sistema PAVEMAI, constituye un avance significativo en la evaluación del estado de conservación superficial de los pavimentos. Este enfoque innovador tiene el potencial de transformar la forma en que se monitorean y gestionan las infraestructuras viales, proporcionando resultados rápidos y precisos que pueden apoyar mejor las decisiones de mantenimiento y rehabilitación.

Por otro lado, Ibarguen (2022) presenta un análisis detallado del pavimento de la carretera Yanango-Puente Herrería, demostrando que la rehabilitación reciente del pavimento cumple con los estándares de regularidad y funcionalidad. Sin embargo, algunos tramos presentan valores elevados de IRI que están relacionados con la geometría del terreno y otros factores físicos. Este estudio refuerza la necesidad de considerar aspectos del diseño geométrico y de infraestructura cuando se analizan los pavimentos, ya que la variabilidad de los valores de IRI puede estar influenciada por factores no relacionados exclusivamente con el estado del pavimento.

Díaz (2021) y su estudio en la carretera Los Baños del Inca-Otuzco también brindan datos valiosos sobre la variabilidad del IRI a lo largo de la carretera. Los valores obtenidos en su análisis muestran diferencias notables en la regularidad del pavimento, lo que subraya la importancia de realizar mediciones continuas y segmentadas para obtener una imagen precisa de la condición del pavimento y planificar de manera adecuada las intervenciones necesarias.

En el contexto local, Chatta (2022) y Mamani (2021) presentan estudios sobre la carretera Caminaca-Juliaca y la carretera Puno-Mañazo, respectivamente. Ambos estudios destacan la relevancia del IRI y PCI como herramientas fundamentales para evaluar el estado del pavimento. Los resultados obtenidos en estas investigaciones muestran que, aunque la carretera Caminaca-Juliaca se encuentra en un estado "regular", la medición de IRI permite identificar áreas específicas que requieren intervención. Además, en el estudio de Puno-Mañazo, se observa un desgaste considerable del pavimento con valores de IRI que superan los límites establecidos, lo que indica la necesidad urgente de mejorar la calidad de la vía.

Tabla 37*Antecedentes*

Autor	Objetivo	Conclusión
Oblitas et al. (2021)	Revisión sistemática sobre IRI y PCI para determinar niveles de serviciabilidad de pavimentos flexibles.	Se resalta la importancia de utilizar métodos de evaluación como el IRI y PCI para una gestión vial eficiente y decisiones técnicas en pavimentos.
Solorzano et al. (2023)	Evaluar el nivel de servicio y proponer mejoras en la infraestructura vial de la calle 5 de Junio.	La vía presenta deficiencias tanto en el pavimento flexible como en el articulado. El nivel de servicio es D y se requieren mejoras en la infraestructura vial, además de mantenimiento en los drenajes.
Menéndez (2023)	Analizar la regularidad superficial de la Vía Colimes-Paján mediante el índice de rugosidad.	Los valores de IRI muestran variabilidad significativa a lo largo del tramo, con algunas secciones en mal estado. La vía aún tiene una transitabilidad aceptable. Se propone un plan de mantenimiento.
Torres (2025)	Proponer un método de visión artificial para evaluar el estado del pavimento flexible.	El sistema PAVEMAI es eficaz para detectar fallas y calificar la condición del pavimento, logrando un alto nivel de precisión en comparación con el PCI del MTC.
Ibarguen (2022)	Evaluar el índice de rugosidad y la funcionalidad del pavimento de la carretera Yanango-Puente Herrería.	El pavimento rehabilitado cumple con los estándares de regularidad y funcionalidad, aunque existen tramos con valores elevados de IRI que requieren atención en el mantenimiento.
Díaz (2021)	Evaluar el Índice de Rugosidad Internacional (IRI) de la carretera Los Baños del Inca – Otuzco.	El IRI varía entre 1.46 m/km y 3.56 m/km, evidenciando puntos con irregularidades que deben ser corregidas. El pavimento necesita intervención en zonas con valores elevados de IRI.
Chatta (2022)	Evaluar el tratamiento superficial Otta Seal en la carretera Caminaca – Juliaca.	El tratamiento superficial presenta un nivel de servicio y un PCI "REGULAR", con un IRI promedio de 2.98. Se requiere mantenimiento para mejorar la condición de la vía.
Mamani (2021)	Evaluar el pavimento flexible en la carretera Puno – Mañazo.	El pavimento tiene un desgaste considerable, con un IRI superior a 4.00 m/km en los tramos evaluados. Aunque las deflexiones están dentro de los límites, se requiere intervención para mejorar la rugosidad.
Este estudio	Analizar la calidad superficial del pavimento flexible mediante el nivel de servicio e IRI - Juliaca - Cabanillas 2025	Según el nivel de servicio de la vía fue clasificado como Bueno, mientras que según el IRI fue regular.



En conjunto, los resultados de los antecedentes revisados refuerzan la importancia de utilizar índices objetivos como el IRI, MTC y el PCI para evaluar el estado de los pavimentos. Estos métodos no solo son fundamentales para identificar las condiciones actuales de las vías, sino también para establecer prioridades de mantenimiento y planificación de infraestructura vial. Los estudios demuestran que, aunque existen variaciones en los resultados obtenidos en diferentes tramos, el uso de herramientas de evaluación precisas y actualizadas es esencial para lograr un sistema de gestión de pavimentos eficiente y sostenible.

CONCLUSIONES

General, el análisis de la calidad superficial del pavimento en la vía Juliaca – Cabanillas muestra que la mayoría de los tramos se encuentran en condiciones “Buenas”, con un puntaje promedio de condición de 833.18, lo que indica una funcionalidad aceptable pero vulnerable a deterioros puntuales. El Índice de Rugosidad Internacional (IRI) revela una heterogeneidad en la superficie, con tramos clasificados como “Regulares” y otros como “Malos”, lo que sugiere que algunas áreas presentan irregularidades que pueden afectar la seguridad y confort de los usuarios.

Primero, los resultados obtenidos mediante la medición del nivel de servicio indican que la mayoría de los tramos evaluados en la vía Juliaca – Cabanillas se clasifican en condición “BUENO”. Aunque se identifican variaciones entre tramos, el puntaje promedio de condición (833.18) evidencia que la calidad superficial del pavimento presenta un nivel funcional, aunque susceptible a deterioros puntuales que ameritan atención.

Segundo, el análisis del Índice de Rugosidad Internacional (IRI) revela una heterogeneidad en el comportamiento del pavimento a lo largo de la vía. Algunos tramos presentan valores inferiores a 4 m/km (clasificados como “Regular”), mientras que otros superan este umbral y se ubican en la categoría “Malo”. En promedio, el IRI es de 3.93 m/km, lo que clasifica la vía como “**REGULAR**”; sin embargo, la presencia de zonas críticas indica que la irregularidad de la superficie que podría afectar la seguridad y el confort de los usuarios.

Tercero, la estrategia de intervención para la vía Juliaca – Cabanillas se basó en el análisis detallado del nivel de servicio (NS) y el Índice de Rugosidad Internacional (IRI). Para tramos con IRI "Regular" ($IRI < 4$), se recomienda realizar mantenimiento rutinario y preventivo, como sellado de grietas y parcheo superficial, con intervenciones periódicas de refuerzo localizado de la capa asfáltica. Para tramos con IRI "Malo" ($IRI \geq 4$), es necesario



ejecutar una rehabilitación estructural más profunda, incluyendo fresado total y reposición de la capa asfáltica, junto con refuerzos en la estructura del pavimento y mejoras en el drenaje. Estas estrategias contribuirán a mejorar la calidad del pavimento, optimizar su durabilidad y garantizar una vía segura y funcional para los usuarios.



RECOMENDACIONES

Primero, se recomienda extender el análisis comparativo a otras vías de la región de Puno, con el fin de obtener una visión más amplia sobre las condiciones del pavimento flexible y sus variaciones en diferentes tipos de tránsito.

Segundo, se recomienda explorar el uso de tecnologías más avanzadas y precisas para la medición del Índice de Rugosidad Internacional (IRI), como el uso de vehículos de medición automática o drones equipados con sensores, para obtener datos más detallados y precisos, especialmente en tramos de difícil acceso.

Tercero, se recomienda realizar investigaciones adicionales que estudien el impacto específico del tráfico pesado sobre la calidad del pavimento flexible. Esto ayudaría a adaptar las estrategias de intervención a las necesidades de cada tipo de tráfico y su influencia directa en el deterioro de las vías.

Cuarto, se recomienda llevar a cabo un análisis económico que cuantifique los costos de las intervenciones propuestas en relación con los beneficios obtenidos en términos de reducción del IRI y mejora del nivel de servicio. Este análisis permitirá evaluar la viabilidad y eficiencia de las diferentes estrategias a largo plazo.



REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Achahui Pilco, V. F. G. (2021). Supervisión al servicio de gestión y conservación rutinaria por niveles de servicio del corredor vial: Sicuani -Pucará - Calapuja y Puno Desaguadero. *Universidad Continental*.
<https://repositorio.continental.edu.pe/handle/20.500.12394/10867>
- Aguado Méndez, F. R., & Gamboa Camacho, L. A. (2019). Análisis del nivel de servicio y diseño de pavimento rígido, paradero 5, Urbanización Mariscal Cáceres – San Juan de Lurigancho, 2019. *Repositorio Institucional - UCV*.
<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/49562>
- Alatta Quispe, J. R., & Izaguirre Garcia, J. J. (2019). *Evaluación de la condición de servicio de las vías vecinales y propuesta de inclusión de sus estándares de conservación al manual de conservación del MTC*. <https://hdl.handle.net/20.500.14138/2688>
- Alfonso, B. M., Eusebio, M. O., Carlos, & Flavio, M. O., Juan. (2020). *Metodología de la investigación. Métodos y técnicas*. Grupo Editorial Patria.
- Apaza Arisaca, O. C. (2023). Diagnóstico de la uniformidad superficial del pavimento de la carretera Ilo a Moquegua, a través del IRI utilizando el sistema roadroid desde un smartphone. *Universidad José Carlos Mariátegui*.
<https://repositorio.ujcm.edu.pe/handle/20.500.12819/1986>
- Bartolo Carranza, S. R., & Saucedo Olano, K. B. (2022). Alternativa para la recuperación de condiciones de servicio en Av. Federico Villareal entre la Prol. Unión y carretera Industrial mediante diseño estructural del pavimento flexible. *Universidad Privada Antenor Orrego*. <https://repositorio.upao.edu.pe/handle/20.500.12759/9830>
- Caballero Bermúdez, M. J., & Mejia Gines, T. F. (2022). Evaluación superficial del pavimento flexible del Jr. Francisco y Dertiano por el método PCI, VIZIR y MTC, Chimbote, 2022. *Repositorio Institucional - UCV*.
<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/112138>



- Chatta Quispe, B. S. S. (2022). *Evaluación del tratamiento superficial Otta Seal por niveles de servicio, PCI y el IRI de la carretera Caminaca – Juliaca, 2022.*
- Cubas Sánchez, H. C. (2024). *Determinación de modelos de regresión entre el Índice de Condición del Pavimento (PCI) y el Índice Internacional de Rugosidad (IRI) aplicado en pavimento flexible.*
- Díaz Quispe, M. I. (2021). *Evaluación del Índice de Rugosidad Internacional (IRI) mediante el equipo MERLIN del pavimento flexible de la carretera los Baños del Inca – cruce carretera aeropuerto – Otuzco, distrito los Baños del Inca—Cajamarca.*
- Díaz Torrealba, R. (2024). *Estimación del IRI en el Extendido de Pavimentos Asfálticos Mediante Modelización Basada en la Transformación del Perfil Longitudinal [Phd, E.T.S.I. Caminos, Canales y Puertos (UPM)].* <https://oa.upm.es/83149/>
- Fernandez Collantes, P. A. (2021). *Evaluación superficial del pavimento flexible mediante los métodos VIZIR, PCI, IRI en la carretera Bagua Grande—Cajaruro, Amazonas—2021.*
- Fernández Sosa, C. M. (2021). *Índice de rugosidad internacional (IRI) de la Av. Ejército, con la aplicación Roadroid en un smartphone distrito de Andahuaylas, 2021.*
Repositorio Institucional - UCV.
<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/84730>
- Flores Sangama, M. M., & Upiachihua Ojanama, G. L. (2021). *Determinación del índice de rugosidad internacional (IRI) y las propiedades físicas y mecánicas del Km 00 + 000 hasta el Km 09 + 000 de capa asfáltica de la ruta EMP.PE-5N (DV. Lamas), provincia Lamas, departamento San Martín.*
<https://repositorio.unsm.edu.pe/item/f7d14a5b-3b48-4c0e-bbf7-7b6dc7109a80>
- Freire Cazagallo, B. A. (2024). *Análisis comparativo del método de PCI e IRI en la calificación de la condición actual del pavimento flexible en un tramo de la Av. Llira Ñan y OE2 en la Ciudad de Quito [bachelorThesis].*
<http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/27921>



- García Julca, D. (2022). *Determinación del índice de condición del camino vecinal San Jacinto—Monte Castillo, del distrito de Catacaos, provincia de Piura.*
- Hilario Giraldez, J. J. (2019). Propuesta de guía metodológica para la verificación, seguimiento y monitoreo del mantenimiento rutinario por niveles de servicio en vías vecinales asfaltadas en Pasco, Pasco-2018. *Universidad Nacional Daniel Alcides Carrion*. <http://repositorio.undac.edu.pe/handle/undac/1418>
- Huanca Quispe, Y., & Quispe Gutierrez, V. A. (2021). Evaluación de la rugosidad del pavimento flexible, para mejorar la transitabilidad vehicular en la avenida Bohemia Tacneña, distrito Gregorio Albarracín Lanchipa, Tacna-2021. *Universidad Privada de Tacna*. <http://repositorio.upt.edu.pe/handle/20.500.12969/2058>
- Ibarguen Gutierrez, M. G. (2022). Evaluación funcional del pavimento flexible y la tecnología de la medición de Rugosidad de la carretera Yanango -Puente Herrería—Junín 2022. *Repositorio Institucional - UCV*. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/101671>
- Lanado, L. (2021). *Determinación del índice de serviciabilidad e índice de condición del pavimento de la ruta cu-100 tramo Izcuchaca-Huarocondo, utilizando el rugosímetro de merlín y dron*. <https://repositorio.uandina.edu.pe/item/6449a15e-e95c-4ad6-8e7e-294cf703e6cd>
- Leonardo Neyra, R. del P. (2017). Análisis del nivel de servicio de las intersecciones semaforizadas de la avenida Villanueva Pinillos y modelado con synchro 8.0—Jaén—2016. *Universidad Nacional de Cajamarca*. <http://repositorio.unc.edu.pe/handle/20.500.14074/1061>
- Mamani Nina, J. R. (2021). *Evaluación del pavimento flexible para plantear el mejoramiento de la serviciabilidad utilizando parámetros de rugosidad – deflectometría, carretera Puno—Mañazo 2021.*
- Mamani Rojas, E. I., & Condori Laqui, C. R. (2023). Evaluación de la calzada del pavimento para mejorar la transitabilidad en la avenida Tarapacá del distrito de Pocollay,



Tacna—2023. *Repositorio Institucional* - *UPT.*

<http://repositorio.upt.edu.pe/handle/20.500.12969/3389>

Menéndez Sánchez, D. G. (2023). *“ANÁLISIS DEL ÍNDICE DE RUGOSIDAD INTERNACIONAL DE LA SUPERFICIE DEL PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA VÍA COLIMES-PAJÁN, UTILIZANDO EQUIPOS INTELIGENTES”*. [bachelorThesis, Jipijapa-Unesum]. <http://repositorio.unesum.edu.ec/handle/53000/4853>

Niño Díaz, E. A., & Torres Arroyo, B. L. (2021). Evaluación superficial del pavimento flexible mediante IRI, PCI y propuesta de rehabilitación para mejorar la transitabilidad vehicular de la av. Sáenz Peña, JLO. *Repositorio Institucional - UCV*. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/89670>

Oblitas-Gastelo, B. E., Medina-Cardozo, I. I., Paredes-Asalde, C. R., Oblitas-Gastelo, B. E., Medina-Cardozo, I. I., & Paredes-Asalde, C. R. (2021). Índice de regularidad internacional e índice de condición de pavimento para definir niveles de serviciabilidad de pavimentos. *Iteckne*, 18(2), 170-175. <https://doi.org/10.15332/iteckne.v18i2.2616>

Parra Roque, I. N. (2023). *Condiciones operativas que inciden en la capacidad y niveles de servicio de las vías de acceso a la ciudad de Puno PE-36B y PE-3S – 2022*. <https://repositorio.unap.edu.pe/handle/20.500.14082/20384>

Paucara Rojas, M. (2018). Evaluación del Nivel de Servicio en Flujos Vehiculares de las Intersecciones de la Av. Jorge Basadre Grohmann, Utilizando Synchro V.8 – Tacna, 2018. *Universidad Privada de Tacna*. <http://repositorio.upt.edu.pe/handle/20.500.12969/881>

Pimienta, J., Orden, A. de la, & Estrada, R. (2018). *METODOLOGIA DE LA INVESTIGACION*.

Pino, R. (2019). *METODOLOGIA DE LA INVESTIGACION*.

Rando, P. O. (2021). Corredores viales y el nivel de servicio de las vías urbanas en Huancayo, Junín. *Universidad Peruana Los Andes*. <http://repositorio.upla.edu.pe/handle/20.500.12848/2675>



- Rebata Hilario, M. A. (2024). *Comparación entre el nivel de servicio de una vía concesionada y la percepción de serviciabilidad del usuario*.
<http://hdl.handle.net/20.500.12404/27225>
- Rodriguez Melgarejo, W., & Vitonera Cerna, A. E. J. (2024). *Diagnóstico vial y el mejoramiento del pavimento flexible de la av. Centenario del Distrito de Santa María – Provincia de Huaura 2022*.
<https://repositorio.unjfsc.edu.pe/handle/20.500.14067/9744>
- Román Reyes, F. M. (2020). *Metodología para el cálculo del índice de Rugosidad Internacional (IRI) y su aplicación en pavimento flexibles de Guatemala* [Masters, Universidad de San Carlos de Guatemala]. <http://biblioteca.ingenieria.usac.edu.gt/>
- Serrano Meneses, H. S. (2022). *Automatización de Rugosímetro Merlin aplicado en pavimentos flexibles y obtención de coeficiente IRI de la avenida de Las Américas, tramo Mariscal Lamar—Circunvalación Sur*.
<https://dspace.ucacue.edu.ec/handle/ucacue/14189>
- Solorzano, E., Rosado Cuadros, M. A., & Moreno Ponce, L. A. (2023). Análisis de Niveles de Servicio en calle 5 de Junio desde el bypass hasta calle Juan León Mera, ciudadela Parrales y Guales. *Polo del Conocimiento: Revista científico - profesional*, 8(5), 1058-1071.
- Torres Gastelu, J. A. (2025). *“Implementación de un método mediante visión artificial para la evaluación del estado de conservación superficial de pavimentos flexibles, Ayacucho 2024”*. <https://repositorio.unsch.edu.pe/handle/20.500.14612/8061>
- Velásquez Ramirez, J. C. (2021). *Caracterización y análisis del método ROADROID en la obtención del índice de rugosidad internacional (IRI) para la gestión de pavimentos*.



ANEXOS



Anexo. Matriz de consistencia

ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA CALIDAD SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE MEDIANTE LA MEDICIÓN DEL NIVEL DE SERVICIO E ÍNDICE DE RUGOSIDAD INTERNACIONAL EN LA VÍA JULIACA - CABANILLAS 2025				
Problemas	Objetivos	Hipótesis	Variables	Inst. de Medición
Problema General: ¿Cuál es la variación de la calidad superficial del pavimento flexible mediante medición del nivel de servicio e índice de rugosidad internacional en la vía Juliaca - Cabanillas 2025?	Objetivo General: Analizar la variación de la calidad superficial del pavimento flexible mediante medición del nivel de servicio e índice de rugosidad internacional en la vía Juliaca - Cabanillas 2025.	Hipótesis General: La variación de la calidad superficial del pavimento flexible mediante medición del nivel de servicio e índice de rugosidad internacional en la vía Juliaca - Cabanillas 2025, es considerable debido a que la medición varía según sus características y tipo de evaluación.	Variable de caracterización Nivel de Servicio e Índice de Rugosidad Internacional. Dimensiones: - NS: Condición buena - Condición regular - Condición mala. - IRI: Condición buena - Condición regular - Condición mala - Condición Pésima.	-Plantilla del Manual de Carreteras, AASHTO.
Problemas Específicos	Objetivos Específicos	Hipótesis Específicas		
• ¿Cuál es el estado de la calidad superficial del pavimento flexible en la vía Juliaca - Cabanillas a partir de la medición del nivel de servicio? • ¿Cuál es el estado de la calidad superficial del pavimento flexible en la vía Juliaca - Cabanillas según los valores del Índice de Rugosidad Internacional? • ¿Qué estrategia de intervención se recomienda para la vía Juliaca - Cabanillas basándose en el nivel de servicio y el IRI?	• Determinar el estado de la calidad superficial del pavimento flexible en la vía Juliaca - Cabanillas a partir de la medición del nivel de servicio. • Evaluar el estado de la calidad superficial del pavimento flexible en la vía Juliaca - Cabanillas según los valores del Índice de Rugosidad Internacional. • Determinar la estrategia de intervención para la vía Juliaca - Cabanillas basándose en el nivel de servicio y el IRI.	• La calidad superficial del pavimento flexible por medio de la medición del nivel de servicio en la vía Juliaca – Cabanillas, resultará un nivel regular debido a presencia de fallas superficiales y componentes de vía dañados. • La calidad superficial del pavimento flexible por medio de la medición del índice de rugosidad internacional en la vía Juliaca – Cabanillas, resultará un nivel regular debido a que el estado de la superficie de rodadura presenta rugosidades medias de servicio. • La propuesta de intervención según el nivel de servicio e índice de rugosidad internacional para la vía Juliaca – Cabanillas, son de mantenimiento rutinario con sellos de fisuras y control de rugosidad con imprimaciones asfálticas.	Variable de interés Calidad Superficial del Pavimento. Dimensiones: - Evaluación de la calidad superficial (Nivel de servicio) -Evaluación de la calidad superficial (IRI)	- Equipos de rugosidad: MERLIN. - Observación y medición: Planillas de evaluación de nivel de servicio. - Normas y manuales: Manual de Carreteras, AASHTO

Anexo 3. Fotografías



Fotografía 1. Evaluación de vía Juliaca Cabanillas



Fotografía 2. Evaluación del IRI en el tramo 2



Fotografía 3. Evaluación del IRI en el tramo 2



Fotografía 4. Evaluación del IRI en el tramo 5



Fotografía 5. Evaluación del IRI en el tramo 8



Fotografía 6. Evaluación del IRI en el tramo 8



Fotografía 7. Evaluación del IRI en el tramo 11



Fotografía 8. Evaluación del IRI en el tramo 14



Fotografía 9. Evaluación del IRI en el tramo 17



GEORAAS

CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

georaascgsac@gmail.com
RUC: 20601877326

EVALUACION DE PAVIMENTOS	DETERMINACION DE RUGOSIDAD (EQUIPO RUGOSIMETRO MERLIN)	Código	FRM_GR_EM_501
		Versión	V.01
		Aprobado	GG_GR
		Página	1 de 8

SOLICITANTE	Sr. OSWALDO EVER ARAPA CATY	FECHA MUESTREO	10/07/2025
PROYECTO	TESIS: ANALISIS COMPARATIVO DE LA CALIDAD SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE MEDIANTE LA MEDICION DEL NIVEL DE SERVICIO E INDICE DE RUGOSIDAD INTERNACIONAL EN LA VIA JULIACA - CABANILLAS 2025	MUESTREO POR	O.E.A.C.
UBICACIÓN	VIA JULIACA - CABANILLAS	ENSAYADO POR	J. C. I. C.
PROGRESIVA	1+900 - 2+900	CARRIL	1 -
LONGITUD	200 Metros Evaluados	CAPA	ASFALTICA
		FECHA EXPEDICIÓN	15/07/2025

LECTURAS CAMPO										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	19	26	31	26	24	30	19	26	20	22
2	18	24	25	27	25	32	21	28	21	22
3	20	28	27	29	23	30	20	29	22	29
4	21	27	24	25	22	28	21	24	22	23
5	25	24	20	24	21	26	20	30	23	22
6	26	26	19	26	20	27	25	31	28	19
7	26	25	28	28	25	25	23	29	27	23
8	24	23	31	26	26	24	28	24	25	22
9	25	24	30	25	28	23	27	26	22	22
10	23	21	26	21	30	20	29	28	22	23
11	21	19	25	24	31	19	26	24	22	25
12	22	20	30	26	32	25	28	25	23	27
13	23	23	24	29	26	30	25	28	27	
14	24	25	25	30	29	23	31	27	27	29
15	25	24	26	31	27	28	32	28	27	29
16	26	26	27	26	29	29	33	26	26	30
17	27	28	28	25	24	26	24	29	24	27
18	28	27	21	23	26	25	26	30	26	27
19	27	30	30	19	27	24	28	31	28	27
20	26	29	31	28	30	23	27	24	22	31

CONTROL CANTIDADE MARCAS: 200 LECTURAS

FACTOR DE CORRECCION: F.C. = 1.380

CALCULO DE "D"

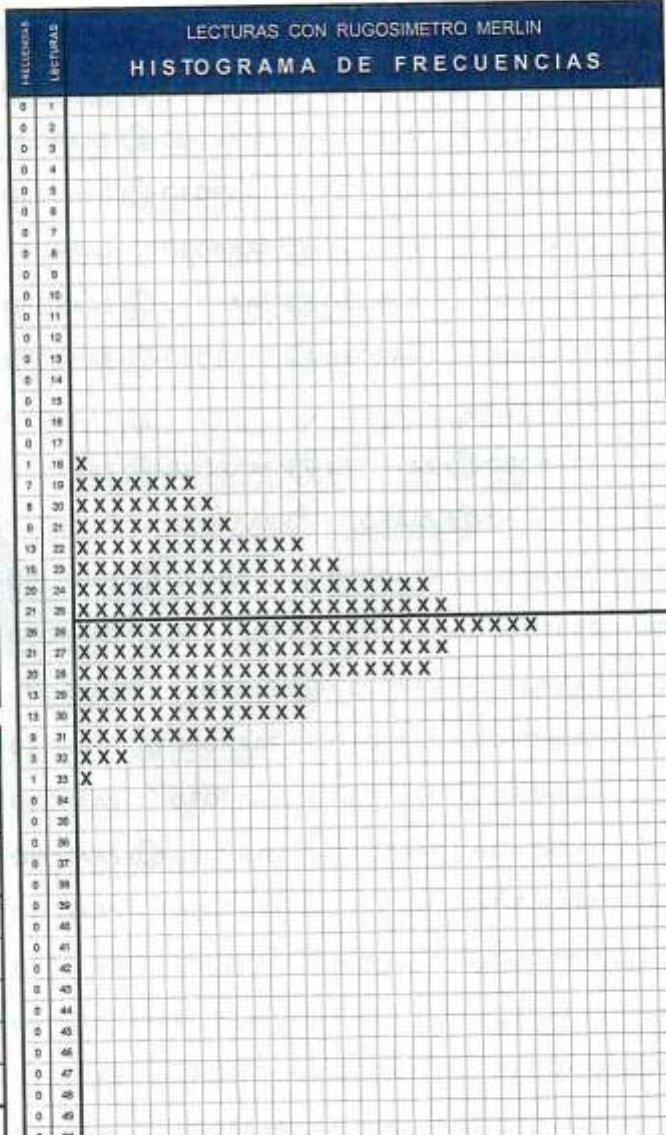
$$D = (IZQ + CE + DER) \times 5 \times F.C.$$

DESCARTANDO 10 VALORES CADA DISPERSION DEL HISTOGRAMA
HISTOGRAMA: IZQ = LEVANTAMIENTO; CE = CENTRO; DER = HUNDIMIENTO

CALCULO DE "R" (IRI)

$$R = 0.0485 \times D \text{ Cuando } IRI < 2.4$$

	LEVANTA- MIENTO (IZQ.)	CENTRO (CE)	HUNDIMIEN- TO (DER.)
TOTALES COLUMNAS EXTREMAS	8	-	9
LECTURAS CONSIDERADAS	6	-	3
FRACCIONES RESULTANTES	0.75	10	0.33
SUMA FRACCIONES (CI + CE + CD)		11.08	
Rango "D"		76.48	
IRI		3.71	



Observaciones: -

ELABORADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
 Jhonatan Carlos Inocenci Coaquira Técnico de Laboratorio GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC	 Marco Antonio Gomez Ramos Ingeniero Civil CIP 308696 GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC	
LABORATORIO	ESPECIALISTA	UNIDAD DE CONTROL



GEORAAS

CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

georaascgsac@gmail.com

RUC: 20601877326

EVALUACION DE PAVIMENTOS	DETERMINACION DE RUGOSIDAD (EQUIPO RUGOSIMETRO MERLIN)	Código	FRM_GR_EM_501
		Versión	V.01
		Aprobado	GG_GR
		Página	2 de 8

SOLICITANTE	Sr. OSWALDO EVER ARAPA CATY	FECHA MUESTREO	10/07/2025
PROYECTO	TESIS: ANALISIS COMPARATIVO DE LA CALIDAD SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE MEDIANTE LA MEDICIÓN DEL NIVEL DE SERVICIO E ÍNDICE DE RUGOSIDAD INTERNACIONAL EN LA VÍA JULIACA - CABANILLAS 2025	MUESTREADO POR	O.E.A.C.
UBICACIÓN	VÍA JULIACA - CABANILLAS	ENSAYADO POR	J.C.I.C.
PROGRESIVA	4+900 - 5+900	CARRIL	-
LONGITUD	200 Metros Evaluados	CAPA	ASFALTICA
		FECHA EXPEDICIÓN	15/07/2025

LECTURAS CAMPO										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	16	21	28	25	25	17	30	22	26	25
2	17	25	29	26	24	22	31	22	25	24
3	24	26	27	23	27	22	34	26	27	25
4	21	24	24	21	29	19	33	27	26	26
5	20	20	26	20	30	21	19	29	23	23
6	18	19	28	18	24	24	30	30	21	26
7	20	18	25	18	21	23	31	25	25	24
8	19	20	23	19	23	23	29	28	23	27
9	25	19	20	23	22	22	28	31	23	27
10	26	24	18	21	24	22	27	29	27	29
11	28	26	19	25	27	22	25	22	29	31
12	24	25	18	26	26	28	26	29	30	32
13	26	25	25	27	29	28	30	27	31	33
14	25	24	23	29	31	22	30	23	24	28
15	27	25	24	30	32	24	29	21	26	31
16	26	26	26	31	33	22	30	20	27	28
17	23	23	23	24	28	26	30	21	29	30
18	21	26	24	26	31	30	32	21	21	23
19	25	24	23	27	28	22	32	24	23	23
20	23	27	26	29	30	31	28	25	22	22

CONTROL CANTIDADE MARCAS: 200 LECTURAS

FACTOR DE CORRECCION F.C. = 1.380

CALCULO DE "D"

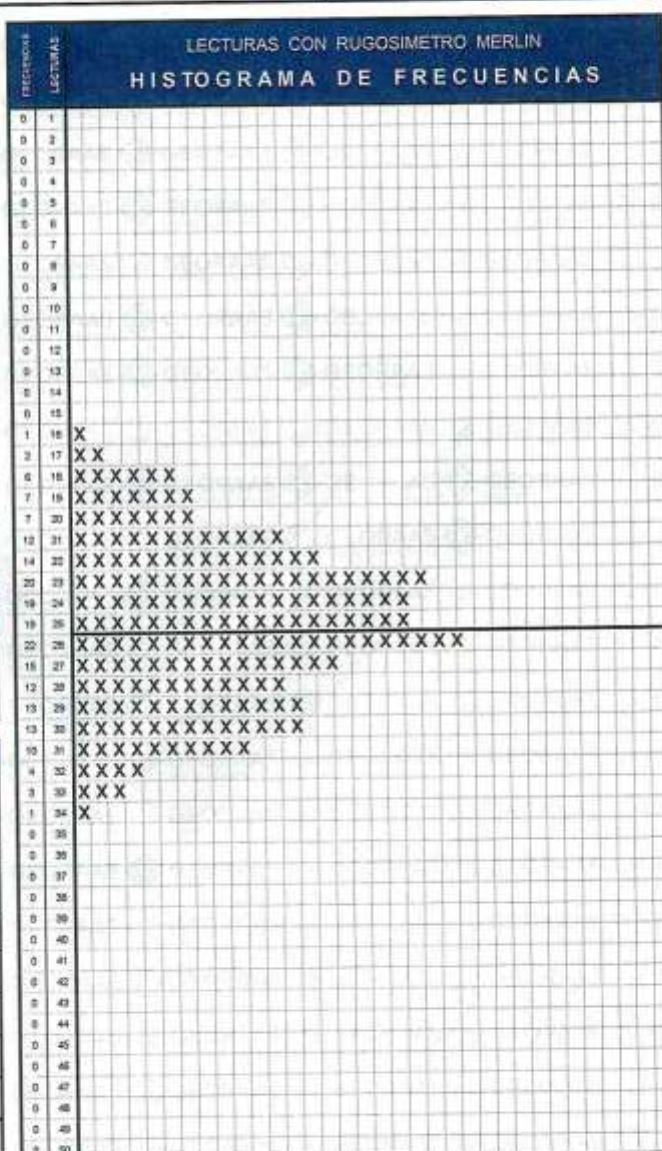
$$D = (IZQ + CE + DER) \times 5 \times F.C.$$

DESCARTANDO 10 VALORES CADA DISPERSION DEL HISTOGRAMA
HISTOGRAMA: IZQ + LEVANTAMIENTO CE + CENTRO DER + HUNDIMIENTO

CALCULO DE "R" (IRI)

$$R = 0.0485 \times D \text{ Cuando } IRI < 2.4$$

	LEVANTA- MIENTO (IZQ.)	CENTRO (CE)	HUNDIMEN- TO (DER.)
TOTALES COLUMNAS EXTREMAS	7	-	10
LECTURAS CONSIDERADAS	6	-	8
FRACCIONES RESULTANTES	0.86	11	0.80
SUMA FRACCIONES (CI + CE + CD)		12.66	
Rango "D"		87.33	
IRI		4.24	



Observaciones: -

ELABORADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
Jonathan Carlos Inocencio Coaguira Técnico de Laboratorio GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC	Marco Antonio Gomez Ramos Ingeniero Civil CIP 308696 GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC	
TÉCNICO DE LABORATORIO	ESPECIALISTA	UNIDAD DE CONTROL



GEORAAS

CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

georaascgsac@gmail.com
RUC: 20601877326

EVALUACION DE PAVIMENTOS	DETERMINACION DE RUGOSIDAD (EQUIPO RUGOSIMETRO MERLIN)	Código	FRM_GR_EM_501
		Versión	V.01
		Aprobado	GG_GR
		Página	3 de 9

SOLICITANTE	Sr. OSWALDO EVER ARAPA CATY	FECHA MUESTREO	10/07/2025
PROYECTO	TESIS: ANALISIS COMPARATIVO DE LA CALIDAD SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE MEDIANTE LA MEDICIÓN DEL NIVEL DE SERVICIO E INDICE DE RUGOSIDAD INTERNACIONAL EN LA VÍA JULIACA - CABANILLAS 2025	MUESTREADO POR	G.E.A.C.
UBICACIÓN	VIA JULIACA - CABANILLAS	ENSAYADO POR	J.C.I.C.
PROGRESIVA	7+000 - 8+000	CARRIL	-
LONGITUD	200 Metros Evaluados	CAPA	ASFALTICA
		FECHA EXPEDICIÓN	15/07/2025

LECTURAS CAMPO										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	20	30	20	19	28	19	24	24	21	28
2	21	20	30	20	30	20	23	26	20	30
3	26	18	29	21	29	21	21	27	25	29
4	25	29	22	26	29	22	26	31	26	31
5	26	25	27	26	25	27	26	28	26	28
6	24	21	28	21	24	28	21	24	24	19
7	27	26	20	30	20	23	23	25	26	20
8	22	27	25	29	25	24	23	25	27	25
9	22	27	25	29	25	24	23	25	27	25
10	27	22	26	31	26	24	23	23	22	28
11	27	26	28	29	25	33	29	25	27	26
12	25	23	26	20	26	26	21	30	21	30
13	29	25	27	25	26	28	25	29	25	32
14	25	29	22	26	29	22	26	31	26	31
15	26	32	25	24	23	28	26	33	26	33
16	24	32	25	24	23	30	19	24	24	19
17	28	31	26	24	23	23	23	24	27	21
18	22	28	25	32	25	24	23	25	28	25
19	26	22	27	31	27	24	23	23	22	27
20	26	27	30	32	25	33	32	25	28	27

CONTROL CANTIDADE MARCAS: 200 LECTURAS

FACTOR DE CORRECCION F.C. = 1.285

CALCULO DE "D"

$$D = (IZQ + CE + DER) \times 5 \times F.C.$$

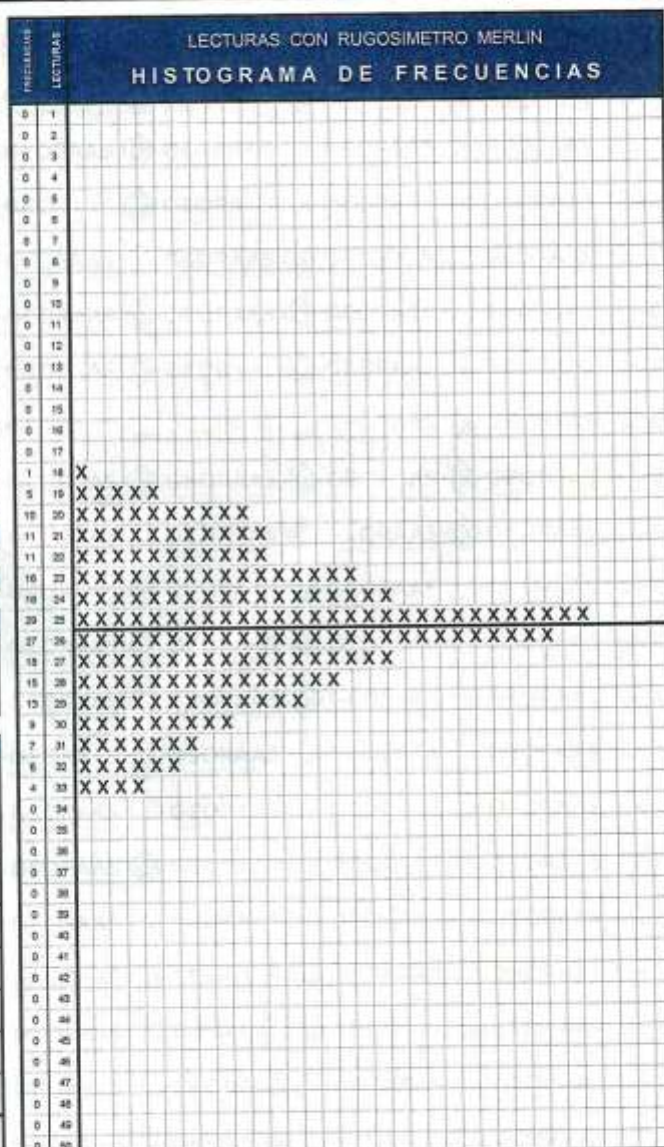
DESCARTANDO 10 VALORES CADA DISPERSION DEL HISTOGRAM.

HISTOGRAMA: IZQ. = LEVANTAMIENTO CE = CENTRO DER = HUNDIMIENTO

CALCULO DE "R" (IRI)

$$R = 0.0485 \times D \text{ Cuando } IRI < 2.4$$

	LEVANTA- MIENTO (IZQ.)	CENTRO (CE)	HUNDIMIEN- TO (DER.)
TOTALES COLUMNAS EXTREMAS	10	-	7
LECTURAS CONSIDERADAS	6	-	7
FRACCIONES RESULTANTES	0.60	10	1.00
SUMA FRACCIONES (CI + CE + CD)		11.60	
Rango "D"		80.04	
IRI		3.88	



Observaciones: -

ELABORADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
 Jonathan Carlos Incaerri Coaguira Técnico de Laboratorio GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC	 Marco Antonio Gomez Ramos Ingeniero Civil CIP 303696 GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC	 GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC CONTROL



GEORAAS

CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

georaascgsac@gmail.com
RUC: 20601877326

EVALUACION DE PAVIMENTOS	DETERMINACION DE RUGOSIDAD (EQUIPO RUGOSIMETRO MERLIN)	Código	FRM_GR_EM_501
		Versión	V.01
		Aprobado	GG_GR
		Página	4 de 8

SOLICITANTE	Sr. OSWALDO EVER ARAPA CATY	FECHA MUESTREO	10/07/2025
PROYECTO	TESIS: ANALISIS COMPARATIVO DE LA CALIDAD SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE MEDIANTE LA MEDICIÓN DEL NIVEL DE SERVICIO E ÍNDICE DE RUGOSIDAD INTERNACIONAL EN LA VÍA JULIACA - CABANILLAS 2025	MUESTREO POR	O.E.A.C.
UBICACIÓN	VÍA JULIACA - CABANILLAS	ENSAYADO POR	J. C. I. C.
PROGRESIVA	10+000 - 11+000	CARREL	-
LONGITUD	200 Metros Evaluados	CAPA	ASFALTICA
		FECHA EXPEDICIÓN	15/07/2025

LECTURAS CAMPO										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	20	30	20	23	23	24	25	23	24	23
2	23	23	21	22	24	22	23	23	22	23
3	25	32	25	24	23	25	25	23	24	22
4	25	28	26	26	26	24	24	24	24	25
5	27	25	28	26	18	25	24	24	22	24
6	18	19	25	25	20	29	20	24	24	25
7	29	20	32	27	26	27	26	25	32	26
8	27	21	26	26	26	27	26	25	32	26
9	28	30	29	30	26	25	32	32	25	25
10	30	30	29	33	26	31	22	29	22	26
11	27	27	25	28	26	27	27	25	28	26
12	19	27	19	29	29	19	27	19	29	29
13	20	30	20	23	26	20	30	20	23	26
14	22	26	31	22	29	22	26	31	27	29
15	28	26	27	27	25	28	26	27	27	25
16	23	23	21	22	29	22	23	23	22	23
17	26	23	24	20	30	20	23	23	24	21
18	24	21	22	25	27	25	24	23	25	22
19	23	23	21	25	32	25	24	21	25	22
20	21	21	24	25	21	22	25	25	21	22

CONTROL CANTIDADE MARCAS: 200 LECTURAS

FACTOR DE CORRECCION F.C. = 1.380

CALCULO DE "D"

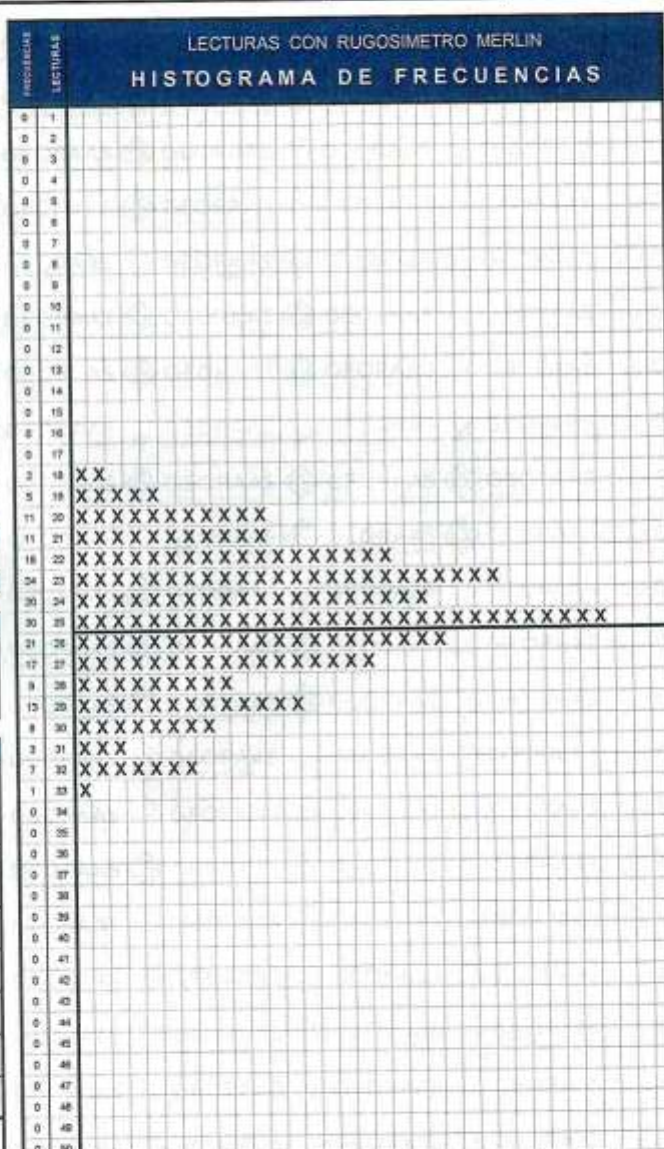
$$D = (IZQ + CE + DER) \times 5 \times F.C.$$

DESCARTANDO 10 VALORES CADA DISPERSION DEL HISTOGRAMA
HISTOGRAMA: IZQ = LEVANTAMIENTO CE = CENTRO DER = HUNDIMIENTO

CALCULO DE "R" (R_i)

$$R = 0.0485 \times D \text{ Cuando } IRI < 2.4$$

	LEVANTAMIENTOS (IZQ.)	CENTRO (CE)	HUNDIMIENTOS (DER.)
TOTALES COLUMNAS EXTREMAS	11	-	7
LECTURAS CONSIDERADAS	8	-	5
FRACCIONES RESULTANTES	0.73	10	0.71
SUMA FRACCIONES (CI + CE + CD)		11.44	
Rango "D"		78.95	
IRI		3.83	



Observaciones: -

ELABORADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
 Jonathan Carlos Inacari Coaguira Técnico de Laboratorio GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC	 Marco Antonio Gomez Ramos Ingeniero Civil CIP 308696 GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC	



GEORAAS

CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

georaascgsac@gmail.com

RUC: 20601877326

EVALUACION DE PAVIMENTOS	DETERMINACION DE RUGOSIDAD (EQUIPO RUGOSIMETRO MERLIN)	Código	FRM_GR_EM_001
		Versión	V.01
		Aprobado	GG_GR
		Página	5 de 8

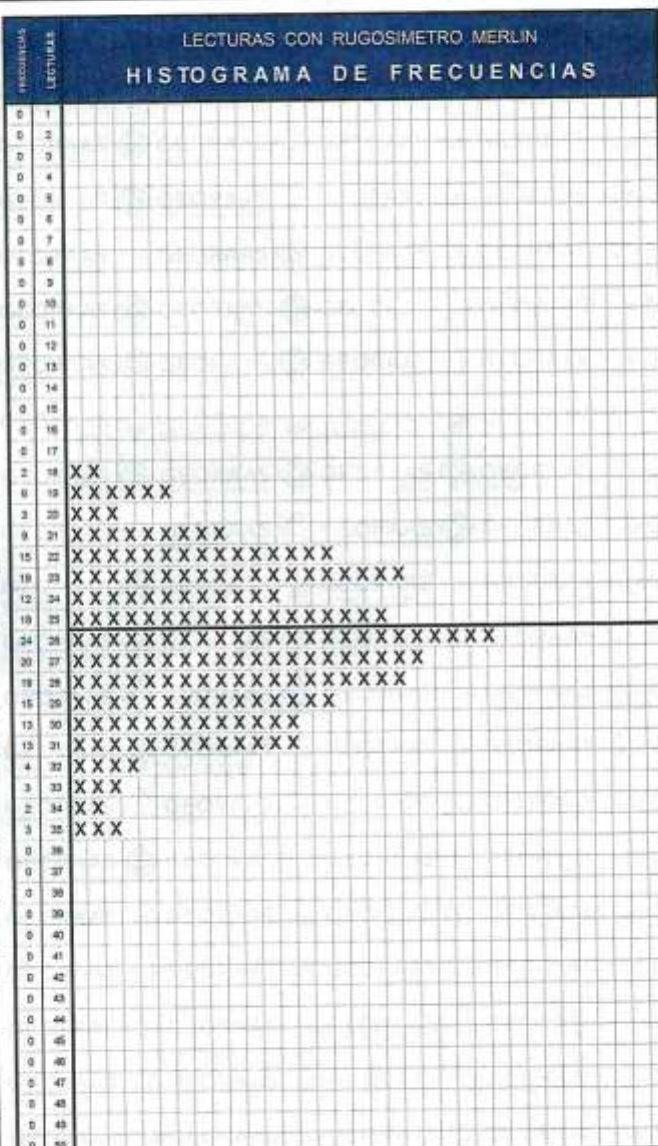
SOLICITANTE	Sr. OSWALDO EVER ARAPA CATY	FECHA MUESTREO	10/07/2025
PROYECTO	TESIS: ANALISIS COMPARATIVO DE LA CALIDAD SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE MEDIANTE LA MEDICIÓN DEL NIVEL DE SERVICIO E ÍNDICE DE RUGOSIDAD INTERNACIONAL EN LA VÍA JULIACA - CARAMILLAS 2025	MUESTREO POR	O.E.A.C.
UBICACIÓN	VIA JULIACA - CARAMILLAS	ENSAYADO POR	J. C. I. C.
PROGRESIVA	13+000 - 14+000	CARRE	-
LONGITUD	200 Metros Evaluados	CAPA	ASFALTICA
		FECHA EXPEDICIÓN	15/07/2025

LECTURAS CAMPO										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	19	23	23	29	28	23	27	22	23	26
2	23	22	22	28	31	23	26	28	21	27
3	21	24	22	27	29	27	29	28	28	31
4	25	27	22	25	22	29	31	22	26	28
5	26	26	28	26	29	30	32	24	21	24
6	27	29	28	30	27	31	33	22	23	25
7	26	26	27	26	29	29	34	26	23	25
8	27	28	28	25	24	26	31	30	35	25
9	28	27	21	23	26	25	28	22	35	23
10	27	30	30	19	28	25	30	31	29	25
11	26	29	31	28	29	26	30	25	21	30
12	20	30	35	22	27	23	32	24	25	29
13	25	31	28	19	24	21	32	26	26	31
14	23	29	27	23	26	20	31	26	26	30
15	28	24	25	22	34	18	21	29	24	27
16	27	26	22	22	25	18	22	30	26	27
17	23	28	26	33	26	19	21	31	28	27
18	23	30	19	24	24	23	20	24	22	31
19	23	23	23	24	27	21	31	27	25	27
20	28	25	32	25	19	25	33	30	28	29

CONTROL CANTIDAD DE MARCAS:	200 LECTURAS
FACTOR DE CORRECCION	F.C. = 1.380

CÁLCULO DE "D"	
$D = (IZQ + CE + DER) \times 5 \times F.C.$	
DESCARTANDO 15 VALORES CADA DISPERSIÓN DEL HISTOGRAMA	
HISTOGRAMA: IZQ = LEVANTAMIENTO CE = CENTRO DER = HUNDIMIENTO	

CÁLCULO DE "R" (IRI)			
$R = 0.0485 \times D$ Cuando $IRI < 2.4$			
	LEVANTAMIENTO (IZQ.)	CENTRO (CE)	HUNDIMIENTO (DER.)
TOTALES COLUMNAS EXTREMAS	6	-	4
LECTURAS CONSIDERADAS	4	-	2
FRACCIONES RESULTANTES	0.67	11	0.50
SUMA FRACCIONES (CI + CE + CD)		12.17	
Rango "D"		83.95	
IRI		4.07	



Observaciones: -

ELABORADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
 Jonathan Carlos Incaicari Coaguira Técnico de Laboratorio GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.	 Marco Antonio Gomez Ramos Ingeniero Civil CIP 308696 GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.	



GEORAAS

CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

georaascgsac@gmail.com

RUC: 20601877326

EVALUACION DE PAVIMENTOS	DETERMINACION DE RUGOSIDAD (EQUIPO RUGOSIMETRO MERLIN)	Código	FRM_GR_EM_501
		Versión	V.01
		Aprobado	GG_GR
		Página	6 de 8

SOLICITANTE	Sr. OSWALDO EVER ARAPA CATY	FECHA MUESTREO	10/07/2025
PROYECTO	TESIS: ANALISIS COMPARATIVO DE LA CALIDAD SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE MEDIANTE LA MEDICIÓN DEL NIVEL DE SERVICIO E ÍNDICE DE RUGOSIDAD INTERNACIONAL EN LA VÍA JULIACA - CABANILLAS 2025	MUESTREO POR	O.E.A.C.
UBICACIÓN	VÍA JULIACA - CABANILLAS	ENSAYADO POR	J. C. I. C.
PROGRESIVA	16+000 - 17+000	CARRIL	-
LONGITUD	200 Metros Evaluados	CAPA	ASFALTICA
		FECHA EXPEDICIÓN	15/07/2025

LECTURAS CAMPO										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	19	25	20	23	19	16	19	23	20	17
2	21	25	21	24	18	17	20	22	21	22
3	20	27	26	23	20	24	21	24	25	22
4	21	26	25	28	21	21	26	27	26	19
5	20	23	26	18	25	20	26	26	28	21
6	25	21	24	20	26	18	21	29	25	24
7	18	19	26	18	24	24	30	30	21	26
8	20	18	25	18	21	23	31	25	25	24
9	27	23	22	26	25	25	29	27	29	22
10	29	27	27	26	23	26	31	30	29	22
11	25	23	26	20	26	33	21	30	21	30
12	29	25	27	25	26	28	25	29	25	32
13	30	31	29	26	23	26	25	31	20	28
14	31	24	25	29	24	25	33	29	31	22
15	32	26	26	33	25	27	24	24	27	24
16	22	20	30	26	32	25	28	25	23	27
17	23	23	24	29	28	26	30	25	28	27
18	26	21	22	27	26	21	32	30	22	30
19	21	21	24	25	21	22	25	25	21	22
20	27	22	28	21	26	23	32	25	24	31

CONTROL CANTIDADE MARCAS: 200 LECTURAS

FACTOR DE CORRECCION F.C. = 1.380

CALCULO DE "D"

$$D = (IZQ + CE + DER) \times 5 \times F.C.$$

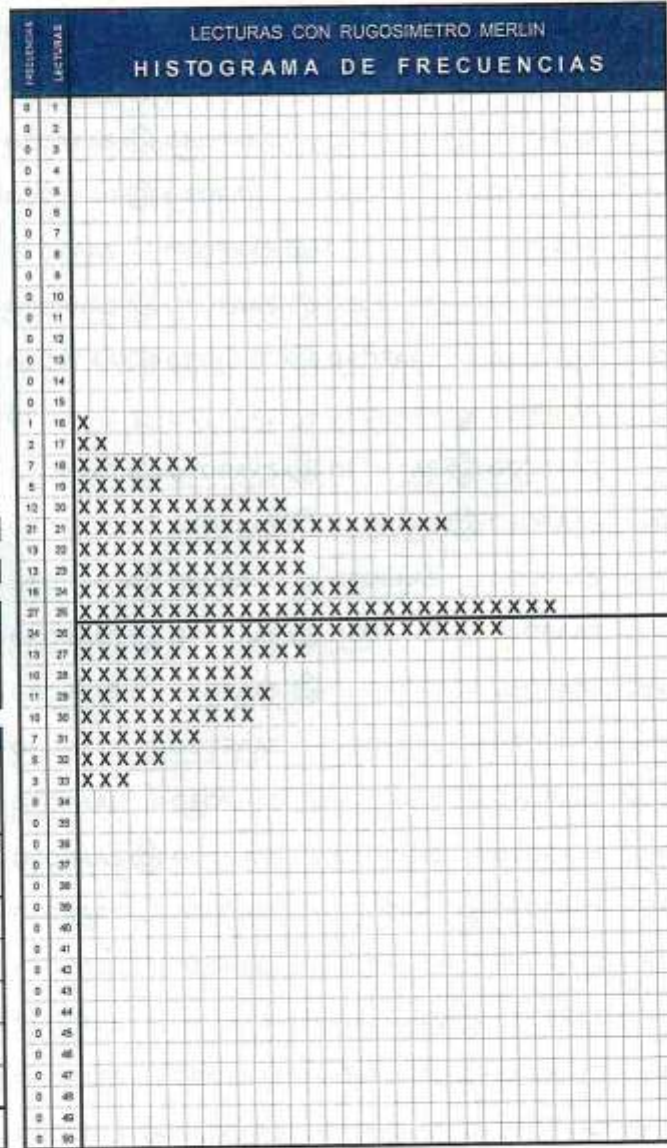
DESCARTANDO 10 VALORES CADA DISPERSIÓN DEL HISTOGRAMA

HISTOGRAMA: IZQ. = LEVANTAMIENTO CE = CENTRO DER = HUNDIMIENTO

CALCULO DE "R" (IRI)

$$R = 0.0485 \times D \text{ Cuando } IRI < 2.4$$

	LEVANTA MIENTO (IZQ.)	CENTRO (CE)	HUNDIMIEN TO (DER.)
TOTALES COLUMNAS EXTREMAS	7	-	7
LECTURAS CONSIDERADAS	7	-	5
FRACCIONES RESULTANTES	1.00	11	0.71
SUMA FRACCIONES (CI + CE + CD)		12.71	
Rango "D"		87.73	
IRI		4.25	



Observaciones: -

ELABORADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
 Jonathan Carlos Incaari Coaguana Técnico de Laboratorio GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC	 Marco Antonio Gomez Ramos Ingeniero Civil CIP 308696 GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC	 UNIDAD DE CONTROL



GEORAAS

CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

georaascgsac@gmail.com
RUC: 20601877326

EVALUACION DE PAVIMENTOS	DETERMINACION DE RUGOSIDAD (EQUIPO RUGOSIMETRO MERLIN)	Código	FRM_GR_EM_501
		Versión	V.01
		Aprobado	GG_GR
		Página	7 de 8

SOLICITANTE	Sr. OSWALDO EVER ARAPACATY	FECHA MUESTREO	18/07/2025
PROYECTO	TESIS: ANALISIS COMPARATIVO DE LA CALIDAD SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE MEDIANTE LA MEDICIÓN DEL NIVEL DE SERVICIO E ÍNDICE DE RUGOSIDAD INTERNACIONAL EN LA VÍA JULIACA - CABANILLAS 2025	MUESTREADO POR	O.E.A.C.
UBICACIÓN	VIA JULIACA - CABANILLAS	ENSAYADO POR	J.C.I.C.
PROGRESIVA	13+000 - 20+500	CARRIL	-
LONGITUD	200 Metros Evaluados	CAPA	ASFALTICA
		FECHA EXPEDICIÓN	15/07/2025

LECTURAS CAMPO										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	26	29	31	28	30	23	27	24	22	31
2	21	19	25	24	20	19	26	24	22	25
3	18	24	25	27	25	29	21	28	21	22
4	27	28	28	25	24	26	24	29	24	27
5	23	21	26	21	30	20	29	28	22	23
6	17	25	29	26	24	22	20	22	25	24
7	21	26	24	26	31	30	29	20	20	23
8	25	24	23	29	31	22	30	23	24	28
9	20	18	25	18	20	23	31	25	25	24
10	25	24	23	27	28	22	32	24	23	23
11	28	22	27	31	27	24	23	23	22	27
12	26	32	25	24	23	28	26	30	26	30
13	22	27	25	29	25	24	23	25	27	25
14	20	30	20	19	28	19	24	24	21	28
15	21	24	24	20	29	19	30	27	26	26
16	26	32	25	24	23	28	26	30	26	30
17	30	30	29	30	26	31	22	29	22	26
18	21	21	24	25	21	22	25	25	21	22
19	23	23	21	22	29	22	23	23	22	23
20	27	27	25	28	26	27	27	25	28	26

CONTROL CANTIDADE MARCAS: 200 LECTURAS

FACTOR DE CORRECCION F.C. = 1.380

CALCULO DE "D"

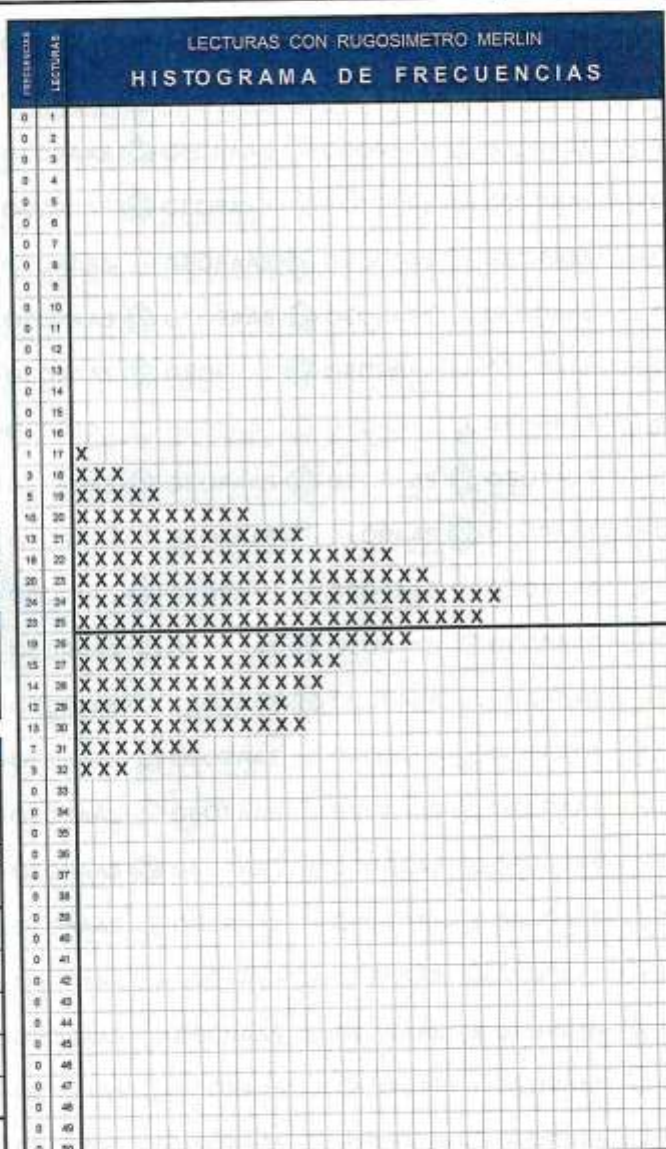
$$D = (IZQ + CE + DER) \times 5 \times F.C.$$

DESCARTANDO 10 VALORES CADA DISPERSIÓN DEL HISTOGRAMA
HISTOGRAMA: IZQ. = LEVANTAMIENTO CE = CENTRO DER = HUNDIMIENTO

CALCULO DE "R" (IRI)

$$R = 0,0485 \times D \text{ Cuando } IRI < 2.4$$

	LEVANTA- MIENTO (IZQ.)	CENTRO (CE)	HUNDIMIEN- TO (DER.)
TOTALES COLUMNAS EXTREMAS	10	-	13
LECTURAS CONSIDERADAS	9	-	13
FRACCIONES RESULTANTES	0.90	9	1.00
SUMA FRACCIONES (CI + CE + CD)		10.90	
Rango "D"		75.21	
IRI		3.65	



Observaciones: -

ELABORADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
 Jonathan Carlos Inocenti Coaquira Técnico de Laboratorio GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.	 Marco Antonio Gómez Ramos Ingeniero Civil CIP 308696 GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.	



GEORAAS

CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

georaascgsac@gmail.com

RUC: 20601877326

EVALUACION DE PAVIMENTOS	DETERMINACION DE RUGOSIDAD (EQUIPO RUGOSIMETRO MERLIN)	Código	FRM_GR_EM_501
		Versión	V.01
		Aprobado	GG_GR
		Página	8 de 8

SOLICITANTE	: Sr. OSWALDO EVER ARAPA CATY	FECHA MUESTREO	: 10/07/2025
PROYECTO	: TESIS: ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA CALIDAD SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE MEDIANTE LA MEDICIÓN DEL NIVEL DE SERVICIO E ÍNDICE DE RUGOSIDAD INTERNACIONAL EN LA VÍA JULIACA - CABANILLAS 2025	MUESTREO POR	: O.E.A.C.
UBICACIÓN	: VÍA JULIACA - CABANILLAS	ENSAYADO POR	: J. C. I. C.
PROGRESIVA	: 22+000 - 23+000	CARRE	: -
LONGITUD	: 200 Metros Evaluados	CAPA	: ASFALTICA
		FECHA EXPEDICIÓN	: 15/07/2025

LECTURAS CAMPO										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	20	30	21	27	24	25	22	21	22	21
2	18	24	24	24	20	26	29	25	24	30
3	22	21	23	26	19	28	27	26	26	31
4	20	23	23	25	28	27	23	28	26	29
5	23	22	22	23	31	29	22	25	25	31
6	21	24	22	24	30	30	20	32	27	21
7	25	27	22	21	26	30	21	26	28	25
8	26	26	28	22	25	32	21	29	28	25
9	27	29	28	20	27	24	24	29	33	21
10	29	31	22	23	24	24	22	25	28	24
11	27	31	24	25	25	24	24	19	29	28
12	31	33	22	24	26	25	31	20	23	30
13	24	28	26	26	27	25	32	26	24	32
14	20	29	25	27	25	32	25	23	27	25
15	26	21	30	26	26	29	22	21	29	32
16	28	25	29	23	23	25	28	20	30	28
17	22	26	31	22	26	23	29	22	24	30
18	28	26	33	25	24	20	23	26	21	23
19	30	19	24	23	27	31	27	19	23	23
20	23	23	24	23	27	27	27	30	32	25

CONTROL CANTIDADE MARCAS: 200 LECTURAS

FACTOR DE CORRECCION F.C. = 1.380

CALCULO DE "D"

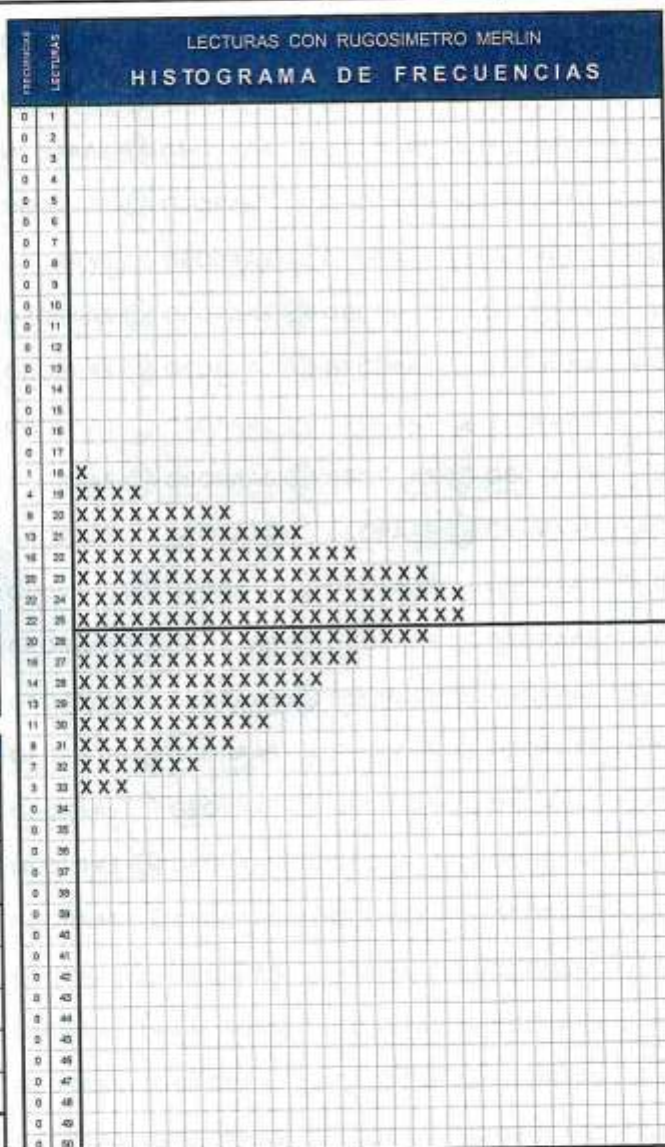
$$D = (IZQ + CE + DER) \times 5 \times F.C.$$

DESCARTANDO 10 VALORES CADA DISPERSION DEL HISTOGRAMA
HISTOGRAMA: IZQ = LEVANTAMIENTO CE = CENTRO DER = HUNDIMIENTO

CALCULO DE "R" (IRI)

$$R = 0.0485 \times D \text{ Cuando } IRI < 2.4$$

	LEVANTA- MIENTO (IZQ.)	CENTRO (CE)	HUNDIMEN- TO (DER.)
TOTALES COLUMNAS EXTREMAS	9	-	9
LECTURAS CONSIDERADAS	4	-	9
FRACCIONES RESULTANTES	0.44	10	1.00
SUMA FRACCIONES (CI + CE + CD)		11.44	
Rango "D"		78.97	
IRI		3.83	



Observaciones: -

ELABORADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
 Jhonatan Carlos Inocenci Coaquira Técnico de Laboratorio GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC	 Marco Antonio Gomez Ramos Ingeniero Civil CIP 308596 GEORAAS CONTRATISTAS GENERALES SAC	



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

PROYECTO: ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA CALIDAD SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE MEDIANTE LA MEDICIÓN DEL NIVEL DE SERVICIO E ÍNDICE DE RUGOSIDAD INTERNACIONAL EN LA VÍA JULIACA - CABANILLAS 2025

TESISTA: BACHILLER OSWALDO EVER ARAPA CATY
VIA: JULIACA - CABANILLAS
FECHA: 07/07/2025



NIVEL DE SERVICIO (MTC)

UNIDAD DE MUESTRA: UM 1
ANCHO DE VÍA (m): 6.3
LONGITUD DE MUESTRA (m): 01+000
SECCIÓN EVALUADA(LONGITUD) 00+200

INICIO DE PROGRESIVA (KM): 01+000
FIN DE PROGRESIVA (KM): 02+000
AREA (m2): 1260

N°	TIPO DE FALLA	MEDIDA	N°	TIPO DE FALLA	MEDIDA
1	Piel de cocodrilo	AREA	7	Baches (huecos)	NUMERO
2	Fisuras longitudinales	AREA	8	Fisuras transversales	AREA
3	Deformación por deficiencia estructural	AREA	9	Exudación	AREA
4	Ahuellamiento	AREA	10	Daños puntuales	AREA
5	Reparaciones o parchados	AREA	11	Desnivel Calzada-Berma	NUMERO
6	Peladura y desprendimiento	AREA			

COD	FALLAS	GRAVEDAD	MEDIDAS TOTALES	% DE EXTENCIÓN DE FALLA	EXTENSIÓN PROMEDIO PONDERADA	PUNTAJE DE CONDICIÓN SEGÚN LA EXTENSIÓN DE FALLA
3	Deformación por deficiencia estructural	2	352.74	28.00	23.23	74.48
3	Deformación por deficiencia estructural	3	232.67	18.47		
5	Reparaciones o parchados	1	290.97	23.09	18.01	25.94
5	Reparaciones o parchados	2	267.33	21.22		
5	Reparaciones o parchados	3	122.44	9.72		
7	Baches (huecos)	1	7.000	0.56	0.56	1.12
11	Desnivel Calzada-Berma	1	60.33	30.17	32.35	100.00
11	Desnivel Calzada-Berma	2	64.22	32.11		
11	Desnivel Calzada-Berma	3	69.54	34.77		
				SUMA PUNTAJE DE CONDICIÓN		201.54
				CALIFICACIÓN DE CONDICIÓN		798.46
						REGULAR



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



PROYECTO: ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA CALIDAD SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE MEDIANTE LA MEDICIÓN DEL NIVEL DE SERVICIO E ÍNDICE DE RUGOSIDAD INTERNACIONAL EN LA VÍA JULIACA - CABANILLAS 2025

TESISTA: BACHILLER OSWALDO EVER ARAPA CATY
VIA: JULIACA - CABANILLAS
FECHA: 07/07/2025

NIVEL DE SERVICIO (MTC)

UNIDAD DE MUESTRA: UM - 2
ANCHO DE VIA (m) : 6.3
LONGITUD DE MUESTRA (m): 01+000
SECCIÓN EVALUADA (LONGITUD) 00+200

INICIO DE PROGRESIVA (KM) : 04+000
FIN DE PROGRESIVA (KM) : 05+000
AREA (m2) : 1260

N°	TIPO DE FALLA	MEDIDA	N°	TIPO DE FALLA	MEDIDA
1	Piel de cocodrilo	AREA	7	Baches (huecos)	NUMERO
2	Fisuras longitudinales	AREA	8	Fisuras transversales	AREA
3	Deformación por deficiencia estructural	AREA	9	Exudación	AREA
4	Ahuellamiento	AREA	10	Daños puntuales	AREA
5	Reparaciones o parchados	AREA	11	Desnivel Calzada-Berma	NUMERO
6	Peladura y desprendimiento	AREA			

COD	FALLAS	GRAVEDAD	MEDIDAS TOTALES	% DE EXTENSION DE FALLA	EXTENSION PROMEDIO PONDERADA	PUNTAJE DE CONDICIÓN SEGÚN LA EXTENSIÓN DE FALLA
3	Deformación por deficiencia estructural	1	465.87	36.97	29.19	73.34
3	Deformación por deficiencia estructural	2	269.65	21.40		
5	Reparaciones o parchados	2	399.55	31.71	24.67	42.98
5	Reparaciones o parchados	3	222.11	17.63		
11	Desnivel Calzada-Berma	1	61.56	30.78	33.59	100
11	Desnivel Calzada-Berma	2	63.87	31.94		
11	Desnivel Calzada-Berma	3	76.12	38.06		
SUMA PUNTAJE DE CONDICIÓN						216.32
						783.68
CALIFICACIÓN DE CONDICIÓN						REGULAR



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



PROYECTO: ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA CALIDAD SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE MEDIANTE LA MEDICIÓN DEL NIVEL DE SERVICIO E ÍNDICE DE RUGOSIDAD INTERNACIONAL EN LA VÍA JULIACA - CABANILLAS 2025

TESISTA: BACHILLER OSWALDO EVER ARAPA CATY
VIA: JULIACA - CABANILLAS
FECHA: 07/07/2025

NIVEL DE SERVICIO (MTC)

UNIDAD DE MUESTRA: UM - 03
ANCHO DE VÍA (m) : 6.3
LONGITUD DE MUESTRA (m): 01+000
SECCIÓN EVALUADA(LONGITUD) 00+200

INICIO DE PROGRESIVA (KM) : 07+000
FIN DE PROGRESIVA (KM) : 08+000
AREA (m2) : 1260

N°	TIPO DE FALLA	MEDIDA	N°	TIPO DE FALLA	MEDIDA
1	Piel de cocodrilo	AREA	7	Baches (huecos)	NUMERO
2	Fisuras longitudinales	AREA	8	Fisuras transversales	AREA
3	Deformación por deficiencia estructural	AREA	9	Exudación	AREA
4	Ahuellamiento	AREA	10	Daños puntuales	AREA
5	Reparaciones o parchados	AREA	11	Desnivel Calzada-Berma	NUMERO
6	Peladura y desprendimiento	AREA			

COD	FALLAS	GRAVEDAD	MEDIDAS TOTALES	% DE EXTENSION DE FALLA	EXTENSIÓN PROMEDIO PONDERADA	PUNTAJE DE CONDICIÓN SEGÚN LA EXTENSIÓN DE FALLA
3	Deformación por deficiencia estructural	1	298.12	23.66	16.35	40.87
3	Deformación por deficiencia estructural	2	209.78	16.65		
3	Reparaciones o parchados	3	110.23	8.75		
5	Reparaciones o parchados	1	348.18	27.63	22.64	72.63
5	Reparaciones o parchados	2	304.45	24.16		
5	Reparaciones o parchados	3	203.24	16.13		
11	Desnivel Calzada-Berma	1	76.89	38.45	23.50	23.75
11	Desnivel Calzada-Berma	2	38.98	19.49		
11	Desnivel Calzada-Berma	3	25.14	12.57		
SUMA PUNTAJE DE CONDICIÓN						137.25
						862.75
CALIFICACIÓN DE CONDICIÓN						BUENO



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



PROYECTO: ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA CALIDAD SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE MEDIANTE LA MEDICIÓN DEL NIVEL DE SERVICIO E ÍNDICE DE RUGOSIDAD INTERNACIONAL EN LA VÍA JULIACA - CABANILLAS 2025

TESISTA: BACHILLER OSWALDO EVER ARAPA CATY

VIA: JULIACA - CABANILLAS

FECHA: 07/07/2025

NIVEL DE SERVICIO (MTC)

UNIDAD DE MUESTRA: UM - 04
ANCHO DE VIA (m): 6.3
LONGITUD DE MUESTRA (m): 01+000
SECCIÓN EVALUADA (LONGITUD): 00+200

INICIO DE PROGRESIVA (KM): 10+000
FIN DE PROGRESIVA (KM): 11+000
AREA (m²): 1260

N°	TIPO DE FALLA	MEDIDA	N°	TIPO DE FALLA	MEDIDA
1	Piel de cocodrilo	AREA	7	Baches (huecos)	NUMERO
2	Fisuras longitudinales	AREA	8	Fisuras transversales	AREA
3	Deformación por deficiencia estructural	AREA	9	Exudación	AREA
4	Ahuellamiento	AREA	10	Daños puntuales	AREA
5	Reparaciones o parchados	AREA	11	Desnivel Calzada-Berma	NUMERO
6	Peladura y desprendimiento	AREA			

COD	FALLAS	GRAVEDAD	MEDIDAS TOTALES	% DE EXTENCIÓN DE FALLA	EXTENSIÓN PROMEDIO PONDERADA	PUNTAJE DE CONDICIÓN SEGÚN LA EXTENSIÓN DE FALLA
3	Deformación por deficiencia estructural	1	408.23	32.40	23.84	77.98
3	Deformación por deficiencia estructural	2	298.98	23.73		
3	Reparaciones o parchados	3	193.89	15.39		
5	Reparaciones o parchados	1	248.18	19.70	16.29	21.97
5	Reparaciones o parchados	2	204.45	16.23		
5	Reparaciones o parchados	3	163.24	12.96		
11	Desnivel Calzada-Berma	1	59.89	29.95	30.01	100.00
11	Desnivel Calzada-Berma	2	58.32	29.16		
11	Desnivel Calzada-Berma	3	61.87	30.94		
SUMA PUNTAJE DE CONDICIÓN						199.95
						800.05
CALIFICACIÓN DE CONDICIÓN						REGULAR



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



PROYECTO: ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA CALIDAD SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE MEDIANTE LA MEDICIÓN DEL NIVEL DE SERVICIO E ÍNDICE DE RUGOSIDAD INTERNACIONAL EN LA VÍA JULIACA - CABANILLAS 2025

TESISTA: BACHILLER OSWALDO EVER ARAPA CATY
VIA: JULIACA - CABANILLAS
FECHA: 07/07/2025

NIVEL DE SERVICIO (MTC)

UNIDAD DE MUESTRA: UM - 05
ANCHO DE VIA (m) : 6.3
LONGITUD DE MUESTRA (m): 01+000
SECCIÓN EVALUADA(LONGITUD) 00+200

INICIO DE PROGRESIVA (KM) : 13+000
FIN DE PROGRESIVA (KM) : 14+000
AREA (m2) : 1260

N°	TIPO DE FALLA	MEDIDA	N°	TIPO DE FALLA	MEDIDA
1	Piel de cocodrilo	AREA	7	Baches (huecos)	NUMERO
2	Fisuras longitudinales	AREA	8	Fisuras transversales	AREA
3	Deformación por deficiencia estructural	AREA	9	Exudación	AREA
4	Ahuellamiento	AREA	10	Daños puntuales	AREA
5	Reparaciones o parchados	AREA	11	Desnivel Calzada-Berma	NUMERO
6	Poladura y desprendimiento	AREA			

COD	FALLAS	GRAVEDAD	MEDIDAS TOTALES	% DE EXTENSION DE FALLA	EXTENSION PROMEDIO PONDERADA	PUNTAJE DE CONDICIÓN SEGÚN LA EXTENSIÓN DE FALLA
3	Deformación por deficiencia estructural	1	405.89	32.21	26.79	88.75
3	Deformación por deficiencia estructural	2	269.33	21.38		
5	Reparaciones o parchados	1	301.67	23.94	21.50	60.23
5	Reparaciones o parchados	2	286.34	22.73		
5	Reparaciones o parchados	3	224.78	17.84		
7	Baches (huecos)	1	9.000	0.71	0.67	1.24
7	Baches (huecos)	2	8.000	0.63		
11	Desnivel Calzada-Berma	1	299.58	149.79	110.41	53.11
11	Desnivel Calzada-Berma	2	265.98	132.99		
11	Desnivel Calzada-Berma	3	96.88	48.44		
SUMA PUNTAJE DE CONDICIÓN						203.33
CALIFICACIÓN DE CONDICIÓN						796.67
						REGULAR



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



PROYECTO: ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA CALIDAD SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE MEDIANTE LA MEDICIÓN DEL NIVEL DE SERVICIO E ÍNDICE DE RUGOSIDAD INTERNACIONAL EN LA VÍA JULIACA - CABANILLAS 2025

TESISTA: BACHILLER OSWALDO EVER ARAPA CATY
VIA: JULIACA - CABANILLAS
FECHA: 07/07/2025

NIVEL DE SERVICIO (MTC)

UNIDAD DE MUESTRA: UM - 06
ANCHO DE VIA (m): 6.3
LONGITUD DE MUESTRA (m): 01+000
SECCIÓN EVALUADA(LONGITUD) 00+200

INICIO DE PROGRESIVA (KM): 16+000
FIN DE PROGRESIVA (KM): 17+000
AREA (m2): 1260

N°	TIPO DE FALLA	MEDIDA	N°	TIPO DE FALLA	MEDIDA
1	Piel de cocodrilo	AREA	7	Baches (huecos)	NUMERO
2	Fisuras longitudinales	AREA	8	Fisuras transversales	AREA
3	Deformación por deficiencia estructural	AREA	9	Exudación	AREA
4	Ahuellamiento	AREA	10	Daños puntuales	AREA
5	Reparaciones o parchados	AREA	11	Desnivel Calzada-Berma	NUMERO
6	Peladura y desprendimiento	AREA			

COD	FALLAS	GRAVEDAD	MEDIDAS TOTALES	% DE EXTENCION DE FALLA	EXTENSIÓN PROMEDIO PONDERADA	PUNTAJE DE CONDICIÓN SEGÚN LA EXTENSIÓN DE FALLA
3	Deformación por deficiencia estructural	1	256.78	20.38	25.04	79.98
3	Deformación por deficiencia estructural	2	374.26	29.70		
5	Reparaciones o parchados	1	299.78	23.79	18.00	27.54
5	Reparaciones o parchados	2	242.78	19.27		
5	Reparaciones o parchados	3	137.84	10.94		
11	Desnivel Calzada-Berma	1	69.87	34.94	31.40	100.00
11	Desnivel Calzada-Berma	2	43.66	21.83		
11	Desnivel Calzada-Berma	3	74.89	37.45		
SUMA PUNTAJE DE CONDICIÓN						207.52
						792.48
CALIFICACIÓN DE CONDICIÓN						REGULAR



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



PROYECTO: ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA CALIDAD SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE MEDIANTE LA MEDICIÓN DEL NIVEL DE SERVICIO E ÍNDICE DE RUGOSIDAD INTERNACIONAL EN LA VÍA JULIACA - CABANILLAS 2025

TESISTA: BACHILLER OSWALDO EVER ARAPA CATY
VIA: JULIACA - CABANILLAS
FECHA: 07/07/2025

NIVEL DE SERVICIO (MTC)

UNIDAD DE MUESTRA: UM - 07
ANCHO DE VIA (m): 6.3
LONGITUD DE MUESTRA (m): 01+000
SECCIÓN EVALUADA (LONGITUD): 00+200

INICIO DE PROGRESIVA (KM): 19+000
FIN DE PROGRESIVA (KM): 20+000
AREA (m²): 1260

N°	TIPO DE FALLA	MEDIDA	N°	TIPO DE FALLA	MEDIDA
1	Piel de cocodrilo	AREA	7	Baches (huecos)	NUMERO
2	Fisuras longitudinales	AREA	8	Fisuras transversales	AREA
3	Deformación por deficiencia estructural	AREA	9	Exudación	AREA
4	Ahuellamiento	AREA	10	Daños puntuales	AREA
5	Reparaciones o parchados	AREA	11	Desnivel Calzada-Berma	NUMERO
6	Peladura y desprendimiento	AREA			

COD	FALLAS	GRAVEDAD	MEDIDAS TOTALES	% DE EXTENSION DE FALLA	EXTENSIÓN PROMEDIO PONDERADA	PUNTAJE DE CONDICIÓN SEGÚN LA EXTENSIÓN DE FALLA
3	Deformación por deficiencia estructural	1	329.54	26.15	21.62	66.37
3	Deformación por deficiencia estructural	2	271.66	21.56		
3	Reparaciones o parchados	3	215.87	17.13		
5	Reparaciones o parchados	1	328.64	26.08	20.00	33.21
5	Reparaciones o parchados	2	287.65	22.83		
5	Reparaciones o parchados	3	139.64	11.08		
11	Desnivel Calzada-Berma	1	72.41	36.21	31.25	100.00
11	Desnivel Calzada-Berma	2	69.22	34.61		
11	Desnivel Calzada-Berma	3	45.87	22.94		
SUMA PUNTAJE DE CONDICIÓN						199.58
						800.42
CALIFICACIÓN DE CONDICIÓN						REGULAR



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



PROYECTO: ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA CALIDAD SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE MEDIANTE LA MEDICIÓN DEL NIVEL DE SERVICIO E ÍNDICE DE RUGOSIDAD INTERNACIONAL EN LA VÍA JULIACA - CABANILLAS 2023

TESISTA: BACHILLER OSWALDO EVER ARAPA CATY
VIA: JULIACA - CABANILLAS
FECHA: 07/07/2025

NIVEL DE SERVICIO (MTC)

UNIDAD DE MUESTRA: UM - 08
ANCHO DE VIA (m) : 6.3
LONGITUD DE MUESTRA (m): 01+000
SECCIÓN EVALUADA(LONGITUD) 00+200

INICIO DE PROGRESIVA (KM) : 22+000
FIN DE PROGRESIVA (KM) : 23+000
AREA (m2) : 1260

N°	TIPO DE FALLA	MEDIDA	N°	TIPO DE FALLA	MEDIDA
1	Piel de cocodrilo	AREA	7	Baches (huecos)	NUMERO
2	Fisuras longitudinales	AREA	8	Fisuras transversales	AREA
3	Deformación por deficiencia estructural	AREA	9	Exudación	AREA
4	Ahuellamiento	AREA	10	Daños puntuales	AREA
5	Reparaciones o parchados	AREA	11	Desnivel Calzada-Berma	NUMERO
6	Peladura y desprendimiento	AREA			

COD	FALLAS	GRAVEDAD	MEDIDAS TOTALES	% DE EXTENSION DE FALLA	EXTENSIÓN PROMEDIO PONDERADA	PUNTAJE DE CONDICIÓN SEGÚN LA EXTENSIÓN DE FALLA
3	Deformación por deficiencia estructural	2	426.57	33.85	33.85	100.00
5	Reparaciones o parchados	1	324.78	25.78	19.40	30.12
5	Reparaciones o parchados	2	232.45	18.45		
5	Reparaciones o parchados	3	176.24	13.99		
11	Desnivel Calzada-Berma	1	57.41	28.71	38.35	100.00
11	Desnivel Calzada-Berma	2	69.23	34.62		
11	Desnivel Calzada-Berma	3	103.44	51.72		
SUMA PUNTAJE DE CONDICIÓN						230.12
						769.88
CALIFICACIÓN DE CONDICIÓN						REGULAR



ANEXO 1
FORMULARIO DE AUTORIZACIÓN

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

Formato digital ☒

Fecha de entrega: 30-03-2026

1. Datos del autor (es):

Nombres y Apellidos: OSWALDO EVER ARAPA CATY
Dirección: Jr. LAMBAYEQUE 233
DNI/Carné de Extranjería/Pasaporte N°: 74251999
Teléfono: 975 052 822 email: oswald.tlpv@hotmail.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. ARNALDO YANA TORRES

Esta obra se encuentra dentro de las siguientes denominaciones:

Trabajo de Investigación ☐ Tesis ☒ Trabajo de Suficiencia Profesional ☐ Trabajo Académico ☐

Título: ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA CALIDAD SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE
MEDIANTE LA MEDICIÓN DEL NIVEL DE SERVICIO E ÍNDICE DE RUGOSIDAD
INTERNACIONAL EN LA VÍA JULIACA - CABANILLAS 2025

Palabras claves, (3 a 5 términos): PAVIMENTO FLEXIBLE, CALIDAD SUPERFICIAL, NIVEL DE SERVICIO, ÍNDICE DE RUGOSIDAD
INTERNACIONAL (IRI), MANTENIMIENTO VIAL.

¿Esta obra se desarrolló en la UANCV?^{1,2}

1

¹ Indicar si su producción intelectual ha empleado recursos tales como, instalaciones, laboratorios, insumos, equipos, bases de datos, asesoría técnica por parte del personal de la UANCV, financiamiento, entre otros relacionados.

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



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

30-03-2026

Fecha